

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 12.10.2026 16:48:36

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)

«Информационные системы умных пространств»

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 Информационные системы умных пространств

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры



/ Т.Т. Идиатуллин /

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 о структуре и принципах построения систем промышленной автоматизации и систем Интернета вещей;
- ознакомление обучающихся с составом технических и программных средств автоматизации, промышленными сетями и протоколами передачи данных, а также с платформами Интернета вещей;
- формирование навыков разработки, конфигурирования и наладки программно-аппаратных комплексов сбора данных, управления оборудованием и диспетчерского контроля.

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

- анализ состояния и тенденций развития средств промышленной автоматизации и технологий Интернета вещей, в том числе отечественного производства;
- изучение уровней автоматизации предприятия, состава автоматизированных систем управления технологическими процессами и функций их компонентов;
- изучение технических средств автоматизации: датчиков, измерительных преобразователей, исполнительных механизмов, программируемых логических контроллеров;
- изучение промышленных сетей, полевых шин и протоколов информационного обмена, в том числе протоколов прикладного уровня для систем Интернета вещей;
- приобретение навыков разработки прикладных программ для программируемых логических контроллеров в соответствии с требованиями международного стандарта на языки программирования;
- приобретение навыков разработки человеко-машинного интерфейса и конфигурирования систем диспетчерского управления и сбора данных;
- приобретение навыков построения устройств Интернета вещей, организации передачи телеметрических данных, их хранения, визуализации и аналитической обработки;
- изучение требований к обеспечению информационной безопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами и систем Интернета вещей.

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

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ИОПК-2.1. Знает современные информационные технологии, программные средства промышленной автоматизации и платформы Интернета вещей, в том числе отечественного производства. ИОПК-2.2. Умеет выбирать технические и программные средства автоматизации и Интернета вещей в соответствии с задачами проекта. ИОПК-2.3. Владеет навыками применения современных программных средств при разработке систем сбора данных и управления оборудованием.
ОПК-5. Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	ИОПК-5.1. Знает основы системного администрирования, состав программного и аппаратного обеспечения автоматизированных систем, современные методы информационного взаимодействия информационных и автоматизированных систем. ИОПК-5.2. Умеет выполнять подключение, установку и проверку аппаратных, программно-аппаратных и программных средств автоматизации. ИОПК-5.3. Владеет методами установки системного и прикладного программного обеспечения автоматизированных систем.
ОПК-7. Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов	ИОПК-7.1. Знает порядок и методы настройки и наладки программно-аппаратных комплексов промышленной автоматизации и Интернета вещей. ИОПК-7.2. Умеет выполнять конфигурирование контроллеров, каналов связи и программного обеспечения верхнего уровня, проводить проверку их работоспособности. ИОПК-7.3. Владеет навыками наладки и диагностики программно-аппаратных комплексов, поиска и устранения неисправностей в каналах передачи данных.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Промышленная автоматизация и интернет вещей» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базового цикла (Б1.1) основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Информационные системы умных пространств».

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах: «Электроника и схемотехника», «Архитектура вычислительных систем», «Программирование», «Операционные системы микроконтроллеров», «Сети и телекоммуникации», «Базы данных», «Информационные системы умных пространств».

Дисциплина обеспечивает выполнение выпускной квалификационной работы и прохождение преддипломной практики, а также формирует компетенции, необходимые для профессиональной деятельности в области проектирования и наладки систем автоматизации и киберфизических систем.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. 108 академических часов, из них аудиторных — 36 часов, самостоятельная работа обучающихся — 72 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	36	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	—	—
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	Самостоятельная работа	72	72
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	Самостоятельная работа
1	Тема 1. Промышленная автоматизация: основные понятия, уровни и структура автоматизированных систем	12	2	2	8
2	Тема 2. Технические средства автоматизации: датчики, преобразователи, исполнительные механизмы	12	2	2	8
3	Тема 3. Программируемые логические контроллеры и их программирование	12	2	2	8
4	Тема 4. Промышленные сети и протоколы информационного обмена	12	2	2	8
5	Тема 5. Системы диспетчерского управления и сбора данных. Человеко-машинный интерфейс	12	2	2	8
6	Тема 6. Интернет вещей: архитектура, устройства и платформы.	12	2	2	8

№ п/ п	Разделы/темы дисциплины	Всего , час.	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	Промышленный Интернет вещей				
7	Тема 7. Технологии передачи данных и протоколы прикладного уровня в системах Интернета вещей	12	2	2	8
8	Тема 8. Сбор, хранение и аналитическая обработка данных. Периферийные вычисления и цифровые двойники	12	2	2	8
9	Тема 9. Информационная безопасность систем автоматизации и Интернета вещей. Стандартизация и Индустрия 4.0	12	2	2	8
	Итого	108	18	18	72

3.3 Содержание дисциплины

3.3.1 Содержание лекционных занятий (18 часов)

Тема 1. Промышленная автоматизация: основные понятия, уровни и структура автоматизированных систем (2 ч)

Основные понятия и определения: технологический процесс, автоматизация, автоматизированная система управления технологическим процессом, киберфизическая система. Функции автоматизированных систем: сбор и первичная обработка данных, регулирование, логическое управление, противоаварийная защита, диспетчерский контроль. Уровни автоматизации предприятия: полевой уровень, уровень контроллеров, уровень диспетчерского управления, уровень управления производством и уровень

управления предприятием. Иерархическая, централизованная и распределенная архитектуры систем управления. Понятие реального времени в системах автоматизации, детерминированность и надежность. Показатели надежности и резервирование. Жизненный цикл автоматизированной системы и стадии ее создания. Обзор рынка средств промышленной автоматизации, в том числе отечественного производства. Концепция Индустрии 4.0 и место технологий Интернета вещей в промышленной автоматизации.

Тема 2. Технические средства автоматизации: датчики, преобразователи, исполнительные механизмы (2 ч)

Классификация датчиков и измерительных преобразователей. Датчики температуры, давления, расхода, уровня, перемещения, вибрации, освещенности, качества воздуха. Метрологические характеристики: диапазон измерений, погрешность, разрешающая способность, быстродействие, гистерезис. Аналоговые и дискретные сигналы. Стандартные унифицированные сигналы: токовая петля, сигналы напряжения, сигналы сухого контакта. Нормирующие преобразователи и гальваническая развязка. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование, дискретизация и квантование, фильтрация помех. Цифровые интерфейсы датчиков. Исполнительные механизмы: электроприводы, пневматические и гидравлические приводы, регулирующие клапаны, частотные преобразователи, реле и контакторы. Помехозащищенность, заземление и экранирование в системах автоматизации. Требования к монтажу измерительных цепей.

Тема 3. Программируемые логические контроллеры и их программирование (2 ч)

Назначение и архитектура программируемого логического контроллера: центральный процессор, память, модули дискретного и аналогового ввода-вывода, коммуникационные модули, источник питания. Модульные, моноблочные и распределенные системы ввода-вывода. Цикл работы контроллера: чтение входов, выполнение программы, запись выходов; время цикла и его влияние на управление. Международный стандарт на языки программирования контроллеров: языки лестничных диаграмм, функциональных блочных диаграмм, структурированного текста, списка инструкций и последовательных функциональных схем. Типы данных, переменные, функции и функциональные блоки, организация программ и задач. Типовые алгоритмы управления: логическое управление, блокировки, таймеры и счетчики, пропорционально-интегрально-дифференциальный

закон регулирования, настройка регуляторов. Средства разработки и отладки прикладных программ, симуляция и трассировка. Промышленные компьютеры и панельные контроллеры. Отечественные линейки контроллеров и среды разработки.

Тема 4. Промышленные сети и протоколы информационного обмена (2 ч)

Требования к промышленным сетям: детерминированность, помехоустойчивость, топология, длина линий, число узлов. Физические уровни передачи: интерфейсы RS-232, RS-422, RS-485, токовая петля, оптоволоконные линии. Топологии сетей и методы доступа к среде передачи. Полевые шины: обзор основных семейств и областей их применения. Протокол Modbus в вариантах RTU, ASCII и TCP: модель данных, формат кадра, функции чтения и записи, адресация регистров, обработка ошибок. Сети на основе шины CAN и протоколы верхнего уровня. Промышленный Ethernet и обеспечение детерминированности передачи. Протоколы промышленной автоматизации на базе Ethernet. Унифицированная архитектура промышленного информационного обмена OPC UA: информационная модель, службы, механизмы безопасности, роль в интеграции уровней управления. Шлюзы и преобразователи протоколов. Диагностика промышленных сетей и анализ трафика.

Тема 5. Системы диспетчерского управления и сбора данных. Человеко-машинный интерфейс (2 ч)

Назначение и функции систем диспетчерского управления и сбора данных. Архитектура системы: серверы ввода-вывода, серверы базы данных реального времени, автоматизированные рабочие места операторов, панели оператора. Конфигурирование каналов связи с контроллерами и создание базы тегов. Разработка мнемосхем технологического процесса: принципы отображения технологической информации, цветовое кодирование состояний, эргономические требования к экранам оператора. Система тревог и предупредительных сообщений: приоритеты, квитирование, журналирование. Тренды реального времени и архивные тренды. Архивирование технологических данных и формирование отчетов. Разграничение прав доступа операторов. Резервирование серверов и каналов связи. Обзор систем диспетчерского управления, в том числе отечественных программных продуктов. Интеграция систем диспетчерского управления с информационными системами предприятия.

Тема 6. Интернет вещей: архитектура, устройства и платформы.

Промышленный Интернет вещей (2 ч)

Понятие Интернета вещей и его отличие от традиционных систем автоматизации. Многоуровневая архитектура систем Интернета вещей: устройства, сети связи, платформа, прикладные сервисы. Состав устройства Интернета вещей: микроконтроллер, датчики, исполнительные элементы, модуль связи, источник питания. Требования к энергопотреблению и автономности устройств. Платформы Интернета вещей: функции подключения и идентификации устройств, управления жизненным циклом, обработки и хранения данных, визуализации, интеграции с внешними системами. Модели развертывания платформ: облачные, локальные, гибридные. Промышленный Интернет вещей: особенности, требования к надежности и задержкам, интеграция с существующими системами автоматизации. Типовые сценарии применения: мониторинг оборудования, учет энергоресурсов, управление инженерными системами зданий, системы умных пространств. Идентификация устройств и управление конфигурацией. Обновление программного обеспечения устройств по каналам связи.

Тема 7. Технологии передачи данных и протоколы прикладного уровня в системах Интернета вещей (2 ч)

Классификация технологий беспроводной передачи данных по дальности, скорости и энергопотреблению. Технологии малого радиуса действия и построение персональных сетей. Ячеистые сети и их применение в системах автоматизации зданий. Технологии дальней связи с низким энергопотреблением: LoRaWAN, NB-IoT и другие решения, области их применения, ограничения. Сотовые сети в системах Интернета вещей. Проводные технологии подключения устройств. Адресация и особенности применения протокола IPv6 в системах Интернета вещей. Протоколы прикладного уровня: MQTT (модель «издатель — подписчик», брокер, темы, уровни качества обслуживания, удержанные сообщения, завешание клиента), CoAP, HTTP и интерфейсы REST, взаимодействие по протоколу WebSocket. Форматы представления данных: JSON, двоичные форматы, сжатие данных. Выбор протокола в зависимости от требований к задержке, энергопотреблению и надежности доставки. Шлюзы между полевыми протоколами и протоколами Интернета вещей.

Тема 8. Сбор, хранение и аналитическая обработка данных.

Периферийные вычисления и цифровые двойники (2 ч)

Потоки телеметрических данных и их характеристики. Первичная обработка данных на устройстве: фильтрация, усреднение, обнаружение событий, сжатие. Периферийные и туманные вычисления: назначение, распределение задач между устройством, шлюзом и облаком, снижение объема передаваемых данных и задержек. Организация приема потоковых данных, брокеры сообщений и очереди. Базы данных временных рядов: особенности хранения, агрегирование, политики хранения и прореживания данных. Визуализация технологических данных и построение информационных панелей. Аналитическая обработка: выявление отклонений и аномалий, статистический контроль процессов. Предиктивное обслуживание оборудования: постановка задачи, источники данных, показатели состояния оборудования, применение методов машинного обучения. Понятие цифрового двойника: уровни зрелости, состав модели, применение для моделирования и оптимизации технологических процессов. Оценка экономической эффективности внедрения систем мониторинга.

Тема 9. Информационная безопасность систем автоматизации и Интернета вещей. Стандартизация и Индустрия 4.0 (2 ч)

Особенности обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами: приоритет доступности и целостности, ограничения на обновление компонентов, длительный жизненный цикл оборудования. Модель угроз и типовые уязвимости систем автоматизации и устройств Интернета вещей. Сегментация сетей, демилитаризованная зона, однонаправленные шлюзы, межсетевое экранирование промышленных протоколов. Аутентификация устройств и пользователей, управление ключами, защищенные каналы передачи данных, применение криптографических протоколов. Безопасная загрузка и обновление программного обеспечения устройств. Мониторинг событий безопасности и реагирование на инциденты. Требования законодательства Российской Федерации в области безопасности критической информационной инфраструктуры и требования регулятора к защите автоматизированных систем управления. Стандартизация в области промышленной автоматизации и Интернета вещей. Концепция Индустрии 4.0 и тенденции развития промышленной автоматизации, импортозамещение программно-аппаратных средств.

3.3.2 Содержание лабораторных занятий (18 часов)

Лабораторная работа № 1. Изучение состава и структуры лабораторного комплекса автоматизации (2 ч)

Изучение состава лабораторного стенда: контроллер, модули ввода-вывода, датчики, исполнительные механизмы, средства связи. Составление структурной схемы стенда и перечня сигналов. Изучение инструментальных средств разработки и подключения к оборудованию. Оформление отчета о структуре комплекса и назначении его компонентов.

Лабораторная работа № 2. Подключение датчиков и исполнительных механизмов (2 ч)

Подключение дискретных и аналоговых датчиков к модулям ввода контроллера. Настройка каналов ввода, масштабирование измеряемых величин к физическим единицам. Проверка достоверности показаний и оценка погрешности измерений. Подключение исполнительного механизма к модулю вывода и проверка управления им.

Лабораторная работа № 3. Разработка прикладной программы для программируемого логического контроллера (2 ч)

Создание проекта в среде разработки, конфигурирование аппаратных средств контроллера. Разработка программы логического управления на языке лестничных диаграмм с применением таймеров, счетчиков и блокировок. Отладка программы в режиме симуляции, загрузка в контроллер и проверка работы на стенде.

Лабораторная работа № 4. Реализация замкнутого контура регулирования (2 ч)

Разработка программы регулирования технологического параметра на языке структурированного текста с применением пропорционально-интегрально-дифференциального закона. Настройка коэффициентов регулятора, исследование переходных процессов при различных настройках. Оценка показателей качества регулирования: перерегулирования, времени переходного процесса, статической ошибки.

Лабораторная работа № 5. Организация информационного обмена по протоколу Modbus (2 ч)

Конфигурирование интерфейса RS-485 и параметров обмена. Реализация обмена данными между контроллером и внешним устройством по протоколу Modbus RTU. Организация обмена по протоколу Modbus TCP. Анализ формата передаваемых кадров средствами анализатора протокола, диагностика ошибок обмена.

Лабораторная работа № 6. Разработка человеко-машинного интерфейса в системе диспетчерского управления (2 ч)

Настройка связи системы диспетчерского управления с контроллером, создание базы тегов. Разработка мнемосхемы технологического процесса с отображением состояния оборудования и значений параметров. Настройка системы тревог с приоритетами и квитированием, построение трендов реального времени и архивных трендов. Настройка разграничения прав доступа операторов.

Лабораторная работа № 7. Разработка устройства Интернета вещей и передача телеметрии (2 ч)

Разработка программы для микроконтроллерного модуля с подключенными датчиками. Настройка подключения устройства к беспроводной сети. Организация публикации телеметрических данных по протоколу MQTT, выбор структуры тем и уровня качества обслуживания. Реализация приема управляющих команд устройством и проверка их выполнения.

Лабораторная работа № 8. Хранение, визуализация и анализ данных телеметрии (2 ч)

Развертывание брокера сообщений и базы данных временных рядов. Настройка приема и сохранения телеметрических данных. Построение информационной панели с графиками и агрегированными показателями. Настройка правил обнаружения отклонений и формирования уведомлений, анализ накопленных данных и выявление аномалий в работе оборудования.

Лабораторная работа № 9. Обеспечение защиты информационного обмена в системе автоматизации (2 ч)

Настройка аутентификации и разграничения прав доступа для устройств и пользователей брокера сообщений. Организация защищенного канала передачи данных. Анализ незащищенного и защищенного трафика средствами анализатора протоколов. Выявление типовых уязвимостей конфигурации стенда и разработка рекомендаций по их устранению.

3.3.3 Содержание самостоятельной работы обучающихся (72 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 технической документации на контроллеры, датчики, коммуникационное оборудование и программные средства, в том числе документации на английском языке;
- изучение стандартов и руководящих документов в области автоматизированных систем управления технологическими процессами и их защиты;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, оформление отчетов;
- выполнение индивидуального задания по разработке системы мониторинга и управления для заданного объекта автоматизации;
- разработка структурной схемы и спецификации технических средств для заданного технологического объекта;
- подготовка обзора (реферата) по одному из направлений промышленной автоматизации или технологий Интернета вещей;
- 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. Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
3. 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).
4. Академический учебный план. Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль: Информационные системы умных пространств. Форма обучения: очная.
5. 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).

6. Приказ ФСТЭК России от 14.03.2014 № 31 «Об утверждении Требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды».
7. ГОСТ 24.104-85. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования.
8. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
9. ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016. Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования.
10. ГОСТ Р МЭК 62443-3-3-2016. Сети коммуникационные промышленные. Безопасность сетей и систем. Часть 3-3. Требования к системной безопасности и уровни безопасности.
11. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств.

4.2 Основная литература

1. Денисенко, В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. — Москва : Горячая линия — Телеком, 2009. — 608 с.
2. Парр, Э. Программируемые контроллеры: руководство для инженера / Э. Парр ; пер. с англ. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. — 516 с.
3. Петров, И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И. В. Петров. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2004. — 256 с.
4. Ли, П. Архитектура интернета вещей / П. Ли ; пер. с англ. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 454 с.

5. Росляков, А. В. Интернет вещей : учебное пособие / А. В. Росляков, С. В. Ваяшин, А. Ю. Гребешков. — Самара : ПГУТИ, 2015. — 200 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Схиртладзе, А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств : учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. — Москва : Абрис, 2012. — 565 с.
2. Кангин, В. В. Разработка систем автоматизации с использованием контроллеров ОВЕН / В. В. Кангин, М. В. Кангин. — Москва : Инфра-Инженерия, 2019. — 452 с.
3. Андреев, Е. Б. SCADA-системы: взгляд изнутри / Е. Б. Андреев, Н. А. Куцевич, О. В. Синенко. — Москва : РТСофт, 2004. — 176 с.
4. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Питер, 2020. — 992 с.
5. Шварц, М. Интернет вещей с ESP8266 / М. Шварц ; пер. с англ. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2018. — 192 с.
6. Магда, Ю. С. Микроконтроллеры и системы автоматизации : практическое пособие / Ю. С. Магда. — Москва : ДМК Пресс, 2013. — 240 с.
7. Бирюков, А. А. Информационная безопасность: защита и нападение / А. А. Бирюков. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 434 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Курс в ЛМС Московского политехнического университета. — <https://lms.mospolytech.ru/>
2. Спецификации протокола Modbus. — <https://www.modbus.org/specs.php>
3. Материалы организации OPC Foundation по архитектуре OPC UA. — <https://opcfoundation.org/>
4. Спецификации и материалы по протоколу MQTT. — <https://mqtt.org/>
5. Документация среды разработки CODESYS. — <https://help.codesys.com/>
6. Документация проекта Node-RED. — <https://nodered.org/docs/>
7. Официальный сайт Федеральной службы по техническому и экспортному контролю. — <https://fstec.ru/>
8. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. — <https://reestr.digital.gov.ru/>

9. Электронно-библиотечная система «Лань». — <https://e.lanbook.com/>
10. Электронно-библиотечная система «Юрайт». — <https://urait.ru/>

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 Open License.
3. Среда разработки прикладных программ для контроллеров CODESYS — свободно распространяемое ПО (учебная лицензия).
4. Программная платформа контроллера OpenPLC — свободно распространяемое ПО (лицензия GPL).
5. Система диспетчерского управления и сбора данных Rapid SCADA — отечественное свободно распространяемое ПО (лицензия Apache 2.0).
6. Среда визуальной разработки Node-RED — свободно распространяемое ПО (лицензия Apache 2.0).
7. Брокер сообщений Eclipse Mosquitto — свободно распространяемое ПО (лицензия EPL).
8. База данных временных рядов InfluxDB и средство визуализации Grafana — свободно распространяемое ПО.
9. Анализатор сетевых протоколов Wireshark — свободно распространяемое ПО (лицензия GPL).
10. Инструментальная платформа PlatformIO и редактор Visual Studio Code — свободно распространяемое ПО.
11. Интерпретатор языка программирования Python с библиотеками обработки данных — свободно распространяемое ПО.
12. Система контроля версий Git — свободно распространяемое ПО (лицензия GPL).

5 Материально-техническое обеспечение

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

Для проведения лабораторных занятий необходимо наличие компьютерного класса, оборудованного современной вычислительной техникой из расчета одно рабочее место на одного обучающегося, а также следующего лабораторного оборудования:

- лабораторные стенды на базе программируемых логических контроллеров с модулями дискретного и аналогового ввода-вывода — из расчета один стенд на два рабочих места;
- наборы датчиков (температуры, давления, освещенности, влажности, положения) и исполнительных механизмов с унифицированными сигналами;
- панели оператора или автоматизированные рабочие места с установленным программным обеспечением диспетчерского управления;
- преобразователи интерфейсов RS-485/USB, коммутаторы промышленного исполнения, кабельная продукция для монтажа измерительных цепей;
- отладочные модули на базе микроконтроллеров с беспроводными интерфейсами (ESP32 или аналогичные) — из расчета один комплект на одно рабочее место;
- источники питания, мультиметры и калибраторы сигналов — не менее одного комплекта на два рабочих места;
- сервер (или выделенная виртуальная машина) для развертывания брокера сообщений, базы данных временных рядов и средств визуализации;
- локальная вычислительная сеть с доступом к учебному серверу и к сети Интернет.

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 — теоретические сведения, примеры прикладных программ и схем подключения, задания для лабораторных работ, а также заранее проверить работоспособность лабораторных стендов, каналов связи и программного обеспечения верхнего уровня.

При проведении занятия следует контролировать подачу материала и решение заданий с учетом учебного времени, отведенного для занятия. Лабораторные работы целесообразно выстраивать по принципу построения системы «снизу вверх»: от подключения датчиков и разработки программы контроллера к организации сетевого обмена, диспетчерскому управлению и

передаче данных в платформу Интернета вещей, что формирует у обучающихся целостное представление о структуре автоматизированной системы.

Перед началом работы с лабораторным оборудованием следует проводить инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками и контролировать соблюдение его требований. При проверке работ и отчетов следует учитывать не только достижение требуемого результата, но и корректность схем подключения, обоснованность выбора технических средств и параметров обмена, устойчивость работы системы при нештатных ситуациях и правильность выполнения всех шагов работы.

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 техническую документацию на применяемые контроллеры, датчики и программные средства, готовятся к защите лабораторных работ и к зачету, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

Особое внимание при подготовке следует уделять практической работе с оборудованием и программным обеспечением: разбору схем подключения, самостоятельной модификации учебных программ контроллера, анализу поведения системы при изменении параметров регулирования и настроек обмена, а также диагностике причин отказов связи.

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 мониторинга и управления;
- подготовка домашних работ и их защита;

- подготовка обзора (реферата) по направлениям промышленной автоматизации и технологий 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).

ОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-5. Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем.

ОПК-7. Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов.

Показатель	не зачтено	зачтено
знать: структуру и уровни автоматизированных систем управления технологическими процессами, состав технических средств автоматизации, принципы построения промышленных сетей и систем Интернета вещей, требования к защите информации в системах автоматизации	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие указанных знаний, допускаются значительные ошибки, освещена менее чем половина материала	Обучающийся демонстрирует соответствие указанных знаний, освещена основная, наиболее важная часть материала, допускаемые несущественные ошибки и неточности не искажают существа излагаемых вопросов
уметь: выбирать технические и программные средства автоматизации, разрабатывать прикладные программы для контроллеров, конфигурировать каналы информационного обмена и человеко-машинный интерфейс,	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять указанные действия, испытывает значительные затруднения при выполнении типовых заданий	Обучающийся умеет выполнять указанные действия, самостоятельно решает типовые задачи, допускаемые незначительные ошибки не влияют на работоспособность полученного решения

Показатель	не зачтено	зачтено
организовывать передачу и обработку телеметрических данных		
владеть: навыками подключения и проверки технических средств автоматизации, наладки и диагностики программно-аппаратных комплексов, настройки защищенного информационного обмена	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет указанными навыками, не выполнены или не защищены лабораторные работы	Обучающийся владеет указанными навыками в объеме, достаточном для выполнения задач профессиональной деятельности, все лабораторные работы выполнены и защищены

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 по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	Описание
зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, применяет их при решении типовых задач. Все лабораторные работы выполнены и защищены, индивидуальное задание выполнено. Допускаются несущественные ошибки и неточности, не искажающие существа излагаемых вопросов. Присутствовал более чем на $\frac{1}{2}$ занятий по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Список вопросов для зачета

1. Автоматизация технологических процессов: основные понятия и определения.
2. Функции автоматизированных систем управления технологическими процессами.
3. Уровни автоматизации предприятия и их назначение.
4. Централизованная и распределенная архитектуры систем управления.
5. Реальное время в системах автоматизации. Показатели надежности и резервирование.
6. Стадии создания автоматизированной системы.
7. Классификация датчиков и их метрологические характеристики.
8. Аналоговые и дискретные сигналы. Стандартные унифицированные сигналы.
9. Нормирующие преобразователи и гальваническая развязка.
10. Аналого-цифровое преобразование сигналов. Дискретизация и квантование.
11. Помехи в измерительных цепях. Экранирование и заземление.
12. Исполнительные механизмы: классификация и области применения.
13. Архитектура программируемого логического контроллера. Состав модулей.
14. Цикл работы контроллера. Время цикла и его влияние на управление.
15. Языки программирования контроллеров по стандарту МЭК 61131-3.
16. Язык лестничных диаграмм: элементы и правила построения программ.

17. Язык структурированного текста: операторы и типы данных.
18. Функции и функциональные блоки. Организация программ и задач.
19. Таймеры и счетчики в программах контроллеров.
20. Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования и настройка регулятора.
21. Требования к промышленным сетям и их отличия от офисных сетей.
22. Интерфейсы RS-232, RS-422 и RS-485: сравнительная характеристика.
23. Топологии промышленных сетей и методы доступа к среде передачи.
24. Протокол Modbus: модель данных, формат кадра, основные функции.
25. Различия вариантов Modbus RTU и Modbus TCP.
26. Сети на базе шины CAN и их применение.
27. Промышленный Ethernet: особенности и обеспечение детерминированности.
28. Архитектура OPC UA: информационная модель, службы, механизмы безопасности.
29. Диагностика промышленных сетей и анализ трафика.
30. Назначение и функции систем диспетчерского управления и сбора данных.
31. Архитектура системы диспетчерского управления. База тегов.
32. Разработка мнемосхем: принципы отображения технологической информации.
33. Система тревог: приоритеты, квитирование, журналирование.
34. Тренды и архивирование технологических данных. Формирование отчетов.
35. Интернет вещей: определение, отличия от традиционных систем автоматизации.
36. Многоуровневая архитектура систем Интернета вещей.
37. Состав устройства Интернета вещей. Требования к энергопотреблению.
38. Платформы Интернета вещей: функции и модели развертывания.
39. Промышленный Интернет вещей: особенности и типовые сценарии применения.
40. Классификация беспроводных технологий передачи данных для систем Интернета вещей.
41. Технологии дальней связи с низким энергопотреблением: LoRaWAN и NB-IoT.

42. Протокол MQTT: модель «издатель — подписчик», темы, уровни качества обслуживания.
43. Протокол CoAP и интерфейсы REST в системах Интернета вещей.
44. Форматы представления данных телеметрии. Выбор протокола прикладного уровня.
45. Шлюзы между полевыми протоколами и протоколами Интернета вещей.
46. Первичная обработка данных на устройстве. Периферийные и туманные вычисления.
47. Базы данных временных рядов: особенности хранения и агрегирования данных.
48. Визуализация технологических данных и построение информационных панелей.
49. Выявление аномалий в данных телеметрии. Предиктивное обслуживание оборудования.
50. Цифровые двойники: состав модели и области применения.
51. Особенности обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем управления.
52. Типовые угрозы и уязвимости систем автоматизации и устройств Интернета вещей.
53. Сегментация сетей и межсетевое экранирование промышленных протоколов.
54. Аутентификация устройств и защищенные каналы передачи данных.
55. Безопасное обновление программного обеспечения устройств.
56. Требования законодательства и регулятора к защите автоматизированных систем управления.
57. Концепция Индустрии 4.0. Тенденции развития промышленной автоматизации и импортозамещение.

7.3.2 Примерные темы индивидуальных заданий и обзоров

- Разработка системы автоматизации технологического участка на базе программируемого логического контроллера.
- Проектирование системы мониторинга инженерных систем здания на основе технологий Интернета вещей.
- Сравнительный анализ промышленных протоколов информационного обмена для заданного класса объектов.
- Обзор отечественных программируемых логических контроллеров и сред разработки.

- Сравнительный анализ систем диспетчерского управления и сбора данных.
- Применение технологий LoRaWAN и NB-IoT в задачах учета энергоресурсов.
- Организация предиктивного обслуживания оборудования по данным вибрационного контроля.
- Построение цифрового двойника технологического объекта: состав и этапы разработки.
- Анализ уязвимостей и разработка мер защиты системы автоматизации.
- Применение периферийных вычислений для снижения нагрузки на каналы связи в системах мониторинга.