

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
 ФЕДЕРАЦИИ  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
 образования  
 "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 14

УТВЕРЖДАЮ  
 Руководитель направления  
 д.т.н., проф. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)  
 М.Б. Сергеев \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 «24» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сетевые технологии»  
 (Наименование дисциплины)

|   |   |
|---|---|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 09.03.01  |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Информатика и вычислительная техника                            |
| Наименование<br>направленности                        | Автоматизированные системы обработки информации и<br>управления |
| Форма обучения  | очная   |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а) \_\_\_\_\_  
 ст. преподаватель \_\_\_\_\_ П.Л. Волков \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 14  
 «15» июня 2021 г, протокол № 11

Заведующий кафедрой № 14  
 к.т.н., доц. \_\_\_\_\_ В.Л. Оленев \_\_\_\_\_  
 (уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.03.01(01)  
 доц., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_ А.В. Шахомиров \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе  
 ст. преподаватель \_\_\_\_\_ В.Е. Таратун \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Сетевые технологии» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Автоматизированные системы обработки информации и управления». Дисциплина реализуется кафедрой «№14».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими и практическими аспектами изучения и построения сетей связи.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины «Сетевые технологии» является получение студентами знаний о различных типах связи и стандартах сетей, истории и ключевых моментах развития сетей связи, базовым теоремам и определениям, пониманию пользы и вреда электросвязи, системам нумерации, основам теории массового обслуживания для расчёта сетей связи, базовым понятиям теории графов для анализа сетей связи. Так же получение студентом умений, навыков и опыта деятельности в практическом анализе протоколов трафика локальной сети и сети Интернет, теоретического построения оптимальной сети с заданными параметрами, теоретического анализа временных процессов в сети с различными способами коммутации (каналов, сообщений, пакетов).

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  |
|--------------------------------|---|---|
| Профессиональные компетенции   | ПК-2 Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности | ПК-2.3.1 знать методы концептуального, функционального и логического проектирования, принципы разработки технико-экономических характеристик вариантов концептуальной архитектуры<br>ПК-2.У.1 уметь разрабатывать технико-экономическое обоснование, определять ключевые свойства системы, определять ограничения системы, варианты концептуальной архитектуры системы<br>ПК-2.В.1 владеть определением ключевых свойств системы, определением ограничений системы, вариантами концептуальной архитектуры системы, описанием технико-экономического обоснования |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Теория вероятности».
- «Организация ЭВМ и вычислительных систем».
- «Программирование ПЯВУ».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Сети ЭВМ и телекоммуникации».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы  | Всего  | Трудоемкость по семестрам |
|---|--------|---------------------------|
|   |        | №6                        |
| 1   | 2      | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>   | 3/ 108 | 3/ 108                    |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>   | 34     | 34                        |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>   | 51     | 51                        |
| в том числе:  |        |                           |
| лекции (Л), (час)   | 17     | 17                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  |        |                           |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   | 34     | 34                        |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  |        |                           |
| экзамен, (час)  | 45     | 45                        |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>  | 12     | 12                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) ) | Экз.   | Экз.                      |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины  | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|---|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 6   |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Базовые представления о сетях связи                         | 2            |               |          |          | 1         |
| Раздел 2. Некоторые теоремы, определения, методы                      | 2            |               |          |          | 1         |
| Раздел 3. Зачем людям электросвязь. Польза и вред                     | 2            |               |          |          | 1         |
| Раздел 4. История и ключевые моменты возникновения сетей электросвязи | 2            |               |          |          | 1         |
| Раздел 5. Системы нумерации на сетях связи                            | 2            |               |          |          | 1         |
| Раздел 6. Теоретический расчёт сетей связи                            | 7            |               | 24       |          | 4         |
| Раздел 7. Изучение протоколов и утилит сети Интернет                  |              |               | 12       |          | 4         |
| Итого в семестре:   | 17           |               | 34       |          | 12        |
| Итого   | 17           | 0             | 34       | 0        | 12        |

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий   |
|---------------|---|
| Раздел 1      | Базовые представления о сетях связи   |
| Тема 1.1      | Многообразие сетей. Рассматриваются жизненные примеры и протоколы сетей связи   |
| Тема 1.2      | Связь, типы связи. Определение. Классификация. Сочетание различных типов связи между собой  |
| Раздел 2      | Некоторые теоремы, определения, методы. Определения. Типы устройств передачи данных. Линии связи. Каналы. Разделение каналов в одной линии связи. Разделение нескольких абонентов в одном канале. Скорость передачи по каналу. Скорость распространения в линии связи. Задержка. Джиттер. Блуждание. Время передачи. Коэффициент пульсации трафика. Теорема Котельникова. Импульсно кодовая модуляция. Дифференциальная (дельта) импульсно кодовая модуляция. Базовый цифровой канал. Бод. Физическое кодирование. Перемеживание. Скремблирование. Критерий Найквиста. Блокировка. Тупик. Livelock. |
| Раздел 3      | Зачем людям электросвязь. Польза и вред   |
| Раздел 4      | История и ключевые моменты возникновения сетей электросвязи   |
| Раздел 5      | Системы нумерации на сетях связи  |
| Тема 5.1      | Системы нумерации на сетях связи. Определения. Классификация типов адресов. Сравнение типов адресов. Сочетание различных типов адресов между собой. Рекомендация E.164. Визуализация телефонных кодов стран   |
| Тема 5.2      | Нумерация в стационарной телефонной сети. Формат номера географической зоны. Национальный номер абонента России и Казахстана. Российская система и план нумерации. Реестр российский системы и плана нумерации  |
| Тема 5.3      | Нумерация в подвижной сотовой телефонной сети. Формат международного идентификационного номера мобильного абонента. Международный идентификационный номер мобильной станции. Формат набираемого при звонке номера абонента России и Казахстана.   |
| Тема 5.4      | Звонки с аппаратов стационарной и сотовой телефонной сети   |
| Раздел 6      | Теоретический расчёт сетей связи  |
| Тема 6.1      | Основы теории массового обслуживания для анализа сетей связи. Определения. Соответствие теории очередей и сетей связи. Простейшая однолинейная модель обслуживания. Средние интенсивности поступления и обслуживания заявок. Параметры сети, которые будут рассчитываться с помощью теории очередей, их предварительная оценка. Символика Кендалла  |
| Тема 6.2      | Распределения случайных величин. Случайная величина и её характеристики. Различные распределения случайной величины. Соответствие распределений случайной величины различным параметрам сетей связи. Распределение Пуассона   |
| Тема 6.3      | Системы M/M/1, M/M/q, M/M/q/m, M/G/1. Диаграмма состояний (цепь Маркова). Вывод формулы $p_n$ – нахождения системы в состоянии 'в   |

|          |   |
|----------|---|
|          | накопителе p заявок. Расчёт средней производительности системы. Расчёт ёмкости накопителя. Формула Литтла. Расчёт среднего времени нахождения заявки в системе. Расчёт среднего времени нахождения заявки в очереди |
| Тема 6.4 | Некоторые особенности сети линий связи. Аппроксимация Клейнрока. Теорема Джексона   |

4.3. Практические (семинарские) занятия  
Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                           |                            |                     |                      |

4.4. Лабораторные занятия  
Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Наименование лабораторных работ   | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|---|---------------------|----------------------|
| Семестр 6 |   |                     |                      |
| 1         | Изучение сетевых протоколов и утилит  | 12                  | 7                    |
| 2         | Проектирование вычислительных сетей. Методы теории графов для расчёта сетей связи                               | 4                   | 6                    |
| 3         | Проектирование вычислительных сетей. Оптимальный алгоритм построения минимальной сети с заданными ограничениями | 8                   | 6                    |
| 4         | Коммутация каналов, сообщений, пакетов  | 10                  | 6                    |
| Всего     |   | 34                  |                      |

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 6, час |
|---|------------|----------------|
| 1   | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 5          | 5              |

|   |    |    |
|---|----|----|
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |    |    |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                |    |    |
| Выполнение реферата (Р)                           |    |    |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 5  | 5  |
| Домашнее задание (ДЗ)                             |    |    |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                |    |    |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 2  | 2  |
| Всего:  | 12 | 12 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/ URL адрес | Библиографическая ссылка  | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|-----------------|---|---|
| 681.3 Б52       | Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных. – М.: Мир, 1989   | 15  |
| 004(075) О-54   | Олифер В.Г., Олифер Н.А.. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 944 с          | 50  |
| 004 С81         | Современные компьютерные сети. 2-е изд. / В. Столлингс. – СПб.: Питер, 2003   | 6   |
| 004 К 90        | Технологии корпоративных сетей / М. Кульгин. – СПб. : ПИТЕР, 1999. – 700 с  | 1   |
| 621.391 Ш33     | Сети связи: протоколы, моделирование, анализ: в 2 кн. / Шварц М. – М. : Наука, 1992. – 336 с  | 14  |
| 004 Б 20        | Балонин, Н. А. Беспроводные персональные сети: учебное пособие / Н. А. Балонин, М. Б. Сергеев; СПбГУАП. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2012. - 60 с | 60  |
| 621.395 Г63     | Гольдштейн Б.С. Системы коммутации: Учебник для ВУЗов. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2003. – 318 с   | 5   |
| 004 И78         | Ирвин Дж., Харль Д. Передача данных в сетях: инженерный подход. - СПб: БХВ-Петербург, 2003  | 5   |
| 621.395 Р 75    | Росляков, А. В. Сети доступа: учебное пособие. - М. : Горячая линия - Телеком, 2008. - 96 с   | 10  |
| 621.396 С 43    | Скляр, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие. - 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2010. - 272 с                         | 24  |
| 621.395 Т 31    | Телефонная связь: прошлое, настоящее, будущее: материалы Пятых научных чтений, посвященных Дню радио - празднику работников всех отраслей       | 1   |

|            |  |   |
|------------|--|---|
|            | связи ( 5 мая 2012 г. ) / Центр. музей связи им. А. С. Попова; ред. Н. А. Борисова. – СПб: ЦМС им. А.С. Попова, 2012. - 111 с                        |   |
| 004 Т 98   | Тюхтин, М. Ф. Системы Интернет-телевидения. - М.: Горячая линия - Телеком, 2008. - 320 с   | 1 |
| 004.9 Т 31 | Телекоммуникационные технологии. Введение в технологии GSM: учебное пособие / С. Б. Макаров [и др.]. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2008. - 256 с | 3 |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес | Наименование |
|-----------|--------------|
|           |              |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование                           |
|-------|--|
|       | Анализатор трафика (sniffer) Wireshark |

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория                                      |                                     |
| 2     | Компьютерный класс  |                                     |

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|----------------------------|
| Экзамен                      | Список вопросов к экзамену |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций


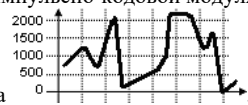
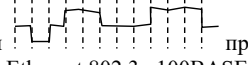
| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций   |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала                      |   |
| «отлично»<br>«зачтено»                | – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;<br>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;<br>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;<br>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– свободно владеет системой специализированных понятий. |
| «хорошо»<br>«зачтено»                 | – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;<br>– не допускает существенных неточностей;<br>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;<br>– аргументирует научные положения;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– владеет системой специализированных понятий.  |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;<br>– допускает несущественные ошибки и неточности;<br>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;<br>– слабо аргументирует научные положения;<br>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;<br>– частично владеет системой специализированных понятий.                 |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | – обучающийся не усвоил значительной части программного материала;<br>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;<br>– испытывает трудности в практическом применении знаний;<br>– не может аргументировать научные положения;<br>– не формулирует выводов и обобщений.   |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № | Перечень вопросов (задач) для экзамена |
|---|--|
|   |  |

|     |  |
|-----|--|
| п/п |  |
| 1   | Нарисуйте схему стационарной телефонной сети.  |
| 2   | Назовите область сетей связи, в которой применяются стандарты передачи информации: FCC (США), CENELEC-A,B (Европа), IEC 61334.   |
| 3   | Классифицируйте по всем признакам классификации электросвязи сеть на кристалле (network on chip, NoC).   |
| 4   | Принцип организации (тип передаваемой информации, режим передачи, с помощью какого физического явления природы осуществляется передача, мобильность) подвижной (мобильной) оптической волоконной видеотелефонной сети.                   |
| 5   | Чем концентратор (hub) лучше маршрутизатора (router)?  |
| 6   | Поиск требуемого выходного порта в узле коммутации это индексация, инкапсуляция, коммутация, авторизация, идентификация, фрагментация или что-то другое?   |
| 7   | Нарисуйте сеть: 3 узла коммутации, 4 абонента, 5 линий связи, 4 волновых канала WDMA, 1 кодовый канал CDMA, 4 временных канала TDMA, 1 поляризационный канал PDM, с использованием доступа 'с опросом'.                                  |
| 8   | К какому типу сигнала (аналоговый, цифровой, какой-то другой) относится сигнал  ?   |
| 9   | Битовый интервал (bit time, bt) 100 нс. Задержка передачи 20 мкс. Чему равна скорость передачи по каналу?  |
| 10  | Скорость передачи в одномодовой (SMF, Single Mode Fibre) волоконной оптической линии связи (ВОЛС) 5 Гбит/с. Чему равна скорость распространения оптического сигнала?   |
| 11  | Укажите значения задержек передачи 7 пакетов создающих среднюю флуктуацию (jitter) передачи пакетов 1 мс.  |
| 12  | Напишите цифровой поток данных, образуемых при импульсно-кодовой модуляции (Pulse Code Modulation, PCM) для аналогового сигнала  ?                      |
| 13  | Чему равна частота дискретизации дифференциальной (дельта) импульсно-кодовой модуляции (Differential/Delta Pulse Code Modulation, DPCM) при расчёте скорости базового цифрового канала (элементарного канала цифровых телефонных сетей)? |
| 14  | Какая последовательность бит закодирована сигналом  при использовании кодировки MLT-3 (используется в Fast Ethernet 802.3u 100BASE-TX, CDD1)?         |
| 15  | Какое количество амплитуд (на одну фазу) использует квадратичная амплитудная модуляция QAM-64 (прямоугольная) (используется в Wi-Fi 802.11a/g/n, WiMAX 802.16a/e)?   |
| 16  | Выполните перемежение информации на последовательности бит 0100111101011111.   |
| 17  | Спектр линии связи расположен в диапазоне 2,5-3 ГГц. Для кодирования информации используется квадратичная амплитудная модуляция QAM-32 (прямоугольная). Чему равна максимальная битовая скорость линии связи?                            |
| 18  | Назовите три способа борьбы с тупиками (deadlockами) в сети, гарантирующие защиту от тупика (deadlocka).   |
| 19  | Принцип работы электромагнитного телеграфа, впервые продемонстрированного в 1832 году в России П.Л. Шиллингом.   |

|    |   |
|----|---|
| 20 | Создайте иерархическую (И) нумерацию для 12 объектов используя одно- и трёх-значные (в пределах одного уровня) адреса (в шестнадцатеричной системе счисления).  |
| 21 | Международный номер абонента (МНА) стационарной телефонной сети 242892341097129. Чему равен код зоны всемирной нумерации (КЗВН)?  |
| 22 | Какие ёмкости нумерации могут выделяться для одного оператора в реестре российской системы и плана нумерации (01.09.2015) федерального агентства связи (РОССВЯЗЬ)?  |
| 23 | Какой номер со стационарного телефонного аппарата города Загреб (код города 1) страны Хорватия (код зоны всемирной нумерации (КЗВН) 385), находящейся в зоне кодов зон всемирной нумерации (КЗВН) "Европа 3**, 4**" надо набрать, чтобы позвонить абоненту номер 87654321 спутниковой сети Inmarsat (код зоны всемирной нумерации (КЗВН) 870 – Общий код доступа к сети)? |
| 24 | Ёмкость накопителя (Н) в простейшей однолинейной модели обслуживания (ПОМО) равна 29. Чему равен максимальный размер очереди?   |
| 25 | Теория массового обслуживания (ТМО). Коэффициент использования (загрузки) системы $\rho$ всегда $<1$ . Средняя длина очереди (без учёта обрабатываемых заявок) всегда: $<0$ ; $=0$ ; $<0.5$ ; $<<1$ ; $<1$ ; $\leq 1$ ; $=1$ ; $\geq 1$ ; $>1$ ; $>>1$ ; $>3.1$ ; $>10$ ; $>100$ ?  |
| 26 | Запишите символику Кендалла для системы: в call-центре работают 10 телефонных операторов, работу которых регулирует диспетчер. 16-входовой многоканальный коммутатор способен хранить 20 звонков. Звонки обрабатываются согласно потоку Эрланга порядка 4 (E4) и поступают согласно потоку Эрланга порядка 6 (E6).  |
| 27 | Система M/M/1. Средняя интенсивность поступления заявок $\lambda = 250$ . Средняя интенсивность обработки заявок $\mu = 300$ . Чему равна вероятность ( $p_0$ ) нахождения системы в состоянии 'в накопителе 0 пакетов'?  |
| 28 | Система M/M/1/14. Средняя интенсивность поступления запросов на установку соединения $\lambda = 30$ , средняя интенсивность обработки запросов $\mu = 32$ . Средняя производительность системы (с учётом того, что в системе не всегда есть запросы) равна: 2,1; 28,8; 30; 30,5; 31,9; 32; 32,1; 62; $\infty$ .   |
| 29 | Чему равно среднее количество пакетов в системе (пакеты в очереди + обрабатываемые пакеты) $E_n^{M/M/1}$ , если средняя интенсивность поступления пакетов $\lambda = 1000$ , средняя интенсивность обработки пакетов $\mu = 1005$ ?   |
| 30 | В каком случае IP-пакет версии 4, проходящий от хоста источника до хоста приёмника через 6 сетей, ни разу не будет фрагментироваться?   |
| 31 | Идёт отправка IP-пакета. Для IP-адреса этого IP-пакета запись в ARP-таблице есть. Сетевому интерфейсу с таким IP-адресом в сети (поддерживающей широковещание) нет. Работает протокол ARP (Address Resolution Protocol). Что произойдёт с IP-пакетом?   |
| 32 | Заголовок IP-пакета версии 6 выглядит следующим образом (запись согласно RFC 791 (1981 год)): 0x64080661_32A6678F_A732393E_3A09FEF9_570C98C9_000001CD_00F9CCE2_A198145B_0489B49E_78606007. Где находится поле 'Приоритет'? Чему равно значение этого поля?  |
| 33 | Кому шлёт DNS-запрос DNS-сервер уровня DNS-клиента для решения обратной задачи при рекурсивной (итеративной) схеме разрешения имён?   |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета |
|-------|---|
|       | Учебным планом не предусмотрено                     |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено  |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов |
|-------|--|
|       | Не предусмотрено                       |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

- Введение. Описание многообразия сетей связи на планете Земля.
- Классификация различных типов связи.
- Подача базовых понятий, определений, терминов, методов, применяемых в сетях связи.
- Обсуждение назначения электросвязи. Её пользы и вреда для людей.
- История электросвязи. Ключевые моменты, идеи.
- Нумерация в сетях связи.
- Применение основ теории массового обслуживания для расчёта сетей связи.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

##### Лабораторная работа №1. Изучение сетевых протоколов и утилит

Цель работы: изучение сетевых протоколов Ethernet, ARP, IP, ICMP, UDP, TCP, DHCP, DNS с помощью сетевых утилит arp, ipconfig, ping, tracer, сетевых настроек ОС и анализатора трафика Wireshark. Сетевые утилиты, настройки ОС, анализатор трафика, сетевые протоколы изучаются студентом самостоятельно.

Варианты заданий:

| Вар. | Параметры   |                              |  |  |
|------|---|------------------------------|--|--|
| 1    | Найти сообщения об ошибках в сети   | IPv4.DF                      | DNS.TC (прямая задача)   | DHCP.IP-адрес следующего DHCP-сервера                |
|      | nslookup NAME   | TCP.Выравнивание             | Найти компьютеры локальной сети, работающие в настоящий момент по протоколу IPv6 | X  |
| 2    | С помощью анализатора трафика узнать время между ARP-запросом и ARP-ответом | ICMP.Дополнительное.IP-адрес | TCP.Указатель срочности  | DNS.Дополнительная информация.Данные (прямая задача) |

| Вар. | Параметры   |  |  |   |
|------|---|--|--|---|
|      | IPv6.Номер версии   | Экспериментально узнать по какому протоколу выполняется доступ к папкам другого компьютера                             | DHCP.IP-адрес DHCP-агента  | X   |
| 3    | ARP.Длина AA  | ICMP.Данные.Случайные  | IPv4.DSCP. Вариант   | DNS.RD (обратная задача)  |
|      | nslookup NAME NAME2   | Узнать, через какой тип сетевого устройства (шина, концентратор (hub), коммутатор (switch)) компьютер соединён с сетью | ipconfig.Аренда истекает в выдаваемой информации   | X   |
| 4    | IPv4.Тип сервиса.D  | ICMP.Данные.IP-заголовок   | Ethernet. SFD  | DNS.RA (прямая задача)  |
|      | Настройка ОС.Свойства.Поддержка.П.одробности.Физический адрес                                   | Экспериментально узнать по каким папкам удалённого компьютера ходили с другого компьютера                              | TCP.Параметры.Размер опции   | X   |
| 5    | IPv4.Общая длина пакета   | UDP.Порт источника   | DHCP.Длина AA  | DNS.Количество записей запросов (прямая задача)                   |
|      | Найти в сети кадры Ethernet, в которые вложены пакеты, не соответствующие типу поля T           | TCP.FIN  | nslookup [no]vc  | X   |
| 6    | Добавление динамической записи в таблицу ARP  | IPv6.Приоритет   | ipconfig.MAC-адрес в выдаваемой информации   | DNS.Дополнительная информация.Длина поля данных (обратная задача) |
|      | Время жизни записи в КЭШе DNS   | TCP.Данные   | Сравнить маршруты, время отклика и качество связи до разных IP-адресов, закреплённых за одним сайтом | X   |
| 7    | IPv4.Контрольная сумма заголовка  | DHCP.Код операции  | ipconfig.IP-адрес в выдаваемой информации  | DNS.Тип ответа (прямая задача)                                    |
|      | Размер поля данных TCP-сегмента   | ping -i  | Найти пакеты разных канальных протоколов (например, Ethernet, Wi-Fi, BlueTooth, TokenRing)           | X   |
| 8    | Ethernet.DA   | IPv4.IP-адрес источника  | UDP.Длина дейтаграммы  | DNS.Количество записей ответов (обратная задача)                  |
|      | arp -N  | Визуально изучить разницу в информации протоколов HTTP и HTTPS   | tracert.Время передачи-приёма в выдаваемой информации  | X   |
| 9    | arp -a  | IPv4.IP-адрес назначения   | Узнать сколько IP-адресов соответствует одному доменному имени                                       | DNS.Дополнительная информация.Имя (прямая задача)                 |
|      | nslookup [no]defname  | TCP.URG  | ping -s  | X   |
| 10   | ping на широковещательный IP-адрес  | IPv6.Метка потока  | DNS.Количество записей полномочных серверов имён (прямая задача)                                     | DHCP.Шаги   |
|      | Настройка ОС.Общие.Свойства.TCP/IP.Свойства.Общие.Использовать следующий IP-адрес.Маска подсети | tracert -w   | UDP.Контрольная сумма  | X   |
| 11   | Ethernet. T   | IPv4.Параметр.Размер опции   | nslookup [no]recurse   | TCP.PSH   |

| Вар. | Параметры  |   |  |   |
|------|--|---|--|---|
|      | DNS.Полномочные серверы имён.Данные (обратная задача)                                      | С помощью анализатора трафика узнать время между DHCP-сообщением запроса и DHCP-сообщением ответа | ipconfig.Маска подсети в выдаваемой информации   | X   |
| 12   | Ethernet.Pad   | TCP.Порт приёмника  | DNS.Запрос.Имя (прямая задача)   | DHCP.Секунды  |
|      | ipconfig /all  | ping -j   | IPv4.Идентификатор пакета  | X   |
| 13   | Ethernet.FCS   | С помощью утилиты arp закрыть доступ своего компьютера в Интернет                                 | IPv4.Время жизни   | DNS.Запрос.Тип (прямая задача)                              |
|      | nslookup [no]search  | tracert -j  | DHCP.IP-адрес клиента предлагаемый   | X   |
| 14   | IPv4.Тип сервиса.T   | DHCP.Тип AA   | TCP.Номер в последовательности   | DNS.Запрос.Класс (обратная задача)                          |
|      | Экспериментально узнать по какому протоколу выполняется просмотр страниц сайтов в браузере | ping -w   | arp -d   | X   |
| 15   | MAC.Индивидуальный   | DNS.Ответ.Данные (обратная задача)  | IPv6.Размер поля данных  | DHCP.B  |
|      | ipconfig /renew  | tracert -d  | ICMP.Контрольная сумма   | X   |
| 16   | MAC.OUI  | DNS.Ответ.Тип (прямая задача)   | С помощью анализатора трафика узнать время между TCP-сегментом «запрос на установку соединения» и TCP-сегментом «подтверждение установки соединения» | DHCP.AA клиента   |
|      | IPv4.Параметры.Данные  | arp -v  | Экспериментально узнать на какие страницы сайтов в браузере ходили с другого компьютера  | X   |
| 17   | MAC.Адрес интерфейса   | IPv6.IP-адрес источника   | TCP.Номер подтверждения  | DNS.Ответ.Класс (обратная задача)                           |
|      | Настройка ОС.Свойства.Поддержка.П.одробности.Аренда истекает                               | nslookup ls -t TYPE   | Найти сайт, за которым закреплено несколько IP адресов с разными именами   | X   |
| 18   | ARP.Тип сети   | Найти несколько сайтов, передающих информацию по TCP протоколу                                    | DNS.Ответ.Время жизни (прямая задача)  | DHCP.IP-адрес клиента текущий                               |
|      | ipconfig /showclassid  | ICMP.Тип  | IPv4.Смещение фрагмента  | X   |
| 19   | ARP.Тип протокола  | IPv4.Параметры.Код опции  | DNS.Ответ.Длина поля данных (прямая задача)  | DHCP.Имя DHCP-сервера                                       |
|      | ipconfig /registerdns  | UDP.Данные  | TCP.Порт источника   | X   |
| 20   | Узнать физический адрес другого компьютера   | IPv4.Параметры.CF   | DHCP.Идентификатор транзакции  | DNS.Дополнительная информация.Время жизни (обратная задача) |
|      | nslookup ls -a   | ipconfig /setclassid  | Сравнить несколько сайтов по длине маршрута до них, времени отклика и качеству связи   | X   |
| 21   | nslookup type=X  | ICMP.Дополнительное.Идентификатор   | TCP.RST  | DHCP.Опции.Тип опции  |



| Вар. | Параметры   |   |  |  |
|------|---|---|--|--|
|      | Настройка ОС.Общие.Свойства.TCP/IP.Свойства.Общие.Использовать следующий IP-адрес.Основной шлюз                         | Узнать на какие сайты выходил другой компьютер локальной сети                         | IPv6.Лимит переходов   | X  |
| 22   | ARP.Тип операции  | DNS.Полномочные серверы имён.Тип  | TCP.SYN  | DHCP.Файл  |
|      | Настройка ОС.Общие.Свойства.TCP/IP.Свойства.Общие.Дополнительно.DNS.Добавить  | ipconfig.Основной шлюз в выдаваемой информации  | IPv4.Тип сервиса.R   | X  |
| 23   | ARP.AA отправителя  | IPv4.Данные   | DNS.Ответ.Имя (прямая задача)                                  | DHCP.Опции.Данные  |
|      | Настройка ОС.Общие.Свойства.TCP/IP.Свойства.Общие.Дополнительно.Параметры IP.Основные шлюзы.Добавить                    | ipconfig.DNS-серверы в выдаваемой информации  | ping -f  | X  |
| 24   | Узнать количество сетевых карт в локальной сети, сделанных тем же производителем, что и сетевая карта нашего компьютера | nslookup class=X  | TCP.Размер окна  | DHCP.Опции.Данные.Тип сообщения                            |
|      | IPv6.Следующий заголовок  | DNS.Полномочные серверы имён.Длина поля данных (обратная задача)                      | ping -t  | X  |
| 25   | ARP.AA получателя   | ICMP.Код  | TCP.Контрольная сумма  | DNS.Идентификация (прямая задача)                          |
|      | Настройка ОС.Свойства.Поддержка.Тип адреса  | ipconfig.DHCP-сервер в выдаваемой информации  | IPv4.Протокол верхнего уровня                                  | X  |
| 26   | ARP.ЛА отправителя  | DNS.Количество записей дополнительной информации (прямая задача)                      | nslookup [no]mxsf  | IPv4.Номер версии  |
|      | Настройка ОС.Свойства.Поддержка.IP-адрес  | ping -l   | ipconfig.Аренда получена в выдаваемой информации               | X  |
| 27   | nslookup server NAME  | DNS.Тип запроса (обратная задача)   | IPv6.IP-адрес приёмника  | TCP.Параметры.Тип опции                                    |
|      | Настройка ОС.Свойства.Поддержка.Маска подсети   | tracert -h  | ICMP.Дополнительное.Порядковый номер                           | X  |
| 28   | агр.Интерфейс в выдаваемой информации   | UDP.Порт приёмника  | TCP.Параметры.Данные   | IPv4.Тип сервиса.C   |
|      | Сравнить несколько сайтов по времени отклика и качеству связи   | DNS.QR (прямая задача)  | DHCP.Опции.Размер опции  | X  |
| 29   | IPv4.DSCP.IN  | С помощью анализатора трафика узнать время между ICMP эхо-запросом и ICMP эхо-ответом | ping -a  | DNS.AA (прямая задача)                                     |
|      | nslookup root   | агр -s  | Найти несколько сайтов, передающих информацию по UDP протоколу | X  |
| 30   | Ethernet.преамбула (без SFD)  | tracert.Количество прыжков в выдаваемой информации                                    | Настройка ОС.Свойства.Поддержка.Параметры.DHCP-сервер          | DNS.Полномочные серверы имён.Время жизни (обратная задача) |

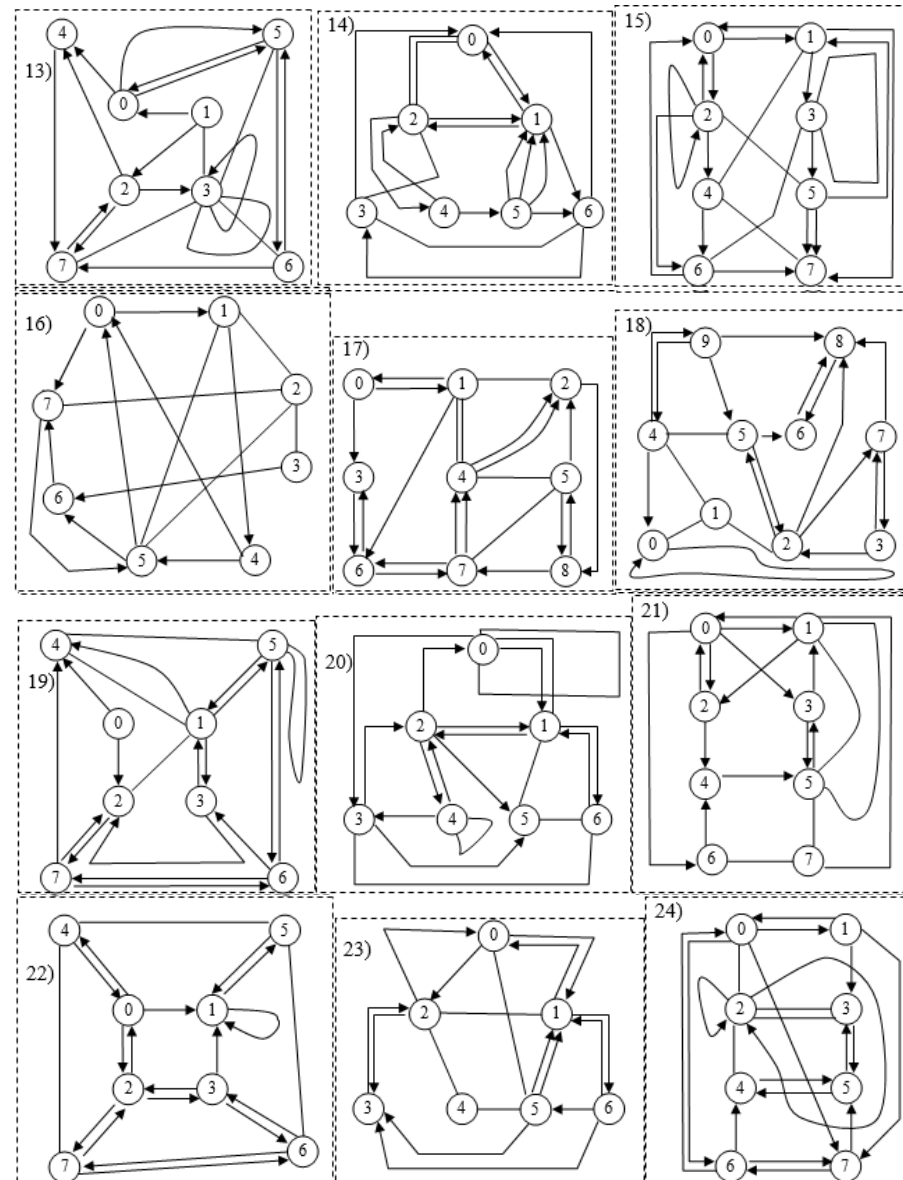
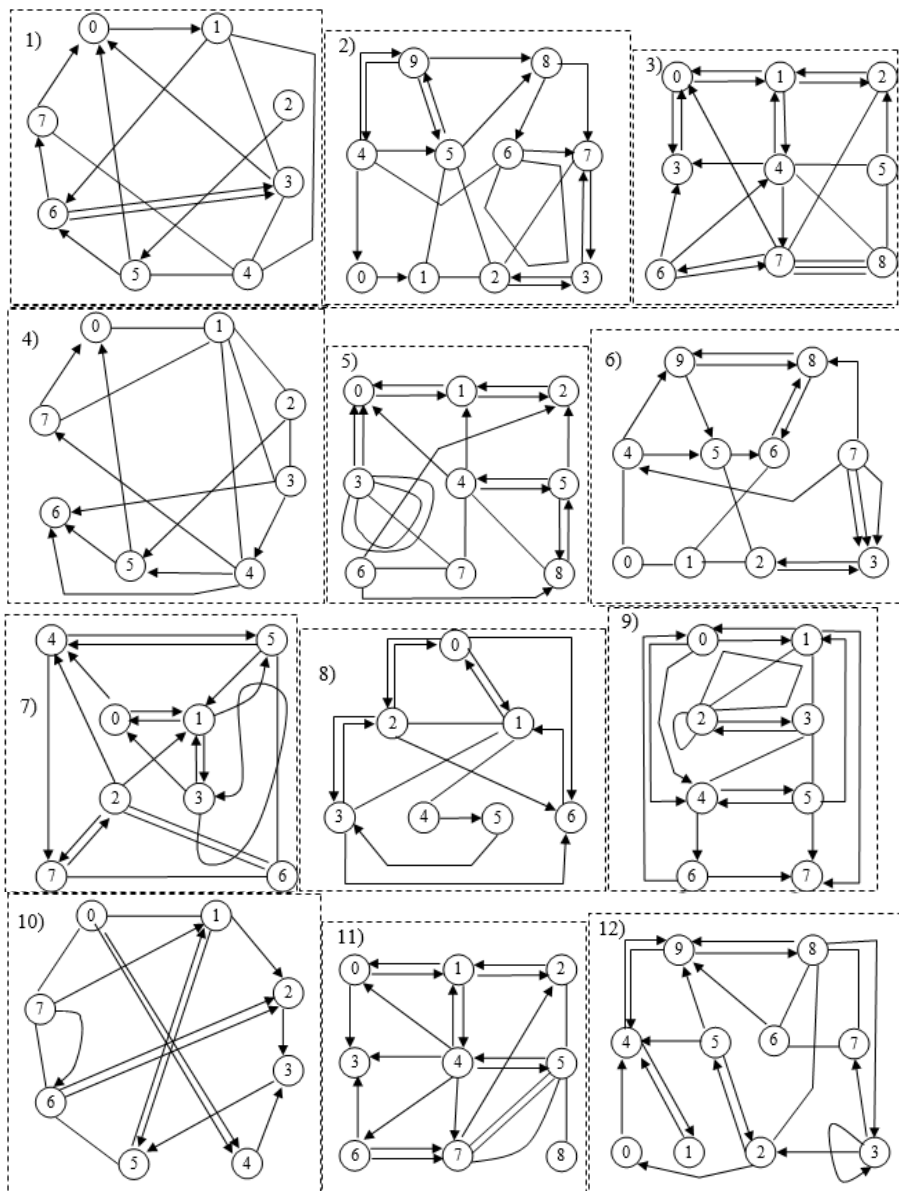
| Вар. | Параметры  |  |   |  |
|------|--|--|---|--|
|      | ARP.Длина ЛА   | IPv4.Выравнивание  | ping -v   | X  |
| 31   | Ethernet.SA  | Сравнить время отклика и качество связи до разных IP-адресов, закреплённых за одним сайтом | IPv6.Дополнительные заголовки   | TCP.Длина заголовка                                |
|      | ping -n  | ipconfig /flushdns   | Настройка ОС.Свойства.Поддержка.Параметры.Аренда получена                                       | X  |
| 32   | Время жизни динамической записи в КЭШе ARP   | TCP.Резерв   | IPv4.MF   | ipconfig /release                                  |
|      | Настройка ОС.Общие.Свойства.TCP/IP.Свойства.Общие.Использовать следующий IP-адрес.IP-адрес | nslookup ls -d   | DNS.Дополнительная информация.Тип (прямая задача)   | X  |
| 33   | ARP.ЛА получателя  | Анализатор трафика.Capture Filter  | IPv4.Тип сервиса.PR   | DNS.Полномочные серверы имён.Класс (прямая задача) |
|      | Настройка ОС.Свойства.Поддержка.Основной шлюз  | nslookup searchlist=N1...  | ping -r   | X  |
| 34   | IPv4.DSCP.Класс  | Найти сайт, за которым закреплено несколько IP адресов                                     | TCP.ACK   | DNS.Дополнительная информация.Класс                |
|      | nslookup timeout=X   | ping -k  | С помощью анализатора трафика узнать время между DNS-сообщением запроса и DNS-сообщением ответа | X  |
| 35   | MAC.Глобальный   | nslookup root=NAME   | IPv4.Длина заголовка  | Анализатор трафика.Filter                          |
|      | Ethernet.Data  | ping.Время передачи-приёма в выдаваемой информации   | Настройка ОС.Свойства.Поддержка.Параметры.DNS-сервер  | X  |

X – любой (на выбор студента) неиспользованный (студентом и другими студентами) параметр из новой области (утилиты, протокол, ...).

*Лабораторная работа №2. Проектирование вычислительных сетей. Методы теории графов для расчёта сетей связи.*

Цель работы: изучение теории графов для расчёта сетей связи.

Варианты заданий:



Лабораторная работа №3. Проектирование вычислительных сетей.  
Оптимальный алгоритм построения минимальной сети с заданными ограничениями.

Цель работы: изучение алгоритмов проектирования централизованных сетей минимальной стоимости с заданными ограничениями.

Варианты заданий:

|   |   |   |    |    |    |    |
|---|---|---|----|----|----|----|
| Вар. 1                                  |   |   |    |    |    |    |
| Стоимости линий                         |   |   |    |    |    |    |
| A                                       | B | C | D  | E  | F  |    |
| A                                       |   | 5 | 11 | 3  | 29 | 19 |
| B                                       |   |   | 28 | 4  | 26 | 18 |
| C                                       |   |   |    | 11 | 12 | 12 |
| D                                       |   |   |    |    | 17 | 13 |
| E                                       |   |   |    |    |    | 14 |
| F                                       |   |   |    |    |    |    |
| Потоки к центру                         |   |   |    |    |    |    |
| 4 3 6 3 - центр                         |   |   |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 8 |   |   |    |    |    |    |

|  |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 2                                   |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |    |    |    |
| A  | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 21 | 21 | 9  | 2  | 14 |
| B  |   |    | 3  | 29 | 16 | 8  |
| C  |   |    |    | 31 | 12 | 29 |
| D  |   |    |    |    | 3  | 18 |
| E  |   |    |    |    |    | 14 |
| F  |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |    |    |    |
| - 4 5 центр 8 10                         |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 14 |   |    |    |    |    |    |

|   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 3                                  |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                         |   |    |    |    |    |    |
| A                                       | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A                                       |   | 23 | 7  | 19 | 1  | 25 |
| B                                       |   |    | 19 | 24 | 7  | 14 |
| C                                       |   |    |    | 31 | 9  | 2  |
| D                                       |   |    |    |    | 21 | 4  |
| E                                       |   |    |    |    |    | 6  |
| F                                       |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                         |   |    |    |    |    |    |
| центр 2 3 - 2 1                         |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 4 |   |    |    |    |    |    |

|  |   |   |    |    |    |    |
|--|---|---|----|----|----|----|
| Вар. 13                                  |   |   |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |   |    |    |    |    |
| A  | B | C | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 1 | 16 | 14 | 21 | 8  |
| B  |   |   | 15 | 32 | 18 | 4  |
| C  |   |   |    | 11 | 16 | 19 |
| D  |   |   |    | 9  | 3  |    |
| E  |   |   |    |    | 14 |    |
| F  |   |   |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |   |    |    |    |    |
| центр 20 - 28 27 21                      |   |   |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 47 |   |   |    |    |    |    |

|  |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 14                                  |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |    |    |    |
| A  | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 16 | 12 | 16 | 16 | 8  |
| B  |   |    | 16 | 17 | 39 | 14 |
| C  |   |    |    | 4  | 1  | 7  |
| D  |   |    |    |    | 12 | 23 |
| E  |   |    |    |    |    | 15 |
| F  |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |    |    |    |
| центр 13 18 14 9 -                       |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 26 |   |    |    |    |    |    |

|  |   |   |   |   |   |    |
|--|---|---|---|---|---|----|
| Вар. 15                                  |   |   |   |   |   |    |
| Стоимости линий                          |   |   |   |   |   |    |
| A  | B | C | D | E | F |    |
| A  |   | 5 | 4 | 9 | 3 | 9  |
| B  |   |   | 8 | 7 | 9 | 4  |
| C  |   |   |   | 5 | 7 | 5  |
| D  |   |   |   |   | 5 | 43 |
| E  |   |   |   |   |   | 3  |
| F  |   |   |   |   |   |    |
| Потоки к центру                          |   |   |   |   |   |    |
| 7 - 5 4 8 центр                          |   |   |   |   |   |    |
| Пропускная способность каждой линии = 11 |   |   |   |   |   |    |

|   |   |    |   |    |    |    |
|---|---|----|---|----|----|----|
| Вар. 4                                  |   |    |   |    |    |    |
| Стоимости линий                         |   |    |   |    |    |    |
| A                                       | B | C  | D | E  | F  |    |
| A                                       |   | 22 | 8 | 3  | 9  | 4  |
| B                                       |   |    | 4 | 11 | 32 | 7  |
| C                                       |   |    |   | 3  | 19 | 18 |
| D                                       |   |    |   |    | 2  | 4  |
| E                                       |   |    |   |    |    | 2  |
| F                                       |   |    |   |    |    |    |
| Потоки к центру                         |   |    |   |    |    |    |
| 3 центр 4 3 - 2                         |   |    |   |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 5 |   |    |   |    |    |    |

|   |   |    |    |   |    |    |
|---|---|----|----|---|----|----|
| Вар. 5                                  |   |    |    |   |    |    |
| Стоимости линий                         |   |    |    |   |    |    |
| A                                       | B | C  | D  | E | F  |    |
| A                                       |   | 11 | 8  | 4 | 9  | 4  |
| B                                       |   |    | 23 | 9 | 21 | 8  |
| C                                       |   |    |    | 3 | 8  | 8  |
| D                                       |   |    |    |   | 7  | 2  |
| E                                       |   |    |    |   |    | 23 |
| F                                       |   |    |    |   |    |    |
| Потоки к центру                         |   |    |    |   |    |    |
| 2 4 - 5 3 центр                         |   |    |    |   |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 7 |   |    |    |   |    |    |

|  |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 6                                   |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |    |    |    |
| A  | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 18 | 11 | 9  | 1  | 14 |
| B  |   |    | 21 | 19 | 22 | 5  |
| C  |   |    |    | 24 | 18 | 17 |
| D  |   |    |    |    | 32 | 21 |
| E  |   |    |    |    |    | 4  |
| F  |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |    |    |    |
| 13 - 16 14 центр 12                      |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 26 |   |    |    |    |    |    |

|  |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 16                                  |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |    |    |    |
| A  | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 12 | 15 | 18 | 9  | 8  |
| B  |   |    | 18 | 11 | 11 | 21 |
| C  |   |    |    | 14 | 7  | 9  |
| D  |   |    |    |    | 19 | 13 |
| E  |   |    |    |    |    | 8  |
| F  |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |    |    |    |
| центр 9 8 - 7 8                          |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 16 |   |    |    |    |    |    |

|   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 17                                 |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                         |   |    |    |    |    |    |
| A                                       | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A                                       |   | 22 | 15 | 9  | 20 | 8  |
| B                                       |   |    | 8  | 15 | 14 | 18 |
| C                                       |   |    |    | 23 | 14 | 18 |
| D                                       |   |    |    |    | 8  | 13 |
| E                                       |   |    |    |    |    | 9  |
| F                                       |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                         |   |    |    |    |    |    |
| - 2 1 центр 4 4                         |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 5 |   |    |    |    |    |    |

|  |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 18                                  |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |    |    |    |
| A  | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 21 | 17 | 17 | 14 | 7  |
| B  |   |    | 14 | 25 | 11 | 17 |
| C  |   |    |    | 14 | 21 | 18 |
| D  |   |    |    |    | 18 | 13 |
| E  |   |    |    |    |    | 16 |
| F  |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |    |    |    |
| 7 4 8 - центр 4                          |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 11 |   |    |    |    |    |    |

|  |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 7                                   |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |    |    |    |
| A  | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 14 | 14 | 16 | 15 | 12 |
| B  |   |    | 2  | 16 | 18 | 14 |
| C  |   |    |    | 31 | 11 | 18 |
| D  |   |    |    |    | 12 | 15 |
| E  |   |    |    |    |    | 13 |
| F  |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |    |    |    |
| 6 7 центр 4 - 6                          |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 11 |   |    |    |    |    |    |

|   |   |   |    |   |    |    |
|---|---|---|----|---|----|----|
| Вар. 8                                  |   |   |    |   |    |    |
| Стоимости линий                         |   |   |    |   |    |    |
| A                                       | B | C | D  | E | F  |    |
| A                                       |   | 9 | 10 | 8 | 11 | 10 |
| B                                       |   |   | 9  | 7 | 28 | 9  |
| C                                       |   |   |    | 9 | 7  | 9  |
| D                                       |   |   |    |   | 36 | 8  |
| E                                       |   |   |    |   |    | 6  |
| F                                       |   |   |    |   |    |    |
| Потоки к центру                         |   |   |    |   |    |    |
| 6 - 4 5 центр 5                         |   |   |    |   |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 9 |   |   |    |   |    |    |

|  |   |   |    |    |    |    |
|--|---|---|----|----|----|----|
| Вар. 9                                   |   |   |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |   |    |    |    |    |
| A  | B | C | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 5 | 7  | 1  | 23 | 24 |
| B  |   |   | 19 | 8  | 21 | 23 |
| C  |   |   |    | 26 | 25 | 21 |
| D  |   |   |    |    | 21 | 21 |
| E  |   |   |    |    |    | 20 |
| F  |   |   |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |   |    |    |    |    |
| 10 центр 11 14 - 9                       |   |   |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 21 |   |   |    |    |    |    |

|  |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 19                                  |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |    |    |    |
| A  | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 12 | 11 | 16 | 24 | 9  |
| B  |   |    | 11 | 14 | 11 | 12 |
| C  |   |    |    | 5  | 16 | 17 |
| D  |   |    |    |    | 15 | 13 |
| E  |   |    |    |    |    | 14 |
| F  |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |    |    |    |
| 12 11 13 центр 12 -                      |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 25 |   |    |    |    |    |    |

|  |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 20                                  |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |    |    |    |
| A  | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 13 | 11 | 8  | 24 | 11 |
| B  |   |    | 27 | 26 | 18 | 14 |
| C  |   |    |    | 15 | 29 | 17 |
| D  |   |    |    |    | 15 | 8  |
| E  |   |    |    |    |    | 12 |
| F  |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |    |    |    |
| - центр 13 12 16 9                       |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 25 |   |    |    |    |    |    |

|  |   |    |   |    |    |    |
|--|---|----|---|----|----|----|
| Вар. 21                                  |   |    |   |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |   |    |    |    |
| A  | B | C  | D | E  | F  |    |
| A  |   | 21 | 8 | 9  | 2  | 18 |
| B  |   |    | 7 | 21 | 14 | 7  |
| C  |   |    |   | 5  | 14 | 14 |
| D  |   |    |   |    | 12 | 19 |
| E  |   |    |   |    |    | 12 |
| F  |   |    |   |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |   |    |    |    |
| центр 8 13 9 - 9                         |   |    |   |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 18 |   |    |   |    |    |    |

|  |   |   |    |    |    |    |
|--|---|---|----|----|----|----|
| Вар. 10                                  |   |   |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |   |    |    |    |    |
| A  | B | C | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 7 | 13 | 14 | 14 | 16 |
| B  |   |   | 12 | 29 | 9  | 18 |
| C  |   |   |    | 10 | 1  | 9  |
| D  |   |   |    |    | 20 | 16 |
| E  |   |   |    |    |    | 17 |
| F  |   |   |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |   |    |    |    |    |
| 5 8 9 центр 8 -                          |   |   |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 15 |   |   |    |    |    |    |

|   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 11                                 |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                         |   |    |    |    |    |    |
| A                                       | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A                                       |   | 21 | 19 | 4  | 27 | 16 |
| B                                       |   |    | 17 | 31 | 10 | 9  |
| C                                       |   |    |    | 14 | 15 | 13 |
| D                                       |   |    |    |    | 24 | 19 |
| E                                       |   |    |    |    |    | 8  |
| F                                       |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                         |   |    |    |    |    |    |
| 5 центр 5 - 3 4                         |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 7 |   |    |    |    |    |    |

|  |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 12                                  |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |    |    |    |
| A  | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 14 | 12 | 13 | 21 | 16 |
| B  |   |    | 12 | 16 | 1  | 18 |
| C  |   |    |    | 28 | 15 | 17 |
| D  |   |    |    |    | 27 | 19 |
| E  |   |    |    |    |    | 7  |
| F  |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |    |    |    |
| 11 18 13 - 10 центр                      |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 22 |   |    |    |    |    |    |

|  |   |   |    |    |    |    |
|--|---|---|----|----|----|----|
| Вар. 22                                  |   |   |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |   |    |    |    |    |
| A  | B | C | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 8 | 9  | 8  | 2  | 9  |
| B  |   |   | 11 | 13 | 16 | 8  |
| C  |   |   |    | 15 | 8  | 16 |
| D  |   |   |    |    | 15 | 13 |
| E  |   |   |    |    |    | 18 |
| F  |   |   |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |   |    |    |    |    |
| 6 8 9 центр - 7                          |   |   |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 15 |   |   |    |    |    |    |

|  |   |    |    |   |    |    |
|--|---|----|----|---|----|----|
| Вар. 23                                  |   |    |    |   |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |   |    |    |
| A  | B | C  | D  | E | F  |    |
| A  |   | 21 | 18 | 8 | 2  | 13 |
| B  |   |    | 23 | 3 | 23 | 8  |
| C  |   |    |    | 5 | 8  | 21 |
| D  |   |    |    |   | 15 | 13 |
| E  |   |    |    |   |    | 2  |
| F  |   |    |    |   |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |   |    |    |
| 5 - 8 4 6 центр                          |   |    |    |   |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 11 |   |    |    |   |    |    |

|  |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Вар. 24                                  |   |    |    |    |    |    |
| Стоимости линий                          |   |    |    |    |    |    |
| A  | B | C  | D  | E  | F  |    |
| A  |   | 16 | 13 | 18 | 8  | 12 |
| B  |   |    | 2  | 13 | 10 | 8  |
| C  |   |    |    | 24 | 8  | 11 |
| D  |   |    |    |    | 14 | 14 |
| E  |   |    |    |    |    | 11 |
| F  |   |    |    |    |    |    |
| Потоки к центру                          |   |    |    |    |    |    |
| 5 4 9 - центр 10                         |   |    |    |    |    |    |
| Пропускная способность каждой линии = 12 |   |    |    |    |    |    |

Примечание: "-" в значении потока означает, что данная вершина не используется в графе для алгоритма Чанди-Рассела.

Лабораторная работа №4. Коммутация каналов, сообщений, пакетов.

Цель работы: изучение метода коммутации каналов, исследование характеристик сети, освоение методики моделирования на ЭВМ.

Варианты заданий:

| №  | Метод коммутации | Граф | №  | Метод коммутации | Граф |
|----|------------------|------|----|------------------|------|
| 1  | КК               |      | 31 | КК               |      |
| 2  | КС               |      | 32 | КС               |      |
| 3  | КП               |      | 33 | КП               |      |
| 4  | КК               |      | 34 | КК               |      |
| 5  | КС               |      | 35 | КС               |      |
| 6  | КП               |      | 36 | КП               |      |
| 7  | КК               |      | 37 | КК               |      |
| 8  | КС               |      | 38 | КС               |      |
| 9  | КП               |      | 39 | КП               |      |
| 10 | КК               |      | 40 | КК               |      |
| 11 | КС               |      | 41 | КС               |      |
| 12 | КП               |      | 42 | КП               |      |
| 13 | КК               |      | 43 | КК               |      |
| 14 | КС               |      | 44 | КС               |      |
| 15 | КП               |      | 45 | КП               |      |
| 16 | КК               |      | 46 | КК               |      |
| 17 | КС               |      | 47 | КС               |      |

| №  | Метод коммутации | Граф | №  | Метод коммутации | Граф |
|----|------------------|------|----|------------------|------|
| 18 | КП               |      | 48 | КП               |      |
| 19 | КК               |      | 49 | КК               |      |
| 20 | КС               |      | 50 | КС               |      |
| 21 | КП               |      | 51 | КП               |      |
| 22 | КК               |      | 52 | КК               |      |
| 23 | КС               |      | 53 | КС               |      |
| 24 | КП               |      | 54 | КП               |      |
| 25 | КК               |      | 55 | КК               |      |
| 26 | КС               |      | 56 | КС               |      |
| 27 | КП               |      | 57 | КП               |      |
| 28 | КК               |      | 58 | КК               |      |
| 29 | КС               |      | 59 | КС               |      |
| 30 | КП               |      | 60 | КП               |      |

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Лабораторная работа №1. Изучение сетевых протоколов и утилит

- Цель работы.
- Вариант задания.
- Для каждой утилиты и окна настройки:
  - Краткое описание.
  - Пример использования.
- Сетевые параметры ОС (сетевые интерфейсы, адреса, маски, режимы, таблицы и пр.):
  - Исходные значения.
  - Выделение тех параметров, которые можно изменять с помощью изучаемых сетевых утилит и окон настроек сети.
- Результаты изучения заданных в варианте параметров сетевыми утилитами, настройками ОС, анализатором трафика и другими подручными средствами. Для каждого параметра:
  - Описание назначения утилиты (протокола) к которому относится параметр.

- 5.2 Описание назначения параметра.
- 5.3 Краткий словесный алгоритм работы с параметром (если поработать с параметром возможно).
  - 5.3.1 Провести демонстрацию работы с параметром преподавателю.
- 5.4 Доказательство невозможности работы с параметром (если поработать с параметром невозможно).
- 6 После завершения работы все критичные сетевые параметры ОС необходимо вернуть в исходное состояние.
- 7 Выводы.
- 8 Список использованных источников.

Лабораторная работа №2. Проектирование вычислительных сетей. Методы теории графов для расчёта сетей связи.

- 1 Цель работы.
- 2 Вариант задания с графом сети.
- 3 Результаты исследования заданного графа сети.
  - 3.1 Определить тип графа (неориентированный, орграф, смешанный).
  - 3.2 Найти инцидентные вершины, рёбра и дуги.
  - 3.3 Найти смежные вершины, рёбра и дуги.
  - 3.4 Определить является ли граф мультиграфом.
  - 3.5 Найти петли графа.
  - 3.6 Для одной пары вершин найти два маршрута, два пути, две цепи, две простые цепи.
  - 3.7 Определить связность графа.
  - 3.8 Определить радиус графа.
  - 3.9 Определить диаметр графа.
  - 3.10 Определить центральную вершину графа.
  - 3.11 Определить периферийную вершину графа.
  - 3.12 Найти максимальную и минимальную клики графа.
  - 3.13 Определить является ли граф планарным.
  - 3.14 Определить степени (валентности) всех вершин графа.
  - 3.15 Определить регулярность графа.
  - 3.16 Найти гамильтонов путь графа.
  - 3.17 Найти гамильтонов цикл графа.
  - 3.18 Найти эйлеров путь графа.
  - 3.19 Найти эйлеров цикл графа.
  - 3.20 Для одной пары вершин построить три разделяющих множества разной мощности.
  - 3.21 Для одной пары вершин построить три отделяющих множества разной мощности.
  - 3.22 Найти шарнир графа.
  - 3.23 Для одной пары вершин построить три разреза разной мощности.
  - 3.24 Проиллюстрировать на графе вершинную форму теоремы Менгера.
  - 3.25 Проиллюстрировать на графе дуговую форму теоремы Менгера.
- 4 Выводы.
- 5 Список использованных источников.

Лабораторная работа №3. Проектирование вычислительных сетей. Оптимальный алгоритм построения минимальной сети с заданными ограничениями.

1. Цель работы.

2. Вариант задания.
3. Формализованное описание алгоритмов.
  - 3.1 Крускала.
  - 3.2 Прима.
  - 3.3 Чанди-Рассела.
4. Описание с детализацией по шагам, с графами каждого решения  $A_i$  (с особым выделением линий множеств  $N$  и  $W$ ) применения алгоритмов для нахождения минимального дерева, удовлетворяющего заданным ограничениям.
  - 4.1 Крускала.
  - 4.2 Прима.
  - 4.3 Чанди-Рассела.
5. Выводы.
6. Список использованных источников.

Лабораторная работа №4. Коммутация каналов, сообщений, пакетов.

1. Цель работы.
2. Вариант задания.
3. Описание исследуемого метода коммутации. Временная диаграмма передачи сообщения.
4. Блок-схема алгоритма имитационного моделирования временных соотношений, возникающих при передаче сообщений по заданному участку сети для исследуемого метода коммутации.
  - 4.1 Проверка сети на отсутствие тупиков (тупик – это бесконечно долгое ожидание освобождения узла коммутации).
    - 4.1.1 В случае обнаружения тупика, предложить свой вариант изменения сети (направления потока, графа, и др.) и согласовать его с преподавателем.
5. Подробное описание результата ‘прокрутки’ алгоритма (ручного выполнения алгоритма на нескольких выбранных входных значениях).
6. Исходный код написанной программы.
7. Демонстрация работы программы.
8. Результаты исследования характеристик сети.
  - 8.1 Таблицы значений, графики.
9. Выводы. Анализ результатов исследования. Сравнение результатов с вариантами других методов коммутации на том же графе.
10. Список использованных источников.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Содержание отчёта должно точно соответствовать указанному в задании. Отчёт должен быть предоставлен на бумажном носителе.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий

уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- материалы лекций.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |