

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института энергетики,
информационных технологий и
управляющих систем
Белоусов А.В.
« 20 » мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Промышленный интернет

направление подготовки:

10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем

Специализация программы:

Безопасность открытых информационных систем

Квалификация

Специалист по защите информации

Форма обучения

очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем, утвержденного приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 №1457
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(Гаврющенко А.П.)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(Поляков В.М.)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(Поляков В.М.)

(инициалы, фамилия)

« 14 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(Семернин А.Н.)

(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен разрабатывать системы защиты информации автоматизированных систем реального времени (проектный)	ПК-2.3 Применяет прогрессивные технические решения при разработке систем защиты информации АС реального времени	Знать: эталонную модель взаимодействия открытых систем, основные протоколы, последовательность и содержание этапов построения и функционирования современных локальных и глобальных компьютерных сетей Уметь: - оценивать сложность алгоритмов и вычислений; - разрабатывать техзадания на создание подсистем безопасности информации АС, проектировать такие системы с учетом требований нормативных документов Владеть: - разработкой модели угроз безопасности информации и модели нарушителя в АС; - разработкой моделей АС и подсистем безопасности АС
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен выполнять анализ и постановку новых задач в области разработки математического, алгоритмического и программного обеспечения систем защиты информации. (научно-исследовательский)	ПК-3.3. Проводит анализ состояния исследований в области интеллектуальных технологий, определяет состав задач, методы и алгоритмы, используемые при разработке систем защиты информации	Знать: - методы и технологии проектирования, моделирования, исследования систем защиты информации АС; - основные криптографические методы, алгоритмы, протоколы, используемые для защиты информации в АС Уметь: - выполнять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации в области защиты информации; - разрабатывать и исследовать математические модели конкретных явлений и процессов для решения расчетных и исследовательских задач Владеть: - проведением исследований аналитических и компьютерных моделей АС и подсистем безопасности АС; - проведением исследований программных и схемотехнических решений компонентов АС с целью выявления потенциальных уязвимостей безопасности информации в АС

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 1. Компетенция ПК-2.** Способен разрабатывать системы защиты информации автоматизированных систем реального времени (проектный)

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Технологии и методы программирования систем реального времени
2	Промышленный интернет
3	Средства защиты от разрушающих программных компонентов
4	Контроль и тестирование программно-аппаратных систем
5	Технология построения защищенных распределенных приложений
6	Практикум по подготовке инженерной документации
7	Программирование встраиваемых систем
8	Системы и среды программирования
9	Производственная проектно-технологическая практика
10	Производственная преддипломная практика

- 2. Компетенция ПК-3** Способен выполнять анализ и постановку новых задач в области разработки математического, алгоритмического и программного обеспечения систем защиты информации. (научно-исследовательский)

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Основы искусственного интеллекта
2	Промышленный интернет
3	Технология построения защищенных распределенных приложений
4	Расследование инцидентов информационной безопасности

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации: зачёт

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
лекции	34	34
лабораторные	—	—
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	37	37
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задания	—	—
Индивидуальное домашнее задание	—	—
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	37	37
Зачет	—	—

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным
1. Архитектура и протоколы промышленного интернета					
	Основные понятия. Проводные системы типа SCADA. Причины перехода к беспроводной архитектуре. Проблемы энергоэффективности и дальности передачи данных. Шлюзы. Хранилища данных. Принципы промышленного интернета	6	8	-	7
2. Технологии LPWAN					
	Принцип работы энергоэффективных дальнотью действующих сетей. Сравнение технологий ZigBee, SigFox, сотовой связи (3G, 4G-LTE) с LPWAN. Причина быстрого роста LPWAN. Технология 5G IoT.	8	6	-	6
3. Технология LoRaWAN					
	Место LoRaWAN в экосистеме LPWAN. Приложения IoT, в которых работает LoRaWAN. Датчики, модули, шлюзы и другие составляющие части LoRaWAN. Интеграция с VPN и вертикальными (проху) решениями. Причины успеха LoRaWAN в сравнении с конкурентами.	8	12	-	12
4. Проблемы информационной безопасности IoT и IIoT					
	Классификация угроз ИБ в системах IoT и IIoT. Примеры угроз для устройств IIoT: интеллектуальная транспортная система, элементы методологии цифровой экспертизы. Примеры сценариев атак на устройства IIoT. Разработка мер безопасности для устройств IIoT.	12	8	-	12
	ВСЕГО	34	34	-	37

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
Семестр №8				
1	Архитектура и протоколы промышленного интернета	Организация взаимодействия по протоколу ZigBee	8	2

2	Технологии LoRaWAN	Построение системы передачи данных с использованием модулей LoRa и ретранслятора на базе ПК	4	8
3	Технология LoRaWAN	Комбинирование и сопряжение устройств LoRa в сети LoRaWAN	2	6
4	Технология 802.11	Концентрация и маршрутизация в ячеистой сети	6	6
5	Проблемы информационной безопасности IoT и PoT	Разработка модели угроз безопасности информации для устройств PoT.	6	6
6	Проектирование сетей сбора больших данных на основе LoRaWAN	Согласованное управление квадрокоптерами на технологии LoRaWAN	8	6
ИТОГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

1.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

1.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-2. Способен разрабатывать системы защиты информации автоматизированных систем реального времени (проектный)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.3. Разрабатывает системы защиты информации автоматизированных систем реального времени	Устный опрос на занятии, защита лабораторной работы, зачет

2. Компетенция ПК-3. Способен выполнять анализ и постановку новых задач в области разработки математического, алгоритмического и программного обеспечения систем защиты информации. (научно-исследовательский)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.3. Проводит анализ состояния исследований в области интеллектуальных технологий, определяет состав задач, методы и алгоритмы, используемые при разработке систем защиты информации	Письменный опрос на занятии, защита лабораторной работы, зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачёта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Архитектура и протоколы промышленного интернета	Определение интернета вещей (IoT). Объекты IoT. Системы контроля и управления технологическим процессом. Связь IoT и больших данных. Протоколы IoT. Сложности в стандартизации IoT.
2	Технологии LPWAN	Проблема потребления энергии. Проблема радиуса действия. WiMAX, ZigBee, SigFox, LTE-M: почему они не могут стать общепотребительными Архитектура сети сбора информации сельскохозяйственного значения Архитектура построения сети с охранными функциями
3	Технология LoRaWAN	LoRa Alliance: идея, история возникновения и текущее состояние Открытые альтернативы LoRaWAN: DASH7 и IEEE 802.11ah (Wi-Fi HiLow) Программное и аппаратное обеспечение LoRaWAN Каким образом LoRaWAN приводит к ускорению роста рынка решений LPWAN Перспективы взаимодействия LoRa и 5G: решение проблемы энергопотребления в сетях 5G

4	Проблемы информационной безопасности IoT и IIoT	Комбинированный широкий сбор данных: новые свойства больших данных Межсетевое взаимодействие в IoT на LoRaWAN Энергетический план, частотный план, data exchange rates Лучшие практики в организации сетей сбора больших данных Обеспечение BI аналитики с помощью сетей сбора данных Согласованное поведение множества объектов IoT: современные разработки
---	---	--

5.2.2. Перечень тестовых вопросов для промежуточного контроля результатов достижения индикаторов компетенции:

1. Чем объяснима необходимость криптографии информации, курсирующей в вычислительной сети?
 - Сложность управления и контроля доступа к системе.
 - Разделение совместно используемых ресурсов.
 - Данные IP, и TCP-протокола полностью прозрачны для злоумышленника.
 - Множество точек атаки.
2. Дайте определение показателя эффективности системы защиты информации
 - Сравнительная характеристика системы защиты информации и возможностей нарушителя по ее преодолению.
 - Совокупность свойств, определяющих степень ее приспособленности к выполнению поставленных перед ней задач. В некоторых работах указанная совокупность свойств названа термином "качество".
 - Ее влияние на достижение (при прочих равных условиях) конечных целей функционирования системы обработки информации или на степень использования потенциальных боевых возможностей группировки войск в данной конкретной обстановке.
 - Численная мера, количественно характеризующая степень выполнения системой защиты целей своего функционирования
3. Проранжируйте по степени эффективности меры обеспечения информационной безопасности ИС:
 - Организация учета, хранения, использования и уничтожения документов и носителей с конфиденциальной информацией; распределение реквизитов разграничения доступа (паролей, профилей полномочий и т.п.); организация скрытого контроля за работой пользователей и персонала ИС;
 - Административные меры защиты, Процедурные меры защиты, Физические меры защиты, Программно-технические меры защиты;
 - Идентификация и аутентификация субъектов (пользователей, процессов и т.д.) ИС; контроль доступа к ресурсам ИС; регистрация и анализ событий, происходящих в ИС; контроль целостности объектов ИС; шифрование данных; резервирование ресурсов и компонентов ИС;
 - Разработка правил обработки информации в ИС; мероприятия, осуществляемые при подборе и подготовке персонала; организация надежного пропускного режима; организация учета, хранения, использования и уничтожения документов и носителей с конфиденциальной информацией
4. VPN это:
 - а. Виртуальная частная сеть
 - б. зашифрованное подключение между вашим компьютером или мобильным устройством и Интернетом

- с. способ осуществления безопасного подключения к удаленной сети через публичную сеть
- d. способ осуществления безопасного соединения двух (и более) сетей через (обычно) незащищенный интернет, применяя протоколы шифрования VPN
- е. все перечисленное

5. Отметьте **НЕверные** определения:

- a. API – программный интерфейс приложения (Application PI)
- b. DNS – служба доменных имен (DN service)
- c. IP – протокол обмена информацией
- d. MQTT – протокол организации очередей доставки телеметрических сообщений (Message Queuing TT)
- e. OSI – взаимодействие открытых систем
- f. TCP – протокол управления передачей
- h. PKI – инфраструктура закрытых ключей
- i. RFID – радиочастотная идентификация

6. Какое из утверждений **НЕверное**:

- a. ПоТ КИИ – если отдельные датчики и исполнительные устройства КИИ не работают (сбой или другие инциденты), это в значительной степени влияет на всю инфраструктуру
- b. ПоТ КИИ – необходимо отслеживать различные состояния датчиков и исполнительных устройств (например, состояние аккумулятора, версия программного обеспечения и др)
- c. ПоТ с/х продукции – платформа обмена данными ПоТ разворачивается в абстрактных сетях, тк для каждого типа данных требуется разное качество обслуживания, что приводит к дублированию каналов передачи информации и дорогостоящему развитию системы
- d. ПоТ КИИ – для повышения надежности системы необходимы различные методы получения данных и выдвигаются различные требования к качеству обслуживания, что приводит к дублированию каналов передачи информации и дорогостоящему развитию системы

7. **Основное** преимущество сетей 6LoWPAN:

- a. Основанный на IPv6 6LoWPAN обеспечивает значительную теоретическую адресность 2¹²⁸ уникальных адресов
- b. Сети 6LoWPAN не нуждаются в высокоскоростных сетевых сервисах
- c. В сетях 6LoWPAN простейший из датчиков может иметь IP-адресность и действовать как участник сети
- d. Сети 6LoWPAN являются смешанными mesh-сетями

8. В большинстве стандартов и протоколов ПоТ используется **шифрование** данных по протоколу:

- a. DNS
- b. AES – 128
- c. AES – 64
- d. ГОСТ – 89
- e. Triple DES

9. Какой из стандартов **WiFi (802.11)** разработан и предназначен для сетей и датчиков IoT и ПоТ:

- a. 802.11 ac
- b. 802.11 ah
- c. 802.11 ah
- d. 802.11 ad

10. Какой из **стандартов сотовой связи** предусматривает его использование для сетей IoT и PoT:
- a. 2 G/2,5G
 - b. 3G
 - c. 4G
 - d. 5G
11. Сигнал какой из **частот** имеет лучшую проникающую способность и не так сильно зависит от рассеяния:
- a. 430 МГц
 - b. 867 МГц
 - c. 930 МГц
12. Что такое **VLAN** (Virtual LAN)
- a. Виртуальная сеть, используемая для логических построений топологий сети, которая никак не зависит от физической топологии
 - b. Виртуальная сеть, функционирующая как любая физическая локальная сеть, но позволяющая группировать компьютеры и другие устройства, даже если они не привязаны к одному сетевому коммутатору
 - c. Виртуальная сеть, позволяющая осуществить разделение в разные подсети компьютеров, подключенных к одному коммутатору
 - d. Все перечисленное
13. Какой способ дает возможность увеличить емкость или пропускную способность для беспроводного способа передачи-приема
- a. Добавить больше спектра и емкости канала, что увеличивает полосу пропускания линейно
 - b. Добавить больше антенн, что линейно улучшает полосу пропускания
 - c. Улучшить соотношение сигнал-шум с помощью усовершенствованных антенн и приемников, что только улучшает уравнение логарифмически
14. Укажите стандарты и технологии беспроводной связи с низким энергопотреблением **не на основе IP**:
- a. BLE
 - b. 802.15.4
 - c. 6LoWPAN
 - d. ZigBee
 - e. 802.11
 - f. Z-Wave
 - g. 802.11ah
 - h. 802.11 MIMO
 - i. Bluetooth 5
15. Какие особенности **протокола LoRaWAN** и его физического уровня LoRa являются его **основными преимуществами**, и дают возможность реального снижения стоимости инфраструктуры:
- a. Сети работают в нелицензируемом диапазоне частот
 - b. Используемые методы модуляции и кодирования дают возможность получать сигналы на уровне 19,4 дБ ниже уровня шума
 - c. Данные протоколы являются проприетарными и неспонсируемыми 3GPP
 - d. Используемая в сети LoRa функция ADR (adaptive data rate) – динамически масштабируемая емкость сети, основанная на плотности узлов и инфраструктуре (близости)

16. Почему точность геолокации в сети **LoRaWAN** составляет около 100м:
- a. Небольшое количество базовых станций
 - b. Сети LoRaWAN обладают высокой задержкой и не могут работать в режиме реального времени
 - c. LoRaWAN основан на алгоритме ALOHA. ALOHA усложняет проверку и подтверждение, а также способствует повышению частоты ошибок более чем на 50%.
 - d. Все перечисленное
17. Каким из протоколов WPAN IoT предполагается возможное создание **mesh-сетей**
- a. 802.15.4
 - b. 6LoWPAN
 - c. ZigBee
 - d. Bluetooth
 - e. 802.11ah
18. Чем определяется **обеспечение информационной безопасности** в сетях IoT:
- a. Специальными техническими рекомендациями СТР-К
 - b. Процедурой обеспечения информационной безопасности в соответствии с требованиями руководящих документов
 - c. Стандартами и протоколами используемых сетей IoT
 - d. ГОСТами и приказами ФСТЭК
19. Каковы основные функции **шлюза IoT**:
- a. Преобразование и перенаправление данных между двумя разными сетями
 - b. Обеспечение соединений между сегментами одной сети
 - c. Обеспечение механизма преобразования трафика для подключения к интернету
20. Системы IoT и **IoT реального времени** необходимы для:
- a. Корректной работы системы, которая зависит не только от логической точности, но и от своевременности действий системы
 - b. Если несоблюдение временных ограничений может привести к серьезному повреждению системы IoT или ее окружения, включая травмы или даже летальный исход
 - d. Выполнения требований важности вычислений реального времени для особо важных приложений IoT в таких сферах, как аэрокосмические и оборонные системы, промышленная автоматизация, приборостроение, управление трафиком и телекоммуникации и др
 - c. Учета времени работы системы для коммерциализации расчетов

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

Примерные перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы
Лабораторная работа №1. Организация взаимодействия по протоколу ZigBee	1. Опишите технологию ZigBee: — полоса частот; — структура сигнала; — энергозатратность; — дальность работы. 2. Приведите примеры использования ZigBee в «умном доме». 3. Что такое системы SCADA, как ZigBee применяется в них.
Лабораторная работа №2. Интеллектуальная охранная система на технологии LPWAN	1. Опишите технологию LPWAN: — полоса частот; — структура сигнала; — энергозатратность; — дальность работы. 2. Что такое охранная система? 3. Какие требования предъявляются к датчикам охранных систем? 4. Каким образом осуществляется управление охранной системой в режиме реального времени? 5. В чем интеллектуальность охранной системы? 6. Каким образом можно применить онлайн обучение в эксплуатации интеллектуальной охранной системы? 7. Каковы основные уязвимости интеллектуальной охранной системы?
Лабораторная работа №3. Комбинирование и сопряжение устройств LoRa в сети LoRaWAN	1. Опишите технологию LoRa на физическом и канальном уровнях. 2. Какова скорость передачи данных в LoRa и почему она именно такая? 3. Какие бывают устройства в сети LoRaWAN? 4. Что подразумевается под настройкой сопряжения устройств? 5. Какие базовые параметры следует учитывать при сопряжении устройств? 6. Что произойдет при потере устройства в сети? 7. Как обезопасить устройство от последствий при потере сигнала базовой станции?
Лабораторная работа №4. Концентрация и маршрутизация в ячеистой сети	1. Понятие ячеистой (mesh) сети. 2. В чем заключается концентрация в mesh-сети? 3. Как управлять маршрутизацией в ячеистой сети и при каких обстоятельствах стоит это делать? 4. Как производится расчет вычислительной нагрузки на узел в ячеистой сети? 5. Определение критического состояния ячеистой сети.
Лабораторная работа №5. Проблемы информационной безопасности IoT и IIoT	1. Угрозы и риски IoT. 2. Проблема данных IoT, хранящихся в облаке. 3. Классификация угроз IIoT.. 4. Виды атак на IIoT и их краткое описание. 5. Основные средства обеспечения безопасности IoT и IIoT.
Лабораторная работа №6.	1. Параметры управления квадрокоптером.

Согласованное управление квадрокоптерами на технологии LoRaWAN	2. Способы определения координат (3D) 3. Дайте определение понятию <i>согласованные действия управляемых систем</i> . 4. Управление в относительных координатах. 5. Режимы управления и согласованной работы.
--	--

Критерии оценки лабораторной работы: лабораторная работа считается защищенной, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи, связанные с применением систем передачи маломощных данных на средние расстояния
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Владение навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей
	Качество выполнения работ по созданию систем промышленного интернета
	Самостоятельность работы с системами промышленного интернета

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их

				самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение решать стандартные профессиональные задачи, связанные с применением систем передачи малоомощных данных на средние расстояния	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач	Умеет решать стандартные профессиональные задачи	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи
Умение использовать теоретические знания для	Не умеет использовать теоретические знания для	Использование теоретических знаний для выбора методики	Умеет использовать теоретические знания для	Умело использует теоретические знания для выбора методики решения

выбора методики решения профессиональных задач	выбора методики решения профессиональных задач	решения профессиональных задач вызывает затруднения	выбора методики решения профессиональных задач	профессиональных задач
Умение проверять решение и анализировать результаты	Не умеет проверить и обосновать полученные результаты	Проверка и обоснование полученных результатов вызывает затруднения	Умеет проводить проверку и обосновывать результаты тестирования программного обеспечения	Полностью владеет методами исследования программного обеспечения

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей	Не владеет навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей	Не достаточно хорошо владеет навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей	Владеет навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей	Профессионально владеет навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей
Качество выполнения работ по созданию систем промышленного интернета	Не качественно выполняет работы по созданию систем промышленного интернета, допускает грубые ошибки	Не достаточно качественно выполняет работы по созданию систем промышленного интернета, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Не достаточно качественно выполняет работы по созданию систем промышленного интернета, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно выполняет работы по созданию систем промышленного интернета
Самостоятельность работы с системами промышленного интернета	Не может самостоятельно выполнять работы с системами промышленного интернета	Выполняет работы с системами промышленного интернета с посторонней помощью	При выполнении работ с системами промышленного интернета иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет работы с системами промышленного интернета объектов профессиональной деятельности

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Linuxmint ®	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
2.	Debian 10	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
3.	Среда разработки PyCharm	Бесплатная лицензия для образовательных организаций
4.	Среда разработки JetBrains	Бесплатная лицензия JetBrains для образовательных организаций

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Ли, П. Архитектура интернета вещей / П. Ли ; перевод с английского М. А. Райтман. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 454 с. — ISBN 978-5-97060-672-8.
2. Кумаритова Д. Л., Киричек Р. В. Обзор и сравнительный анализ технологий LPWAN сетей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 4. С. 33–48.
3. TS2-1.1.0 LoRaWAN Backend Interfaces Specification © LoRa Alliance, Inc. (2020). URL: https://lora-alliance.org/wp-content/uploads/2020/11/TS002-1.1.0_LoRaWAN_Backend_Interfaces.pdf (дата обращения: 13.02.2021)
4. Приказ Минкомсвязи России от 29.03.2019 N 113.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»
— Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>
4. Электронная библиотечная система ЛАНЬ –Режим доступа:
<https://e.lanbook.com/>
5. Официальный веб-сайт альянса LoRa: <https://lora-alliance.org/>
6. Официальный сайт партнерства связи 3-го поколения: <https://www.3gpp.org/>