Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.07.2026 14:45:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Промышленный интернет вещей в машиностроении

Направление подготовки
11.03.01 Радиотехника

Профиль
Интеллектуальная радиоэлектроника и промышленный интернет вещей

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры АиУ, к.т.н. /С.С. Воронин/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор /А.А. Радионов/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3 Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 8
4.2 Основная литература 8
4.3 Дополнительная литература 8
4.4 Электронные образовательные ресурсы 8
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5 Материально-техническое обеспечение 9
6 Методические рекомендации 9
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 9
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 10
7 Фонд оценочных средств 11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
7.3 Оценочные средства 16

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Основная цель данной дисциплины заключается ознакомлении студентов с основными принципами новой технологической концепции промышленного Интернета Вещей (IoT) в области машиностроения.

Главная задача дисциплины состоит в изучении принципов построения и проектирования процессов, данных и вещей с целью повышения эффективности и ценности современного производства в рамках концепции "Индустрия 4.0", реальных индустриальных кейсов по внедрению технологий промышленного интернета вещей и создании прототипов IoT-устройств в области машиностроения.

Обучение по дисциплине «Промышленный интернет вещей в машиностроении» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ПК-3. Способен проектировать и планировать сети проводной и беспроводной передачи данных интеллектуальных радиосистем	ИПК-3.1 Анализирует статистические параметры трафика, статистику основных показателей эффективности интеллектуальных радиосистем и систем передачи данных; ИПК-3.2 Применяет основные интеллектуальные алгоритмы и методы обработки статистических данных, разрабатывает схемы организации системы проводной и беспроводной связи; ИПК-3.3 Оптимизирует использование ресурсов различных систем радиосвязи, разрабатывает мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне.	**Знать:** архитектурную организацию промышленного интернета вещей в области машиностроения, особенности специальных коммутационных протоколов, модели туманных и облачных вычислений и сервисов машиностроительных производств. **Уметь:** применять знания для построения широкого спектра приложений промышленного интернета вещей в машиностроении. **Владеть:** методами проектирования и построения приложений промышленного интернета вещей в машиностроении.
ПК-6. Способен проектировать, устанавливать, настраивать и поддерживать в работоспособном состоянии компоненты системы обеспечения информационной безопасности в радиотехнических системах	ИПК-6.1. Проводит анализ угроз безопасности информации в радиотехнических системах в процессе их эксплуатации; ИПК-6.2. Разрабатывает и выполняет мероприятия по защите информации в радиотехнических системах для обеспечения непрерывного функционирования в процессе их эксплуатации;	**Знать:** принципы организации и функционирования промышленного интернета вещей в области машиностроения. **Уметь:** проектировать целостные IoT-системы узлов машиностроительного производства (включая конечные устройства, сетевое соединение, обмен

	ИПК-6.3. Применяет штатные средства защиты информации, администрирует и конфигурирует компоненты системы обеспечения безопасности в радиотехнических системах.	данными, облачные платформы, анализ данных). **Владеть:** базовыми навыками по подключению конечных устройств в сеть и их программированию.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Автоматизация типовых технологических процессов в машиностроении
Безопасность интернета вещей
Введение в профессию
Диагностика и надежность автоматизированных систем
Компьютерные и промышленные интерфейсы и сети
Машинное обучение
Прием и обработка сигналов
Производственная практика (преддипломная)
Сети MESH широкополосной беспроводной связи
Теория автоматического управления
Технические средства автоматизации
Технологии и протоколы интернета вещей
Устройства СВЧ и антенны.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			8
1	**Аудиторные занятия**	**56**	**56**
	В том числе:		
1.1	Лекции	28	28
1.2	Семинарские/практические занятия	28	28
2	**Самостоятельная работа**	**88**	**88**
	В том числе:		
2.1	Работа с конспектом лекций	34	34
2.2	Подготовка к практическим занятиям	36	36
2.3	Подготовка к экзамену	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		экзамен
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение в промышленный интернет вещей**	**16**	**4**	**0**	**0**	**0**	**12**
1.1	Тема 1. Основные понятия и определения промышленного интернета вещей (IIoT)		2	0	0	0	6
1.2	Тема 2. Примеры и области применения IIoT		2	0	0	0	6
2	**Раздел 2. Аппаратная и сетевая часть промышленного интернета вещей**	**16**	**4**	**0**	**0**	**0**	**12**
2.1	Тема 1. Архитектура промышленного интернета вещей		2	0	0	0	6
2.2	Тема 2. Киберфизические системы		2	0	0	0	6
3	**Раздел 3. Технологии промышленного интернета вещей**	**112**	**20**	**28**	**0**	**0**	**60**
3.1	Тема 1. Анализ данных в рамках промышленного интернета вещей		4	6	0	0	12
3.2	Тема 2. Протокол OPC		4	6	0	0	12
3.3	Тема 3. Использование цифровых регуляторов в промышленных системах		4	4	0	0	12
3.4	Тема 4. Использование Web-сервера в IIoT		4	6	0	0	12
3.5	Тема 5. Радиочастотные метки (RFID) и их применение в IIoT		4	6	0	0	12
Итого		**144**	**28**	**28**	**0**	**0**	**88**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в промышленный интернет вещей

Предпосылки к возникновению интернета вещей. История и этапы становления интернета вещей. События, повлиявшие на появление интернета вещей. Определения интернета вещей и промышленного интернета вещей, встречающиеся в СМИ, научной литературе. Области применения интернета вещей и промышленного интернета вещей.

Раздел 2. Аппаратная и сетевая часть промышленного интернета вещей

Основы построения интернета вещей. Типовая структура системы интернета вещей. Типовая структура системы для сбора данных (применительно к интернету вещей). Система управления жизненным циклом продукции, компьютерно-интегрированное производство. Обмен данными внутри промышленного интернета вещей и понятие «цифровая фабрика». Определение «мехатроника» и «киберфизическая система». Типовая «клиент-серверная»

архитектура промышленной системы. Архитектура промышленного интернета вещей с «клиент-серверной» структурой. Архитектура промышленного интернета вещей с сервис-ориентированной структурой. Классическая «пирамида автоматизации» и ее «трансформация» в рамках концепций «промышленный интернет вещей» и «индустрия 4.0». Киберфизическая ячейка и архитектура киберфизической системы.

Раздел 3. Технологии промышленного интернета вещей

Определение информационных и операционных технологий в промышленности. Взаимосвязь информационных и операционных технологий. Типы и разновидности протоколов связи, используемых в промышленном интернете вещей. Основные протоколы, используемые в промышленности.

Разновидности сигналов, обрабатываемых и передаваемых в рамках промышленного интернета вещей. Обработка данных на конечных устройствах. Анализ функций, их оптимизация, аппроксимация.

Протокол передачи данных OPC. Назначение, области применения. Современный протокол OPC UA. Примеры обмена данными с использованием протокола OPC UA между различными программными пакетами и устройствами.

Необходимость применения регуляторов в системах управления (на примере). Типовая структура объекта управления (замкнутый контур). Построение модели разомкнутой системы управления в Simulink (на примере). Использование разностных уравнений для представления передаточных функций при переходе с аналоговых на цифровые системы управления. Реализации дискретной модели разомкнутой системы в TIA Portal (на примере). Настройка регулятора для дискретной модели и построение переходной характеристики. Настройка регулятора в Simulink , сравнение переходных процессов. Внедрение цифрового регулятора с реального ПЛК в аналоговую модель Simulink и построение переходных процессов. Сравнение переходных процессов между собой.

Использование веб-сервера в рамках промышленного интернета вещей. Элементы веб-разработки. Структура взаимодействия файлов, используемых в веб-проектах. Пример сетевой архитектуры с реализацией веб-сервера внутри программируемого логического контроллера (ПЛК). Пример сетевой архитектуры с реализацией веб-сервера на персональном компьютере (ПК)

Радиочастотная идентификация (RFID) и ее применение в промышленности. Структура типовой радиочастотной метки. Классификация радиочастотных меток. Преимущества и недостатки RFID. Протоколы RFID, их стандартизация.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1-3 (практическая работа 1). Обработка и анализ сигналов: решение задач одномерной оптимизации.

Практическое занятие 4-6 (практическая работа 2). Передача и обработка данных с использованием технологии OPC UA.

Практическое занятие 7-8 (практическая работа 3). Реализация передаточной функции цифрового регулятора для типового объекта управления.

Практическое занятие 9-11 (практическая работа 4). Реализация киберфизических систем объекта посредством универсального человеко-машинного интерфейса.

Практическое занятие 12-14 (практическая работа 5). Использование радиочастотной идентификации в промышленном интернете вещей.

3.4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Гофман П.М. Промышленный интернет вещей. Компоненты полевого уровня : учебное пособие / Гофман П.М., Кузнецов П.А.. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2022. — 176 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/146515.html.

2. Ли, П. Архитектура интернета вещей / П. Ли ; перевод М. А. Райтман. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 454 с. — ISBN 978-5-97060-784-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124712.html.

3. Дубков, И. С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей : учебное пособие / И. С. Дубков, П. С. Сташевский, И. Н. Яковина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-3161-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/91510.html.

4.3 Дополнительная литература

1. Росляков, А. В. Интернет вещей : учебное пособие / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин, А. Ю. Гребешков. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. — 135 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/71837.html.

2. Промышленные вычислительные сети : учебное пособие / И.А. Елизаров [и др.].. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 162 с. — ISBN 978-5-8265-1933-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/94370.html.

3. Данильченко С.В. Программирование ПЛК и промышленные сети. Программное обеспечение управления технологическими процессами : лабораторный практикум / Данильченко С.В., Хиврин М.В.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2020. — 139 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/106731.html.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Находится в разработке

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Windows
2. Microsoft-Office
3. Visual Studio Code
4. Matlab
5. TIA Portal Professional

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).
2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдается тематика заданий для подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выполненной работы каждым студентом и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и

недостатки проведенной практической работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Промышленный интернет вещей в машиностроении» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов заданий для практических работ;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы с рекомендованной литературой, поиска и обобщения информации, рассматриваемой в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- оформление отчета по практическим работам и подготовка его к защите;
- подготовка к экзамену.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;

- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита практических работ;
- экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Наименование компетенции выпускника
ПК-3	Способен проектировать и планировать сети проводной и беспроводной передачи данных интеллектуальных радиосистем
ПК-6	Способен проектировать, устанавливать, настраивать и поддерживать в работоспособном состоянии компоненты системы обеспечения информационной безопасности в радиотехнических системах

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Промышленный интернет вещей в машиностроении»

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика контроля результатов обучения
1	Текущий	Защита практической работы	Практическая работа выполняется индивидуально либо группой студентов из 2-3 человек. После выполнения практической работы студент оформляет отчет, сдает его преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите практической работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о практической работе и предоставили его к защите. На защите каждому студенту задаются 3 вопроса на тему практической работы в формате "вопрос-ответ".
2	Промежуточный	Экзамен	Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. На подготовку студенту дается 1 час (60 минут). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Промышленный интернет вещей в машиностроении» (выполнили и успешно защитили практические работы).

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).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
	Неудовлетворительно	**Удовлетворительно**	**Хорошо**	**Отлично**
Знать: - архитектурную организацию промышленного интернета вещей в области машиностроения, особенности специальных коммутационных протоколов, модели туманных и облачных	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - архитектурную организацию промышленного интернета вещей в области	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - архитектурную организацию промышленного интернета вещей в области машиностроения,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - архитектурную организацию промышленного интернета вещей в области	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - архитектурную организацию промышленного интернета вещей в области

вычислений и сервисов машиностроительных производств; - принципы организации и функционирования промышленного интернета вещей в области машиностроения.	машиностроения, особенности специальных коммутационных протоколов, модели туманных и облачных вычислений и сервисов машиностроительных производств; - принципы организации и функционирования промышленного интернета вещей в области машиностроения.	особенности специальных коммутационных протоколов, модели туманных и облачных вычислений и сервисов машиностроительных производств; - принципы организации и функционирования промышленного интернета вещей в области машиностроения. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	машиностроения, особенности специальных коммутационных протоколов, модели туманных и облачных вычислений и сервисов машиностроительных производств; - принципы организации и функционирования промышленного интернета вещей в области машиностроения. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	машиностроения, особенности специальных коммутационных протоколов, модели туманных и облачных вычислений и сервисов машиностроительных производств; - принципы организации и функционирования промышленного интернета вещей в области машиностроения. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
Уметь: - применять знания для построения широкого спектра приложений промышленного интернета вещей в машиностроении; - проектировать целостные IoT-системы узлов машиностроительного производства (включая конечные устройства, сетевое соединение, обмен данными, облачные платформы, анализ данных).	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - применять знания для построения широкого спектра приложений промышленного интернета вещей в машиностроении; - проектировать целостные IoT-системы узлов машиностроительного производства (включая конечные устройства, сетевое соединение, обмен данными, облачные платформы, анализ данных).	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - применять знания для построения широкого спектра приложений промышленного интернета вещей в машиностроении; - проектировать целостные IoT-системы узлов машиностроительного производства (включая конечные устройства, сетевое соединение, обмен данными, облачные платформы, анализ данных).	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - применять знания для построения широкого спектра приложений промышленного интернета вещей в машиностроении; - проектировать целостные IoT-системы узлов машиностроительного производства (включая конечные устройства, сетевое	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - применять знания для построения широкого спектра приложений промышленного интернета вещей в машиностроении; - проектировать целостные IoT-системы узлов машиностроительного производства (включая конечные устройства, сетевое

		Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	соединение, обмен данными, облачные платформы, анализ данных). Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	соединение, обмен данными, облачные платформы, анализ данных). Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: - методами проектирования и построения приложений промышленного интернета вещей в машиностроении; - базовыми навыками по подключению конечных устройств в сеть и их программированию.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: - методами проектирования и построения приложений промышленного интернета вещей в машиностроении; - базовыми навыками по подключению конечных устройств в сеть и их программированию.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: - методами проектирования и построения приложений промышленного интернета вещей в машиностроении; - базовыми навыками по подключению конечных устройств в сеть и их программированию. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении методов и навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет: - методами проектирования и построения приложений промышленного интернета вещей в машиностроении; - базовыми навыками по подключению конечных устройств в сеть и их программированию. Методы и навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет: - методами проектирования и построения приложений промышленного интернета вещей в машиностроении; - базовыми навыками по подключению конечных устройств в сеть и их программированию. Свободно применяет полученные методы и навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания текущего контроля

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Защита практической работы	Зачтено: набрано 3 и более баллов Не зачтено: набрано 2 и менее баллов Критерии оценивания Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - практическая работа выполнена полностью и без ошибок – 2 балла - практическая работа выполнена, однако присутствуют неточности в итоговой работе - 1 балл - практическая работа и отчет выполнены в срок – 1 балл - оформление отчета соответствует требованиям – 1 балл	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по практическим работам. Выполнение практических работ допускается индивидуально либо группами студентов по 2-3 человека. Отчет по практической работе должен содержать: название работы, ФИО студентов и номер варианта, порядок расчетов, результаты работы (расчетные или графические), выводы по работе. Защита отчета по практической работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие практическую работу к защите не допускаются.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамена

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний,

	умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Типовые вопросы к практическим занятиям

Практическое занятие 1-3 (практическая работа 1):

1. В чём состоит основная постановка задачи одномерной оптимизации? Приведите математическую формулировку задачи поиска экстремума целевой функции f(x) на заданном интервале [a,b].

2. Опишите алгоритм метода полного перебора для поиска минимума (максимума) функции. Какие параметры необходимо задать для реализации этого метода? Как выбор шага перебора влияет на точность и вычислительную сложность решения?

3. Что такое «золотое сечение» и как оно используется в методе оптимизации? Запишите математическое выражение для пропорции золотого сечения и объясните, почему именно это соотношение применяется при выборе точек вычисления функции.

4. Изложите пошагово алгоритм метода золотого сечения для поиска минимума функции на отрезке [a,b]. Укажите, как происходит сужение интервала неопределённости и какие условия остановки итерационного процесса обычно используются.

5. Сравните эффективность метода полного перебора и метода золотого сечения с точки зрения количества вычислений целевой функции, требуемого для достижения заданной точности ε. Приведите пример расчёта для простой функции (например, $f(x)=x^2-4x+3$ на интервале [0,5]).

6. Какие типы функций (унимодальные, многомодальные, разрывные и т.д.) лучше всего подходят для оптимизации методами полного перебора и золотого сечения? В каких случаях применение этих методов может привести к некорректным результатам и почему?

7. Представьте, что вы обрабатываете сигнал и ищете экстремум некоторой целевой функции, описывающей его характеристики. Как вы выберете начальный интервал [a,b] для поиска экстремума? Какие предварительные шаги анализа сигнала могут помочь сузить этот интервал и повысить эффективность оптимизации?

Практическое занятие 4-6 (практическая работа 2):

1. Кратко опишите назначение и ключевые преимущества технологии OPC UA по сравнению с предыдущими версиями OPC (например, OPC DA). Перечислите 3–4 основных отличия архитектуры OPC UA от OPC DA и объясните, как эти отличия влияют на кроссплатформенность и безопасность обмена данными.

2. Изобразите схематично взаимодействие клиента и сервера в системе OPC UA. Укажите основные компоненты (клиент, сервер, транспортный уровень, безопасность и т.д.)

и кратко опишите роль каждого компонента. Приведите примеры реальных программных или аппаратных решений, которые могут выступать в роли OPC UA-клиента и OPC UA-сервера.

3. Опишите структуру адресного пространства OPC UA (Address Space). Какие типы узлов (Nodes) существуют в OPC UA? Приведите пример узла с указанием его атрибутов (например, NodeId, BrowseName, Value и т.д.) для датчика температуры. Покажите, как можно получить доступ к значению переменной через адресное пространство.

4. Перечислите основные сервисы OPC UA, используемые для обмена данными (например, сервисы чтения, записи, подписки).

5. Расскажите о механизмах безопасности в OPC UA. Какие методы аутентификации и шифрования применяются?

6. Представьте, что вам нужно передать данные с промышленного контроллера (ПЛК) в SCADA-систему с использованием OPC UA. Составьте пошаговую инструкцию по настройке OPC UA-сервера на стороне ПЛК и подключению к нему OPC UA-клиента в SCADA.

7. Проанализируйте возможные проблемы при передаче данных через OPC UA в условиях нестабильного сетевого соединения (задержки, потери пакетов и т.д.). Какие механизмы OPC UA помогают обеспечить надёжность и целостность данных в таких случаях?

Практическое занятие 7-8 (практическая работа 3):

1. Дайте определение передаточной функции в контексте теории управления. Запишите общий вид передаточной функции дискретной системы в z-области.

2. Опишите пошаговый алгоритм перехода от непрерывной передаточной функции регулятора (в s-области) к её дискретному аналогу (в z-области).

3. Пусть объект управления описывается передаточной функцией $W(s)= K/(Ts+1)$. Синтезируйте дискретный ПИ-регулятор для данного объекта.

4. Изобразите структурную схему замкнутой системы управления с цифровым регулятором. Укажите на схеме дискретные и непрерывные блоки, а также места квантования сигнала.

5. Проведите моделирование системы с цифровым регулятором в среде MATLAB/Simulink (или аналогичной). Постройте переходные процессы для системы при ступенчатом воздействии.

Практическое занятие 9-11 (практическая работа 4):

1. Опишите назначение встроенного web-сервера в промышленных контроллерах Siemens (на примере S7-1200/S7-1500). Перечислите основные сценарии его использования в системах автоматизации. Какие преимущества даёт применение web-интерфейса по сравнению с традиционными методами мониторинга и управления?

2. Составьте пошаговую инструкцию по активации и базовой настройке встроенного web-сервера в контроллере Siemens через TIA Portal. Укажите, какие параметры необходимо задать (IP-адрес, порт, права доступа и т.д.). Опишите процесс загрузки конфигурации в контроллер и проверки работоспособности web-сервера (например, через браузер).

3. Объясните, как организовать доступ к данным контроллера (значениям тегов, статусам входов/выходов) через web-интерфейс. Приведите пример HTML-страницы с использованием JavaScript и AJAX-запросов для чтения значения тега из контроллера. Укажите, какой протокол и API используются для обмена данными.

4. Разработайте структуру простой web-страницы для мониторинга параметров технологического процесса (например, температуры, давления, состояния насосов). Включите в страницу: индикаторы текущих значений; графики изменения параметров за последние 5 минут; кнопки управления (пуск/стоп).

Опишите, как связать элементы страницы с переменными контроллера в TIA Portal.

5. Опишите процесс создания динамической web-страницы с использованием шаблонов Siemens (Web Pages Templates). Какие типы шаблонов доступны в TIA Portal?

6. Расскажите о мерах безопасности при использовании web-сервера контроллера. Перечислите и кратко опишите: способы аутентификации пользователей (логин/пароль, сертификаты); настройку прав доступа для разных групп пользователей; использование HTTPS и настройку SSL-сертификатов. Приведите пример конфигурации безопасности для сценария с двумя уровнями доступа: оператор и инженер.

Практическое занятие 12-14 (практическая работа 5):

1. Дайте определение технологии RFID и кратко опишите её роль в промышленном интернете вещей (IIoT). Объясните, как интеграция RFID с протоколом I/O-Link расширяет возможности автоматизации на производстве. Приведите 2–3 конкретных примера применения такой связки на промышленных объектах (например, учёт деталей на конвейере, идентификация тары и т.д.).

2. Опишите архитектуру системы с использованием RFID-считывателей, подключённых через I/O-Link. Изобразите структурную схему, включающую: RFID-считыватель, I/O-Link-мастер, контроллер Siemens (S7-1200/S7-1500), TIA Portal. Укажите, какие компоненты необходимы на аппаратном и программном уровнях, и поясните роль каждого элемента в обмене данными.

3. Составьте пошаговую инструкцию по подключению RFID-считывателя к контроллеру через I/O-Link в среде TIA Portal.

4. Объясните, как происходит процесс идентификации метки в системе RFID + I/O-Link. Опишите последовательность передачи данных: от считывания UID метки до получения данных в контроллере. Укажите, какие типы данных передаются (например, UID, пользовательская память, статус ошибки), и в каком формате они представляются в памяти контроллера (байты, строки и т.д.).

5. Опишите процесс настройки и мониторинга RFID-системы через веб-интерфейс I/O-Link-мастера. Какие параметры можно отслеживать в режиме реального времени (например, уровень сигнала, количество ошибок чтения)?

6. Как использовать диагностические функции TIA Portal для поиска и устранения неисправностей (например, при нестабильном считывании меток)? Приведите примеры типичных ошибок и способы их устранения.

7. Проанализируйте влияние внешних факторов (электромагнитные помехи, металлические поверхности, влажность) на работу RFID-системы в промышленной среде. Предложите 3–4 технических решения для повышения надёжности считывания.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

1. Перечислите ключевые предпосылки возникновения интернета вещей (IoT). Кратко охарактеризуйте каждую (например, развитие беспроводных технологий, снижение стоимости датчиков, рост пропускной способности сетей). Приведите 2–3 примера технологических достижений, которые стали катализаторами развития IoT.	ПК-3
2. Опишите основные этапы становления интернета вещей с указанием временных рамок. Для каждого этапа приведите по одному значимому событию или изобретению, которое повлияло на развитие IoT (например, появление первых RFID-меток, стандартизация протоколов связи).	ПК-3

3. Назовите 3–4 события или тенденции (технологические, экономические, социальные), которые существенно повлияли на появление и распространение промышленного интернета вещей (IIoT). Для каждого события кратко объясните его роль.	ПК-3
4. Сравните определения «интернета вещей» (IoT) и «промышленного интернета вещей» (IIoT), встречающиеся в научной литературе и СМИ. Выпишите по 2 определения для каждого понятия (с указанием источника, если возможно). Выделите ключевые различия между IoT и IIoT по следующим критериям: сфера применения, требования к надёжности, масштабы внедрения.	ПК-3
5. Приведите 5 примеров областей применения интернета вещей (IoT) и 5 примеров применения промышленного интернета вещей (IIoT).	ПК-3
6. Изобразите типовую структуру системы интернета вещей (IoT) в виде схемы.	ПК-3
7. Опишите типовую структуру системы для сбора данных в рамках IoT. Приведите пример такой системы для промышленного применения.	ПК-6
8. Дайте определения понятий «мехатроника» и «киберфизическая система» (КФС). Объясните, как эти концепции связаны с промышленным интернетом вещей (IIoT). Приведите пример киберфизической ячейки на производстве и опишите, как в ней взаимодействуют физические и цифровые компоненты.	ПК-6
9. Сравните клиент-серверную и сервис-ориентированную (SOA) архитектуры промышленного интернета вещей. В каких случаях предпочтительнее использовать каждую из архитектур?	ПК-6
10. Изобразите классическую «пирамиду автоматизации» (от уровня полевых устройств до уровня ERP) и покажите, как она трансформируется в рамках концепций «промышленный интернет вещей» (IIoT) и «индустрия 4.0». Кратко объясните, как эти изменения влияют на эффективность и гибкость промышленного производства.	ПК-3
11. Дайте чёткие определения информационных технологий (IT) и операционных технологий (OT) в контексте промышленного производства. Приведите по 2–3 примера типичных систем или устройств для каждой категории.	ПК-6
12. Опишите основные различия между IT и OT по следующим критериям: цели использования, требования к надёжности и времени отклика, стандарты безопасности, жизненный цикл оборудования. Приведите пример сценария, где IT и OT должны тесно взаимодействовать.	ПК-6
13. Объясните, как интеграция IT и OT способствует реализации концепции «Индустрия 4.0». Перечислите 3–4 ключевых преимущества такой интеграции и укажите возможные риски.	ПК-6
14. Приведите конкретный пример системы или проекта, где успешно реализована взаимосвязь IT и OT. Опишите, какие технологии и протоколы использовались для интеграции, и какой экономический или операционный эффект был достигнут.	ПК-6
15. Составьте классификацию промышленных протоколов связи по критериям: область применения, скорость передачи данных, топология сети. Приведите по 2 примера протоколов для каждой категории и кратко укажите их ключевые особенности.	ПК-6
16. Сравните протоколы Modbus TCP, Profinet и EtherNet/IP по следующим параметрам: скорость передачи данных, поддержка реального времени, сложность настройки, распространённость в промышленности. Сформулируйте вывод: для каких задач и типов производств предпочтительнее каждый из протоколов.	ПК-6
17. Объясните роль MQTT и CoAP в промышленном интернете вещей (IIoT). В чём их преимущества перед традиционными промышленными протоколами? Приведите пример использования MQTT в системе мониторинга промышленного оборудования.	ПК-6

18. Перечислите основные типы сигналов, обрабатываемых в системах IIoT (аналоговые, дискретные, цифровые, импульсные). Для каждого типа укажите: способ кодирования информации; примеры датчиков или устройств, генерирующих такие сигналы; особенности передачи и обработки в промышленной сети.	ПК-3
19. Опишите этапы обработки данных на конечных устройствах (edge devices) в рамках IIoT. Какие операции могут выполняться на уровне edge?	ПК-6
20. Объясните назначение протокола OPC в промышленных системах. Опишите типовую архитектуру системы с использованием OPC-сервера.	ПК-6
21. Перечислите основные отличия OPC UA от предыдущих версий OPC (DA, HDA). Укажите 3–4 преимущества OPC UA.	ПК-6
22. Опишите процесс настройки OPC UA-сервера для подключения к ПЛК Siemens S7-1200/1500. Какие параметры необходимо сконфигурировать? Как проверить корректность соединения и передачу данных?	ПК-6
23. Объясните необходимость применения регуляторов в системах автоматического управления на конкретном примере. Опишите типовую структуру замкнутого контура управления, указав роль датчика, регулятора и исполнительного механизма.	ПК-6
24. Постройте модель разомкнутой системы управления в Simulink для объекта с передаточной функцией W(s)= K/Ts+1. Опишите шаги создания модели, выбор параметров и визуализацию переходного процесса. Как интерпретировать полученный график?	ПК-6
25. Опишите процесс перехода от аналоговой передаточной функции к дискретной модели с использованием разностных уравнений. Приведите пример преобразования ПИД-регулятора в дискретную форму. Реализуйте полученную модель в TIA Portal и настройте параметры регулятора (Kp, Ki, Kd) для минимизации перерегулирования.	ПК-3
26. Сравните переходные процессы для аналоговой модели в Simulink и дискретной модели в TIA Portal при одинаковых настройках регулятора. Постройте графики на одном рисунке, отметьте ключевые показатели (время переходного процесса, перерегулирование, установившаяся ошибка). Объясните причины различий.	ПК-6
27. Опишите структуру взаимодействия файлов в типичном веб-проекте для промышленного мониторинга. 28. Сравните две архитектуры с веб-сервером: веб-сервер внутри ПЛК (например, Siemens S7-1500); веб-сервер на отдельном ПК с подключением к ПЛК. Составьте таблицу сравнения по критериям: простота развёртывания, надёжность, скорость обновления данных, требования к ресурсам ПЛК. Сформулируйте рекомендации по выбору архитектуры для разных сценариев.	ПК-3
28. Опишите структуру типовой радиочастотной метки. Классифицируйте RFID-метки по частоте, способу питания и объёму памяти. Приведите 2–3 примера промышленного применения для каждого типа меток.	ПК-3
29. Перечислите основные преимущества RFID перед штрих-кодированием и NFC в промышленных условиях. Укажите 2–3 недостатка RFID. Опишите стандартизацию RFID и объясните, как стандарты обеспечивают совместимость оборудования от разных производителей.	ПК-6