

## S.06.A.056 ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

### 1. Сведения о дисциплине/модуле

Факультет	Электроника и Телекоммуникации				
Департамент	Телекоммуникации и Электронные Системы				
Цикл обучения	Высшее обучение (бакалавриат), цикл-I				
Учебная программа	<b>0714.2 СЕТИ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ</b>				
Год обучения	Семестр	Тип оценки	Формативная категория	Категория по выбору	Кредиты ECTS
III (очное обучение)/ IV (заочное обучение)	6 8	E	S – дисциплина по специальности	O – обязательная дисциплина	5/5

### 2. Общая продолжительность времени

Общее количество часов в учебном плане	Из которых				
	Аудиторные часы		Индивидуальная работа		
	Курс	Лабораторная/семинар	Годовой проект	Изучение теоретического материала	Подготовка практических заданий
150	30	30/15	-	45	30
150	14	12/4	-	60	60

### 3. Предварительные условия для доступа к дисциплине/модулю

Согласно учебному плану	Предварительные требования для освоения дисциплины «Программное обеспечение в коммуникационных сетях» включают знания, полученные на курсах Теория вероятностей, Комбинаторика, Теория графов, Сигналы и цепи, Электронные устройства, Программирование. В свою очередь, курс «Программное обеспечение в коммуникационных сетях» является основой для изучения следующих профессиональных курсов в области телекоммуникаций: Системы и сети цифровой связи, Мобильные коммуникации, Защита информации и др.
Согласно компетенциям	Навыки, приобретённые в ходе изучения дисциплины, необходимы для проектирования, обслуживания и управления современными телекоммуникационными системами и сетями.

### 4. Условия проведения образовательного процесса для

Курса	Для презентации материала в аудитории необходимы интерактивная доска/проектор и компьютер.
Лабораторной/семинара	Для проведения лабораторных работ необходимы компьютеры с специализированным программным обеспечением для моделирования телекоммуникационных систем. Студенты будут оформлять отчёты по лабораторным работам в соответствии с требованиями, указанными в методических указаниях, а также представлять и защищать отчёты согласно расписанию учебных занятий. Студенты будут ориентированы на текущую подготовку к каждой семинарской паре (изучение конспектов лекций и библиографических источников по темам, изучаемым на лекциях), решение примеров и задач для усвоения материала, подготовку докладов и тематических сообщений и др.

### 5. Приобретённые специфические компетенции

Профессиональные компетенции	<b>С.4. Эффективная организация деятельности и эксплуатация мультимедийных сервисов, основанная на понимании и применении фундаментальных понятий в области коммуникаций и передачи информации, а также разработка методов оценки экономической эффективности развития области электронных коммуникаций.</b> С.4.1. Определение фундаментальных понятий, относящихся к передаче информации и аналоговым и цифровым коммуникациям. С.4.2. Объяснение и интерпретация основных требований и специфических методов подхода к передаче данных, голоса, видео и мультимедиа.
------------------------------	---

	<p>С.4.3. Решение практических задач с использованием общих знаний о мультимедийных технологиях.</p> <p>С.4.4. Использование основных специфических параметров при оценках, основанных на концепции качества услуг в коммуникациях.</p> <p>С.4.5. Организация и контроль деятельности экономических субъектов в соответствии с нормативной базой и требованиями деловой среды.</p> <p>С.4.6. Развитие продуктивных форм сотрудничества в рамках команд; применение и рационализация инструментов мотивации участников.</p> <p><b>С.5. Интеграция, использование и управление электронными коммуникациями в различных сферах национальной экономики.</b></p> <p>С.5.1. Определение принципов, лежащих в основе основных технологий телекоммуникаций, фиксированных и мобильных, через различные среды передачи.</p> <p>С.5.2. Объяснение и интерпретация технологий и фундаментальных протоколов для интегрированных систем фиксированной и мобильной связи.</p> <p>С.5.3. Установка, настройка и эксплуатация коммуникационных сетей.</p> <p>С.5.4. Использование методов оценки и диагностики систем и коммуникационного оборудования.</p> <p>С.5.5. Обеспечение объекта средствами связи с низким/средним уровнем сложности.</p> <p>С.5.6. Применение управленческих инструментов для оценки эффективности и результативности деятельности, выявления и оптимальной мобилизации резервов и мер по повышению эффективности и результативности.</p> <p><b>С.6. Использование информационных технологий, специфичных для данной области, с целью организации решения типовых задач широкополосных коммуникационных сетей и выполнения бухгалтерских и финансовых операций в сфере электронных коммуникаций.</b></p> <p>С.6.1. Определение/описание/представление законов электромагнитного поля при решении задач, связанных с распространением и передачей сигналов, а также специфических цепей.</p> <p>С.6.2. Объяснение методов реализации специфических коммуникационных технологий.</p> <p>С.6.3. Решение практических задач с использованием методов проектирования микроволновых цепей, планирования, покрытия, выбора и размещения передающего и принимающего оборудования.</p> <p>С.6.4. Использование основных параметров качества и методов измерения, специфичных для сред распространения и передачи.</p> <p>С.6.5. Разработка проектов низкой/средней сложности, касающихся передающего и принимающего оборудования.</p> <p>С.6.6. Разработка и координация проектов, связанных с управлением бизнесом, с эффективным использованием организационных ресурсов.</p>
--	--

## 6. Цели дисциплины/модуля

Общая цель	<p>Курс «Программное обеспечение в коммуникационных сетях» является дисциплиной, охватывающей широкую проблематику анализа и оптимизации телекоммуникационных систем, что особенно актуально в связи с широким внедрением мультимедийных систем с большими объёмами трафика. Основная задача при планировании сетей заключается в минимизации инвестиций и эксплуатационных расходов при сохранении параметров качества (QoS) на уровне, определённом национальными и международными стандартами. Методы теории телетрафика позволяют оценивать системы трафика на этапе их разработки, избегая тем самым неэффективных вариантов.</p>
Конкретные цели	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Значение инженерии трафика в телекоммуникационных системах;</li> <li>- Методы проектирования современных электронных коммуникационных сетей;</li> <li>- Определение детерминированных и случайных событий, вероятность появления случайного события;</li> <li>- Основные рекомендации ИТУ по инженерии трафика в телекоммуникационных сетях;</li> <li>- Математические модели, используемые для моделирования и оценки телекоммуникационных систем;</li> <li>- Математические модели, используемые для описания различных типов процессов поступления;</li> <li>- Основные процессы поступления, часто используемые для описания моделей телекоммуникационных систем;</li> <li>- Процесс поступления Пуассона, его свойства и характеристики;</li> <li>- Процесс поступления Бернулли, его свойства и характеристики;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Методы оценки производительности коммутационных сетей.</li> <li>- Методы проектирования современных электронных коммуникационных сетей;</li> <li>- Математическое определение трафика;</li> <li>- Определение интенсивности обслуживаемого трафика;</li> <li>- Системы сигнализации, используемые в сети;</li> <li>- Дисциплины обслуживания, применяемые в телекоммуникационных системах;</li> <li>- Типы трафика и единицы его измерения;</li> <li>- Статистические свойства телефонного, дата- и мультимедийного трафика;</li> <li>- Понятие блокировки, блокировка вызова, временная блокировка системы;</li> <li>- Методика измерения трафика согласно рекомендациям ИТУ;</li> <li>- Показатели качества в телекоммуникационных системах;</li> <li>- Рекомендация ИТУ E.800.</li> <li>- Нормирование качества обслуживания (QoS);</li> <li>- Модели трафика BPP;</li> <li>- Биномиальное распределение — модель Энгсета;</li> <li>- Распределение Пуассона — модель Эрланга;</li> <li>- Модели обработки трафика с полной доступностью: Эрланг 1 и Энгсет;</li> <li>- Системы обработки трафика с потерями;</li> <li>- Система с ожиданием Эрланг M/M/n;</li> <li>- Характеристики трафика в системах с ожиданием.</li> <li>- Формула Эрланг-C;</li> <li>- Дисциплины, используемые для определения режима работы очередей;</li> <li>- Общие результаты теории систем с очередями;</li> <li>- Классификация Кендалла;</li> <li>- Методы масштабирования телекоммуникационных систем;</li> <li>- Методы прогнозирования трафика и оценки объёма оборудования, необходимого для сетей нового поколения;</li> <li>- Модели QoS, используемые в сетях пакетной коммутации IP;</li> <li>- Особенности и свойства распределения Парето.</li> </ul>
--	--

#### 7. Содержание дисциплины/модуля

Тематика учебных занятий	Количество часов	
	очное обучение	заочное обучение
<b>Тематика лекций</b>		
T1. Введение. Определение термина «программное обеспечение в коммуникационных сетях», цели, задачи и основы дисциплины, краткая историческая справка, роль дисциплины в подготовке инженеров по телекоммуникациям, перечисление и изложение тем для изучения.	<b>2</b>	
T2. Моделирование телекоммуникационных систем. Рекомендации ИТУ по инженерии трафика.	<b>2</b>	<b>1</b>
T3. Процессы поступления: определение точечного процесса, принципы классификации, детерминированные и случайные процессы поступления, способы определения, основные свойства и характеристики.	<b>2</b>	<b>1</b>
T4. Процесс поступления Пуассона, свойства и характеристики процесса Пуассона, вывод распределения Пуассона (PCT-I – Pure Chance Traffic type One). Поступления типа Бернулли, Эрланг.	<b>2</b>	<b>1</b>
T5. Процессы выхода (освобождения): типы распределения времени обслуживания, экспоненциальное обслуживание запросов, распределение Бернулли, параметры. Характеристики распределений. Другие типы распределения длительности обслуживания.	<b>2</b>	<b>1</b>
T6. Программное обеспечение в коммуникационных сетях. Способы обработки трафика (дисциплины обслуживания поступлений — с потерями, с ожиданием, с повтором вызова). Математическое определение трафика, интенсивность обслуживаемого трафика, единица измерения — Эрланг. Предлагаемый, обслуживаемый и потерянный трафик.	<b>2</b>	<b>1</b>
T7. Изменение трафика во времени, час пик (busy hour, htm), понятие блокировки (конгестия), блокировка вызова, временная блокировка. Измерение трафика согласно рекомендациям ИТУ.	<b>2</b>	<b>1</b>
T8. Показатели качества в телекоммуникационных системах. Рекомендация ИТУ E.800, нормирование качества обслуживания (QoS), понятие SLA — уровня предоставляемого сервиса по контракту.	<b>2</b>	<b>1</b>

T9. Системы обработки трафика с полной доступностью: модели трафика ВРР, биномиальное распределение — модель Энгсета, распределение Пуассона — модель Эрланга. Системы с потерями; формулы Эрланг А и В; трафик типа Энгсет.	2	1
T10. Расчёт характеристик моделей Эрланг 1 и Энгсет: потери вызова, потери времени и трафика, интенсивность предлагаемого и потерянного трафика.	2	1
T11. Системы с ожиданием Маркова: система Эрланг М/М/п, характеристики трафика в системах с ожиданием, формула Эрланг-С. Поведение в очередях ожидания.	2	1
T12. Прикладная теория систем с очередями ожидания, классификация Кендалла, организация и дисциплина очереди. Общие результаты теории систем с очередями ожидания.	2	1
T13. Масштабирование телекоммуникационных систем: матрица трафика, топологии, принципы маршрутизации, контроль нагрузки, резервирование магистралей.	2	1
T14. Трафик в мультисервисных сетях. Модели QoS в IP-сетях. Распределение Парето.	2	1
T15. Планирование мультисервисных сетей: общие аспекты.	2	1
<b>Всего лекций:</b>	<b>30</b>	<b>14</b>

Тематика учебных занятий	Количество часов	
	очное обучение	заочное обучение
<b>Тематика семинаров</b>		
S1. Повторение понятий из теории вероятностей и комбинаторики, используемых в «Программном обеспечении в коммуникационных сетях».	1	0.5
S2. Детерминированные и случайные процессы поступления, способы определения, основные свойства и характеристики.	2	0.5
S3. Свойства и характеристики процесса Пуассона.	2	0.5
S4. Трафик, интенсивность трафика, типы трафика, дисциплина обслуживания.	2	0.5
S5. Оценка параметров телефонного трафика, изменение трафика во времени, прогнозирование параметров трафика в сети.	2	0.5
S6. Модели обработки трафика с полной доступностью: Эрланг 1 и Энгсет.	2	0.5
S7. Система Эрланг М/М/п, характеристики трафика в системах с ожиданием.	2	0.5
S8. Методы прогнозирования трафика и оценки объёма оборудования, необходимого для сетей нового поколения.	2	0.5
<b>Всего семинаров:</b>	<b>15</b>	<b>4</b>

Тематика учебных занятий	Количество часов	
	очное обучение	заочное обучение
<b>Тематика лабораторных работ</b>		
LL1. Введение в симулятор «Riverbed Modeler» — академическая версия.	6	3
LL2. Оценка вариантов подключения к Интернету для домашней вычислительной сети.	8	3
LL3. Оценка сетевого трафика с помощью интерактивной программы Wireshark.	8	3
LL4. Анализ сетевого трафика на транспортном уровне модели OSI.	8	3
<b>Всего лабораторных работ:</b>	<b>30</b>	<b>12</b>

## 8. Библиографические ссылки

Основные	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ion Nazaroî. Teoria teletraficului. Ciclul de prelegeri. Partea 1. Editura "Tehnica- UTM", 2013.</li> <li>2. Ion Nazaroî, Nicolae Bejan. Teoria teletraficului. Simularea sistemelor de telecomunicații. Ghid de laborator. Editura "Tehnica-UTM", 2019.</li> <li>3. Ion Nazaroî. Proiectarea rețelei de acces de noua generație. Editura "Tehnica-UTM", 2013.</li> <li>4. ITU-D. Teletraffic Engineering Handbook. – Geneva, (<a href="http://www.itu.int">http://www.itu.int</a>), 2010.</li> <li>5. Ю.Н. Корнышев, А.П. Пшеничников, А.Д. Харкевич. Теория телетрафика. – М.: Радио и Связь, 1996.</li> </ol>
----------	--

Дополнительные	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ioan, G. Niculaescu. Comutație și rutare în telecomunicații. – București: Matrix Rom, 2011.</li> <li>2. G. Miculescu. Traficul in rețelele de telecomunicatii, Ed. Tehnica, Bucuresti, 1994.</li> <li>3. L. Ioan, G. Niculescu, Elemente de ingineria traficului în telecomunicații, Ed MatrixRom, 2001.</li> <li>4. С.Н. Степанов. Основы телетрафика мультисервисных сетей // М.: Изд. «Радио и связь» – 2010.</li> <li>5. <a href="http://www.scrigroup.com/tehnologie/comunicatii/ANALIZA-TRAFICULUI-IN-RETELE-D63625.php">http://www.scrigroup.com/tehnologie/comunicatii/ANALIZA-TRAFICULUI-IN-RETELE-D63625.php</a></li> <li>6. Пшеничников А.П. Курс «Теория телетрафика». –Москва (<a href="http://strelnikov.ws/dl/ТТ/ТТ_v2.0.pdf">http://strelnikov.ws/dl/ТТ/ТТ_v2.0.pdf</a>), 2011.</li> </ol>
----------------	--

### 9. Оценивание

Текущее		Годовой проект	Итоговый экзамен
Аттестация 1	Аттестация 2		
30%	30%	-	40%
Минимальный стандарт успеваемости			
Присутствие и активность на лекциях, практических занятиях и лабораторных работах; Получение минимальной оценки «5» по обеим аттестациям с учётом активности студента на лекциях, практических занятиях и лабораторных работах; Получение минимальной оценки «5» на итоговом экзамене.			