

1  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»**

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор - проректор по учебной работе



Г.М. Машков/

20 18 г.

Регистрационный № 07-2018

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«Интернет Вещей и самоорганизующиеся сети»**

Санкт-Петербург  
2018 г.

## **1. Цель реализации программы**

Целью реализации программы является изучение основ построения самоорганизующихся сетей, знакомство с концепцией Интернета Вещей (Internet of Things, IoT), всепроникающими сенсорными сетями (Mobile Ad hoc NETwork, MANET), и транспортными самоорганизующимися сетями (Vehicular Ad hoc NETwork, VANET), а также обзор основных протоколов управления доступом к среде передачи, маршрутизации и транспортного уровня для повышения профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации преподавателя и приобретения следующих компетенций:

- способность исследовать свойства и параметры сетевого трафика в современных гетерогенных сетях связи;
- способность к расширению сферы эффективного применения инфокоммуникационных технологий во всех областях деятельности в условиях информационного общества;
- способность исследовать и создавать Интернет Вещи.

## **2. Требования к результатам обучения**

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения компетенций, указанных в п.1:

### **слушатель должен знать:**

- принципы построения самоорганизующихся сетей, основные протоколы управления доступом к среде передачи, маршрутизации и транспортного уровня, использующиеся в этих сетях;

### **слушатель должен уметь:**

- осуществлять моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
- осуществлять постановку и проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов.

### 3. Содержание программы

Категория слушателей – преподаватели ВУЗа с наличием и без ученой степени  
(указывается уровень образования, область профессиональной деятельности)

Срок обучения – 72 часа.

Форма обучения – без отрыва от работы  
(с отрывом от работы, без отрыва от работы и т.д.)

**Учебный план**  
**программы повышения квалификации**  
**«Интернет Вещей и самоорганизующиеся сети»**

№ п/п	Наименование модулей	Всего, час.	В том числе	
			Занятия лекционного типа	Формы аттестации
1	Основы самоорганизующихся сетей	30	30	отчет
2	Интернет Вещей	38	38	отчет
Итоговая аттестация		Зачет (4 часа)		

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			лекции и	практ. и лаб. зан.
1	2	3	4	5
<b>1</b>	<b>Основы самоорганизующихся сетей</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>12</b>
1.1	Классификация сетей. Ad Hoc или самоорганизующиеся сети. Приложения самоорганизующихся сетей.	6	6	-
1.2	Всепроникающие сенсорные сети как технологическая основа внедрения концепции Интернета Вещей.	12	6	6
1.3.	Кластеризация сенсорных сетей и основные методы кластеризации, включая биоподобные алгоритмы.	12	6	6
<b>2</b>	<b>Интернет Вещей</b>	<b>38</b>	<b>26</b>	<b>12</b>
2.1	Концепция Интернета Вещей. Летящие сенсорные сети.	6	6	-
2.2	Электромагнитные и молекулярные наносети. Медицинские сети.	8	6	2
2.3	Сети M2M.	10	6	4
2.4	Интеллектуальные транспортные сети (ИТС).	8	4	4
2.5	Облачные сервисы для подключения Интернет вещей.	6	4	2

## *Календарный учебный график*

### Учебная программа

повышения квалификации

### «Интернет Вещей и самоорганизующиеся сети»

#### Модуль 1. Основы самоорганизующихся сетей (30 час.)

**Тема 1.1** Классификация сетей. Ad Hoc или самоорганизующиеся сети. Приложения самоорганизующихся сетей. (6 часов).

Рассматривается история развития сетей связи и предпосылки для возникновения концепции Интернета Вещей. Рассматриваются определение и принципы построения самоорганизующихся сетей. Анализируются наиболее известные приложения самоорганизующихся и всепроникающих сенсорных сетей.

**Тема 1.2** Всепроникающие сенсорные сети как технологическая основа внедрения концепции Интернета Вещей.

Рассматриваются общие принципы функционирования сенсорных сетей. Архитектура сенсорных узлов. Особенности архитектуры всепроникающих сенсорных сетей (12 часов).

**Тема 1.3** Кластеризация сенсорных сетей и основные методы кластеризации, включая биоподобные алгоритмы. (12 часов).

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.

#### Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия
1.2	Принципы выбора архитектуры ВСС для различных сценариев использования (4 часа)
1.2	Принципы выбора датчиков для ВСС различного назначения (2 часа)
1.3	Изучение алгоритмов кластеризации во всепроникающих сенсорных сетях (4 часа)
1.3	Принципы выбора протоколов сетевого уровня для ВСС (2 часа)

#### Модуль 2. Интернет Вещей (38 час.)

**Тема 2.1** Концепция Интернета Вещей. Летающие сенсорные сети. (6 часов).

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.

**Тема 2.2** Электромагнитные и молекулярные наносети. Медицинские сети. (8 часов).

Приводится классификация наносетей на электромагнитные и молекулярные. Рассматриваются возможные варианты реализации наносетей в терагерцовом диапазоне. Принципы планирования и расчета медицинских сетей.

**Тема 2.3** Сети M2M. (10 часов).

Рассматриваются сети машина-машина M2M и принципы их построения. Проводится классификация сетей M2M по видам трафика. Приводятся модели для опосредованного и псевдодетерминированного трафика M2M. 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 M2M в смартфонах. Рассматриваются методы уменьшения влияния трафика M2M на качество обслуживания традиционных услуг связи (речь, видео, данные).

**Тема 2.4** Интеллектуальные транспортные сети (ИТС). (8 часов).

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.

**Тема 2.5** Облачные сервисы для подключения Интернет вещей. (6 часов).

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.

### Перечень лабораторных занятий

Номер темы	Наименование практического занятия
2.2	Моделирование информационного обмена в сенсорных сетях в среде AnyLogic. (2 часа)
2.3	Измерение и анализ трафика смартфонов с использованием Wireshark. (4 часа)
2.4	Моделирование взаимодействия транспортных средств с инфраструктурными точками доступа в среде NCTUns. (4 часа)

2.5	Тестирование взаимодействия Интернет Вещей с магистральными сетями. (2 часа)
-----	--

#### 4. Организационно-педагогические условия

4.1. Формы и режим занятий:

Аудиторная;

Групповая;

Индивидуальная;

Самостоятельная работа

4.2. Форма обучения очная

4.3. Срок освоения 72 часа

4.4. Применяемые средства обучения \_\_\_\_\_

4.5. Материально-техническое обеспечение реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория	Лекции	компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Лаборатория Интернет Вещей	Лаб. работы и практ. занятия	учебные макеты для изучения основ сенсорных сетей и Интернет Вещей

4.6. Учебно-методическое обеспечение программы

Модули 1 и 2:

а) основная литература:

1. Кучерявый А.Е. Самоорганизующиеся сети: учебное пособие / А.Е. Кучерявый, Е.А. Кучерявый, А.В. Прокопьев. – СПб.: Любавич, 2011 – 309 с.

2. Гольдштейн Б.С. Сети связи: учебник для ВУЗов / Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010, - 400 с.

3. Охорзин В.М. Циклические коды: практикум / В.М. Охорзин – СПб.: СПбГУТ, 2010 – 58 с.

б) дополнительная литература:

1. Кучерявый, А. Е. Выбор головного узла кластера в однородной беспроводной

- сенсорной сети/А. Е. Кучерявый, А. Салим // Электросвязь. - 2009. - № 8. – С. 32-36
2. Кучерявый, А. Е. Самоорганизующиеся сети и новые услуги/А. Е. Кучерявый // Электросвязь. – 2009. - № 1. – С. 19-23.
3. Молчанов, Д. А. Приложения беспроводных сенсорных сетей/ Д. А. Молчанов, Е. А. Кучерявый // Электросвязь. – 2006. - № 6. – С. 20-22.
4. Гольдштейн Б.С. Сети пост-NGN / Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 160 с.

в) программное обеспечение:

1. Wireshark
2. AnyLogicUniversity 6.9.

### **5. Оценка качества освоения программы**

Оценка качества освоения программы осуществляется аттестационной комиссией в виде дифференцированного зачета в письменной форме на основе пятибалльной системы оценок по основным разделам программы.

### **6. Составители программы**

Маколкина М.А., канд.техн.наук, доцент ( модули 1 и 2).