

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 12.10.2026 17:00:48

Уникальный идентификатор:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

«Информационных технологий»



 / Д.Г. Демидов /

« 26 » февраль 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Промышленная автоматизация и интернет вещей**

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки (образовательная программа)

«Программирование электронных устройств и систем»

Год начала обучения:

2026

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва – 2026

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана Московского политехнического университета по направлению (специальности) 09.03.01 Информатики и вычислительная техника, по профилю подготовки Программирование электронных устройств и систем.

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры



/ Т.Т. Идиатуллов /

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«СМАРТ-технологии»,
к.т.н., доцент



/ Е.В. Петрунина /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Структура и содержание дисциплины
 - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
 - 3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)
 - 3.3 Содержание дисциплины
 - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий
 - 3.5 Тематика вопросов для самостоятельного изучения
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение
 - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы
 - 4.2. Основная литература
 - 4.3 Дополнительная литература
 - 4.4 Электронные образовательные ресурсы
 - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение
 - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
- 5 Материально-техническое обеспечение
- 6 Методические рекомендации
 - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения
 - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
 - 6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
- 7 Фонд оценочных средств
 - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения
 - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
- Приложение 1
- Приложение 2

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Промышленная автоматизация и интернет вещей» следует отнести:

- формирование у обучающихся системного представления об архитектуре и принципах построения систем промышленной автоматизации и интернета вещей;
- ознакомление обучающихся с промышленными протоколами автоматизации, беспроводными технологиями и облачными платформами для интернета вещей;
- формирование навыков разработки и внедрения комплексных систем промышленной автоматизации и интернета вещей для устройств умных пространств.

К основным задачам освоения дисциплины «Промышленная автоматизация и интернет вещей» следует отнести:

- изучение архитектуры систем интернета вещей и промышленной автоматизации;
- изучение промышленных протоколов автоматизации: Modbus, PROFIBUS, OPC UA;
- изучение сенсорных сетей и беспроводных технологий передачи данных для интернета вещей: LPWAN, LoRaWAN, NB-IoT;
- изучение облачных платформ и сервисов для интернета вещей;
- изучение методов обработки и анализа данных в системах интернета вещей: граничных (edge) и облачных (cloud) вычислений;
- изучение методов обеспечения информационной безопасности промышленных систем автоматизации и интернета вещей;
- приобретение навыков разработки интерфейсов взаимодействия программно-аппаратных средств систем автоматизации и интернета вещей;
- приобретение навыков разработки, тестирования и защиты законченного проекта системы промышленной автоматизации и интернета вещей для умного пространства.

Обучение по дисциплине «Промышленная автоматизация и интернет вещей» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-4. Способен разрабатывать и внедрять интерфейсы взаимодействия программно-аппаратных средств информационных и автоматизированных систем	ИПК-4.1. Знает архитектуру систем промышленной автоматизации и интернета вещей, промышленные протоколы и беспроводные технологии передачи данных ИПК-4.2. Умеет разрабатывать и внедрять интерфейсы взаимодействия программно-аппаратных средств систем автоматизации и интернета вещей, в том числе с использованием облачных платформ ИПК-4.3. Имеет навыки настройки, отладки и обеспечения информационной безопасности систем промышленной автоматизации и интернета вещей

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Промышленная автоматизация и интернет вещей» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базового цикла (Б1.2) части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Программирование электронных устройств и систем».

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах: «Интерфейсы и протоколы обмена данными микропроцессорных систем», «Системы искусственного интеллекта», «Базы данных», а также на компетенции, сформированные в рамках большинства профессиональных дисциплин образовательной программы.

Дисциплина является завершающей в профессиональной подготовке обучающихся по профилю «Программирование электронных устройств и систем» и непосредственно обеспечивает выполнение выпускной квалификационной работы.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. 108 академических часов, из них аудиторных — 54 часа, самостоятельная работа обучающихся — 54 часа. Форма промежуточной аттестации — зачет в 8 семестре.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по очной форме обучения)

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 8
1	Аудиторные занятия	54	54
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	—	—
1.3	Лабораторные занятия	36	36
2	Самостоятельная работа	54	54
3	Промежуточная аттестация	зачет	зачет
	Итого:	108	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по очной форме обучения)

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего, час.	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятель ная работа
1	Тема 1. Введение в промышленную автоматизацию и интернет вещей. Архитектура IoT-систем	12	2	4	6
2	Тема 2. Промышленные протоколы автоматизации: Modbus, PROFIBUS, OPC UA	12	2	4	6
3	Тема 3. Сенсорные сети и беспроводные технологии для IoT: LPWAN, LoRaWAN, NB-IoT	12	2	4	6

4	Тема 4. Облачные платформы и сервисы для интернета вещей	12	2	4	6
5	Тема 5. Обработка и анализ данных в системах IoT: граничные (edge) и облачные (cloud) вычисления	12	2	4	6
6	Тема 6. Безопасность промышленных систем автоматизации и интернета вещей	12	2	4	6
7	Тема 7. Комплексное проектирование системы промышленной автоматизации и интернета вещей для умного пространства	36	6	12	18
	Итого	108	18	36	54

3.3 Содержание дисциплины

3.3.1 Содержание лекционных занятий (18 часов)

Тема 1. Введение в промышленную автоматизацию и интернет вещей. Архитектура IoT-систем (2 ч)

Понятие интернета вещей (IoT), его отличие от традиционных систем промышленной автоматизации. Обобщенная многоуровневая архитектура IoT-системы: уровень устройств (датчики, исполнительные устройства), уровень сетей передачи данных, уровень обработки и хранения данных, уровень приложений. Особенности промышленного интернета вещей (Industrial IoT): требования к надежности, детерминированности, реальному времени. Области применения технологий IoT и промышленной автоматизации в устройствах умных пространств.

Тема 2. Промышленные протоколы автоматизации: Modbus, PROFIBUS, OPC UA (2 ч)

Протокол Modbus: организация обмена данными в режимах RTU и TCP, структура запросов и ответов. Промышленная сеть PROFIBUS: организация обмена данными, области применения. Протокол OPC UA: назначение, архитектура «клиент — сервер», информационная модель, обеспечение

безопасности при передаче данных. Сравнительный анализ протоколов промышленной автоматизации по областям применения.

Тема 3. Сенсорные сети и беспроводные технологии для IoT: LPWAN, LoRaWAN, NB-IoT (2 ч)

Понятие беспроводной сенсорной сети, требования к энергопотреблению узлов сети. Технологии LPWAN (Low Power Wide Area Network): общие принципы построения сетей большой дальности с низким энергопотреблением. Технология LoRaWAN: архитектура сети, классы устройств, дальность действия. Технология NB-IoT: особенности организации сети на базе инфраструктуры сотовой связи. Сравнительный анализ технологий LPWAN, LoRaWAN, NB-IoT, Wi-Fi, Bluetooth для различных сценариев применения.

Тема 4. Облачные платформы и сервисы для интернета вещей (2 ч)

Понятие облачной платформы для интернета вещей, ее основные компоненты: брокер сообщений, база данных временных рядов, средства визуализации. Модели взаимодействия устройств с облачной платформой: публикация телеметрии, получение команд управления, обновление конфигурации устройства (OTA). Обзор популярных облачных платформ и сервисов для интернета вещей, критерии их выбора.

Тема 5. Обработка и анализ данных в системах IoT: граничные (edge) и облачные (cloud) вычисления (2 ч)

Понятие граничных вычислений (edge computing), их назначение: снижение задержки, экономия трафика, повышение автономности устройства. Распределение задач обработки данных между устройством, граничным узлом (edge-контроллером или шлюзом) и облачной платформой. Методы предварительной обработки и агрегирования данных на граничном узле. Применение методов машинного обучения для анализа данных IoT-систем на границе сети и в облаке.

Тема 6. Безопасность промышленных систем автоматизации и интернета вещей (2 ч)

Особенности угроз информационной безопасности систем промышленной автоматизации и интернета вещей: компрометация устройств, перехват и подмена данных, атаки типа «отказ в обслуживании». Методы обеспечения безопасности на уровне устройства: защищенная загрузка, шифрование данных, аутентификация устройства. Методы обеспечения безопасности канала передачи данных и облачной платформы. Основные

подходы к сегментации промышленной сети для повышения ее защищенности.

Тема 7. Комплексное проектирование системы промышленной автоматизации и интернета вещей для умного пространства (6 ч)

Этапы разработки комплексной системы промышленной автоматизации и интернета вещей: формирование требований, выбор архитектуры и протоколов взаимодействия, разработка программного обеспечения устройств и облачной части, обеспечение безопасности. Интеграция разнородных устройств и подсистем умного пространства в единую систему управления и мониторинга. Оценка масштабируемости и отказоустойчивости разработанной системы. Тестирование системы в целом, оформление технической документации, подготовка к защите итогового проекта.

3.3.2 Содержание лабораторных занятий (36 часов)

Лабораторная работа № 1. Изучение промышленного протокола Modbus (4 ч)

Настройка обмена данными по протоколу Modbus RTU или Modbus TCP между контроллером и программой-мастером. Чтение и запись значений регистров, анализ структуры пакетов протокола.

Лабораторная работа № 2. Работа с протоколом OPC UA (4 ч)

Настройка OPC UA сервера на контроллере или программном эмуляторе. Подключение OPC UA клиента, чтение данных информационной модели сервера.

Лабораторная работа № 3. Настройка LPWAN-модуля для передачи данных (4 ч)

Настройка модуля LoRaWAN или иного LPWAN-модуля для передачи данных на удаленный шлюз. Оценка дальности действия и энергопотребления модуля в различных режимах работы.

Лабораторная работа № 4. Подключение устройства к облачной IoT-платформе (4 ч)

Регистрация устройства на облачной IoT-платформе, настройка публикации телеметрических данных. Настройка получения устройством команд управления с облачной платформы.

Лабораторная работа № 5. Разработка edge-обработки данных на контроллере (4 ч)

Разработка программы предварительной обработки данных датчика на граничном устройстве (фильтрация, агрегирование, выявление аномальных значений) перед отправкой в облако.

Лабораторная работа № 6. Визуализация данных IoT-системы (4 ч)

Настройка панели визуализации (дашборда) для отображения данных, поступающих от устройства, на облачной платформе. Настройка оповещений при выходе значений за заданные пределы.

Лабораторная работа № 7. Анализ уязвимостей и защита канала передачи данных (4 ч)

Анализ потенциальных уязвимостей канала передачи данных разработанной IoT-системы. Настройка шифрования канала связи и аутентификации устройства при подключении к серверу.

Лабораторная работа № 8. Комплексный проект: разработка системы промышленной автоматизации и IoT для умного пространства (8 ч)

Выполнение итогового комплексного проекта, объединяющего устройство, канал связи, облачную платформу и средства визуализации, для заданной задачи умного пространства. Обеспечение базовых мер защиты разработанной системы. Оформление отчета и защита результатов проекта.

3.3.3 Содержание самостоятельной работы обучающихся (54 часа)

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды деятельности:

- проработка конспектов лекций и изучение разделов дисциплины, вынесенных на самостоятельное изучение, по рекомендованной литературе и электронным образовательным ресурсам;
- изучение документации промышленных протоколов, беспроводных модулей и облачных IoT-платформ;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, оформление отчетов;
- подготовка обзора (реферата) по современным технологиям промышленного интернета вещей;
- выполнение индивидуального задания по разработке системы промышленной автоматизации и IoT для умного пространства;
- подготовка к тестированию и к зачету.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника» (Зарегистрировано в Минюсте России 10 октября 2017 г. № 48489).
3. Академический учебный план. Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль: Программирование электронных устройств и систем. Форма обучения: очная.
4. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (утверждено приказом Московского Политеха от 01.12.2022 № 1375ОД).
5. ГОСТ Р 56824-2015. Кибер-физические системы. Основные положения.
6. ГОСТ Р 59797-2021. Интернет вещей. Термины и определения.

4.2. Основная литература

1. Гладков, А. В. Промышленные сети и интерфейсы : учебное пособие / А. В. Гладков. — Москва : Горячая линия — Телеком, 2015. — 288 с.
2. Немировский, М. С. Интернет вещей: технологии и применение : учебное пособие / М. С. Немировский. — Москва : Горячая линия — Телеком, 2019. — 240 с.
3. Гринфилд, А. Интернет вещей: будущее уже здесь / А. Гринфилд. — Москва : Альпина Паблишер, 2018. — 224 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Заграничный, С. В. Мифы и реальность интернета вещей / С. В. Заграничный. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 196 с.
2. Олссон, Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Г. Олссон, Д. Пиани. — Санкт-Петербург : Невский Диалект, 2001. — 557 с.
3. Столлинкс, В. Криптография и защита сетей: принципы и практика / В. Столлинкс. — Москва : Вильямс, 2016. — 912 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Курс в ЛМС Московского политехнического университета. — <https://lms.mospolytech.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Лань». — <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт». — <https://urait.ru/>
4. Официальная спецификация протокола OPC UA. — <https://opcfoundation.org/>
5. Официальная спецификация технологии LoRaWAN. — <https://loralliance.org/>

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 10 (или выше) — Microsoft Open License.
2. Офисные приложения Microsoft Office 2016 (или выше) — Microsoft Office 2016.
3. MQTT-брокер (например, Mosquitto) — свободно распространяемое ПО.
4. Платформа для визуализации данных (например, Grafana либо отечественный аналог) — свободно распространяемое ПО.
5. Интегрированная среда разработки для программирования микроконтроллеров — свободно распространяемое ПО.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационная система «Техэксперт»: нормативно-техническая документация. — <https://cntd.ru/>
2. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. — <https://docs.cntd.ru/>

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения всех видов занятий необходимо презентационное оборудование (мультимедийный проектор, компьютер, экран) — 1 комплект.

Для проведения лабораторных занятий необходимо наличие лаборатории, оснащенной следующим оборудованием:

- отладочные платы с микроконтроллерами, поддерживающими промышленные протоколы и беспроводные интерфейсы;
- модули беспроводной связи LPWAN/LoRaWAN, а также Wi-Fi и Bluetooth;

- промышленные контроллеры или их программные эмуляторы с поддержкой Modbus, OPC UA;
- серверное оборудование или доступ к облачной инфраструктуре для развертывания IoT-платформы;
- измерительные приборы: цифровые осциллографы, источники питания.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы — документацию промышленных протоколов и облачных платформ, задания для лабораторных занятий.

Лабораторные занятия целесообразно выстраивать по принципу постепенного усложнения: от изучения отдельных промышленных протоколов и беспроводных технологий к работе с облачной платформой и edge-обработке данных, а затем к комплексному итоговому проекту, интегрирующему все изученные технологии.

При проведении занятий рекомендуется использовать разбор реальных промышленных и потребительских IoT-решений, применяемых в умных пространствах, чтобы обучающиеся видели практическую значимость изучаемого материала.

При проверке работ и отчетов следует учитывать не только формальное соответствие требованиям задания, но и работоспособность и целостность разработанной системы, а также учет мер по обеспечению ее безопасности.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины осуществляется в строгом соответствии с целевой установкой в тесной взаимосвязи с учебным планом. Основой теоретической подготовки обучающихся являются лекции.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты лекций, изучают документацию промышленных протоколов и облачных платформ, готовятся к защите лабораторных работ и к зачету, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

Особое внимание при подготовке следует уделять приобретению практических навыков интеграции разнородных компонентов системы: устройств, каналов связи, облачных сервисов. Рекомендуется рассматривать итоговый комплексный проект как возможность обобщить знания и навыки, полученные при изучении предшествующих дисциплин профиля.

6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом их индивидуальных потребностей и по личному заявлению обеспечивается: предоставление учебных материалов в доступных форматах, использование при необходимости специализированных технических средств обучения, увеличение продолжительности выполнения лабораторных и контрольных работ, выбор мест прохождения практики и проведения занятий с учетом состояния здоровья обучающегося, а также иные условия, предусмотренные локальными нормативными актами университета.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы обучающихся, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

- подготовка к решению прикладных задач;
- выполнение и защита лабораторных работ, оформление отчетов;
- выполнение индивидуального задания по разработке системы промышленной автоматизации и IoT для умного пространства;
- подготовка обзора (реферата) по современным технологиям промышленного интернета вещей;
- тест;
- зачет.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-4. Способен разрабатывать и внедрять интерфейсы взаимодействия программно-аппаратных средств информационных и автоматизированных систем

Показатель	2	3	4	5
знать: архитектуру систем промышленной автоматизации интернета вещей, промышленные протоколы беспроводные технологии передачи данных	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие указанных знаний	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, освещена основная, наиболее важная часть материала, допущена одна значительная ошибка или неточность	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных знаний, допускаются 2–3 незначительные ошибки неточности	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных знаний, свободно оперирует материалом дисциплины
уметь: разрабатывать и внедрять интерфейсы взаимодействия программно-аппаратных средств систем автоматизации интернета вещей, в том числе с использованием облачных платформ	Обучающийся не умеет или выполняет указанные действия	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие указанных умений, испытывает значительные затруднения при переносе умений на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных умений, допускает незначительные ошибки неточности	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных умений, уверенно применяет их в нестандартных ситуациях
владеть: навыками настройки, отладки и обеспечения информационной безопасности систем промышленной автоматизации интернета вещей	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет указанными навыками	Обучающийся владеет указанными навыками, но допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность навыков по ряду показателей	Обучающийся владеет указанными навыками, допускаются незначительные ошибки и затруднения при практических операциях	Обучающийся в полном объеме владеет указанными навыками, свободно оперирует приобретенными знаниями

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по

дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю), методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	Описание
зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений и навыков приведенным в таблице показателям, достаточное для успешного решения типовых задач разработки и внедрения систем промышленной автоматизации и интернета вещей, при этом допускаются отдельные несущественные ошибки и неточности, не искажающие сути рассматриваемых вопросов. Все лабораторные работы и индивидуальное задание выполнены и защищены.
не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует существенные пробелы в знаниях, умениях и навыках, приведенных в таблице показателей, не позволяющие самостоятельно решить типовую задачу разработки системы промышленной автоматизации и интернета вещей, либо не может ответить на контрольные вопросы даже с помощью наводящих вопросов.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Список вопросов для зачета

1. Понятие интернета вещей, его отличие от традиционных систем автоматизации.
2. Обобщенная многоуровневая архитектура IoT-системы.
3. Особенности промышленного интернета вещей (Industrial IoT).
4. Протокол Modbus: организация обмена данными в режимах RTU и TCP.
5. Промышленная сеть PROFIBUS: организация обмена данными.
6. Протокол OPC UA: назначение, архитектура, информационная модель.
7. Понятие беспроводной сенсорной сети, требования к энергопотреблению.
8. Технологии LPWAN: общие принципы построения.
9. Технология LoRaWAN: архитектура сети, классы устройств.

10. Технология NB-IoT: особенности организации сети.
11. Понятие облачной платформы для интернета вещей, ее основные компоненты.
12. Модели взаимодействия устройств с облачной платформой.
13. Понятие граничных вычислений (edge computing), их назначение.
14. Распределение задач обработки данных между устройством, edge-узлом и облаком.
15. Применение методов машинного обучения для анализа данных IoT-систем.
16. Особенности угроз информационной безопасности систем IoT.
17. Методы обеспечения безопасности на уровне устройства.
18. Методы обеспечения безопасности канала передачи данных и облачной платформы.
19. Подходы к сегментации промышленной сети для повышения защищенности.
20. Этапы разработки комплексной системы промышленной автоматизации и IoT.
21. Интеграция разнородных устройств и подсистем умного пространства.
22. Оценка масштабируемости и отказоустойчивости IoT-системы.