



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (Школа)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Стаценко Л.Г.

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента электроники,
телекоммуникации и приборостроения

(подпись)

Стаценко Л.Г.

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

Теория телетрафика

Направление подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(Системы радиосвязи и радиодоступа)

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 1

лекции 18 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы не предусмотрены

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. 14 / лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

в том числе с использованием МАО 14 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы не предусмотрены

курсовая работа не предусмотрена

зачет не предусмотрен

экзамен 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22.09.2017 г. №958.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения

протокол № 7 от «27» апреля 2021 г.

Директор департамента д.ф.-м.н., проф., Стаценко Л.Г.

Составитель (ли): к.ф.-м.н., Титов П.Л.

Владивосток
2021

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: изучение качественной и количественной сторон процессов обслуживания потоков вызовов и сообщений в системах распределения информации; изучение критериев и методов оценки качества функционирования систем распределения информации; изучение основ проектирования и расчета систем распределения информации в соответствии с заданной нагрузкой, дисциплиной обслуживания и требуемым качеством обслуживания.

Задачи:

- приобретение студентами знаний в области анализа и количественной оценки модельных систем обслуживания вызовов при различных потоках, поступающих на вход системы;
- изучение основных закономерностей поведения систем обслуживания вызовов при изменении параметров систем и входящих потоков вызовов;
- изучение основных способов расчета систем обслуживания при заданной нагрузке;
- ознакомление с основными способами построения коммутационных систем различной конфигурации;
- приобретение практических навыков расчета пропускной способности коммутационных систем.
- приобретение навыков анализа поведения системы при обслуживании комбинированной нагрузки: потоков вызовов и потоков данных.

Дисциплина «Теория телетрафика» логически и содержательно связана с рядом технических и математических дисциплин, в частности, опирается на уже изученные дисциплины, такие как «Теория электрической связи», «Основы построения телекоммуникационных систем и сетей», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория случайных процессов». В свою очередь, знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной, могут быть полезны для изучения последующих дисциплин «Сетевые технологии в инфокоммуникационных системах», «Эффективность использования радиочастотного спектра в цифровых каналах связи», «Перспективные системы и сети связи» и других дисциплин.

Для успешного изучения дисциплины «Теория телетрафика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции уровня бакалавриата:

- ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;
- ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности;
- ПК-1 Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи;
- ПК-3 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований;
- ПК-5 Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей;
- ПК-6 Способен осуществлять развитие транспортных сетей и сетей передачи данных, включая сети радиодоступа, спутниковых систем, коммутационных подсистем и сетевых платформ.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен использовать современные	ПК-1.1 Формулирует цели и задачи проектирования радиоэлектронного устройства или системы

Тип задач	Код и наименование обще профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	<p>достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТ и СС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем</p>	<p>ПК-1.2 Разрабатывает техническое задание на проектирование, включающее общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы, качественные показатели, конструктивные и эксплуатационные требования и другие исходные данные, необходимые для проектирования</p> <p>ПК-1.3 Разрабатывает и анализирует варианты создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>ПК-1.1 Формулирует цели и задачи проектирования радиоэлектронного устройства или системы</p>	<p>Знает структуру, состав и назначение основных подсистем единой системы связи РФ, принципы построения первичной и вторичных коммутируемых сетей связи;</p> <p>Знает состав требований, предъявляемых к типовым радиоэлектронным устройствам в выбранной предметной области;</p> <p>Знает основные модельные системы массового обслуживания и их характеристики при обслуживании различных входных потоков</p> <p>Умеет самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую, справочную литературу, связанную с определением необходимых характеристик и параметров устройств, применяемых в области инфокоммуникаций;</p> <p>Умеет определять требования, которым должны удовлетворять проектируемые радиоэлектронные устройства и системы;</p> <p>Умеет осуществлять техническое проектирование</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	<p>систем коммутации; проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инфокоммуникационных технологий и систем связи</p> <p>Владеет навыками моделирования отдельных узлов, а также радиоэлектронных устройств в целом для выявления необходимых характеристик;</p> <p>Владеет навыками моделирования проектируемых систем связи с целью определения пригодности конфигурации для практического использования;</p> <p>Владеет навыками расчета и проверки характеристик систем связи при различных входных потоках данных</p>
<p>ПК-1.2 Разрабатывает техническое задание на проектирование, включающее общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы, качественные показатели, конструктивные и эксплуатационные требования и другие исходные данные, необходимые для проектирования</p>	<p>Знает основные методы анализа и синтеза сетей связи;</p> <p>Знает теоретические и экспериментальные методы определения требований и характеристик, которым должны удовлетворять проектируемые устройства и системы;</p> <p>Знает способы определения надежности и других эксплуатационных характеристик радиоэлектронных устройств и систем;</p> <p>Знает основные положения теории телетрафика и способы их применения для оценки требуемых характеристик инфокоммуникационных систем и устройств</p> <p>Умеет проводить структурный анализ и укрупненное структурное проектирование систем связи;</p> <p>Умеет определять на практике требования и типовые характеристики, которые должны иметь радиоэлектронные устройства, предназначенные для конкретного применения, в том числе для отрасли инфокоммуникаций;</p> <p>Умеет проводить расчет требуемой пропускной способности сети связи, емкости устройств и систем связи в соответствии с основными положениями теории телетрафика</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	<p>Владеет основными методами проектирования и построения систем коммутации;</p> <p>Владеет навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований по оценке характеристик систем массового обслуживания на основе базовых положений теории телетрафика;</p> <p>Владеет навыками определения требований и типовых характеристик, которые должны иметь радиоэлектронные устройства, используемые в системах и сетях связи</p>
<p>ПК-1.3 Разрабатывает и анализирует варианты создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы</p>	<p>Знает основные принципы построения коммутационных полей аналоговых и цифровых систем коммутации;</p> <p>Знает способы организации теоретических и экспериментальных исследований в области перспективных инфокоммуникационных технологий и систем связи;</p> <p>Знает различные подходы к созданию радиоэлектронного устройства и/или радиоэлектронной системы определенного назначения</p>
	<p>Умеет разрабатывать схемы организации связи и обосновывать выбор параметров сетей связи;</p> <p>Умеет производить расчет необходимой пропускной способности, характеристик и количества требуемого оборудования в соответствии с положениями теории телетрафика, а также производить выбор конкретного оборудования для сетей связи;</p> <p>Умеет проводить поиск существующих решений в ИКТиСС и на основе различных методов анализа выявлять перспективные направления совершенствования инфокоммуникационных систем</p>
	<p>Владеет навыками поиска, анализа и систематизации научно-технической информации по возможным вариантам реализации радиотехнических устройств и систем;</p> <p>Владеет навыками поиска и подбора существующих инфокоммуникационных систем, соответствующих заданным характеристикам; навыками анализа и определения применяемых в них конструктивных и схемотехнических решений;</p> <p>Владеет навыками проведения исследований и испытаний, направленных на создание перспективных</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	инфокоммуникационных технологий и систем связи, с учетом требований, накладываемых основными положениями теории телетрафика

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (44 академических часа); 1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам.

Учебным планом предусмотрены лекции, практические занятия (18 час., из них в активной/интерактивной форме 14 час.), самостоятельная работа студента (108 час.). Дисциплина «Теория телетрафика» входит в дисциплины по выбору блока 1, реализуется на 1-м курсе, в 1-м семестре. Планом предусмотрено расчетно-графическое задание. Форма промежуточного контроля – экзамен.

Для успешного освоения указанных компетенций (элементов компетенций) дисциплины «Теория телетрафика» используются следующие методы активного/интерактивного обучения: дискуссия.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (18 час.)

Раздел 1. Поток вызовов. Нагрузка (6 час.)

Тема 1. Предмет и задачи теории телетрафика. Поток вызовов (1 час.)

Предмет теории телетрафика. Математическая модель системы телетрафика. Поток вызовов. Дисциплина обслуживания. Классификация математических моделей по Д. Кендаллу. Основные задачи теории телетрафика: задача анализа, задача синтеза, задача оптимизации. Поток вызовов. Детерминированные и случайные потоки. Способы определения и задания потоков вызовов. Основные свойства потоков вызовов. Стационарность, ординарность, отсутствие последствия. Основные характеристики потоков вызовов. Параметр, интенсивность потока, плотность поступления вызовов.

Тема 2. Простейший поток вызовов, его свойства и характеристики (2 час.)

Определение простейшего потока. Вывод вероятности поступления ровно K вызовов за время наблюдения для простейшего потока (переход от распределения Бернулли к распределению Пуассона). Математическое ожидание и дисперсия простейшего потока. Колеблемость потока вызовов,

коэффициент вариации. Эффективность системы связи в зависимости от интенсивности входящего потока. Объединение потоков. Закон распределения промежутка времени между вызовами простейшего потока, математическое ожидание. Границы применимости модели простейшего потока в реальных системах.

Тема 3. Классификация потоков. Определение телефонной нагрузки (1 час.)

Детерминированные и случайные потоки. Стационарные и нестационарные потоки. Ординарные и неординарные потоки. Потоки с последствием и без последствия. Виды последствия. Простейший поток. Примитивный (Энгсетовский) поток. Рекуррентные потоки. Поток Пальма.

Определения нагрузки. Обслуженная нагрузка. Поступающая нагрузка. Теорема о количественной интенсивности поступающей нагрузки. Теорема о количественной интенсивности обслуженной нагрузки. Понятие мгновенной нагрузки.

Тема 4. Основные параметры телефонной нагрузки. Способы распределения нагрузки (2 час.)

Основные параметры нагрузки. Число источников нагрузки. Среднее число вызовов, поступающих от одного источника нагрузки в единицу времени. Средняя длительность занятия коммутационной системы при обслуживании одного вызова. Единицы интенсивности нагрузки. Расчет средней длительности занятия по НТП 112-2000; РД 45.120-2000. Расчет средней длительности занятия инженерным способом. Удельная нагрузка на одну абонентскую линию.

Концентрация телефонной нагрузки. Час наибольшей нагрузки. Коэффициент концентрации нагрузки. Статистический фиксированный ЧНН, статистический плавающий ЧНН. Рекомендации МСЭ-Т серии E.500.

Способы распределения нагрузки. Интенсивность нагрузки на входах и выходах ступени группового искания. Пропорциональное распределение нагрузки. Коэффициенты тяготения, нормированные коэффициенты тяготения. Диаграмма распределения нагрузки. Оценка результатов измерения нагрузки, доверительный интервал. Оценки математического ожидания и дисперсии. Нормальное распределение, распределение Стьюдента.

Раздел 2. Расчет пропускной способности в однозвенных системах. Системы с ожиданием (12 час.)

Тема 5. Обслуживание простейшего потока вызовов (первая формула

Эрланга) (2 час.)

Постановка задачи. Задание коммутационной схемы, потока вызовов, дисциплины обслуживания. Диаграмма состояний. Определение вероятности нахождения системы в промежуточных и крайних состояниях. Дифференциальные уравнения Эрланга. Процесс рождения и гибели. Стационарный режим системы дифференциальных уравнений Эрланга. Вывод формулы для вероятностей стационарного состояния (Эрланг, 1917 г.). Обозначение формулы. Обобщение формулы Эрланга (Севастьянов, 1957 г.)

Тема 6. Потери в полнодоступном пучке при обслуживании простейшего потока вызовов (1 час.)

Потери по вызовам. Потери по нагрузке. Потери по времени. Общее соотношение различных видов потерь. Свойство эргодичности. Определение различных видов потерь при поступлении простейшего потока на полнодоступную схему. Первая формула Эрланга. Таблицы Пальма, таблицы Башарина. Рекуррентная формула Эрланга. Пропускная способность линий полнодоступного пучка. Зависимости между средней интенсивностью нагрузки на одну линию, числом линий, вероятностью потерь при фиксировании одной из этих величин. Переход формулы Эрланга в формулу Пуассона. Вероятность занятия определенных линий из общего числа. Графические зависимости между параметрами первой формулы Эрланга. Область малых потерь. Определение необходимого числа линий по заданной нагрузке и величине потерь. Область применения формулы Эрланга.

Тема 7. Обслуживание полнодоступным пучком потока от ограниченного числа источников (формула Энгсета) (1 час.)

Постановка задачи. Задание коммутационной системы. Задание входящего потока вызовов. Задание дисциплины обслуживания. Составление диаграммы состояний. Параметры потоков занятий и освобождений. Запись вероятностей всех состояний через параметры потоков и вероятность начального состояния. Запись формулы Энгсета (1918 г.). Потери по времени, потери по вызовам, потери по нагрузке при обслуживании потока от ограниченного числа источников. Запись выражений для потерь через математическое ожидание и интенсивность нагрузки, поступающей от одного источника. Переход формулы Энгсета в формулы Эрланга и Пуассона. Сравнение пропускной способности пучка линий при поступлении простейшего и примитивного потоков. Графики зависимостей между величинами, входящими в формулы. Границы применимости формулы Эрланга и формулы Энгсета.

Тема 8. Обслуживание простейшего потока вызовов полнодоступным пучком с ожиданием (2 час.)

Случай показательного распределения времени занятия. Задание коммутационной схемы, входящего потока вызовов, дисциплины обслуживания. Диаграмма состояний. Потоки занятий и освобождений. Запись вероятностей состояний для случая занятия только линий и для случая занятия мест в очереди. Условие конечности очереди. Запись распределения Эрланга для систем с ожиданием. Вторая формула Эрланга. Условные потери. Закон распределения времени ожидания. Среднее время ожидания для вызова, поступающего на коммутационную систему. Среднее время ожидания для ожидающих вызовов. Вероятность очереди. Средняя длина очереди (среднее число задержанных вызовов).

Случай постоянной длительности обслуживания. Упорядоченный и случайный выбор из очереди. Сравнительные графики для вероятностей при различных законах распределения длительности обслуживания и различной нагрузке. Вероятность ожидания. Кривые Кроммелина и Бёрке. Зависимости средней пропускной способности линий в пучке от числа линий, дисциплины обслуживания и вероятности ожидания/потерь.

Тема 9. Расчет пропускной способности управляющих устройств. Комбинированная система обслуживания (1 час.)

Среднее время занятия маркера на обслуживание одного соединения. Пропускная способность маркеров. Функция распределения времени ожидания. Среднее время ожидания задержанных вызовов. Определение характеристик по графикам.

Комбинированная система обслуживания. Ожидание, ограниченность очереди, потери. Зависимость вероятности потерь от числа мест ожидания.

Тема 10. Системы с повторными вызовами (2 час.)

Отличие модели Эрланга от модели с повторными вызовами. Картина занятости системы при учете повторных вызовов. Диаграмма состояний и переходов процесса обслуживания. Определение вероятностей различных состояний. Система уравнений вероятностей состояний. Случаи аналитического решения. Численное решение. Приближенный метод расчета необходимого числа линий по заданной входящей нагрузке, числу источников и вероятности потерь. Учет дополнительной нагрузки от повторных вызовов. Нагрузка на различные ступени коммутации и на управляющее устройство. Таблицы вероятностных характеристик полнодоступного пучка при повторных

вызовах. Характеристики системы с повторными вызовами. Средняя продолжительность между повторными вызовами. Параметр потока потерянных первичных вызовов. Среднее время существования источника повторных вызовов. Вероятность повторного вызова (мера «настойчивости» абонента). Вероятность потерь первичных вызовов. Среднее число повторных вызовов, приходящихся на один первичный.

Тема 11. Основные характеристики и типы недоступных включений (2 час.)

Определение недоступного пучка. Доступность. Нагрузочная группа. Условие недоступного включения. Коэффициент уплотнения. Крайние случаи, переход к доступному и изолированному случаям. Число связей между точками коммутации отдельных нагрузочных групп. Матрица связности (матрица инцидентности, инцидентий). Чувствительность к колебаниям нагрузки по нагрузочным группам. Порядок искания в недоступных схемах (алгоритм установления соединений). Упорядоченное искание, шаговые и декадно-шаговые искатели. Случайное искание.

Ступенчатые и равномерные недоступные схемы. Прямые ступенчатые включения, включения с перехватом, включения со сдвигом. Шаг искания. Коэффициент блокировки. Выбор структуры ступенчатых недоступных схем. Выбор оптимальной структуры равномерных недоступных схем. Построение однотипных подсистем. Эффективность ступенчатых и равномерных схем при случайном и упорядоченном искании.

Идеально симметричная недоступная схема. Определение. Характеристики.

Тема 12. Формула Эрланга для идеальной недоступной схемы (третья формула Эрланга). Приближенные методы расчета пропускной способности недоступных схем (1 час.)

Постановка задачи. Задание коммутационной схемы. Задание потока вызовов. Задание дисциплины обслуживания. Диаграмма состояний. Определение параметров потоков занятий и освобождений. Запись вероятностей различных состояний в процессах рождения и гибели. Вероятность потерь (третья формула Эрланга). Использование третьей формулы Эрланга.

Приближенные методы расчета пропускной способности. Упрощенный метод Эрланга. Упрощенная формула для недоступных схем. Особенности применения, погрешности. Метод О'Делла. Формула О'Делла для

выровненной нагрузки. Особенности применения, погрешности. Приближенная формула Пальма-Якобеуса. Формула Пальма-Якобеуса. Особенности применения, погрешности.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (18 час.)

Практическое занятие №1. Законы распределения случайных величин (1 час.)

1. Построить распределение вероятности занятия линий в пучке из V линий в соответствии с распределениями Бернулли, Пуассона и Эрланга.
2. Для каждого распределения рассчитать математическое ожидание числа занятых линий, их дисперсию и среднеквадратическое отклонение.
3. Результаты представить в табличной и графической формах.

Практическое занятие №2. Свойства потоков вызовов. Характеристики потоков (1 час.)

1. Для простейшего потока вызовов рассчитать вероятности поступления k вызовов за промежуток времени $[0, t)$, где $t=0.5, 1.0, 1.5, 2.0$. Значения A и V берутся из занятия №1. Число вызовов $k=[V/2]$ – целая часть числа.
2. Построить функцию распределения промежутков времени между двумя последовательными моментами поступления вызовов для значений $t=0; 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5$. Результаты расчёта представить в виде таблицы и графика.
3. Рассчитать вероятность поступления не менее k вызовов за интервал времени $[0, t)$, где $t=1$.
4. Провести анализ результатов.

Практическое занятие №3. Телефонная нагрузка, её параметры и распределение (2 час.)

1. Изобразить структурную схему проектируемой сети.
2. Изобразить функциональную схему проектируемой АТС.
3. Рассчитать интенсивность нагрузки, поступающей на входы коммутационного поля проектируемой АТСЭ.

4. Рассчитать среднюю удельную интенсивность нагрузки на абонентскую линию.
5. Пересчитать интенсивность нагрузки на выходы коммутационного поля проектируемой АТСЭ.
6. Рассчитать интенсивность нагрузки к АМТС, к УСС, к ЦПС, к IP-сети.
7. Распределить интенсивность нагрузки Y_i по направлениям межстанционной связи методом нормированных коэффициентов тяготения.
8. Результаты расчёта представить в виде таблицы.
9. Построить диаграмму распределения телефонной нагрузки проектируемой АТСЭ.

Практическое занятие №4. Метод расчёта пропускной способности однозвенных полнодоступных включений при обслуживании простейшего потока вызовов в системе с потерями. Первая формула Эрланга (2 час.)

1. Рассчитать необходимое число линий на всех направлениях межстанционной связи от проектируемой АТСЭ. Результаты расчёта представить в виде таблицы.
2. Рассчитать и построить зависимость числа линий V и коэффициента среднего использования η от величины интенсивности нагрузки при величине потерь $P=0.021$. Результаты расчёта представить в виде таблицы и графиков $V=f(Y)$ и $\eta=f(Y)$ при $P=\text{const}$.
3. Построить зависимость величины потерь $E_v(Y)$ от интенсивности поступающей нагрузки при фиксированном значении числа линий в направлении к УСС. Диапазон изменения величины потерь принять от 0.001 до 0.1 (соответствующим выбором Y). Результаты представить в виде таблицы и графика $P=f(Y)$ при $V_{УСС}=\text{const}$.
4. Провести анализ полученных результатов.

Практическое занятие №5. Метод расчёта полнодоступных неблокируемых включений при обслуживании примитивного потока вызовов по системе с потерями. Формула Энгсета (1 час.)

1. Рассчитать для заданных v и a при $n=20$ вероятности P_t , P_v и P_n , сравнить их по величине. Для расчёта значения v и a взять из первого занятия.
2. Построить зависимость числа линий V от интенсивности нагрузки для фиксированного значения $P_v=0.021$ при $n=\{10; 20; 60\}$. На этом же рисунке построить зависимость $v=f(Y)$ для обслуживания простейшего потока вызовов. Результаты привести в виде таблицы.

3. Провести анализ полученных результатов.

Практическое занятие №6. Методы расчёта полнодоступных неблокируемых включений при обслуживании простейшего потока по системе с ожиданием (2 час.)

1. Рассчитать по второй формуле Эрланга величину условных потерь для всех исходящих направлений от проектируемой АТСЭ, предполагая, что полнодоступный пучок линий обслуживается по системе с ожиданием. Сравнить с результатами, полученными при использовании системы с явными потерями (занятие №4). Результаты расчёта представить в виде таблицы.
2. Для направления к АМТС рассчитать: $P(\gamma > 1)$, γ , $\gamma_{з,г}$, $P_{оч}$. Значение среднего времени вызова принять равным рассчитанному на занятии №3.
3. По рисунку определить качество обслуживания маркером блока ГИ АТСК при норме качества обслуживания $P(\gamma > 2) = 0.003$. Время обслуживания одного вызова маркером ГИ составляет 0.5с. Допустимое время ожидания не должно превышать $t = 1$ с. Рассчитать максимально допустимую нагрузку на входы блока ГИ, при которой качество обслуживания вызовов маркером не превысит норму.
4. Как изменится качество обслуживания и основные показатели работы маркера, если он будет работать: а) в 2 раза быстрее; б) в 2 раза медленнее.
5. Провести анализ полученных результатов.

Практическое занятие №7. Методы расчёта пропускной способности однозвенных неполнодоступных включений: упрощённая формула Эрланга, формула О'Делла, формула Пальма-Якобеуса (1 час.)

1. Рассчитать и построить зависимости числа линий V и коэффициента среднего использования $\eta = Y_0/V$ от интенсивности поступающей нагрузки A при величине потерь $P = 0.021$ и значениях доступности $D = \{10; 20; 40\}$, используя метод О'Делла. Значения A соответствуют нагрузкам на направлениях, рассчитанным на занятии №3. Следить, чтобы выполнялось условие НПД включения $V > D$. Результаты расчёта представить в виде таблицы и графика.
2. Рассчитать и построить зависимость числа линий V от величины потерь P неполнодоступного пучка при значении $A = Y_{внутрисист}$ и $D = 10$ по формуле Эрланга, О'Делла и Пальма-Якобеуса. Результаты расчёта представить в виде таблицы и графика.

Практическое занятие №8. Метод Якобеуса для расчёта пропускной способности двухзвенных полнодоступных включений (2 час.)

1. Для двухзвенного блока ГИ построить схему группообразования в координатном виде и рассчитать величину вероятности потерь для направлений к УСС и АМТС при полнодоступном двухзвенном включении. Значения интенсивности нагрузок в направлениях к АМТС и УСС взять из результатов занятия №3.
2. Для того же двухзвенного блока ГИ найти необходимое число линий в направлении от АТСК к проектируемой АТСЭ, предполагая полнодоступное включение, при потерях $P=0.021$. Значение интенсивности нагрузки в направлении взять из результатов расчёта задания. Нагрузку на один вход блока взять из занятия №6.

Практическое занятие №9. Методы расчёта пропускной способности двухзвенных схем, в выходы которых включён неполнодоступный пучок линий (2 час.)

1. Для двухзвенного блока ГИ методом Якобеуса рассчитать число линий в НПД пучке для направления от АТСК к проектируемой АТСЭ при величине $q=1$ и качестве обслуживания $P=0.005$. Интенсивность поступающей на один вход блока ГИ нагрузки взять из занятия №6.
2. Для этого же блока ГИ методом эффективной доступности рассчитать число линий для направления от АТСК к проектируемой АТСЭ при величине $q=1$ и качестве обслуживания $P=0.005$.
3. Результаты представить в табличной форме и провести сравнение.

Практическое занятие №10. Метод вероятностных графов для расчёта пропускной способности многозвенных коммутационных систем (2 час.)

1. Рассчитать структурные параметры и построить схему группообразования блока абонентского искания (АИ) АТСК в координатном виде. Структура коммутационной схемы и типы МКС, на которых реализовано каждое звено, заданы в таблице в соответствии с номером варианта.
2. Построить вероятностные графы и рассчитать вероятность потерь методом вероятностных графов по исходящей и входящей связи блока абонентского искания. Удельную исходящую абонентскую нагрузку принять равной входящей $a=a_{исх}=a_{вх}$ из занятия №3. Для четырёхзвенной схемы число блоков АВ принять равным 10, число блоков CD – 4.

3. Результаты представить в табличной и графической формах.

Практическое занятие №11. Метод расчёта сети с обходными направлениями (2 час.)

1. Рассчитать оптимальное число линий в прямых направлениях от проектируемой АТСЭ к АТСДШ и АТСК. В качестве обходной принять АТСЭ-1.
2. Рассчитать параметры избыточной нагрузки от указанных прямых направлений.
3. Построить реальную и эквивалентную схемы включения линий на обходном направлении и рассчитать число линий на этом направлении при норме величины потерь $P_{обх}=0.005$.

Задания для самостоятельной работы

Требования: Перед каждым практическим занятием обучающемуся необходимо изучить соответствующий теоретический материал, повторить лекции, при необходимости обратиться к списку основной и дополнительной литературы. Это необходимо для того, чтобы приблизительно представлять специфику исследуемых математических объектов, последовательность проведения различных операций, понимать, в чем заключается суть каждого пункта практического занятия и цель занятия в целом.

Самостоятельная работа №1. Распределения Бернулли, Пуассона, Эрланга

Задание: определить вероятность занятия i линий в пучке из v линий, при заданной вероятности занятия каждой линии a . Параметр i принимает значения от 0 до v . Значения a и v определяются по последней цифре номера зачетной книжки. Расчет проводится для каждого из распределений: Бернулли, Пуассона, Эрланга.

Вариант задания выбирается в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки:

цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	0,2	0,5	0,7	0,6	0,9	0,1	0,3	0,4	0,8	0,5
v	8	12	9	7	9	6	10	8	11	9

Требования:

1. Знать формулы распределений Бернулли, Пуассона, Эрланга, знать, в каких случаях применимо каждое из этих распределений.
2. Уметь рассчитывать вероятности занятия линий в пучке с

использованием указанных распределений.

Самостоятельная работа №2. Характеристики простейшего потока вызовов

Задание: определить вероятность поступления k вызовов за время t . Поток вызовов считать простейшим. Построить функцию распределения (интегральную) промежутков времени между двумя вызовами для значений времени от 0 до t (дискретность принять равной 0,1). Результат представить в виде графика. Определить вероятность поступления не более k вызовов за время t .

Вариант задания выбирается в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки:

цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	0,2	0,5	0,7	0,6	0,9	0,1	0,3	0,4	0,8	0,5
v	8	12	9	7	9	6	10	8	11	9
t	0,8	1,5	1,2	0,9	1,3	1,0	1,4	0,9	1,0	1,1
k	3	8	5	4	4	3	5	6	7	6

Требования:

1. Знать интегральное (функция распределения) и дифференциальное (плотность вероятности) распределения времени между вызовами для простейшего потока; знать основные свойства простейшего потока.

2. Уметь определять вероятности занятия различного числа линий в пучке и поступления заданного числа вызовов для простейшего потока.

Самостоятельная работа №3. Примитивный поток вызовов. Формула Энгсета

Задание: Определить потери по времени, вызовам и нагрузке при заданных a (вероятность занятия одной линии), v (емкость полнодоступного пучка), n (число источников нагрузки). Значения a , v берутся из работы №1. Построить зависимость необходимого числа линий в пучке V от интенсивности поступающей нагрузки Y при заданной вероятности потерь по вызовам P_v , числе источников нагрузки n , $2n$, $4n$. Диапазон для Y выбрать самостоятельно. Поток считать примитивным.

Вариант задания выбирается в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки:

цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	8	10	9	7	12	11	7	10	12	9
P_v	0,20	0,15	0,18	0,21	0,14	0,10	0,12	0,19	0,25	0,16

Требования:

1. Знать формулу Энгсета; знать основные отличия простейшего потока от примитивного потока;
2. Уметь определять вероятность потерь при обслуживании примитивного потока;
3. Уметь определять необходимую емкость пучка при заданном качестве обслуживания;
4. Уметь определять эффективность использования линий в полнодоступном пучка при заданной интенсивности нагрузки в случае примитивного и простейшего потоков.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-4 недели	Подготовка к практическим занятиям №1-3; Решение самостоятельной работы №1	15 час.	Работа на практическом занятии (ПР-6); Самостоятельная работа (ПР-11)
2	5-9 недели	Подготовка к практическим занятиям №4-6; Решение самостоятельной работы №2	16 час.	Работа на практическом занятии (ПР-6); Самостоятельная работа (ПР-11)
3	10-13 недели	Подготовка к практическим занятиям №7-9; выполнение расчетно-графической работы; Решение самостоятельной	25 час.	Работа на практическом занятии (ПР-6); Самостоятельная работа (ПР-11);

		работы №3		проверка выполнения расчетно-графической работы;
4	14-17 недели	Подготовка к практическим занятиям №10-11; выполнение расчетно-графической работы	25 час.	Работа на практическом занятии (ПР-6); Расчетно-графическая работа (ПР-12)
5	18 неделя	Подготовка к экзамену	27 час.	Экзамен
Итого			108 час.	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Организация самостоятельной работы.

После изучения плана-графика выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ. Отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Необходимо обратить внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Важно своевременно изучать соответствующие разделы дисциплины и вовремя выполнять самостоятельные задания.

Рекомендации по изучению дисциплины. Работа с источниками.

В процессе освоения дисциплины необходимо регулярное повторение теоретического материала и своевременное закрепление его на практических занятиях и лабораторных работах. Именно всестороннее изучение предмета или явления как с теоретической, так и с практической точек зрения обеспечивает формирование общей картины на ассоциативном уровне, которая будет дольше сохраняться в памяти.

Как правило, твердое знание теоретического лекционного материала может обеспечить сдачу экзамена (если он предусмотрен программой) как минимум на оценку «4». Для того, чтобы претендовать на оценку «5», необходимо привлечение дополнительных источников информации, среди которых могут быть как учебные пособия и методические указания, составленные ведущим преподавателем, так и классические учебники по соответствующей области знаний.

В связи с этим можно выделить, по крайней мере, два уровня освоения дисциплины и овладения соответствующими навыками. Первый (базовый) уровень можно соотнести с чисто механическим запоминанием информации, заучиванием некоторых формул с тем, чтобы впоследствии это обеспечило положительную оценку. Данный уровень характеризуется фрагментарным, но при этом достаточно полным знанием лекционного материала, а также умением решать простые типовые задачи из ряда тех, которые решались на практических занятиях.

Второй (более глубокий) уровень достижим, когда появляется интерес к предмету, заинтересованность в дальнейшем совершенствовании в данной области, желание получать дополнительные знания. В данном случае после усвоения лекционного материала в полном объеме можно обратиться к базовой литературе по дисциплине. Желательно использовать несколько источников одновременно, т.к. разные авторы могут заострять внимание на различных аспектах рассматриваемого явления. Чтение нескольких учебников способствует формированию более полной, разносторонней, «многомерной» картины, усвоению различных тонкостей. При этом теоретические знания просто необходимо переносить на практику, иначе они так и останутся теорией. В ряде случаев это может означать привлечение дополнительных источников информации. Например, можно отметить, что существует масса различных видеуроков по различным дисциплинам, наукам на портале YouTube, десятки специализированных форумов, на которых специалисты обмениваются знаниями. Из них можно почерпнуть то недостающее звено, которое обеспечит переход от теории к практике. При достижении достаточно высокого уровня понимания предмета в целом, некоторую специализированную информацию можно почерпнуть из периодических изданий (научных и научно-популярных журналов).

Подготовка к экзамену/зачету.

В первом приближении для подготовки к экзамену/зачету по дисциплине можно пользоваться следующей схемой: в разделе вопросов для промежуточной аттестации выбирается ряд вопросов (рекомендуемое количество – 1-5 вопросов по сходной тематике), затем в разделе основной литературы выбираются 2-3 источника, в которых производится поиск требуемых материалов, затем по ним происходит подготовка. Далее выбирается следующая группа вопросов и вышеописанные действия повторяются. Таким образом можно подготовиться ко всем вопросам промежуточной аттестации.

Не рекомендуется пользоваться лишь одним учебником для подготовки, поскольку различные авторы преподносят один и тот же материал по-разному. В результате студент получает возможность сформировать более целостную

картину рассматриваемого объекта, явления, процесса. Поэтому рекомендуемое число различных учебников начинается от 2-3. При желании получить более глубокие и разносторонние знания можно пользоваться и большим числом источников, а также источниками, указанными в дополнительном списке. Дополнительными источниками также необходимо пользоваться в тех случаях, когда не удастся найти искомые материалы в списке основной литературы. Кроме того, в таких случаях рекомендуется обратиться к преподавателю по указанному адресу электронной почты за консультацией.

Кроме теоретической подготовки, рекомендуется также прорешать типовые расчетные задания по всем разделам курса, если таковые предусмотрены программой. Если по дисциплине в списке основной литературы указан задачник, то его также в обязательном порядке необходимо использовать при подготовке.

Как уже указывалось, подготовка должна проводиться по укрупненным группам вопросов, сгруппированных по темам. К следующей теме необходимо переходить только после того, как появляется твердая уверенность в том, что основные знания по изучаемой в данный момент теме закреплены на достаточном уровне и получены навыки практического решения соответствующих задач.

Для получения первичных знаний по изучаемой теме можно пользоваться любыми информационными материалами, находящимися в свободном доступе, например, материалами онлайн-энциклопедии Wikipedia, различными интернет-статьями и пр. Но при этом к полученным материалам всегда необходимо относиться осторожно и по возможности проверять приводимые в них формулы и количественные данные при помощи сопоставления с другими источниками. Далее полученные знания необходимо углублять при помощи литературы (рекомендуемое число различных учебников – 2-3). Так реализуется многоуровневый ступенчатый процесс самообучения, когда студент может сам решить, на каком уровне углубления в материал можно остановиться. Это решение может быть основано на личных предпочтениях, желаемой потенциальной оценке по дисциплине за промежуточную аттестацию, а также на области профессиональных, творческих интересов.

Одними из основных информационных материалов при подготовке ко всем разделам дисциплины могут стать учебники и/или учебные пособия, а также методические указания по дисциплине (при их наличии), подготовленные ведущим преподавателем. Данные материалы можно получить на выпускающей кафедре либо у ведущего преподавателя.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки

Рекомендации по оформлению результатов практических занятий

Результаты самостоятельной работы отражаются в кратких сводных материалах, где приводятся результаты каждого из практических занятий. Сводные материалы по практическим занятиям предоставляются преподавателю в электронном виде (где необходимо компьютерное моделирование и построение графиков с помощью вычислительных средств) или письменном виде (если занятие проводится без использования компьютеров).

К представлению материалов по результатам практических занятий предъявляются следующие требования.

Структура краткого отчета по результатам практического занятия

Если для данного занятия необходимо предоставить материалы в электронной форме, то они подготавливаются как текстовые документы в редакторе MSWord.

Краткий отчет по результатам практического занятия должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе построенные диаграммы, таблицы, расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями, например, в виде экранных форм («скриншотов») и т.д.

Структурно краткий отчет по результатам практического занятия отличается от отчета по лабораторной работе в сторону упрощения (не требуется наличие титульного листа, списка литературы и приложения). Он состоит из следующих частей:

- Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, начинается с новой страницы, содержат указание варианта, тему, план работы и т.д.);
- Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т.д.
- Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

Краткий отчет по результатам практического занятия оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении кратких отчетов:

- набор текста (если необходим отчет в электронной форме);
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);

Если набор текста осуществляется на компьютере, то необходимо придерживаться следующих требований:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта –14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы – левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами;
- режим автоматического переноса слов, за исключением заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т.п., должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т.п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в кратком отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков.

Оценивание результатов практических занятий проводится по критериям:

- полнота и качество выполненных заданий;
- владение методами и приемами компьютерного моделирования в исследуемых вопросах, применение специализированных программных средств (если необходимо);
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы или задачи;
- отсутствие значительных ошибок в приводимых количественных результатах.

Самостоятельная работа №1.

Требования:

1. Знать формулы распределений Бернулли, Пуассона, Эрланга, знать, в каких случаях применимо каждое из этих распределений.
2. Уметь рассчитывать вероятности занятия линий в пучке с использованием указанных распределений.

Самостоятельная работа №2.

Требования:

1. Знать интегральное (функция распределения) и дифференциальное (плотность вероятности) распределения времени между вызовами для простейшего потока; знать основные свойства простейшего потока.
2. Уметь определять вероятности занятия различного числа линий в пучке и поступления заданного числа вызовов для простейшего потока.

Самостоятельная работа №3.

Требования:

1. Знать формулу Энгсета; знать основные отличия простейшего потока от примитивного потока;
2. Уметь определять вероятность потерь при обслуживании примитивного потока;
3. Уметь определять необходимую емкость пучка при заданном качестве обслуживания;

4. Уметь определять эффективность использования линий в полномодульном пучке при заданной интенсивности нагрузки в случае примитивного и простейшего потоков.

Самостоятельные работы представлены в виде заданий репродуктивного уровня (ПР-11). Данные задания позволяют оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Критерии оценки самостоятельных работ.

Оценка проводится по двухбалльной шкале «зачтено/не зачтено».

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками работы в одном из пакетов матмоделирования, хорошо ориентируется в учебном материале, знает все необходимые определения и формулы, при необходимости может оперативно найти недостающую информацию по теме задания. Само задание выполнено полностью, все требуемые характеристики найдены и сделаны соответствующие выводы. Студент умеет рассуждать логически связно, в рассуждениях опирается на фактические числовые результаты, полученные в ходе выполнения заданий.
«не зачтено»	Студент не в полной мере владеет необходимыми навыками для решения поставленных задач. Знания учебного материала отрывочны и не позволяют провести последовательное решение даже в рамках одного задания. Не определены требуемые характеристики или определена лишь малая их часть. При ответах на вопросы по выполненному заданию делает ошибки и не может аргументировать свою точку зрения.

Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа (ПР-12) – это средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Данная работа направлена на формирование навыка решения типовых задач, возникающих в ходе изучения дисциплины, а также умения самостоятельно мыслить при нахождении путей решения задач, сложность которых выше среднего уровня.

Требования:

1. Знать основные формулы и расчетные выражения, рассматриваемые в изучаемом курсе.

2. Уметь применять полученные знания для нахождения различных характеристик, характеризующих качество обслуживания; определять необходимое число линий для обеспечения заданного качества обслуживания

при известном характере входящего потока вызовов и известной интенсивности нагрузки.

Критерии оценки

Оценка(стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	В ответах допущено не более 1 грубой или 3-4 негрубых ошибки, студент очень хорошо ориентируется в материале, может самостоятельно заметить и оперативно исправить собственную ошибку, демонстрирует полные и развернутые знания по теме, включая знание формул и расчетных выражений, умеет самостоятельно мыслить и находить пути решения достаточно сложных задач.
«хорошо»	В ответах допущено не более 2-3 грубых или 4-5 негрубых ошибок, студент хорошо ориентируется в материале, не всегда оперативно замечает и исправляет собственные ошибки, демонстрирует достаточно полные знания по теме, знает большинство формул и расчетных выражений, умеет самостоятельно решать все типовые задачи.
«удовлетворительно»	В ответах допущено не более 3-4 грубых или 6-7 негрубых ошибок, студент самостоятельно ориентируется в материале, но ему необходима помощь в ответах на некоторые вопросы; часто не замечает собственные ошибки, демонстрирует приемлемые знания по теме, знает основные формулы и расчетные выражения, умеет решать большинство типовых задач.
«неудовлетворительно»	В ответах допущено 5 и более грубых ошибок или 8 и более негрубых ошибок, студент плохо ориентируется в материале; часто ошибается, знания по теме скудны и отрывочны, не умеет производить даже простые действия в одном из пакетов математического моделирования, не умеет решать даже большинство типовых задач.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Предмет и задачи теории телетрафика. Потоки вызовов	ПК-1.1 Формулирует цели и задачи проектирования радиоэлектронного устройства или	Знает структуру, состав и назначение основных подсистем единой системы связи РФ, принципы построения первичной и вторичных коммутируемых	УО-4 дискуссия	вопросы к экзамену 1-14

	<p>Тема 2. Простейший поток вызовов, его свойства и характеристик и</p> <p>Тема 3. Классификация потоков. Определение телефонной нагрузки</p> <p>Тема 4. Основные параметры телефонной нагрузки. Способы распределения нагрузки</p>	<p>системы</p>	<p>сетей связи;</p> <p>Знает состав требований, предъявляемых к типовым радиоэлектронным устройствам в выбранной предметной области;</p> <p>Знает основные модельные системы массового обслуживания и их характеристики при обслуживании различных входных потоков</p>		
			<p>Умеет самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую, справочную литературу, связанную с определением необходимых характеристик и параметров устройств, применяемых в области инфокоммуникаций;</p> <p>Умеет определять требования, которым должны удовлетворять проектируемые радиоэлектронные устройства и системы;</p> <p>Умеет осуществлять техническое проектирование систем коммутации; проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инфокоммуникационных технологий и систем связи</p>	<p>ПР-6 практическое занятие, ПР-11 задание репродуктивного уровня</p>	
			<p>Владеет навыками моделирования отдельных узлов, а также радиоэлектронных устройств в целом для выявления необходимых характеристик;</p> <p>Владеет навыками моделирования проектируемых систем связи с целью определения пригодности конфигурации для практического использования;</p> <p>Владеет навыками расчета и проверки характеристик систем связи при различных входных потоках данных</p>	<p>ПР-6 практическое занятие, ПР-11 задание репродуктивного уровня</p>	

	<p>Тема 5. Обслуживание простейшего потока вызовов (первая формула Эрланга)</p> <p>Тема 6. Потери в полностью пучке при обслуживании простейшего потока вызовов</p> <p>Тема 7. Обслуживание полностью пучком потока от ограниченного числа источников (формула Энгсета)</p>	<p>ПК-1.2 Разрабатывает техническое задание на проектирование, включающее общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы, качественные показатели, конструктивные и эксплуатационные требования и другие исходные данные, необходимые для проектирования</p>	<p>Знает основные методы анализа и синтеза сетей связи;</p> <p>Знает теоретические и экспериментальные методы определения требований и характеристик, которым должны удовлетворять проектируемые устройства и системы;</p> <p>Знает способы определения надежности и других эксплуатационных характеристик радиоэлектронных устройств и систем;</p> <p>Знает основные положения теории телетрафика и способы их применения для оценки требуемых характеристик инфокоммуникационных систем и устройств</p> <p>Умеет проводить структурный анализ и укрупненное структурное проектирование систем связи;</p> <p>Умеет определять на практике требования и типовые характеристики, которые должны иметь радиоэлектронные устройства, предназначенные для конкретного применения, в том числе для отрасли инфокоммуникаций;</p> <p>Умеет проводить расчет требуемой пропускной способности сети связи, емкости устройств и систем связи в соответствии с основными положениями теории телетрафика</p> <p>Владеет основными методами проектирования и построения систем коммутации;</p> <p>Владеет навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований по оценке характеристик систем массового обслуживания на основе базовых положений</p>	<p>УО-4 дискуссия</p> <p>ПР-6 практическое занятие, ПР-11 задание репродуктивного уровня, ПР-12 расчетно-графическая работа</p> <p>ПР-6 практическое занятие, ПР-11 задание репродуктивного уровня, ПР-12 расчетно-графическая работа</p>	<p>вопросы к экзамену 15-24</p>
--	---	---	--	---	---------------------------------

			теории телетрафика; Владеет навыками определения требований и типовых характеристик, которые должны иметь радиоэлектронные устройства, используемые с системами и сетями связи			
Тема 8. Обслуживание простейшего потока вызовов полностью доступным пучком с ожиданием			Знает основные принципы построения коммутационных полей аналоговых и цифровых систем коммутации; Знает способы организации теоретических и экспериментальных исследований в области перспективных инфокоммуникационных технологий и систем связи;	УО-4 дискуссия		
Тема 9. Расчет пропускной способности управляющих устройств. Комбинированная система обслуживания			Знает различные подходы к созданию радиоэлектронного устройства и/или радиоэлектронной системы определенного назначения			
Тема 10. Системы с повторными вызовами	ПК-1.3 Разрабатывает и анализирует варианты создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы		Умеет разрабатывать схемы организации связи и обосновывать выбор параметров сетей связи;	вопросы к экзамену 25-33		
Тема 11. Основные характеристики и типы неполнодоступных включений			Умеет производить расчет необходимой пропускной способности, характеристик и количества требуемого оборудования в соответствии с положениями теории телетрафика, а также производить выбор конкретного оборудования для сетей связи;			ПР-6 практическое занятие, ПР-11 задание репродуктивного уровня, ПР-12 расчетно-графическая работа
Тема 12. Формула Эрланга для идеальной неполнодоступной схемы (третья формула Эрланга). Приближенные методы расчета пропускной способности неполнодоступных схем			Умеет проводить поиск существующих решений в ИКТиСС и на основе различных методов анализа выявлять перспективные направления совершенствования инфокоммуникационных систем			
						Владеет навыками поиска, анализа и систематизации научно-технической информации по возможным вариантам

			<p>реализации радиотехнических устройств и систем;</p> <p>Владеет навыками поиска и подбора существующих инфокоммуникационных систем, соответствующих заданным характеристикам; навыками анализа и определения применяемых в них конструктивных и схемотехнических решений;</p> <p>Владеет навыками проведения исследований и испытаний, направленных на создание перспективных инфокоммуникационных технологий и систем связи, с учетом требований, накладываемых основными положениями теории телетрафика</p>	<p>ПР-12 расчетно-графическая работа</p>	
--	--	--	---	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие результаты обучения, представлены в Приложении.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Иверсен В.Б. Разработка телетрафика и планирование сетей [Электронный ресурс]/ Иверсен В.Б.– Электрон. текстовые данные.– М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.– 625 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14513?bid=57383> – ЭБС «IPRbooks».

2. Братченко Н.Ю. Теория телетрафика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Братченко Н.Ю.– Электрон. текстовые данные.– Ставрополь: Северо-

Кавказский федеральный университет, 2015.– 177 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=63142 – ЭБС «IPRbooks»

3. Берлин А.Н. Абонентские сети доступа и технологии высокоскоростных сетей [Электронный ресурс]/ Берлин А.Н. – Электрон. текстовые данные. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 126 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=73657 – ЭБС «IPRbooks».

4. Учебно-методическое пособие для практических занятий и выполнения курсовой работы по дисциплине Теория телетрафика [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.– М.: Московский технический университет связи и информатики, 2016.– 76 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=61562 – ЭБС «IPRbooks».

Дополнительная литература

1. Башарин Г.П. Лекции по математической теории телетрафика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Башарин Г.П.– Электрон. текстовые данные.– М.: Российский университет дружбы народов, 2011.– 146 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=11564 – ЭБС «IPRbooks».

2. Нерсисянц А.А. Теория телетрафика [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Теория телетрафика» / Нерсисянц А.А.– Электрон. текстовые данные.– Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2013.– 92 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=61315 – ЭБС «IPRbooks».

3. Прикладная математика. Задача коммивояжера. Системы массового обслуживания: Учебное пособие / Веневитина С.С., Зенина В.В., Сапронов И.В. – Воронеж:ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2014. – 47 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=858465>

4. Климов Г.П. Теория массового обслуживания [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Климов Г.П.– Электрон. текстовые данные.– М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011.– 312 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=13316 – ЭБС «IPRbooks».

5. Самусевич Г.А. Основы теории массового обслуживания [Электронный ресурс]: практикум/ Самусевич Г.А.– Электрон. текстовые данные.– Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014.– 44 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=68270 – ЭБС «IPRbooks».

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://strelnikov.ws/> – конспект лекций А.П. Пшеничникова в электронном варианте и пример выполнения курсовой работы по дисциплине «Теория телетрафика».
2. <http://iks.sut.ru/lectures/nsokolov/> и <http://sokolov.niits.ru/lectures.htm> – лекции Н.А. Соколова по дисциплинам «Теория телетрафика» и «Построение телекоммуникационных сетей и систем».
3. <https://studfiles.net/preview/5817217/> – пример задания и методических указаний к выполнению курсовой работы по дисциплине «Теория телетрафика».
4. http://studbooks.net/784487/tehnika/primery_prakticheskikh_zadach_teorii_teletrafika – примеры задач по дисциплине «Теория телетрафика».
5. http://www.rfcmd.ru/sphider/docs/ITU-T/ITU-T_Rec_List_A-Z_ANO_E.htm – рекомендации Международного союза электросвязи, сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи, МСЭ-Т (ITU-T – International Telecommunication Union, Telecommunication standardization sector).
6. <http://www.etsi.org/> – рекомендации Европейского института стандартизации телекоммуникаций (ETSI – European Telecommunications Standards Institute).
7. <http://minsvyaz.ru/ru/> – нормативно-правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.
8. <http://rfc.com.ru/> – документы инженерной рабочей группы Интернет (RFC IETF – Request For Comment, Internet Engineering Task Force).
9. www.biblioclub.ru – Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
10. www.iqlib.ru – Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
11. Научная библиотека ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/>
12. «eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
13. «ИНТУИТ» Национальный открытый университет <http://www.intuit.ru/studies/courses/3688/930/lecture/16466>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется общее программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows, пакет программного обеспечения Microsoft Office: Word, Outlook,

Power Point, Excel).

2. Для практических занятий может использоваться программный продукт MATLAB версии не старше R2007b (MathCAD версии не старше 13.1) или их любые свободно распространяемые аналоги (например, SMath Studio или SciLab).

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация работы и планирование времени на изучение учебного материала

В процессе обучения студент должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы обычно составляет по времени до 25-50% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которыми каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины или на кафедре.

Главное в период обучения своей специальности – это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на следующий день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием как успешной учебы, так и последующей работы. Если

что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Конспектирование лекционного материала должно производиться кратко, схематично, последовательно. Фиксируются основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечаются важные мысли, выделяются ключевые слова, термины. Термины, понятия проверяются с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Необходимо обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Только если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.

Материал лекций необходимо закреплять самостоятельно. В первую очередь, на следующий день необходимо еще раз проработать материал лекции. Практика показывает, что если не сделать этого в течение двух-трех дней, то большая часть материала забудется. В дальнейшем процесс забывания идет по экспоненте. При изучении материала обязательно использование учебников и других материалов по дисциплине. Необходимо найти контрольные вопросы по соответствующей теме, ответить на них. В случае если по теме есть задачи, то их необходимо решить и сверить с правильными вариантами ответов (при наличии). В случае затруднений необходимо проконсультироваться у преподавателя.

Во всех различных ситуациях, приводящих к ошибочным действиям, некорректным выводам и/или ответам необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков, а следовательно, успешной учебы и работы.

Примерное распределение времени самостоятельной работы, которое студент должен отводить на тот или иной вид занятий: закрепление лекционного материала – 15%, подготовка к практическим занятиям – 30-40%, подготовка к лабораторным работам – 30-40%, подготовка к экзамену/зачету – 5-25%. Тем не менее, учитывая особенности каждого студента и структуру конкретного курса, указанные часы могут варьироваться.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия предназначены для получения студентами базовых знаний по какому-либо разделу дисциплины. Это фундамент, необходимый для

последующей успешной самостоятельной работы студентов и дальнейшего изучения ими учебного материала.

Практические занятия призваны дополнить лекционный курс в части получения студентами практических навыков. Благодаря данному виду занятий теоретический материал связывается с решением типовых примеров, задач, выполнением некоторых заданий и усваивается более полно.

Самостоятельная работа занимает особое место для профессиональной подготовки студентов. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу, анализируют его, выполняют различные задания, учатся самостоятельно мыслить и находить решения проблем. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, приведенными в списке литературы, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий и самостоятельной работы. Обучающийся должен своевременно выполнять текущие задания и представлять/защищать их во время занятий или на консультации.

При подготовке к лекционным занятиям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу.

Для подготовки к практическим занятиям требуется изучение лекционного материала, уверенное знание ответов на контрольные вопросы для закрепления материала.

К зачету/экзамену обучающийся должен отчитаться по всем практическим занятиям и по всем лабораторным работам, если таковые предусмотрены программой курса. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в практических занятиях/лабораторных работах, закрепляются обучающимся во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посетить консультации. Экзамен может быть принят в форме ответов на вопросы, в форме теста (который составляется на основе изученного материала), а также может засчитываться по результатам рейтинга.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование предмета, дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием номера помещения)
1	2	3	4
1.	Теория телетрафика	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий</p> <p>Мультимедийное оборудование: Экран проекционный Projecta Elpro Large Electron, 300x173 см, размер рабочей области 290x163, с электроприводом; Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718; Документ-камера Avervision CP 355 AF; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления.</p>	690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, Корпус Е, ауд. Е729

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств представлены в приложении.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Теория телеграфика»
Направление подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и
системы связи
Профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»
Форма подготовки очная

Владивосток
2021

Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины / модуля

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Предмет и задачи теории телетрафика. Потоки вызовов	ПК-1.1 Формулирует цели и задачи проектирования радиоэлектронного устройства или системы	Знает структуру, состав и назначение основных подсистем единой системы связи РФ, принципы построения первичной и вторичных коммутируемых сетей связи;	УО-4 дискуссия	вопросы к экзамену 1-14
	Тема 2. Простейший поток вызовов, его свойства и характеристики		Знает состав требований, предъявляемых к типовым радиоэлектронным устройствам в выбранной предметной области;		
	Тема 3. Классификация потоков. Определение телефонной нагрузки		Знает основные модельные системы массового обслуживания и их характеристики при обслуживании различных входных потоков		
	Тема 4. Основные параметры телефонной нагрузки. Способы распределения нагрузки		Умеет самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую, справочную литературу, связанную с определением необходимых характеристик и параметров устройств, применяемых в области инфокоммуникаций;	ПР-6 практическое занятие, ПР-11 задание репродуктивного уровня	
		Умеет определять требования, которым должны удовлетворять проектируемые радиоэлектронные устройства и системы;			
			Умеет осуществлять техническое проектирование систем коммутации; проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инфокоммуникационных технологий и систем связи		
			Владеет навыками моделирования отдельных узлов, а также радиоэлектронных устройств в целом для выявления	ПР-6 практическое занятие, ПР-11 задание репродуктивного уровня	

			<p>необходимых характеристик;</p> <p>Владеет навыками моделирования проектируемых систем связи с целью определения пригодности конфигурации для практического использования;</p> <p>Владеет навыками расчета и проверки характеристик систем связи при различных входных потоках данных</p>		
<p>Тема 5. Обслуживание простейшего потока вызовов (первая формула Эрланга)</p> <p>Тема 6. Потери в полностью доступном пучке при обслуживании простейшего потока вызовов</p> <p>Тема 7. Обслуживание полностью доступных пучком потока от ограниченного числа источников (формула Энгсета)</p>	<p>ПК-1.2 Разрабатывает техническое задание на проектирование, включающее общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы, качественные показатели, конструктивные и эксплуатационные требования и другие исходные данные, необходимые для проектирования</p>	<p>Знает основные методы анализа и синтеза сетей связи;</p> <p>Знает теоретические и экспериментальные методы определения требований и характеристик, которым должны удовлетворять проектируемые устройства и системы;</p> <p>Знает способы определения надежности и других эксплуатационных характеристик радиоэлектронных устройств и систем;</p> <p>Знает основные положения теории телетрафика и способы их применения для оценки требуемых характеристик инфокоммуникационных систем и устройств</p>	<p>Умеет проводить структурный анализ и укрупненное структурное проектирование систем связи;</p> <p>Умеет определять на практике требования и типовые характеристики, которые должны иметь радиоэлектронные устройства, предназначенные для конкретного применения, в том числе для отрасли инфокоммуникаций;</p> <p>Умеет проводить расчет требуемой пропускной способности сети связи, емкости устройств и систем связи в соответствии с</p>	<p>УО-4 дискуссия</p>	<p>вопросы к экзамену 15-24</p>
			<p>ПР-6 практическое занятие, ПР-11 задание репродуктивного уровня, ПР-12 расчетно-графическая работа</p>		

			основными положениями теории телетрафика		
			<p>Владеет основными методами проектирования и построения систем коммутации;</p> <p>Владеет навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований по оценке характеристик систем массового обслуживания на основе базовых положений теории телетрафика;</p> <p>Владеет навыками определения требований и типовых характеристик, которые должны иметь радиоэлектронные устройства, используемые с системами и сетях связи</p>	<p>ПР-6 практическое занятие, ПР-11 задание репродуктивного уровня, ПР-12 расчетно-графическая работа</p>	
<p>Тема 8. Обслуживание простейшего потока вызовов полностью доступным пучком с ожиданием</p> <p>Тема 9. Расчет пропускной способности управляющих устройств. Комбинированная система обслуживания</p> <p>Тема 10. Системы с повторными вызовами</p> <p>Тема 11. Основные характеристики и типы неполнодоступных включений</p> <p>Тема 12. Формула Эрланга для</p>	<p>ПК-1.3 Разрабатывает и анализирует варианты создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы</p>	<p>Знает основные принципы построения коммутационных полей аналоговых и цифровых систем коммутации;</p> <p>Знает способы организации теоретических и экспериментальных исследований в области перспективных инфокоммуникационных технологий и систем связи;</p> <p>Знает различные подходы к созданию радиоэлектронного устройства и/или радиоэлектронной системы определенного назначения</p>	<p>Умеет разрабатывать схемы организации связи и обосновывать выбор параметров сетей связи;</p> <p>Умеет производить расчет необходимой пропускной способности, характеристик и количества требуемого оборудования в соответствии с положениями теории телетрафика, а также производить выбор конкретного оборудования для сетей связи;</p>	<p>УО-4 дискуссия</p> <p>ПР-6 практическое занятие, ПР-11 задание репродуктивного уровня, ПР-12 расчетно-графическая работа</p>	<p>вопросы к экзамену 25-33</p>

идеальной неполнодоступ ной схемы (третья формула Эрланга). Приближенные методы расчета пропускной способности неполнодоступ ных схем		Умеет проводить поиск существующих решений в ИКТиСС и на основе различных методов анализа выявлять перспективные направления совершенствования инфокоммуникационных систем	
		Владеет навыками поиска, анализа и систематизации научно- технической информации по возможным вариантам реализации радиотехнических устройств и систем; Владеет навыками поиска и подбора существующих инфокоммуникационных систем, соответствующих заданным характеристикам; навыками анализа и определения применяемых в них конструктивных и схемотехнических решений; Владеет навыками проведения исследований и испытаний, направленных на создание перспективных инфокоммуникационных технологий и систем связи, с учетом требований, накладываемых основными положениями теории телетрафика	

ПР-6
практическое
занятие,
ПР-11 задание
репродуктивного
уровня,
ПР-12 расчетно-
графическая
работа

Для дисциплины «Теория телетрафика» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Дискуссия (УО-4)

Письменные работы:

1. Отчет по результатам практического занятия (ПР-6)

2. Самостоятельная работа (задания репродуктивного уровня) (ПР-11)

3. Расчетно-графическая работа (ПР-12)

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные

коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Дискуссия (УО-4) – оценочное средство, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Отчет по результатам практического занятия (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Разноуровневые задачи и задания (задания репродуктивного уровня) (ПР-11) – средства, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка промежуточной аттестации выставляется согласно рейтинг-плану, который включает в себя оценочные мероприятия, в том числе и экзамен/зачет, и весовые коэффициенты. Преподаватель знакомит студентом с рейтинг-планом в начале семестра.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (дискуссии (УО-4), практических занятий (ПР-6), самостоятельных работ (ПР-11, расчетно-графической работы (ПР-12)), по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Вопросы для дискуссии

Раздел 1.

1. Предмет теории телетрафика. Типы решаемых задач. Что входит в математическую модель системы телетрафика.
2. Вывод распределения Пуассона на основе распределения Бернулли. Связь между распределениями.
3. . Свойства потоков. Отличия случайного потока от случайного процесса. Простейший поток вызовов, его свойства, характеристики.
4. Классификация потоков вызовов. Понятия стационарности и эргодичности.
5. Нагрузка. Теоремы об интенсивности поступающей нагрузке и интенсивности обслуженной нагрузки. Формулы для потерь.

Раздел 2.

1. Обслуживание простейшего потока вызовов (вывод первой формулы Эрланга). Отличия распределения Эрланга от распределения Пуассона
2. Обслуживание полнодоступным пучком потока от ограниченного числа источников (формула Энгсета). Отличия распределения Энгсета от распределения Эрланга.
3. Сравнение эффективности использования линий при обслуживании примитивного потока и простейшего потока.
4. Системы с ожиданием. Обслуживание простейшего потока вызовов полнодоступным пучком.
5. Системы с повторными вызовами. Характеристики и типы неполнодоступных включений.
6. Формула Эрланга для идеальной неполнодоступной схемы (третья формула Эрланга).

Критерии оценивания

Оценка	Требования
--------	------------

«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, обнаружил понимание материала, знание основной литературы, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ, знания отрывочны и фрагментированы. Требуется значительная помощь студенту в формировании удовлетворительного ответа на вопрос.

Тематика практических занятий

1. Законы распределения случайных величин.
2. Свойства потоков вызовов. Характеристики потоков.
3. Телефонная нагрузка, её параметры и распределение.
4. Метод расчёта пропускной способности однозвенных полнодоступных включений при обслуживании простейшего потока вызовов в системе с потерями. Первая формула Эрланга.
5. Метод расчёта полнодоступных неблокируемых включений при обслуживании примитивного потока вызовов по системе с потерями. Формула Энгсета.
6. Методы расчёта полнодоступных неблокируемых включений при обслуживании простейшего потока по системе с ожиданием.
7. Методы расчёта пропускной способности однозвенных неполнодоступных включений: упрощённая формула Эрланга, формула О'Делла, формула Пальма-Якобеуса.
8. Метод Якобеуса для расчёта пропускной способности двухзвенных полнодоступных включений.
9. Методы расчёта пропускной способности двухзвенных схем, в выходы которых включён неполнодоступный пучок линий.
10. Метод вероятностных графов для расчёта пропускной способности многозвенных коммутационных систем.
11. Метод расчёта сети с обходными направлениями.

Критерии оценки результатов практических занятий

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент выполняет практическое задание в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности, правильно самостоятельно определяет цель работы; самостоятельно, рационально выбирает необходимое оборудование для получения наиболее точных результатов проводимой работы. Грамотно и логично описывает ход работы, правильно формулирует выводы, точно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи,

	графики, вычисления и т.п., умеет обобщать фактический материал. Допускается два/три недочёта или одна негрубая ошибка и один недочёт. Работа соответствует требованиям и выполнена в срок.
<i>«не зачтено»</i>	Студент выполнил работу не полностью, объём выполненной части не позволяет сделать правильные выводы; не определяет самостоятельно цель работы; в ходе работы допускает одну и более грубые ошибки, которые не может исправить, или неверно производит наблюдения, измерения, вычисления и т.п.; не умеет обобщать фактический материал. Цель занятия не достигнута.

Тематика заданий репродуктивного уровня

Самостоятельная работа №1. Распределения Бернулли, Пуассона, Эрланга.

Самостоятельная работа №2. Характеристики простейшего потока вызовов.

Самостоятельная работа №3. Прimitивный поток вызовов. Формула Энгсета.

Критерии оценки заданий реконструктивного уровня

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент владеет навыками написания соответствующих скриптов в одном из пакетов матмоделирования, хорошо ориентируется в учебном материале, знает все необходимые определения и формулы, при необходимости может оперативно найти недостающую информацию по теме задания. Само задание выполнено полностью, все необходимые скрипты написаны, требуемые характеристики найдены и сделаны соответствующие выводы. Студент умеет рассуждать логически связно, в рассуждениях опирается на фактические числовые результаты, полученные в ходе выполнения заданий.
<i>«не зачтено»</i>	Студент не в полной мере владеет навыками написания скриптов для решения поставленных задач. Знания учебного материала отрывочны и не позволяют провести последовательное решение даже в рамках одного задания. Необходимые скрипты не написаны или работают некорректно. Не определены требуемые характеристики или определена лишь малая их часть. При ответах на вопросы по выполненному заданию делает ошибки и не может аргументировать свою точку зрения.

Тематика заданий на расчетно-графическую работу

Задание на расчетно-графическую работу состоит из ряда задач, результаты решения которых необходимо представить в табличной и графической формах. Примеры решения задач разбираются на

соответствующих практических занятиях, также их можно найти в перечне ссылок, приводимых в списке источников сети Интернет. Вид заданий для всех вариантов одинаков, варьируются численные значения исходных данных: они выбираются исходя из предпоследней и последней цифр номера зачетной книжки (N_1 - предпоследняя цифра номера, N_2 – последняя цифра номера).

Задача №1

На коммутационную систему в течение ЧНН поступает $15 \cdot (N_1 + N_2 + 5)$ вызовов. Средняя длительность занятия приборов каждым вызовом составляет $t = N_1 \cdot N_2 + 50$ с в предположении, что поток вызовов является простейшим. Требуется определить:

- математическое ожидание и дисперсию числа вызовов, поступивших на станцию в течение часа;
- интенсивность и параметр потока;
- вероятность того, что за среднее время одного занятия t на станцию поступит ровно $k_1 = [N_1/2] + 1$ вызовов и вероятность поступления не более $k_2 = [N_2/2] + 1$ вызовов.

Задача №2

На коммутационную систему поступает примитивный поток вызовов с параметром от одного свободного источника $(N_1 + 1)/(N_2 + 5)$ выз/час. Определить вероятность поступления ровно k вызовов на единичном интервале времени ($t=1$), ($k=0, 1, 2, \dots, N$) при числе источников нагрузки $N_1 + 1$.

Задача №3

На двухстороннюю межстанционную линию поступает два простейших потока с параметрами $N_1 + 2$ выз/час, $N_2 + 1$ выз/час. При занятии линий на противоположный конец передается сигнал блокировки. Время передачи сигнала $t = N_1 \cdot N_2 + 50$ мс. Определить вероятность встречного соединения, т.е. одновременного (за время t) поступления вызовов с обоих концов

соединительной линии.

Задача №4

Пучок ИШК (АТСК) обслуживает абонентскую группу АТС численностью $100 \cdot (N_1 + N_2 + 2)$. Рассчитать поступающую на пучок ИШК нагрузку, если известен структурный состав группы: $N_{ки} = 100 \cdot (N_1 + 1)$, $N_{нх} = 100 \cdot (N_2 + 1)$.

Задача №5

На коммутационную систему поступает нагрузка от четырех районных станций. Расчетные значения поступающих нагрузок соответственно равны $4 \cdot (N_1 + N_2)$ Эрл; $5 \cdot (N_1 + N_2) = 25$ Эрл; $6 \cdot (N_1 + N_2) = 30$ Эрл; $7 \cdot (N_1 + N_2) = 30$ Эрл. Эти нагрузки перераспределяются по двум направлениям с долями $k_1 = (N_1 + 1) / (N_2 + 1)$; $k_2 = 1 - k_1$. Требуется определить расчетные значения нагрузок, поступающих по двум направлениям и относительные отклонения расчетной нагрузки от средней.

Задача №6

Рассчитать величину возникающей на цифровой АТС нагрузки от абонентов следующих категорий:

- индивидуального пользования $N_{и} = 200 \cdot (N_1 + N_2 + 1)$;
- народно-хозяйственного сектора «делового» $N_{нд} = 300 \cdot (N_1 + N_2 + 2)$;
- народно-хозяйственного сектора «спального» $N_{нс} = 200 \cdot (N_1 + N_2 + 2)$;
- таксофонов местной связи $N_{т.мест.} = 15 \cdot (N_1 + N_2 + 2)$;
- таксофонов междугородных (исходящая связь) $N_{т.межд.} = [\sqrt{N_1} \cdot \sqrt{N_2}]$;
- районных переговорных пунктов (РПП) $N_{рпп} = 4 \cdot (N_1 + N_2 + 1)$;
- исходящих СЛ от УАТС (на правах абонентов) $N_{сл} = 3 \cdot (N_1 + N_2 + 2)$;
- факсимильных аппаратов (соединения по телефонному алгоритму)
 $N_{ф} = N_1 \cdot N_2 + 10$;

- абонентов ЦСИО с числом доступов:
- типа $2B+D = 7 \cdot N_2$;
- типа $30B+D = N_1$;

При определении возникающей нагрузки следует учесть нагрузку на ЗСЛ и УСС. Нумерация на сети шестизначная.

Согласно ВНТП 112-99, расчет возникающей нагрузки производится отдельно для утреннего и вечернего ЧНН, после чего среди них выбирается максимальное значение, которое принимается за расчетную нагрузку.

Задача №7

На однозвенную полnodоступную КС емкостью N_1+N_2+1 линий поступает простейший поток вызовов с параметрами: а) $2 \cdot (N_1 \cdot N_2 + 1)$, б) $500 - 2 \cdot N_1 \cdot N_2$ вызовов в час. Среднее время обслуживания $t = 100 - N_1 - N_2$ с. Вызовы обслуживаются в системе с явными потерями. Требуется определить:

- вероятность того, что в произвольный момент времени в системе занято точно i линий (i принимает все значения от 0 до емкости пучка);
- среднее число занятых линий $M[i]$;
- построить графики зависимости $P(i)$;
- потери по вызовам P_v , нагрузке P_n , времени P_t ;
- интенсивность нагрузки, обслуживаемой пучком линий.

Задача №8

Найти распределение нагрузки по линиям полnodоступного пучка емкостью $15 - N_1$ линий, на который поступает простейший поток с параметром $(N_1+1)/(N_2+1)$. Длительность обслуживания распределяется экспоненциально с параметром $(N_2+1)/(N_1+1)$. Поиск с исходного состояния.

Задача №9

На полnodоступный пучок поступает простейший поток вызовов с параметром $400 - 2 \cdot N_1 \cdot N_2$ выз/час. Среднее время обслуживания одного вызова t

= $2 \cdot N_1 \cdot N_2 + 20$ с. Определить необходимую емкость пучка при потерях, не превышающих $N_1 + N_2 + 1$ %. Указать реально возникающие потери и обслуживаемую нагрузку.

Критерии оценки расчетно-графической работы

Оценка(стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	В ответах допущено не более 1 грубой или 3-4 негрубых ошибки, студент очень хорошо ориентируется в материале, может самостоятельно заметить и оперативно исправить собственную ошибку, демонстрирует полные и развернутые знания по теме, включая знание формул и расчетных выражений, умеет самостоятельно мыслить и находить пути решения достаточно сложных задач.
«хорошо»	В ответах допущено не более 2-3 грубых или 4-5 негрубых ошибок, студент хорошо ориентируется в материале, не всегда оперативно замечает и исправляет собственные ошибки, демонстрирует достаточно полные знания по теме, знает большинство формул и расчетных выражений, умеет самостоятельно решать все типовые задачи.
«удовлетворительно»	В ответах допущено не более 4-5 грубых или 6-7 негрубых ошибок, студент самостоятельно ориентируется в материале, но ему необходима помощь в ответах на некоторые вопросы; часто не замечает собственные ошибки, демонстрирует приемлемые знания по теме, знает основные формулы и расчетные выражения, умеет решать большинство типовых задач.
«неудовлетворительно»	В ответах допущено не более 6 и более грубых грубых или 8 и более негрубых ошибок, студент плохо ориентируется в материале; часто ошибается, знания по теме скудны и отрывочно, не умеет производить даже простые действия в одном из пакетов математического моделирования, не умеет решать даже большинство типовых задач.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теория телетрафика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (1-й, осенний семестр). Перечень тем для подготовки представлен ниже. Вопросы составлены таким образом, чтобы по возможности полно охватить содержание различных разделов дисциплины. Тест состоит из 10 вопросов. Также на экзамен студенту необходимо предоставить свой

конспект лекций.

Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем. Форма проведения экзамена – письменный ответ на теоретический вопрос и выполнение одного практического задания. Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, калькуляторами. Для выполнения практического задания требуется использование персонального компьютера/ноутбука. С разрешения преподавателя, проводящего экзамен, возможно использование справочной литературы, учебников, методических указаний, а в некоторых случаях и собственного конспекта лекций.

Вопросы на экзамен охватывают различные разделы дисциплины. Студенты получают варианты вопросов одновременно в начале экзамена. На подготовку ответов выделяется 15-20 минут. Письменные ответы также сдаются студентами одновременно по истечении времени, отведенного на подготовку и написание ответа. После сдачи письменных ответов студенты выполняют практическое задание по моделированию. Время выполнения – 45 минут. Далее преподаватель проверяет работы студентов, степень выполнения практического задания и объявляет оценки. При спорной оценке преподавателем могут быть заданы дополнительные вопросы в рамках изучаемой дисциплины. Дополнительные вопросы могут быть заданы в письменной форме, в устной форме, а также в форме практического задания.

Итоговые оценки вносятся в электронную экзаменационную ведомость.

Вопросы к экзамену

1. Предмет и задачи теории телетрафика.
2. Потoki вызовов. Способы определения и задания потока вызовов.
3. Основные свойства потоков вызовов.
4. Основные характеристики потоков вызовов.
5. Простейший поток вызовов и его свойства.
6. Математическое ожидание и дисперсия простейшего потока вызовов.
7. Закон распределения промежутков между вызовами простейшего потока.
8. Длительность обслуживания. Поток освобождений.
9. Простейшая классификация потоков.
10. Телефонная нагрузка. Определения телефонной нагрузки.
11. Основные параметры нагрузки.

12. Концентрация телефонной нагрузки.
13. Способы распределения нагрузки.
14. Оценка результатов измерения нагрузки. Понятия доверительной вероятности и доверительного интервала.
15. Обслуживание простейшего потока вызовов (первая формула Эрланга).
16. Дифференциальные уравнения Эрланга.
17. Стационарный режим. Распределение Эрланга.
18. Потери в полнодоступном пучке при обслуживании простейшего потока вызовов.
19. Рекуррентная формула Эрланга.
20. Средняя пропускная способность линий полнодоступного пучка.
21. Графические зависимости между параметрами первой формулы Эрланга.
22. Обслуживание полнодоступного пучка потока от ограниченного числа источников нагрузки (формула Энгсета).
23. Сравнение пропускной способности полнодоступного пучка при простейшем и энгсетовском потоках.
24. Обслуживание простейшего потока вызовов полнодоступным пучком с ожиданием при показательном распределении длительности занятия.
25. Системы с ожиданием при постоянной длительности обслуживания.
26. Расчет пропускной способности управляющих устройств.
27. Комбинированная система обслуживания. Ограниченное число мест для ожидания.
28. Расчет систем с повторными вызовами.
29. Основные характеристики неполнодоступных включений.
30. Типы неполнодоступных включений и выбор их структуры.
31. Идеально-симметричные неполнодоступные схемы.
32. Формула Эрланга для идеальной неполнодоступной схемы (третья формула Эрланга).
33. Приближенные методы расчета пропускной способности неполнодоступных схем.

Пример экзаменационного теста

Вариант №1

1. Математическая модель системы телетрафика включает следующие элементы:

- А) Входящий поток вызовов; Б) Схему системы коммутации;
- В) Дисциплину обслуживания потока вызовов; Г) Все перечисленное.

2. В компактной записи математических моделей систем телетрафика по Д. Кендаллу показательному (экспоненциальному) распределению соответствует символ:

- А) М; Б) Е; В) D; Г) А; Д) G; Е) нет правильного ответа.

3. Способ задания случайного потока вызовов:

- А) моменты поступления вызовов t_i и количество поступивших в эти моменты вызовов c_i ;
- Б) закон распределения промежутков между моментами вызовов $P(z_i < t)$;
- В) вероятность поступления K вызовов за интервал времени $[0, t)$: $P[c(t)=K]=P_k(0,t)$;
- Г) Все перечисленные.

4. Выберите соотношения, характеризующие стационарный поток:

- А) $\lambda < 0$; Б) $\lambda > 0$; В) $\mu = \lambda - 1$; Г) $\mu \geq \lambda$; Д) $\mu = \lambda$.

5. Нарисуйте график числа вызовов, поступающих в единицу времени, от времени, соответствующий относительной колеблемости потока вызовов, равной 0.

6. Входящая нагрузка – сумма времен занятия всех выходов коммутационной системы?

- А) Да; Б) Нет.

7. Доверительные границы случайной величины - это:

- А) Границы, за которые не выйдет случайная величина при заданной вероятности p ;
- Б) Границы, за которые случайная величина вообще не выйдет;
- В) Границы доверительного интервала;
- Г) Границы области, за пределами которой плотность распределения равна нулю.

8. Первая формула Эрланга характеризует систему:

А) $M/M/v < \infty$; Б) $E/E/v < \infty$; В) $M/M/v = \infty$; Г) $M/E/r = \infty/v < \infty$; Д) $E/E/v = \infty$; Е) нет ответа.

9. Распределение Энгсета характеризует случай, когда:

А) обслуживается поток от ограниченного числа источников нагрузки;
Б) обслуживается поток от неограниченного числа источников нагрузки;
В) на выходе неограниченный полностью доступный пучок линий;
Г) на выходе ограниченный полностью доступный пучок линий;
Д) на выходе непостоянный пучок линий;
Е) дисциплина обслуживания с явными потерями;
Ж) дисциплина обслуживания без потерь.

10. Второе распределение Эрланга выводится для модели:

А) $E/E/v/r = \infty$; Б) $E/E/v = \infty/r = \infty$; В) $M/M/v = \infty$; Г) $M/M/v/r = \infty$; Д) $M/M/v < \infty$.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, посетившие не менее 80% всех занятий, а также отчитавшиеся по всем практическим занятиям, самостоятельным работам и написавшие контрольную работу.

Критерии оценивания представлены в таблице.

Баллы(рейтинговой оценки)	Оценка(стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«удовлетворит	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если

	ельно»	он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.