

Предисловие

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ реализуются три уровня высшего образования:

- бакалавриат;
- специалитет и магистратура;
- аспирантура.

Приказами Минобрнауки России от 06.03.2015 г. № 174 и от 30.10.2014 г. № 1403 утверждены федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (11.03.02 — уровень бакалавриата, 11.04.02 — уровень магистратуры).

Приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 876 утверждён федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 11060 — «Электроника, радиотехника и системы связи» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Формирование компетенций выпускников ФГОС ВО для каждого уровня высшего образования реализуется в рамках различных профилей подготовки.

Для аспирантуры предусмотрены следующие профили подготовки:

- Сети связи и системы коммутации;
- Многоканальные телекоммуникационные системы;
- Сети радиосвязи;
- Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа.

Для формирования компетенций выпускников, освоивших программы бакалавриата, магистратуры и аспирантуры по этим профилям, им необходимо знать, уметь и владеть методами теории телетрафика.

На уровне бакалавриата студенты должны освоить классические основы теории телетрафика, углублённое изучение теории продолжается в магистратуре. В аспирантуре, как правило, осваиваются специальные главы теории телетрафика.

Данное учебное пособие написано по программе ФГОС ВО 3+ для бакалавриата, по которой автор читает лекции в Московском техническом университете связи и информатики.

Во введении кратко изложены основные понятия о математических моделях теории телетрафика и их символьном описании, предложеном Дж. Кендаллом, приведены задачи анализа, синтеза и оптимизации теории телетрафика, дана краткая историческая справка о создании и развитии теории.

В первой главе приведены основные сведения о потоках вызовов, рассмотрены способы определения и задания потоков, свойства и основные характеристики потоков, детально проанализированы простейший поток вызовов и его свойства, получено выражение для параметра потока освобождений, приведена простейшая классификация потоков вызовов.

Во второй главе на примере телефонной нагрузки рассмотрены основные ее параметры, определены интенсивность нагрузки, единицы её измерения и способы распределения, показано, как использовать доверительную вероятность и доверительный интервал при оценке результатов измерения нагрузки.

В третьей главе рассмотрены методы расчёта пропускной способности систем обслуживания сообщений с отказами; введены понятия о марковских случайных процессах и процессах рождения и гибели; достаточно подробно рассмотрено обслуживание простейшего потока вызовов и потока от ограниченного числа источников полностью доступным пучком с потерями; приведен анализ пропускной способности полностью доступного пучка при повторных вызовах; рассмотрен метод расчёта пропускной способности сетей с обходными направлениями.

В четвёртой главе рассмотрены методы расчёта пропускной способности полностью доступных включений в однозвенных коммутационных системах с ожиданием: приведены методы оценки характеристик качества обслуживания простейшего потока вызовов системой с бесконечной очередью, случайной и постоянной длительностью обслуживания; приведены оценки качества обслуживания простейшего потока заявок одним прибором (сервером) с различными законами распределения вероятностей длительности обслуживания без приоритетов и с относительным приоритетом.

В пятой главе кратко рассмотрены основные характеристики однозвенных неполнодоступных (НПД) включений и приближённые методы расчёта их пропускной способности с потерями.

В шестой главе рассмотрены методы расчёта пропускной способности звеньевых коммутационных систем с потерями: метод Якобеуса, метод эффективной доступности, метод вероятностных графов.

Седьмая глава посвящена знакомству с методами расчёта пропускной способности сетей с коммутацией пакетов: кратко изложе-

ны принцип преобразования сообщений в пакеты данных и нормирование основных параметров качества их обслуживания; приведено мультипликативное представление первой формулы Эрланга для оценка качества обслуживания потоков сообщений на звене мульти-сервисной сети связи.

Восьмая глава посвящена рассмотрению приближённых методов оценки качества обслуживания потоков сообщений на звене мульти-сервисной сети связи: пропускной способности абонентских и транспортных шлюзов, коммутаторов и контроллеров шлюзов.

В конце каждой главы приведены задачи и контрольные вопросы.

В приложениях приведены графические зависимости и таблицы с целью их использования при решении задач. В приложении 7 приведен вывод первого распределения Эрланга с использованием дифференциальных уравнений. Этот вывод заимствован из книги Е.С. Вентцель. Теория вероятностей. — М.: Наука, гл. ред. физмат. лит., 1969. Приложение «Решение задач систем массового обслуживания на Excel» подготовлено к.т.н. Ю.Н. Чернышовым.

Математический аппарат теории телетрафика послужил теоретической основой дисциплины «Системы массового обслуживания» (СМО). Термин был введён А.Я. Хинчиным. Студенты, освоившие методы теории телетрафика, могут их успешно использовать не только в телекоммуникациях, но и при решении широкого круга задач, некоторые из которых приведены в приложении 8.

В конце учебника приведены основные обозначения, список сокращений, список литературы из 64 наименований, именной и предметный указатели.

Автор благодарит рецензентов д.т.н., проф. А.В. Рослякова, д.т.н., доц. Н.А. Соколова, д.т.н., проф. С.Н. Степанова за полезные замечания в процессе обсуждения рукописи учебника. Особая благодарность ответственному редактору, к.т.н. Ю.Н. Чернышову за кропотливый труд при подготовке рукописи к изданию.

Замечания и предложения по содержанию и оформлению учебника просьба направлять по электронной почте:

pshenichnikov@mtuci.ru.