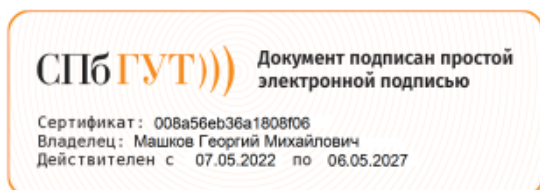


**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра _____ Сетей связи и передачи данных _____
(полное наименование кафедры)



УТВЕРЖДАЮ
И.о. первого проректора

[Handwritten signature]
С.И. Ивасишин
1» 07 2022г.

Регистрационный № 22.05/462-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Интернет вещей

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки / специальности)

магистр

(квалификация)

Интернет Вещей и самоорганизующиеся сети

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма, заочная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.09.2017 № 958, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Интернет вещей» является: изучение основ построения самоорганизующихся сетей, знакомство с концепцией Интернета Вещей, всепроникающими сенсорными сетями, беспроводными самоорганизующимися сетями и самоорганизующимися сетями для автотранспорта, медицинских сетей, а также обзор основных протоколов управления доступом к среде передачи, маршрутизации и транспортного уровня.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

фундаментализации, интенсификации и индивидуализации процесса обучения путём внедрения и эффективного использования достижений отечественной и зарубежной науки в области инфокоммуникационных технологий, широкого использования новых стандартов Международного Союза Электросвязи (ITU), Европейского института стандартизации в области телекоммуникаций (ETSI) Института инженеров электротехники и электроники (IEEE), новых статей по тематике дисциплины, опубликованных в журналах IEEE Communications Magazine, IEEE Wireless Communications, Elsevier в 2015 - 2019 годах, материалов конференций NEW2AN, ICACT, ICUMT за этот же временной отрезок. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить самостоятельный анализ и исследовательские работы в области современных сетей связи, построенных на основе концепции Интернета Вещей и самоорганизующихся структурах, а именно: M2M и VANET. Отдельное внимание в дисциплине уделяется вопросам качества обслуживания и качества восприятия и их роли при построении и эксплуатации сетей связи.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Интернет вещей» Б1.В.ДВ.02.01 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры «11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как: «Глобальная информационная инфраструктура и регулирование качества»; «Математическое моделирование устройств и систем».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

| № п/п | Код компетенции | Наименование компетенции |
|-------|-----------------|--|
| 1 | ПК-6 | Способен проводить инсталляцию, настройку и обслуживание программного обеспечения телекоммуникационного оборудования |
| 2 | ПК-9 | Способен к администрированию процесса поиска и диагностики ошибок сетевых устройств и программного обеспечения |

| | | |
|---|-------|--|
| 3 | ПК-29 | Способен исследовать параметры и свойства сетевого трафика в современных сетях связи |
|---|-------|--|

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

| | |
|----------|---|
| ПК-6.1 | Знает основы электротехники, принципы построения и функционирования сетей связи, основы сетевых технологий |
| ПК-6.2 | Знает принципы работы и установки сетевого оборудования, и программного обеспечения |
| ПК-6.3 | Умеет устанавливать и настраивать программное обеспечение |
| ПК-6.4 | Умеет применять нормативно-техническую документацию, касающуюся установки и настройки программного обеспечения, проверять качество выполненных работ на соответствие требованиям проектной документации |
| ПК-6.5 | Умеет диагностировать работу сетевого оборудования, выявлять проблемы и находить решения |
| ПК-6.6 | Владеет навыками установки и настройки программного обеспечения телекоммуникационного оборудования |
| ПК-6.7 | Владеет сетевыми анализаторами, системами мониторинга и контроля работоспособности сетевых сервисов и телефонии |
| ПК-9.1 | Знает общие принципы функционирования и архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети |
| ПК-9.10 | Владеет навыками выявления, устранения сбоев и отказов сетевых устройств и операционных систем |
| ПК-9.2 | Знает протоколы канального, сетевого, транспортного и прикладного уровней модели взаимодействия открытых систем |
| ПК-9.3 | Умеет пользоваться контрольно-измерительными приборами и аппаратурой; конфигурировать операционные системы сетевых устройств; производить мониторинг администрируемой сети |
| ПК-9.4 | Умеет пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий |
| ПК-9.5 | Умеет устанавливать и инициализировать новое программное обеспечение |
| ПК-9.6 | Умеет анализировать сообщения об ошибках в сетевых устройствах и операционных системах, локализовать отказы и инициировать корректирующие действия |
| ПК-9.7 | Владеет навыками конфигурирования сетевых устройств и операционных систем |
| ПК-9.8 | Владеет навыками установки средств защиты сетевых устройств и программного обеспечения |
| ПК-9.9 | Владеет навыками мониторинга установленных сетевых устройств и программного обеспечения |
| ПК-29.1 | Знает основные принципы и протоколы взаимодействия Интернет Вещей |
| ПК-29.10 | Знает стандарты информационного взаимодействия систем |
| ПК-29.11 | Знает регламенты проведения профилактических работ на администрируемой инфокоммуникационной системе |
| ПК-29.12 | Знает локальные правовые акты, действующие в организации |
| ПК-29.13 | Знает требования охраны труда при работе с аппаратными, программно-аппаратными и программными средствами администрируемой инфокоммуникационной системы |
| ПК-29.2 | Знает параметры и свойства сетевого трафика в современных сетях связи |
| ПК-29.3 | Умеет исследовать параметры и свойства сетевого трафика в современных сетях связи |
| ПК-29.4 | Умеет моделировать трафик Интернета Вещей |
| ПК-29.5 | Умеет применять полученные знания с учетом перспектив применения и развития IPv6 |

| | |
|---------|--|
| ПК-29.6 | Владеет методами исследования параметров и свойств трафика в современных сетях связи |
| ПК-29.7 | Владеет методами решения оптимизационных задач и моделирования сетей |
| ПК-29.8 | Владеет навыками разработки и тестирования приложений Интернета Вещей |
| ПК-29.9 | Знает принципы организации, состав и схемы работы операционных систем |

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры | |
|--|-------|-------------|----------|--|
| | | | 3 | |
| Общая трудоемкость | 6 ЗЕТ | 216 | 216 | |
| Контактная работа с обучающимися | | 75.35 | 75.35 | |
| в том числе: | | | | |
| Лекции | | 20 | 20 | |
| Практические занятия (ПЗ) | | 26 | 26 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | | 24 | 24 | |
| Защита контрольной работы | | | - | |
| Защита курсовой работы | | | - | |
| Защита курсового проекта | | 3 | 3 | |
| Промежуточная аттестация | | 2.35 | 2.35 | |
| Самостоятельная работа обучающихся (СРС) | | 107 | 107 | |
| в том числе: | | | | |
| Курсовая работа | | | - | |
| Курсовой проект | | 25 | 25 | |
| И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала | | 82 | 82 | |
| Подготовка к промежуточной аттестации | | 33.65 | 33.65 | |
| Вид промежуточной аттестации | | | Экзамен | |

Заочная форма обучения

Таблица 4

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры | |
|---|-------|-------------|----------|--------|
| | | | усЗ | 3 |
| Общая трудоемкость | 6 ЗЕТ | 216 | 4 | 212 |
| Контактная работа с обучающимися | | 25.35 | 4 | 21.35 |
| в том числе: | | | | |
| Лекции | | 4 | 4 | - |
| Практические занятия (ПЗ) | | 8 | - | 8 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | 8 | - | 8 |
| Защита контрольной работы | | | - | - |
| Защита курсовой работы | | | - | - |
| Защита курсового проекта | | 3 | - | 3 |
| Промежуточная аттестация | | 2.35 | - | 2.35 |
| Самостоятельная работа обучающихся (СРС) | | 181.65 | - | 181.65 |
| в том числе: | | | | |
| Курсовая работа | | | - | - |

| | | | |
|--|--------|---|---------|
| Курсовой проект | 25 | - | 25 |
| И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала | 156.65 | - | 156.65 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 9 | - | 9 |
| Вид промежуточной аттестации | | - | Экзамен |

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 5

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | № семестра | | |
|-------|---|--|------------|--------------|---------|
| | | | очная | очно-заочная | заочная |
| 1 | Раздел 1. История развития сетей связи. Создание предпосылок для появления концепции Интернета Вещей. Интернет будущего – структура. Триллионные сети. Летающие сети. Электромагнитные и молекулярные наносети. Медицинские сети. | Рассматривается история развития сетей связи и предпосылки для возникновения концепции Интернета Вещей. Анализируется предложенная Европейским Союзом классификация для Интернета будущего в составе: Интернет людей, Интернет медиа, Интернет услуг, Интернет энергии, Интернет Вещей. По каждой из составляющих приводятся определения и перспективы развития. Рассматриваются прорывные технологии для гражданского общества в США. Прогнозируется число сообщений для различных систем сетей связи. Вводится и анализируется понятие триллионных сетей. Изучаются принципы построения и новые задачи по реализации летающих сенсорных сетей. Приводится классификация наносетей на электромагнитные и молекулярные. Рассматриваются возможные варианты реализации наносетей в терагерцовом диапазоне. Принципы планирования и расчета медицинских сетей. | 3 | | 3 |
| 2 | Раздел 2. Ad Hoc или самоорганизующиеся сети. Приложения самоорганизующихся сетей. Всепроникающие сенсорные сети как технологическая основа внедрения концепции Интернета Вещей.. Кластеризация сенсорных сетей и основные методы кластеризации, включая биоподобные алгоритмы.. Особенности сетевой безопасности в сенсорных сетях. | Рассматриваются определение и принципы построения самоорганизующихся сетей. Анализируются наиболее известные приложения самоорганизующихся и всепроникающих сенсорных сетей. Изучается кластеризация сенсорных сетей. Рассматриваются и анализируются новые алгоритмы выбора головного узла в сенсорных сетях, в том числе биоподобные. Анализируются и сравниваются протоколы для всепроникающих сенсорных сетей. Анализируются особенности обеспечения сетевой безопасности и новые виды атак в сенсорных сетях. | 3 | | 3 |

| | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|
| 3 | Раздел 3. Сети М2М. Классификация сетей М2М по видам трафика. Модели для опосредованного и псевдодетерминированного трафика. Пуассоновский, самоподобный и антиперсистентный трафик. Влияние трафика М2М на качество обслуживания традиционных услуг связи (речь, видео, данные). Способы уменьшения влияния трафика М2М. | Рассматриваются сети машина-машина М2М и принципы их построения. Проводится классификация сетей М2М по видам трафика. Приводятся модели для опосредованного и псевдодетерминированного трафика М2М. Изучаются понятия пуассоновского, самоподобного и антиперсистентного трафика. Рассматриваются проблемы обслуживания трафика машина-машина в сетях систем длительной эволюции LTE (Long Term Evolution). Изучается доля и распределение трафика М2М в смартфонах. Рассматриваются методы уменьшения влияния трафика М2М на качество обслуживания традиционных услуг связи (речь, видео, данные). | 3 | | 3 |
| 4 | Раздел 4. Интеллектуальные транспортные сети (ИТС). Структура ИТС. Ad Hoc сети для транспортных средств VANET. Архитектура сетей VANET. Особенности передачи сообщений безопасности через сети VANET. Облачные сервисы для подключения Интернет вещей. Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и нормативно-правовая база для проведения измерений. | Рассматриваются интеллектуальные транспортные сети (ИТС) как конвергентная эволюция современных технологий беспроводной связи. Изучаются цели и задачи ИТС, а также методы их достижения. Производится классификация Ad Hoc сетей для транспортных средств с точки зрения архитектур построения. Рассматривается возможность передачи различных видов трафика (речь, видео, данные) через сети VANET, а также их взаимовлияние. Исследуется влияние внешних факторов (окружение, плотность транспортного потока) на характеристики передаваемого трафика. Рассматриваются существующие облачные сервисы для подключения Интернета вещей, интерфейсы взаимодействия, протоколы обмена данными. Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и их применимость существующих подходов для передачи трафика Интернета вещей. Рассматривается нормативно-правовая база для проведения измерений в сетях Ethernet, WiFi, ZigBee, Bluetooth и др. Анализируются рекомендации Y.1540, Y.1541 и 3GPP. | 3 | | 3 |
| 5 | Раздел 5. Облачные сервисы для подключения Интернет вещей. Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и нормативно-правовая база для проведения измерений. | Рассматриваются существующие облачные сервисы для подключения Интернета вещей, интерфейсы взаимодействия, протоколы обмена данными. Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и их применимость существующих подходов для передачи трафика Интернета вещей. Рассматривается нормативно-правовая база для проведения измерений в сетях Ethernet, WiFi, ZigBee, Bluetooth и др. Анализируются рекомендации Y.1540, Y.1541 и 3GPP. | 3 | | 3 |

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 6

| № п/п | Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин |
|-------|---|
| 1 | Пиринговые сети и сети толерантные к задержкам |
| 2 | Современные проблемы науки в области инфокоммуникаций |

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 7

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лек-ции | Практ. занятия | Лаб. занятия | Семинары | СРС | Всего часов |
|--------|---|---------|----------------|--------------|----------|-----|-------------|
| 1 | Раздел 1. История развития сетей связи. Создание предпосылок для появления концепции Интернета Вещей. Интернет будущего – структура. Триллионные сети. Летающие сети. Электромагнитные и молекулярные наносети. Медицинские сети. | 4 | | | | 10 | 14 |
| 2 | Раздел 2. Ad Hoc или самоорганизующиеся сети. Приложения самоорганизующихся сетей. Всепроницающие сенсорные сети как технологическая основа внедрения концепции Интернета Вещей.. Кластеризация сенсорных сетей и основные методы кластеризации, включая биоподобные алгоритмы.. Особенности сетевой безопасности в сенсорных сетях. | 4 | 6 | 6 | | 10 | 26 |
| 3 | Раздел 3. Сети M2M. Классификация сетей M2M по видам трафика. Модели для опосредованного и псевдодетерминированного трафика. Пуассоновский, самоподобный и антиперсистентный трафик. Влияние трафика M2M на качество обслуживания традиционных услуг связи (речь, видео, данные). Способы уменьшения влияния трафика M2M. | 4 | 6 | 6 | | 20 | 36 |
| 4 | Раздел 4. Интеллектуальные транспортные сети (ИТС). Структура ИТС. Ad Hoc сети для транспортных средств VANET. Архитектура сетей VANET. Особенности передачи сообщений безопасности через сети VANET. | 4 | 6 | 6 | | 20 | 36 |
| 5 | Раздел 5. Облачные сервисы для подключения Интернет вещей. Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и нормативно-правовая база для проведения измерений. | 4 | 8 | 6 | | 22 | 40 |
| Итого: | | 20 | 26 | 24 | - | 82 | 152 |

Заочная форма обучения

Таблица 8

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лек-ции | Практ. занятия | Лаб. занятия | Семинары | СРС | Всего часов |
|-------|---------------------------------|---------|----------------|--------------|----------|-----|-------------|
|-------|---------------------------------|---------|----------------|--------------|----------|-----|-------------|

| | | | | | | | |
|--------|---|-----|---|---|---|--------|--------|
| 1 | Раздел 1. История развития сетей связи. Создание предпосылок для появления концепции Интернета Вещей. Интернет будущего – структура. Триллионные сети. Летающие сети. Электромагнитные и молекулярные наносети. Медицинские сети. | 0.8 | | | | 17 | 17.8 |
| 2 | Раздел 2. Ad Hoc или самоорганизующиеся сети. Приложения самоорганизующихся сетей. Всепроницающие сенсорные сети как технологическая основа внедрения концепции Интернета Вещей.. Кластеризация сенсорных сетей и основные методы кластеризации, включая биоподобные алгоритмы.. Особенности сетевой безопасности в сенсорных сетях. | 0.8 | 2 | 2 | | 20 | 24.8 |
| 3 | Раздел 3. Сети M2M. Классификация сетей M2M по видам трафика. Модели для опосредованного и псевдодетерминированного трафика. Пуассоновский, самоподобный и антиперсистентный трафик. Влияние трафика M2M на качество обслуживания традиционных услуг связи (речь, видео, данные). Способы уменьшения влияния трафика M2M. | 0.8 | 2 | 2 | | 37 | 41.8 |
| 4 | Раздел 4. Интеллектуальные транспортные сети (ИТС). Структура ИТС. Ad Hoc сети для транспортных средств VANET. Архитектура сетей VANET. Особенности передачи сообщений безопасности через сети VANET. Облачные сервисы для подключения Интернет вещей. Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и нормативно-правовая база для проведения измерений. | 0.8 | 4 | 4 | | 37.65 | 46.45 |
| 5 | Раздел 5. Облачные сервисы для подключения Интернет вещей. Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и нормативно-правовая база для проведения измерений. | 0.8 | | | | 45 | 45.8 |
| Итого: | | 4 | 8 | 8 | - | 156.65 | 176.65 |

6. Лекции

Очная форма обучения

Таблица 9

| № п/п | Номер раздела | Тема лекции | Всего часов |
|-------|---------------|-------------|-------------|
|-------|---------------|-------------|-------------|

| | | | |
|--------|---|---|----|
| 1 | 1 | История развития сетей связи. Создание предпосылок для появления концепции Интернета Вещей. | 2 |
| 2 | 1 | Интернет будущего – структура. Триллионные сети. Летающие сети. Электромагнитные и молекулярные наносети. Медицинские сети. | 2 |
| 3 | 2 | Ad Hoc или самоорганизующиеся сети. Приложения самоорганизующихся сетей. Всепроницающие сенсорные сети как технологическая основа внедрения концепции Интернета Вещей. | 2 |
| 4 | 2 | Кластеризация сенсорных сетей и основные методы кластеризации, включая биоподобные алгоритмы.. Особенности сетевой безопасности в сенсорных сетях. | 2 |
| 5 | 3 | Сети M2M. Классификация сетей M2M по видам трафика. Модели для опосредованного и псевдодетерминированного трафика. Пуассоновский, самоподобный и антиперсистентный трафик. | 2 |
| 6 | 3 | Влияние трафика M2M на качество обслуживания традиционных услуг связи (речь, видео, данные). Способы уменьшения влияния трафика M2M. | 2 |
| 7 | 4 | Интеллектуальные транспортные сети (ИТС). Структура ИТС. Ad Hoc сети для транспортных средств VANET. Архитектура сетей VANET. Особенности передачи сообщений безопасности через сети VANET. | 2 |
| 8 | 4 | Облачные сервисы для подключения Интернет вещей. Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и нормативно-правовая база для проведения измерений. | 2 |
| 9 | 5 | Облачные сервисы для подключения Интернет вещей. | 2 |
| 10 | 5 | Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и нормативно-правовая база для проведения измерений. | 2 |
| Итого: | | | 20 |

Заочная форма обучения

Таблица 10

| № п/п | Номер раздела | Тема лекции | Всего часов |
|-------|---------------|---|-------------|
| 1 | 1 | История развития сетей связи. Создание предпосылок для появления концепции Интернета Вещей. | 0.4 |
| 2 | 1 | Интернет будущего – структура. Триллионные сети. Летающие сети. Электромагнитные и молекулярные наносети. Медицинские сети. | 0.4 |
| 3 | 2 | Кластеризация сенсорных сетей и основные методы кластеризации, включая биоподобные алгоритмы.. Особенности сетевой безопасности в сенсорных сетях. | 0.4 |
| 4 | 2 | Ad Hoc или самоорганизующиеся сети. Приложения самоорганизующихся сетей. Всепроницающие сенсорные сети как технологическая основа внедрения концепции Интернета Вещей. | 0.4 |
| 5 | 3 | Влияние трафика M2M на качество обслуживания традиционных услуг связи (речь, видео, данные). Способы уменьшения влияния трафика M2M. | 0.4 |
| 6 | 3 | Сети M2M. Классификация сетей M2M по видам трафика. Модели для опосредованного и псевдодетерминированного трафика. Пуассоновский, самоподобный и антиперсистентный трафик. | 0.4 |
| 7 | 4 | Облачные сервисы для подключения Интернет вещей. Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и нормативно-правовая база для проведения измерений. | 0.4 |
| 8 | 4 | Интеллектуальные транспортные сети (ИТС). Структура ИТС. Ad Hoc сети для транспортных средств VANET. Архитектура сетей VANET. Особенности передачи сообщений безопасности через сети VANET. | 0.4 |

| | | | |
|--------|---|---|-----|
| 9 | 5 | Облачные сервисы для подключения Интернет вещей. | 0.4 |
| 10 | 5 | Качество обслуживания в сетях связи общего пользования и нормативно-правовая база для проведения измерений. | 0.4 |
| Итого: | | | 4 |

7. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 11

| № п/п | Номер раздела | Наименование лабораторной работы | Всего часов |
|--------|---------------|---|-------------|
| 1 | 2 | 1. Измерение и анализ трафика смартфонов с использованием Wireshark. | 6 |
| 2 | 3 | 1. Моделирование взаимодействия транспортных средств с инфраструктурными точками доступа в среде NCTUns. | 6 |
| 3 | 4 | 1. Моделирование и исследование протокола ZigBee в среде Riverbad OPNET Modeler. 2. Моделирование и исследование функционирования мобильных сенсорных сетей в среде Riverbad OPNET Modeler. 3. Моделирование информационного обмена в сенсорных сетях в среде AnyLogic. 4. Моделирование перегрузок в сетях M2M в среде ns-3. | 6 |
| 4 | 5 | 1. Оценка качества обслуживания передаваемого трафика с помощью программного продукта IxChariot. 2. Тестирование фрагмента сети на соответствие нормам приказа Минкомсвязи №113 от 2007 года. 3. Тестирование взаимодействия Интернет Вещей с магистральными сетями. | 6 |
| Итого: | | | 24 |

Заочная форма обучения

Таблица 12

| № п/п | Номер раздела | Наименование лабораторной работы | Всего часов |
|--------|---------------|---|-------------|
| 1 | 2 | 1. Измерение и анализ трафика смартфонов с использованием Wireshark. | 2 |
| 2 | 3 | 1. Моделирование взаимодействия транспортных средств с инфраструктурными точками доступа в среде NCTUns. | 2 |
| 3 | 4 | 1. Моделирование и исследование протокола ZigBee в среде Riverbad OPNET Modeler. 2. Моделирование и исследование функционирования мобильных сенсорных сетей в среде Riverbad OPNET Modeler. 3. Моделирование информационного обмена в сенсорных сетях в среде AnyLogic. 4. Моделирование перегрузок в сетях M2M в среде ns-3. | 2 |
| 4 | 4 | 1. Оценка качества обслуживания передаваемого трафика с помощью программного продукта IxChariot. 2. Тестирование фрагмента сети на соответствие нормам приказа Минкомсвязи №113 от 2007 года. 3. Тестирование взаимодействия Интернет Вещей с магистральными сетями. | 2 |
| Итого: | | | 8 |

8. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 13

| № п/п | Номер раздела | Тема занятия | Всего часов |
|--------|---------------|---|-------------|
| 1 | 2 | 1. Изучение рекомендаций МСЭ-Т Y.2060, Y.2062, Y.2063. 2. Изучение стандартов IEEE 802.15.4 и IEEE 802.15.6. 3. Изучение рекомендации МСЭ-Т X.1311. | 6 |
| 2 | 3 | 1. Изучение моделей трафика в сетях M2M. 2. Понятие о кооперативных сетях и возможности улучшения характеристик трафика в гетерогенных LTE сетях. | 6 |
| 3 | 4 | 1. Изучение стандарта IEEE 802.11p. 2. Изучение алгоритмов оптимизации передачи информационных сообщений в сетях VANET. | 6 |
| 4 | 5 | 1. Изучение рекомендаций МСЭ-Т E.800, Y.1540, Y. 154.1, G.1080 в которых дается определение качества обслуживания и качество восприятия, описаны показатели QoS и их нормы для различных типов трафика. 2. Изучение методов оценки качества передачи речи, R-фактор. 3. Изучение методик тестирования на основе RFC 2544, Y.1564. | 8 |
| Итого: | | | 26 |

Заочная форма обучения

Таблица 14

| № п/п | Номер раздела | Тема занятия | Всего часов |
|--------|---------------|---|-------------|
| 1 | 2 | 1. Изучение рекомендаций МСЭ-Т Y.2060, Y.2062, Y.2063. 2. Изучение стандартов IEEE 802.15.4 и IEEE 802.15.6. 3. Изучение рекомендации МСЭ-Т X.1311. | 2 |
| 2 | 3 | 1. Изучение моделей трафика в сетях M2M. 2. Понятие о кооперативных сетях и возможности улучшения характеристик трафика в гетерогенных LTE сетях. | 2 |
| 3 | 4 | 1. Изучение стандарта IEEE 802.11p. 2. Изучение алгоритмов оптимизации передачи информационных сообщений в сетях VANET. | 2 |
| 4 | 4 | 1. Изучение рекомендаций МСЭ-Т E.800, Y.1540, Y. 154.1, G.1080 в которых дается определение качества обслуживания и качество восприятия, описаны показатели QoS и их нормы для различных типов трафика. 2. Изучение методов оценки качества передачи речи, R-фактор. 3. Изучение методик тестирования на основе RFC 2544, Y.1564. | 2 |
| Итого: | | | 8 |

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом предусмотрен курсовой проект.

Подготовка к курсовому проектированию.

Курсовое проектирование должно способствовать закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами за время обучения, и применению этих знаний к комплексному решению конкретной практической задачи. Системой курсовых проектов студент подготавливается к выполнению более сложной задачи - дипломного проектирования. Курсовое проектирование должно также прививать студентам навыки производства расчетов, составления технико-экономических записок.

Курсовой проект должен состоять из графической части и расчетно-объяснительной записки. Графический материал должен быть выполнен с учетом

требований ЕСКД. В пояснительной записке должны быть обоснованы все технические решения и представлены расчеты, подтверждающие правильность выбора.

Эти обоснования проекта могут быть представлены в виде сравнительных характеристик выбранного решения с другими имеющимися или возможными вариантами, показом их преимуществ и простоты изготовления на существующем оборудовании, удобства эксплуатации, ремонта и техники безопасности работы.

Изложение пояснительной записки должно быть технически грамотным, четким и сжатым.

Таблица 15

| № п/п | Тема курсового проекта (работы) |
|-------|---|
| 1 | Выбор и обоснование протоколов взаимодействия для Интернет Вещи (по вариантам). |

10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 16

| № п/п | Номер раздела | Содержание самостоятельной работы | Форма контроля | Всего часов |
|--------|---------------|---|----------------|-------------|
| 1 | 1 | Изучение теоретического материала. | Отчет.Тест | 10 |
| 2 | 2 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям | Отчет.Тест | 10 |
| 3 | 3 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям | Отчет.Тест | 20 |
| 4 | 4 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям | Отчет.Тест | 20 |
| 5 | 5 | Подготовка курсового проекта и подготовка к экзамену | Защита | 22 |
| Итого: | | | | 82 |

Заочная форма обучения

Таблица 17

| № п/п | Номер раздела | Содержание самостоятельной работы | Форма контроля | Всего часов |
|--------|---------------|---|----------------|-------------|
| 1 | 1 | Изучение теоретического материала. | Отчет.Тест | 17 |
| 2 | 2 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям | Отчет.Тест | 20 |
| 3 | 3 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям | Отчет.Тест | 37 |
| 4 | 4 | Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям | Отчет.Тест | 37.65 |
| 5 | 5 | Подготовка курсового проекта и подготовка к экзамену | Отчет.Тест | 45 |
| Итого: | | | | 156.65 |

11. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-

методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;
- методические рекомендации по подготовке и защите курсовой работы (проекта).

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета «Положение о фонде оценочных средств» и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

- Перечень вопросов для экзамена (20 вопросов)
- КИМы по курсу (100 вопросов).

13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

12.1. Основная литература:

1. Гольдштейн, Б. С.

Сети связи: Учебник : [Электронный ресурс] / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Яновский. - СПб. : БХВ-Петербург, 2014. - 401 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=340663>. - ISBN 978-5-9775-2798-9 : Б. ц.

12.2. Дополнительная литература:

1. Охорзин, Виктор Михайлович.
Циклические коды : практикум / В. М. Охорзин ; рец. Н. В. Савищенко ; Федер. агентство связи, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "С.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2010. - 58 с. : ил, табл. - Библиогр. : с. 56 . - 65.50 р. - Текст : непосредственный. Прил. : с. 54-55
2. Кучерявый, Андрей Евгеньевич.
Самоорганизующиеся сети : учебное пособие / А. Е. Кучерявый, А. В. Прокопьев, Е. А. Кучерявый. - СПб. : Любавич, 2011. - 309 с. : ил. - ISBN 978-5-86983-318-1 : 300.00 р. - Текст : непосредственный. Есть автограф: Кучерявый, А. Е.
3. Гольдштейн, Б. С.
Сети связи пост-NGN : [Электронный ресурс] / Б. С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый. - СПб. : БХВ-Петербург, 2014. - 160 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=340666>. - ISBN 978-5-9775-3251-8 : Б. ц.

14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети интернет из указанного перечня являются рекомендуемыми дополнительными (вспомогательными) источниками официальной информации, размещенной на легальных основаниях с открытым доступом. За полноту содержания и качество работу сайтов несет ответственность правообладатель.

Таблица 18

| Наименование ресурса | Адрес |
|--|--|
| Официальный сайт кафедры "Сетей связи и передачи данных" | seti.sut.ru |
| Официальный сайт СПбГУТ | sut.ru/ |
| Электронная библиотека НТБ СПбГУТ | lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut/index.php |

15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

15.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)

- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

15.3. Дополнительные источники

16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

16.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Интернет вещей» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить пробелы в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

В процессе изучения студентам предлагается выполнить 12 лабораторных работ. Каждая лабораторная работа требует предварительного ознакомления с теоретическим материалом по теме. После выполнения лабораторной работы студенты готовят индивидуальные отчеты, в достаточной степени отражающие полученные результаты и анализ проведенного исследования. По факту предоставления отчета, выполненного в соответствии с заданием и адекватно отражающего полученные результаты, студент допускается к защите лабораторной работы. Защита проходит в индивидуальном порядке, при этом студент должен дать ответы на следующую группу вопросов: Цели лабораторных работ включают в себя овладение современными методами моделирование, анализа трафика и параметров качества обслуживания и восприятия.

16.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим

обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

16.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Предусмотрено 13 практических занятий, ориентированных на изучение возможностей передачи информации в наносетях, рекомендаций и стандартов МСЭ-Т, IEEE и ETSI. Самостоятельная работа подразумевает, что студенты решают задания к практическим занятиям овладевают необходимыми навыками моделирования для реализации базовых сетевых моделей и готовятся к лабораторным работам, выполняют отчеты по лабораторным работам, анализируют регламентирующие документы, развивают навыки моделирования. В ходе курса студенты выполняют курсовой проект согласно варианту, который выдает преподаватель. В случае успешной защиты всех лабораторных работ и курсового

проекта студент допускается к сдаче экзамена.

16.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучающегося на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно

должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждение понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

16.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 19

| № п/п | Наименование специализированных аудиторий и лабораторий | Наименование оборудования |
|-------|---|---------------------------|
| 1 | Лекционная аудитория | Аудио-видео комплекс |
| 2 | Аудитории для проведения групповых и практических занятий | Аудио-видео комплекс |
| 3 | Компьютерный класс | Персональные компьютеры |
| 4 | Аудитория для курсового и дипломного проектирования | Персональные компьютеры |
| 5 | Аудитория для самостоятельной работы | Компьютерная техника |
| 6 | Читальный зал | Персональные компьютеры |

| | | |
|----|--|---|
| 7 | Лаборатория моделирования и оптимизации сетей связи им. профессора Г.Г.Яновского | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 8 | Лаборатория обработки информации и передачи данных в вычислительных сетях | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 9 | Лаборатория качества восприятия и IPTV | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 10 | Лаборатория телематических служб систем обработки и передачи информации | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |