

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «05» июня 2018 г. №7
Зав. кафедрой _____ /Салихов Р.Б.

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института
_____ /Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина *Теория телетрафика*

Б1.В.1.ДВ.02.01; дисциплина по выбору

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль) подготовки

Оптические системы и сети связи

Квалификация

бакалавр

Разработчик (составитель)
_____ *доцент, к.ф.м.н.*

_____ /Тавлыкаев Р.Ф.

Для приема: 2018 г.

Уфа - 2018 г.

Составитель / составители: доцент, к.ф.м.н. Тавлыкаев Р.Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники, протокол от «05» июня 2018 г. №7

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	5
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	6
4.3. Рейтинг-план дисциплины.....	9
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	9
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	9
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	9
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	10

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ПК-17: способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: основные положения теории телетрафика, вероятностные характеристики потоков вызовов; основные виды систем, рассматриваемых теорией телетрафика; формулы, описывающие поведение систем массового обслуживания (СМО); Методики прогнозирования и распределения нагрузки в телекоммуникационных сетях и системах; методы анализа вероятностно-временных характеристик в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов.	ПК-17	
Умения	Уметь: находить на основании имеющихся исходных данных о характере поступающего на СМО потока вызовов её параметры; прогнозировать и распределять нагрузки в сетях связи, рассчитывать основные характеристики качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов; пользоваться научно-технической информацией по проектированию сетей связи.	ПК-17	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками расчета сетей и систем инфокоммуникаций, а также их узлов и элементов исходя из имеющихся данных о потоке поступающих вызовов (данных); составления математических моделей сетей связи и их элементов, как систем телетрафика; приемами исследования математических моделей мультисервисных сетей	ПК-17	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Целью преподавания дисциплины является изложение принципов построения математических моделей обслуживания потоков сообщений в телекоммуникационных системах, точных и приближенных методов их решения, получения студентами навыков расчета объема оборудования телекоммуникационных систем и сетей.

Дисциплина «Теория телетрафика» относится к вариативной части образовательной программы (дисциплина по выбору).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

1. Б1.Б.08 Математический анализ
2. Б1.Б.09 Высшая алгебра
3. Б1.Б.12 Теория вероятностей и математическая статистика

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции: способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики (ПК-17)

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Незачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: основные положения теории телетрафика, вероятностные характеристики потоков вызовов; основные виды систем, рассматриваемых теорией телетрафика; формулы, описывающие поведение систем массового обслуживания (СМО); Методики прогнозирования и распределения нагрузки в телекоммуникационных сетях и системах; методы анализа вероятностно-временных характеристик в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов.	Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы	Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.

Второй этап (уровень)	Уметь: находить на основании имеющихся исходных данных о характере поступающего на СМО потока вызовов её параметры; прогнозировать и распределять нагрузки в сетях связи, рассчитывать основные характеристики качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов; пользоваться научно-технической информацией по проектированию сетей связи.	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач
Третий этап (уровень)	Владеть навыками расчета сетей и систем инфокоммуникаций, а также их узлов и элементов исходя из имеющихся данных о потоке поступающих вызовов (данных); составления математических моделей сетей связи и их элементов, как систем телетрафика; приемами исследования математических моделей мультисервисных сетей	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
----------------	---------------------	-------------	--------------------

1-й этап Знания	Знать: основные положения теории телетрафика, вероятностные характеристики потоков вызовов; основные виды систем, рассматриваемых теорией телетрафика; формулы, описывающие поведение систем массового обслуживания (СМО); Методики прогнозирования и распределения нагрузки в телекоммуникационных сетях и системах; методы анализа вероятностно-временных характеристик в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов.	ПК-17	Решение задач; тестирование
2-й этап Умения	Уметь: находить на основании имеющихся исходных данных о характере поступающего на СМО потока вызовов её параметры; прогнозировать и распределять нагрузки в сетях связи, рассчитывать основные характеристики качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов; пользоваться научно-технической информацией по проектированию сетей связи.	ПК-17	Решение задач; тестирование
3-й этап Владеть навыками	Владеть навыками расчета сетей и систем инфокоммуникаций, а также их узлов и элементов исходя из имеющихся данных о потоке поступающих вызовов (данных); составления математических моделей сетей связи и их элементов, как систем телетрафика; приемами исследования математических моделей мультисервисных сетей	ПК-17	Решение задач; тестирование

Примеры тестовых заданий

- Пуассоновское распределение моментов поступления вызовов выводится в предположении о
 - бесконечно большом числе источников;
 - постоянной интенсивности поступления вызовов λ ;
 - оба варианта верны.
- Пуассоновское распределение моментов поступления вызовов $P_j(\lambda t) = ((\lambda t)^j / j!) \exp(-\lambda t)$ определяет
 - количество вызовов, поступающих от j источников в течение времени t ;
 - вероятность того, что нагрузка от j источников не превысит $A = \lambda t$;
 - вероятность того, что на интервале времени t поступит j вызовов.
- Использование выхода $\rho = (1-B)A/N$ представляет собой
 - количество заблокированных вызовов;
 - нагрузку, обслуженную каналом в системе с явными потерями;
 - количество обслуженных вызовов.
- Концентрация нагрузки используется для
 - более эффективного использования каналов;

- б) уменьшения количества требуемых каналов;
 - в) оба варианта верны.
5. При анализе систем с повторными вызовами полагают, что необслуженные (заблокированные) вызовы
 - а) покидают систему и никогда не возвращаются;
 - б) остаются в системе и ожидают обслуживания в очереди;
 - в) возвращаются в систему и в конце концов обслуживаются.
 6. Влияние нагрузки повторных вызовов
 - а) наиболее значительно при больших вероятностях блокировки;
 - б) не зависит от вероятности блокировки;
 - в) наиболее значительно при малых значениях вероятности блокировки.
 7. Потери по времени – это
 - а) процент времени, в течение которого все обслуживаемые приборы заняты;
 - б) вероятность того, что все обслуживаемые приборы заняты;
 - в) оба варианта верны.

Критерии оценки (в баллах):

За каждый правильный ответ- 1 балл

За ошибочный ответ – 0 баллов

**Примеры заданий (решение задач) для практических занятий и контрольной работы
(для заочной формы обучения)**

1. Пучок каналов имеет достаточное число каналов, чтобы обслужить весь поступающий трафик с пуассоновским распределением поступающих вызовов с интенсивностью 1 вызов в минуту. Средняя длительность занятия 2 мин. Какой процент трафика будет обслужен первыми пятью каналами, а какой – оставшимися (вызовы распределяются начиная с канала наименьшего номера)?
2. Линия Е1 используется для связи двух АТС. Какую нагрузку сможет она обслужить, если вероятность блокировки не должна превышать 0,1% ?
3. Какова вероятность блокировки пучка СЛ из 10 каналов, на которую поступает нагрузка первичных вызовов 7 Эрл, с учетом нагрузки повторных вызовов, имеющих случайный (пуассоновский) характер? Как изменится вероятность блокировки, если число каналов увеличить до 13?

Критерии оценки (в баллах)

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов *1 балл*

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков *0,5 баллов*

Нет правильного ответа *0 баллов*

**Примеры вопросов для подготовки к зачету
(для заочной формы обучения)**

1. Характеристики трафика. Распределение моментов поступления вызовов.
2. Экспоненциальное распределение промежутков между последовательными вызовами.
3. Пуассоновское распределение моментов поступления вызовов.

4. Распределение длительностей занятия: постоянная длительность занятия и экспоненциальное распределение.
5. Системы с потерями. Системы с явными потерями. Формула Эрланга 1-го рода.
6. Концентрация нагрузки. Системы с повторными вызовами. Системы с сохранением заблокированных вызовов.
7. Вероятность блокировки на сетях. Вероятность блокировки соединительного пути от одного оконечного устройства до другого.

Критерии оценивания для заочной формы обучения:

Обучающиеся заочной формы обучения допускаются к сдаче зачета при условии выполнения всех заданий на практических занятиях и тестирования, в результате которого будет дано не менее 50% правильных ответов.

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он ответил на 2 вопроса из перечня;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не ответил на один или оба вопроса.

Ответы на вопросы должны соответствовать критериям оценивания результатов обучения, приведенным в разделе 4.1.

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 2.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Основы инфокоммуникационных технологий: теория телетрафика : учебное пособие / Е.Д. Бычков, В.А. Майстренко, О.Н. Коваленко, Д.Н. Коваленко ; под ред. В.А. Майстренко ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. - Омск : Издательство ОмГТУ, 2017. - 156 с. : граф., схем. - Библиогр.: с. 130-131 - ISBN 978-5-8149-2433-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493271> (20.02.2018).
2. Карташевский, В.Г. Основы теории массового обслуживания : учебник / В.Г. Карташевский. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2013. - 130 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9912-0346-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275229> (20.02.2018).

Дополнительная литература:

3. Лебедько, Е.Г. Теоретические основы передачи информации [Электронный ресурс] : монография / Е.Г. Лебедько. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1543>. — Загл. с экрана.
4. Теория телетрафика : учебное пособие / авт.-сост. Н.Ю. Братченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 177 с. : ил. - Библиогр.: с. 170 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457764> (20.02.2018).

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Нормативно – правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации – www.minsvyaz.ru.
2. Рекомендации Международного союза электросвязи – ITU-T – International Telecommunication Union – Telecommunication standardization sector – Сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи –МСЭ-Т - http://www.rfcmd.ru/sphider/docs/ITU-T/ITU-T_Rec_List_A-Z_ANO_E.htm.
3. Рекомендации Европейского института стандартизации телекоммуникаций - ETSI - European Telecommunications Standards Institute - www.etsi.org.
4. Документы инженерной рабочей группы Интернет – RFC IETF – Request For Comment - Internet Engineering Task Force - rfc.com.ru.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Аудитория (к.323)	Лекции и практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска.
Читальный зал № 2 (физико-математический корпус)	Самостоятельная работа	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт., принтер – 1 шт., сканер- 1 шт.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫдисциплины Теория телетрафика на 4 семестрочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	39,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма(ы) контроля:

зачет _____ 4 _____ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
1.	Характеристика трафика. Распределение моментов поступления вызовов. Экспоненциальное распределение промежутков между последовательными вызовами. Пуассоновское распределение моментов поступления вызовов. Распределение длительностей занятия: постоянная длительность занятия и экспоненциальное распределение.	2	2	-	4	[1]:гл.1 [2]:гл.2	[3]:п.2.1 [4]:гл.1-3	Решение задач; тест
2.	Системы с потерями. Системы с явными потерями. Формула Эрланга 1-го рода. Концентрация нагрузки. Системы с повторными вызовами. Системы с сохранением заблокированных вызовов.	4	4	-	4	[1]:гл.1 [2]:п.2.6	[4]:гл.6	Решение задач; тест
3.	Вероятность блокировки на сетях. Вероятность блокировки соединительного пути от одного оконечного устройства до другого. Избыточная нагрузка.	2	2	-	4	[1]:гл.2 [4]:гл.4	[4]:гл.4	Решение задач; тест
4.	Системы с ожиданием. Экспоненциальное распределение длительностей обслуживания. Постоянная длительность обслуживания. Ограниченные очереди. Последовательность очередей.	4	4	-	4	[1]:гл.3 [2]:п.3	[4]:гл.7	Решение задач; тест
5	Некоторые практические приложения теории телетрафика. Расчет межстанционных телефонных нагрузок в ГТС. Расчет емкости пучков межстанционных связей. Оптимизация	4	4	-	4	[1]:гл.4 [4]:гл.10-12	[4]:гл.10-12	Решение задач; тест

	структуры ГТС. Расчет пропускной способности цифрового кольца.							
	Всего часов:	16	16	-	39,3			

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Теория телетрафика на 3 сессию 3 курса

заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	8
практических/ семинарских	-
лабораторных	8
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	51,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	4

Форма(ы) контроля:

зачет _____ 3 _____ сессия 3 курса

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
1.	Характеристика трафика. Распределение моментов поступления вызовов. Экспоненциальное распределение промежутков между последовательными вызовами. Пуассоновское распределение моментов поступления вызовов. Распределение длительностей занятия: постоянная длительность занятия и экспоненциальное распределение.	2	2	-	10	[1]:гл.1 [2]:гл.2	[3]:п.2.1 [4]:гл.1-3	Решение задач; контрольная работа; тест
2.	Системы с потерями. Системы с явными потерями. Формула Эрланга 1-го рода. Концентрация нагрузки. Системы с повторными вызовами. Системы с сохранением заблокированных вызовов.	1	1	-	10	[1]:гл.1 [2]:п.2.6	[4]:гл.6	Решение задач; контрольная работа; тест
3.	Вероятность блокировки на сетях. Вероятность блокировки соединительного пути от одного оконечного устройства до другого. Избыточная нагрузка.	1	1	-	10	[1]:гл.2 [4]:гл.4	[4]:гл.4	Решение задач; контрольная работа; тест
4.	Системы с ожиданием. Экспоненциальное распределение длительностей обслуживания. Постоянная длительность обслуживания. Ограниченные очереди. Последовательность очередей.	2	2	-	10	[1]:гл.3 [2]:п.3	[4]:гл.7	Решение задач; контрольная работа; тест
5	Некоторые практические приложения теории телетрафика. Расчет межстанционных телефонных нагрузок в ГТС. Расчет емкости пучков межстанционных связей. Оптимизация	2	2	-	11,3	[1]:гл.4 [4]:гл.10-12	[4]:гл.10-12	Решение задач; контрольная работа; тест

	структуры ГТС. Расчет пропускной способности цифрового кольца.							
	Всего часов:	8	8	-	51,3			

Рейтинг – план дисциплины

Теория телетрафика

специальность Инфокоммуникационные технологии и системы связи
курс 2, семестр 4

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль I Характеристики и анализ трафика .				
Текущий контроль				
1. Решение задач	1	25	0	25
Рубежный контроль				
1. Письменное тестирование	1	25	0	25
Модуль II. Определение, расчет и моделирование параметров инфокоммуникационных систем и сетей				
Текущий контроль				
1. Решение задач	1	25	0	25
Рубежный контроль				
1. Письменное тестирование	1	25	0	25
Поощрительные баллы				
1. Участие в студенческих научных конференциях, выставках, конкурсах.	10	1	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Непосещение лекционных занятий			0	-6
2. Непосещение практических занятий			0	-10
Итоговый контроль				
1. Зачет	0	1	0	0