ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕЙ СВЯЗИ

В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева (Самара)

Введение

Многие зарубежные программные продукты для проектирования и моделирования сетей связи, включая семейство COMNET, OMNET, OPNET Modeler, RIVERBED Modeler и другие, реализованы на основе дискретно-событийного имитационного моделирования систем массового обслуживания (CMO). При этом их библиотеки включают множество генераторов псевдослучайных последовательностей для генерирования случайных интервалов для входного потока требований и времени их обслуживания по наиболее часто используемым на практике законам распределения вероятностей.

Авторами разработаны единственные в своем роде в России учебные пособия по проектированию и моделированию сетей связи для студентов в виде лабораторных практикумов [1, 2] с использованием программных систем OPNET Modeler, RIVERBED Modeler IT GURU Academic Edition. Эти пособия затем переиздавались несколько раз в разных городах РФ. Последняя версия OPNET Modeler действовала до 2016 года, а с этого же момента действует другая версия под названием RIVERBED Modeler. В этих учебных пособиях представлены постановки и решения наиболее часто встречающихся задач из области сетевых технологий, которые важны для понимания процессов функционирования сетей телекоммуникаций и в частности компьютерных сетей. Ниже в таблице 1 перечислены задачи сетевых технологий, которые авторами реализованы в перечисленных программных системах. В самих лабораторных работах по каждой решаемой задаче дополнительно предусмотрено выполнение нескольких разных сценариев.

Технология IT Guru

Под технологией IT Guru подразумевают совокупность действий для создания модели сети и проведение на ней имитационных экспериментов. Для этого используется редактор проекта (Project Editor). С его помощью можно создавать модель сети, выбирать требуемую статистику, собираемую с каждого объекта сети или со всей сети в статистических счетчиках, запускать процесс моделирования и осуществлять просмотр результатов (рисунок 1). Редактор проекта – это главный инструмент для создания имитационной модели сети. С его помощью с использованием стандартных моделей из базы ресурсов можно создавать модели сети, выбирать сетевые статистики: загрузки каналов передачи, задержки пакетов, длины очередей и т.п., проводить имитационный эксперимент и просматривать результаты. Разные области окна редактора проекта отвечают за создание и прогон модели.

Меню расположено в верхней части окна редактора. Оно упорядочивает все контекстно-независимые операции редактора в набор тематических меню. Количество меню и их операции могут изменяться в зависимости от активных модулей программы. Контекстное меню редактора появляется при нажатии правой кнопки мыши на объекте или на фоне рабочей области. Когда создается и открывается какой-либо проект сети, то экран редактора будет выглядеть так, как показано на рисунке 2.

№ здачи исти 1 Проектирование небольших объединенных сетей Научиться создавять проскла сетей в редакторе проекта. 2 Проектирование и моделирование ЛВС многоэтажного здания Соценка производительности объединенной сети и леовалетности приложений для раух различных сетевах раукитектур: последовательной сети и жесткой магистральной сети. 3 Проектирование и оптимизация сети Демонстральной сети. 4 Висдрение и и спользование коммутированных ЛВС Исследование степени влияния конфигурации сети и типов коммутированных ЛВС 5 Технология ETHERNET Исследование степени влияния конфигурации сети и типов коммутированных ЛВС 6 Применение межсетевого экрана для упраления рафиком вычислительной сети Оценка влияния высрения политики зацить от приложений и агрухку на пароизводительности сети. 7 Ироектирование улювения упраление доступом к среде передачи упраление доступом к среде передачи тСР на выполнение приложения передачи ТСР Применение скорости к наная РVC FRAME RELAY па производительность приложений и таразичных сценариях. 9 Моделирования INTERNET для передачи TCP Демовстраличи дотупом контроля передачи TCP 11 Пакетно-коммутирована технология АTM Демовстралиения размера окта производительность сети. Wi-Fi. 12 Оценка плияния высоды протокола контроля передачи tCP Демовстралисть произво	30	D	TT
1 Проектирование небольших объединенных сетей в редакторе проекта. Исследование поязателей производительности объединенной сети после добалаения к сети 1-то этажа сети 2-то этажа. 2 Проектирование и моделирования ЛВС многоэтажного здания Отенка производительности приложений для двух различных сетевах архитектур: последовательнов сети, принимая во внимание пользователей. услуги и размешение уздов для повышения производительности сети. 3 Проектирование и оптимизация сети Демонстрация особенностей проектирования сети, принимая во внимание пользователей, услуги и размешение уздов для повышения производительности сети. 4 Внедрение и использование коммутированных ЛВС Исследование станения пляния конфитурации сети и типов коммутирующих устройств на пропускную способность сети. 5 Технология ETHERNET Исследование станелия пляния конфитурации сети и типов коммутирующих устройств на пропускную способность сети. 7 Проектирование Wireless Lan и управление предотяов к среде передачи Применение технология CAC и использования различных сисирарите. 8 Исследование приложения передачи TCP Отенка вляяния размера окла протокола TCP, сосряжащетося в поде Windows size сетмента TCP на приложений NTERNET 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY и а производительность приложений передачи Tansmission Control Protocol TCP и е правнении и ка производительность сети. Сраванение результатов предачи Тальяния и приложения передачи П тальях сеперания. 11 Проектирование в моделирование пр	JN≌	Задачи	Цели
ообединенных сетем Исследование последоваления к сети 1-го этажа сети 2-го этажа. 2 Проектирование и моделирование ЛВС многоэтажного здания Оценка производительности приложений для двух различных сетевых архитектур. последовательной сети. 3 Проектирование и оптимизация сети лерокамоческой магистральной сети. Оценка производительности приложений для двух различных сетевых архитектур. последовательной сети. 4 Впедрение и использование коммутированных ЛВС Исследование сетелени линиения конфигурации сети итипов коммутирующих устройств на пропузкодительности сети. 5 Технология ЕТНЕRNET Исследование отвружи и разлеров пакстов. 6 Применение межсетевого экрана для управления доступом к среде передачи Оценка влияния инсрения политики защиты от несанкционированного доступа на производительность приложений и зарузку и разлодо связи. 7 Просктирование плияния размера окна сети Wi-Fi. Оценка влияния размера окна протокола соктя. 8 Исследование приложения передачи ICP Применение технологии CSMA/CA и использования различных опций статадара связи. 9 Моделирования ротокола контроля цередачи ICP Демонстрация алторитико контроля цередачи ICP 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY па производительности приложений Научекие серики инитационнах колеемриях. 11 Проескирование и моделирование сети кафедры BY3 и камисетемы.<	1	Проектирование небольших	Научиться создавать проекты сетей в редакторе проекта.
1 Онединалной сети после добавления сети 1-го этака. 2 Проектирование и моделирование ЛВС многоэтажного здания Оценка производительности приложений для двух различных сетемах архитектур последователевной сети. 3 Проектирование и оптимизация сети летимака во внамане подьзоватисей, услуги и размещение узлов для полишения производительности сети. 4 Внедрение и использование коммутированных ЛВС Исследование степени влияния конфигурации сети и типов коммутирующих устройств на пропускную сисобность сети. 5 Технология ЕТНЕRNET Исследование замисимости производительности сети ЕТНЕRNET от се загрузки и размеров какетов. 6 Применение межсетевого экрана для управления трафиком вычисантельной сети Применение технологии СSMA/CA и использования различных опций станадарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размеро вканалоо связи. 7 Проектирование приложения тСР на выполнение приложения Оценка влияния размера окна предоставляемые протоколо контроля передачи TCP 8 Исследование влияния размера окна тСР на выполнение приложения Применение технологии CSMA/CA и использования различных опций станадарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 9 Молелирование протокола контроля передачи Тапятия размера окна протокола контроля передачи Тапятация размере окна протокола контроля передачи Папято степии в различных соединениях различных сенариев. 11 Паке		ооъединенных сетеи	исследование показателей производительности
2 Проектирование и моделирование ЛВС многоэтажного здания Оценка производительност приложений для двух различных сетевых архитектур: последовательной сети и жесткой магистральной сети. 3 Проектирование и оптимизация сети Демонстрация особенностей проектирования сети, принимая во внимание пользователей, услуги и размещение узлов для повышения производительности сети. 4 Внедрение и использование коммутирования для ЛВС Исследование степени влияния конфигурации сети и топособность сети. 5 Технология ETHERNET Исследование степени влияния внедрения политики защиты от сети 6 Проектирование wireless Lan и управление доступом к ореде передачи Применение производительности сети 7 Проектирование виняния размера окна тСР на выполнение приложений Применение технологии CSMA/CA и использования различных опециаларта IEEB 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна тСР на выполнение приложений Оценка влияния размера окна протокола TCP, содержащетося в посе Windows size сетаента TCP на проязводительность сети. Сравнение различных опого Рисосо (1CP) и деаврама. 9 Моделированная технология REI_AY и а протокола контроля передачи TCP Демонстрация апторитьок контроля передачи TCP 11 Пакетно-комуттрвованная технологиь приложений Изучение изменения пречено клика для приложений передачи Atmaneton и различных сослинениях Frame передачи DP ок производительност и клика для двух критичных зада: загузуск но пр			$1_{-го}$ этажа сети $2_{-го}$ этажа
2 Проектирование и моделирования Оленка производительности приложений и доладовательной сети и жесткой магистральной сети, принима и выимание пользователей, услуги и размещение узлов для повышения производительности сети. 3 Проектирование и использование и использования сетоки за приложений конфигурации сети и типов комкутированиях лЛВС Демонстрация особенностей проектирования сети, принимая и выимание пользователей, услуги и размещение узлов для повышения производительности сети. 4 Внедрение и использование и использования для повышения производительности сети. Исследование степени влияния конфигурации сети и типов комкутированиях лЛВС 5 Технология ETHERNET Исследование зависности производительности сети втипов комкутирование wireless Lan и управление улекторование wireless Lan и управление поступом к среде передачи Оценка влияния внедрения политики защиты от песанкционированного доступа на производительность сети Vi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна протокола TCP, содержащетося к поле Windows size сетмента TCP на производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола всигроля перегрузок, передачи TCP Демонстраия длоритись кана для приложений передачи TCP на производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 11 Пакетно-коммутирования технологии и измеров кана протокола TCP, содержащетеся к поле Windows size сетмента TCP на производительность сети. Стана праяличных седениевиях. 12 Оценка сосдинений INTERNET для небольшой сети и приложений передач	2		
Вили или согла или стана при постой магистральной сети. 3 Проектирование и оптимизация сети Демонстрация особенностей проектирования сети. 3 Проектирование и оптимизация сети Демонстрация особенностей проектирования сети. 4 Внедрение и использование коммутирования л/BC Исследование степен клияния конфигурации сети и типов коммутирующих устройств на пропускную сети. 5 Технология ETHERNET Исследование степени клияния конфигурации сети и типов коммутирующих устройств на пропускную сети. 6 Применение межестевого экрана для управление доступом к среде передачи Исследование запость произовалить от несакционирование произьования сети Wi-Fi. 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи Применение техилоги и CSMA/CA и и спользования различных опций стандарта IEEE ROL 10 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влиялия размера окна тСР на выполнение приложения Оценка влиялия размера окна протокода TCP, содержащетося в поло Windows Size сетиента TCP на производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокода контроля передачи TCP Демонстрация алгоритов контроля перегрузок, предоставляемые протокодо Контроля 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY в производительность приложений Изучение изменения дватичных сценариев. 11 Пакетно-комкутирования техилолтия	2	ПВС многоэтажного злания	оценка производительности приложении для двух
3 Проектирование и оптимизация сети Демонстрация особенностей проектирования сети, принимая во внимание ползователей, услуги и размещение узлов для повышения производительности сети. 4 Внедрение и использование коммутированных ЛВС Исследование тепения влияния конфигурации сети и тпов коммутирующих устройств на пропускную способность сети. 5 Техпология ETHERNET Исследование тавиеимости производительности сети ETHERNET ог се загрузки и размеров пакетов. 6 Применение межсетевого экрана для управления доступом кереде передачи проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи пореклирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи тСР на выполнение приложения передачи TCP Оценка влияния размера окна тСР на выполнение приложения передачи TCP 8 Исследование приложения передачи TCP Опенка влияния размера окна тСР на выполнение приложения передачи TCP 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Опенка влияния размера окна тортоколом контроля передачи TCP 10 Влияние скорости капала PVC FRAME RELAY на производительность приложений NTM Изучение изменения времени отклика для для приложений и из производительность сети. 11 Пакетно-коммутированиа технология ATM Изучение изменения времени отклика для для приложений и производительность сети. 12 Оценка поризводительности WAN приложения Расчет и сравнени и кланала рус критичых задач: загуяки по протоколу HTP.		Sibe million ostamilor o sidanina	жесткой магистральной сети.
1. реклирование и оплимали сиги принимая во вилиание пользователей, услуги и размещение узлов для повышения производительности сети. 4 Внедрение и использование коммутированных ЛВС Исследование степени влияния конфигурации сети и типов коммутирующих устройств на пропускную оснособность сети. 5 Технология ETHERNET Исследование зависимости производительности сети ETHERNET от се загрузки и размерово пакетов. 6 Применение межсетевого экрана для управления трафиком вычислительной сети Писика видиния вещерения политики защитил о т несанкционирование подотя и СМА/СА и исползования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна тСР на выполнение приложения Оценка влияния размера окна тСР на выполнение приложения 9 Моделирование протокода контроля передачи TCP Оценка влияния размера окна тСР на выполнение приложения 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, предоставляемые протокода покотроля передачи Tarsmission Control Protocol (TCP) и сравнении их производительность приложений 11 Пакетно-комиутированная технология АTM Изучение изменения времени отклика для приложений их производительность передачи балов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентром. 11 Пакетно-коммутированна технология анакронной прерази АTM и классов услуг на производительность и информации различных сетавици пенны изменени ха	3	Проектирование и оптимизация сети	Лемонстрация особенностей проектирования сети
размещение узлов для повышения производительности ссти. 4 Внедрение и использование коммутированных ЛВС Исследование спенки влияния конфигурации сети и типов коммутирулоших устройств на пропускную способность сети. 5 Технология ETHERNET Исследование спенки влияния конфигурации сети и типов коммутирулоших устройств на пропузводительности сети способность сети. 6 Применение межсетевого экрана для управления трафиком вычислительной сети Оценка влияния введения политики защиты от песанкционированного доступа на производительность приложений и загрузку каналов связи. 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи тСР на выполнение приложения Оценка влияния размера окна тСР на выполнение приложения 8 Исследование влияния различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Оценка влияния различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений передачи файлов при различных сценариях. Дучение изменения времени отялика для приложений передачи файлов при различных сценариях. 11 Пакетно-комутированная технология дати времени отялика для приложений передачи файлов при различных спенариях. Производительность сети. 12 Оценка производительности WAN ириложении	5		принимая во внимание пользователей, услуги и
сети. 4 Внедрение и использование коммутированных ЛВС Исследование степени влияния конфигурации сети и типов коммутирующих устройств на пропускиую способность сети. 5 Технология ETHERNET Исследование зависимости производительности сети ETHERNET от се загрузки и размеров пакетов. 6 Применение межсетевого экрана для управления трафиком вычислительной сети Оценка влияния внедрения политики защиты от песанкционированного доступа на производительность сети 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи управление доступом к среде передачи управление доступом к среде передачи управление протокола контроля передачи TCP Применение технологии CSMA/CA и использования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование протокола контроля передачи TCP Оценка влияния размера окна троизводительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация длторитмов контроля перетузок, предостявлямые протоколо контроля передачи файлов при различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменни усмения зикиенток. 11 Пакетно-комиутирования технологии асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. Изучение взасяйствия уровней адаптации рехима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети от применения различных ходелериментов для оценки стелени изменения			размещение узлов для повышения производительности
4 Внедрение и использование коммутированных ЛВС Исследование степени влияния конфигурации сети и типов коммутирующих устройств на пропускную способность сети. 5 Технология ETHERNET Исследование зависимости производительность сети. 6 Применение межсетевого экрана для управления трафиком вычислительной сети Ощенка влияния внарения политики защить от приложений и загрузку каналов связи. 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи правление доступом к среде передачи производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 8 Исследование протокола контроля передачи TCP Оценка влияния размера окна протокола TCP, содержащетося в поле Windows size сетмента TCP на производительность сети. Сравнении их производительность в различных соделиения. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи Дайпов при различных сосединениях Frame Relay между серером и клиентом. 11 Пакетно-коммутирования технологии RElay сесей и изменения храми и клиен			сети.
коммутированных ЛВС типов коммутируованих устройств на пропускную способность сети. 5 Технология ЕТНЕRNЕТ Исследование зависимости производительности сети ЕТНЕRNЕТ от ее загрузки и размеров пакетов. 6 Применение межсетевого экрана для управления трафиком вычислительной сети Оценка влияния внедрения политики защиты от несанкционированиео доступа на производительность приложений и загрузку каналов сыязи. 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи тСР на выполнение приложения Применение технологии СSMA/CA и использования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна предачаратность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алторитмов контроля перегрузок, передачи Тапsmission Control Protocol (TCP) и серавнений их производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи Айлов при различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение воздействия уровей дадптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Пуовеление серии имигационных косеринения. Frame Провеление серии имигационных косеристися от от применения различных модемов и линних гато оценки степени изменения дарактерность сети.	4	Внедрение и использование	Исследование степени влияния конфигурации сети и
способность сети. 5 Технология ЕТНЕRNЕТ Исследование зависимости производительности сети ЕТНЕRNEТ ог ез загрузки и размеров пакетов. 6 Применение межсетевого экрана для управления трафиком вычислительной сети Оценка влияния внедрения политики защиты от несанкционированного доступа на производительность сети приложений и загрузку каналов связи. 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи и управление доступом к среде передачи тСР на выполнение приложения Применение технологии CSMA/CA и использования различных спенара окна тСР на выполнение приложения 8 Исследование влияния размера окна тСР на выполнение приложения Оценка влияния размера окна производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи ТСР приложений Демонстрация алгоритмов контроля передачи Гайлов при различных сценариев. 10 Влияние скорости канала РVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame приложений 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Проведение серии имитационных экспериментов для оценки соединений INTERNET для небольшой сети 13 Оценка производительность и и применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности и WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для длух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и з		коммутированных ЛВС	типов коммутирующих устройств на пропускную
5 Технология ЕТНЕRNET Исследование зависимости производительности сети ЕТНЕRNET от ее загрузки и размеров пакетов. 6 Применение межсетевого экрана для управления трафиком вычислительной сети Оценка влияния внедрения политики защиты от несанкционированного доступа на производительность приложений и загрузку квалалов связи. 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи итравление доступом к среде передачи управление доступом к среде передачи производительность сети. CSMA/CA и использования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна TCP, содержащетося в поле Windows size сетимента TCP, солержащетося в поле Windows size сетимента TCP на производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, передачи Tasmission Control Protocol (TCP) и сравнении их производительность в различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений ATM Изучение изменения крамения каля приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сереворо и клаентом. 11 Пакетно-комутированная технология и вебольшой сети приложения Изучение серии имитационных соединениях ралеруки вида асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 13 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети приложения Расчет и сравнении вре			способность сети.
Применение межестевого экрана для управления трафиком вычислительной сети ЕТНЕКРЕТ от ее загрузки и размеров пакетов. 6 Применения трафиком вычислительной сети Оценка влияния внедрения политики защиты от несанкционнурованного доступа на производительность приложений и загрузку каналов связи. 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи Применение технологии CSMA/CA и использования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна TCP на выполнение приложения 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Оценка влияния размера окна TCP на выполнение приложения 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Демонстрация длюритовя контроля передачи Transmission Control Protocol (TCP) и сравнении и к производительность в различных сценариях. 11 Пакетно-комутированная технология небольшой сети Изучение изменения времени отклика для приложений производительность сети. 12 Оценка производительности WAN пебольшой сети Провеление серии имитационных хосдинениях frame Melay между сервером и клиентов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных оценари об узих местах сетей. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичых задач: загрузки по протоколу НТР. 14	5	Texнология ETHERNET	Исследование зависимости производительности сети
6 Применение межестевого экрана для управления трафиком вычислительной сети Оценка влияния внедрения политики защиты от несанкционированного доступа на производительность приложений и загрузку каналов связи. 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи Применение технологии CSMA/CA и использования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна TCP на выполнение приложения 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алгоритмов контроля передачи TCP Оценка влияния размера окна TCP на выполнение приложения 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений ATM Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных сценариях. 11 Пакетно-коммутирования технология ATM Изучение изменения времени отклика для приложений передачи ATM 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изаличных олденерие вази. 13 Оценка соединения INTERNET для небольшой сети Расчет и сравнении времени отклика для дву критичных задач: загрузки ко портоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTP. 14 Проектирование кобельной системы исстей кафедры BУЗа и кампуса Изучение кабельных с			ETHERNET от ее загрузки и размеров пакетов.
управления трафиком вычислительной сети несанкционированного доступа на производительность приложений и загрузку каналов связи. 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи Применение технологии CSMA/CA и использования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алгоритмов контроля перегузок, передачи Transmission Control Protocol (TCP) и сравнении их производительность сети. Сравнение различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи ATM 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM 12 Оценка производительности WAN приложения Проведение серии имитационных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу HTTP. 14 Проектирование кабельной системы приложения Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектировании кабельных систем для структурного моделирования с	6	Применение межсетевого экрана для	Оценка влияния внедрения политики защиты от
сети приложении и загрузку каналов связи. 7 Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи Применение технологии CSMA/CA и использования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна TCP на выполнение приложения 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, предоставляямые протоколом контроля передачи TCP 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений производительность сети. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи Ити и класосов услуг на производительность сети. 12 Оценка производительности WAN приложения Проведение серии имитационных хеспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных моделов у ПР и загрузки Web страницы по протоколу FTP и загрузки Web 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTP. 14 Проектирование кабельной системы для структурного моделирования сетей. Изучение рекомендаций по проектированию об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы для структурного модел		управления трафиком вычислительной	несанкционированного доступа на производительность
7 Проектирование Wreless Lan и управление доступом к среде передачи Применение технологии СSMA/CA и использования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна протокола TCP, содержащегося в поле Windows size сегмента TCP на производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, передачи TCP передачи TCP 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных ходемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по проотоколу HTTP. 14 Проектирование кабельной системы и сетей кафедры BY3a и кампуса Создание имитационных коделей сети кафедры и BY3a и показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы и и спетем кабельной системы и и систем текекомуникаций <td>_</td> <td>сети</td> <td>приложении и загрузку каналов связи.</td>	_	сети	приложении и загрузку каналов связи.
управление доступом к среде передачи различных опций стандарта пере 20.1 гв осспроводной сети Wi-Fi. Восспероводной сети Wi-Fi. 8 Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна протокола TCP, содержащегося в поле Windows size сегмента TCP на производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, предоставляемые протоколом контроля передачи Transmission Control Protocol (TCP) и сравнении их производительности в различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приожений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соедниений INTERNET для небольшой сети Проведение серни имитационных хопериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для друх критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных кабельности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование ка	1	Проектирование Wireless Lan и	Применение технологии CSMA/CA и использования
8 Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна TCP на выполнение приложения Оценка влияния размера окна протокола TCP, содержащегося и в поле Windows size сегмента TCP на производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, предоставляемые протоколом контроля передачи Tansmission Control Protocol (TCP) и сравнении их производительности в различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология небольшой сети Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи АТМ и клаесов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу HTTP. 14 Проектирование кабельной системы для структуриование кабельной системы иля структуриово моделированию сетей и и систет телекомуникация сетей и изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для двуличных сетевых технологий. 16 Краткий обзор программных систем имитационного		управление доступом к среде передачи	сети Wi-Fi
определять выпляния размера окна Поскледование выпляния размера окна Поскледование протокола гест, сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP па производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP па производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология АTM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование системы Создание имитационных моделей сети для двух критичных сетей. 15 Проектирование кабельной системы ли стректированных кабельных систем для различных сете для отруктуриого моделирования сетей Изучение характеристик различных систем для различных систем для структурного моделирования сетей 16 Краткий обзор программных систем и	8	Исследование влияния размера окна	
Пот на винолнение приложения Содержащуются в пасто ст. Сравнение результатов производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев. 9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, передачиТапsmission Control Protocol (TCP) и сравнении их производительность в различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно–коммутированная технология ATM Изучение воздействии уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование кабельной системы для структурного моделирования систем для структурного моделирования систем и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных полулярных систем имитационного моделирования сетей и и систем телекомичника	0	ТСР на выполнение приложения	соденка влияния размера окна протокола тет,
10 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, предоставляемые протоколом контроля передачи Transmission Control Protocol (TCP) и сравнении их производительности в различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных сценариях. 11 Пакетно–коммутированная технология АTM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнения различных модемов и линий связи. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры BУЗа и кампуса Расчет и сравнении ремени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование кабельной системы и систем кафедры BV3a и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и BV3a и проведение экспериментов них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы и систем телекомиуникаци сетей и систем телекомиуникаций Изучение характеристик различных систем имитационного моделирования сетей и ииитационного моделирования сетей ииитационного моделирования сетей ииитационного моделирования сетей			произволительность сети. Сравнение результатов
9 Моделирование протокола контроля передачи TCP Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, предоставляемые протоколом контроля передачи/Transmission Control Protocol (TCP) и сравнении их производительности в различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры BУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и BУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных систем для различных сетевых технологий.			различных сценариев.
передачи ТСР предоставляемые протоколом контроля передачиТгальтязison Control Protocol (TCP) и сравнении их производительности в различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных систем для различных сетевых технологий. 16 Краткий обзор программных систем и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их соавнительный анализ.	9	Моделирование протокола контроля	Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок,
передачиТгальттізькоп Control Protocol (ТСР) и сравнении их производительности в различных сценариях. 10 Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры BУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и BУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы для структурного моделирования систем и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей сетавых технологий.		передачи ТСР	предоставляемые протоколом контроля
их производительности в различных сценариях. 10 Влияние скорости канала РVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и BУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы лля структурного моделирования систем для структурного моделирования систем и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных полулярных систем и илитационного моделирования сетей связи и их сетевых технологий.			передачиTransmission Control Protocol (TCP) и сравнении
10 Влияние скорости канала РVC FRAME RELAY на производительность приложений Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и BУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы для структурного моделирования систем и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сетевых технологий.			их производительности в различных сценариях.
RELAY на производительность приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их стравнительный анализ.	10	Влияние скорости канала PVC FRAME	Изучение изменения времени отклика для приложений
приложении Кејау между сервером и клиентом. 11 Пакетно-коммутированная технология ATM Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей и имитационного моделирования сетей связи и их		RELAY на производительность	передачи файлов при различных соединениях Frame
11 Пакетно-коммутированная технология АТМ Изучение воздеиствия уровней адаптации режима асинхронной передачи АТМ и классов услуг на производительность сети. 12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.	11	приложении	кепау между сервером и клиентом.
12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.	11	Пакетно–коммутированная технология	Изучение воздеиствия уровнеи адаптации режима
12 Оценка соединений INTERNET для небольшой сети Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей и систем телекоммуникаций		AIM	произволительность сети
12 Оценка сосединский и и польски гадиа проведение серии изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных сетевых технологий. 16 Краткий обзор программных систем для структурного моделирования сетей и узучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.	12	Оценка соединений INTERNET для	Проделение серии имитанионных экспериментор пля
Постоящение и мостоя сени Применения различных модемов и линий связи. 13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры BУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и BУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы и систем телекоммуникаций Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных имитационного моделирования сетей и и их	12	небольшой сети	оценки степени изменения характеристик сети от
13 Оценка производительности WAN приложения Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры BУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и BУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы структурированных кабельных систем для различных и систем телекоммуникаций Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных и митационного моделирования сетей и митационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.			применения различных модемов и линий связи.
приложения задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы и проведение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных сетевых технологий. 16 Краткий обзор программных систем и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей и систем телекоммуникаций	13	Оценка производительности WAN	Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных
Страницы по протоколу НТТР. 14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы и систем структурированных кабельных систем для различных и систем телекоммуникаций Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных и митационного моделирования сетей имитационного моделирования сетей связи и их и систем телекоммуникаций		приложения	задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web
14 Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы и систем структурированных кабельных систем для различных сетевых технологий. Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных сетевых технологий. 16 Краткий обзор программных систем для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.			страницы по протоколу НТТР.
сетей кафедры ВУЗа и кампуса проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных сетевых технологий. 16 Краткий обзор программных систем для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.	14	Проектирование и моделирование	Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и
показателей производительности и информации об узких местах сетей. 15 Проектирование кабельной системы и систем для различных систем для различных систем для различных и систем телекоммуникаций Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных и систем телекоммуникаций 16 Краткий обзор программных систем и и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.		сетей кафедры ВУЗа и кампуса	проведение экспериментов на них для получения
Местах сетеи. 15 Проектирование кабельной системы Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных сетевых технологий. 16 Краткий обзор программных систем для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.			показателей производительности и информации об узких
15 Проектирование кабельной системы Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных сетевых технологий. 16 Краткий обзор программных систем для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.			местах сетей.
структурированных каоельных систем для различных сетевых технологий. 16 Краткий обзор программных систем для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.	15	Проектирование кабельной системы	Изучение рекомендаций по проектированию
16 Краткий обзор программных систем для структурного моделирования сетей Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их и систем телекоммуникаций сравнительный анализ.			структурированных каоельных систем для различных
изучение характеристик различных популярных систем для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций и систем телекоммуникаций	16	หางานหนังก่างการการการการการการการการการการการการการก	
и систем телекоммуникаций сетем иминиционного моделирования сетем связи и их	10	краткии обзор программных систем лля структурного молелирования сетей	имитационного молепирования сетей связи и их
		и систем телекоммуникаций	сравнительный анализ.

Таблица 1 – Основные	решаемые задачи и их	реализация в про	раммных системах



Рис.1 – Технология IT Guru



Рис.2 – Окно редактора проекта

Несколько наиболее часто используемых действий меню могут быть доступны через панель инструментов, она отображена на рисунке 3, в таблице 2 показан их функционал.



Рис.3 – Панель инструментов

1. Открыть палитру компонентов	7. Импорт готовых моделей
2. Отключить выделенный объект	8. Просмотр трафика
3. Проверить работоспособность соединения	9. Настроить моделирование отдельных событий
4. Назад в родительскую подсеть	10. Посмотреть результаты моделирования
5. Увеличить масштаб	11. Показать/скрыть все графики
6. Уменьшить масштаб	

Центральное место в редакторе занимает прокручиваемая рабочая область. В ней располагается модель сети, собранная из узлов и каналов передачи данных, там же можно выделять и перемещать объекты, а также вызывать контекстные меню нажатием правой кнопки мыши на фоне (рисунок 4).



Рис.4 – Узлы сети и каналы передачи данных

Предположим, что планируется расширение внутренней сети некоторой компании. В данный момент компания использует сетевую топологию типа «звезда» на одном этаже и планирует добавить еще одну сеть с такой же топологией на другом этаже. Необходимо спроектировать такую сеть и убедиться, что дополнительная нагрузка от второй сети будет приемлемой. Краткое описание этапов решения этой задачи состоит из совокупности следующих шагов.

Проектирование сети.

1. Установить модель центрального узла (Center Node Model) в 3C_SSII_1100_3300_4s_ae52_e48_ge3 – это коммутатор 3Com.

2. Установить модель периферийного узла (Periphery Node Model) в Sm_Int_wkstn и изменить количество (Numbers) на 30. Этим создается 30 Ethernet станций в качестве периферийных узлов.

- 3. Установить модель канала связи (Linkmodel) в 10BaseT.
- 4. Определить, где (на карте или плане) будет размещаться новая сеть.
- 5. Установить координаты X center и Y center на 25.
- 6. Установить >paduyc> (Radius) на 20.
- 7. Нажать Ok (рисунок 5).

После нахождения и установки всех объектов, а также всех приложений сети в редакторе отобразится сеть первого этажа (рисунок 5).После выбора глобальных статистик (загрузки каналов, задержки пакетов, длин очередей и т.п.) запускаем прогон модели и получаем графики усредненных данных статистик. После их анализа аналогично строим расширение сети для второго этажа и уже запускаем прогон расширенной сети. Далее анализируем полученные статистики и убеждаемся в том, что расширение сети не существенно повышает полученные статистики для сети первого этажа.



Рис.5 – Сеть первого этажа

В приложении к учебному пособию приведена полная инструкция по установке и запуску программной системы. Литература по применению программной системы приведена в [3–6]. В основу таких программных систем положена универсальная программа дискретно-событийного моделирования, доступная с сайта [7]. Оболочку их составляют различные редакторы проектов с включенными базами ресурсов сети. С использованием таких технологий можно решить, как научные задачи из области сетевых технологий, так и практические задачи по оптимизации реальных сетей [8, 9].

В работе [10] авторами представлено расширение программы имитации с использованием генератора псевдослучайных последовательностей по закону Гамма распределения, который имеет широкий диапазон изменения коэффициента вариации случайной величины в зависимости от параметров закона распределения. Данная программа имитации применяется для моделирования современного телетрафика, а результаты таких исследований опубликованы в многочисленных работах авторов.

О возможности применения предлагаемых решений в военной сфере

На взгляд авторов технологии ITGURU со встроенным функционалом имитационного моделирования можно бы было использовать и в высших военных учебных заведениях страны. Для этого специалисты могли бы расширить задания, решенные в упомянутых учебных пособиях. Для этого, во-первых, можно использовать учебное пособие, изданное авторами и размещенное в ЭБС «Лань». Во-вторых, для имитации отечественных систем связи специального назначения можно использовать ресурсы Riverbed Modeler, которые ПО своим характеристикам схожи отечественными. Необходимо заметить, что подобные зарубежные системы имитации реализованы в двух вариантах: академическая версия как свободное ПО используется студентами ВУЗов, а коммерческий вариант с гораздо более широким функционалом может использоваться и зарубежными военными к примеру, для моделирования поведения спутников связи.

Заключение

На основе представленного доклада можно сделать следующие выводы:

Имеющиеся в открытом доступе технологии ИМ для проектирования и моделирования компьютерных сетей и сетей связи необходимо широко рекламировать и использовать в учебном процессе для обучения студентов современным информационным технологиям.

Возможно, после многолетнего применения доступного зарубежного опыта, например, в виде технологии ITGURU и у нас появятся такие удобные сервисы для обучения студентов. Тогда и может появиться масса возможностей применения ИМ в нашей экономике.

Литература

- 1. Проектирование и моделирование сетей ЭВМ в системе OPNET MODELER. Лабораторный практикум / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, А.Л. Коннов, Ю.А. Ушаков – Самара: 2008. – 233 с.
- 2. Проектирование и моделирование сетей связи в системе RIVERBED MODELER. Лабораторный практикум / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, С.В. Малахов, Ю.А. Ушаков – Самара: 2016. – 260 с.
- Riverbed to Acquire OPNET Technologies, Inc. [Электронный ресурс] / 2015. Режим доступа: www.riverbed.com/about/news-articles/press-releases/ riverbed-to-acquireopnet-technologies-inc.html, свободный. – Загл. с экрана.
- J. Theunis, B. Van den Broeck, P. Leys, J. Potemans1, E. Van Lil, A. Van de Capelle, «OPNET in Advanced Networking Education» [Электронный ресурс] / 2015.
 Режим доступа: www.esat.kuleuven.ac.be/telemic/networking/opnetwork02_johan.pdf, свободный. Загл. с экрана.
- Modeler Academic Edition. Riverbed Technology [Электронный ресурс] / 2015.– Режим доступа: www.riverbed.com/products/performance-management-control/ network- performance-management/network-simulation.html, свободный. – Загл. с экрана.
- 6. Space: Academic Edition Tutorials [Электронный ресурс] / 2015. Режим доступа: www.splash.riverbed.com/ community/product-lines/ steelcentral/university-support-center/ academic-edition-tutorials, свободный.- Загл. с экрана.
- 7. Режим доступа: https://www.mheducation.com/highered/contact.html, свободный. Загл. с экрана.
- 8. **Тарасов В.Н., Коннов А.Л., Ушаков Ю.А.** Анализ и оптимизация локальных сетей и сетей связи с помощью программной системы OPNET MODELER / Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 6-2 (56). С.197-204.
- 9. **Малахов С.В., Тарасов В.Н., Карташевский И.В.** Теоретическое и экспериментальное исследование задержки в программно-кофигурируемых сетях / Инфокоммуникационные технологии. 2015. Т.13. №4. С.409-413.
- 10. **Карташевский И.В., Тарасов В.Н.** Программно-реализованная имитационная модель массового обслуживания общего вида / Инфокоммуникационные технологии. 2009. Т.7. №2. С.63-68.