

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

Документ подписан  
простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лустенков Михаил Евгеньевич  
Должность: Ректор  
Дата: 09.09.2026

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусско-Российского  
университета

М.Е. Лустенков

22.06 2026

Регистрационный № УД-090301/Б.1.В.6/р

Промышленный Интернет-вещей и киберфизические системы

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Направление подготовки:** 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

**Направленность:** Программно-аппаратные средства информационных систем

**Квалификация (степень):** бакалавр

|                                             | Форма обучения |
|---------------------------------------------|----------------|
|                                             | Очная          |
| Курс                                        | 4              |
| Семестр                                     | 7,8            |
| Лекции, часы                                | 36             |
| Лабораторные занятия, часы                  | 36             |
| Зачет, семестр                              | 7              |
| Экзамен, семестр                            | 8              |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 72             |
| Самостоятельная работа, часы                | 72             |
| Всего часов / зачетных единиц               | 144/4          |

Кафедра – разработчик программы: Программное обеспечение информационных технологий

Составители: канд. техн. наук, доц. Кутузов Виктор Владимирович

канд. техн. наук, доц. Кушнер Андрей Валерьевич

канд. техн. наук, доц. Болотов Сергей Владимирович

Могилев, 2026

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательными стандартами высшего образования по направлениям подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» (уровень бакалавриата), утвержденные приказом № 929 от 19.09.2017 , учебными планами рег. №090301-2.2 утвержденными 18.02.2026.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий»

«02» марта 2026 г., протокол № 8.

Зав. кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий»

 В. В. Кутузов

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом  
Белорусско-Российского университета  
(протокол № 6 от «15» апреля 2026 г.)

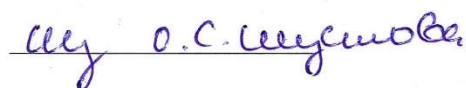
Рецензент:

Заведующий кафедрой программного обеспечения информационных технологий УО  
«Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова»,  
к.т.н., доцент, И.В. Акиншева

(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа дисциплины согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического  
отдела

 О.Е. Печковская

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **1.1. Цель дисциплины**

Цель дисциплины - ввести в круг понятий и задач в области «Промышленного Интернета Вещей и киберфизических систем», включая аппаратное, программное и сетевое обеспечение для того, чтобы студенты могли самостоятельно обнаруживать и формулировать существующие проблемы и предлагать обоснованные решения на основе IoT-технологий.

Задача курса состоит в выработке у студентов навыков использования существующих языков и технологий для решения сформулированных задач.

### **1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины**

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

#### **-знать**

- архитектурные принципы и механизмы функционирования индустриального интернета вещей (IIoT) и киберфизических систем (КФС);
- исторические предпосылки и этапы эволюции индустриальных IIoT-решений;
- ключевые факторы, стимулирующие внедрение КФС на предприятиях;
- актуальный технологический стек и протоколы связи, применяемые в сфере IIoT;
- современные векторы развития и перспективные тренды в области индустриального IIoT.

#### **- уметь**

- осуществлять разработку, конфигурирование и отладку микроконтроллерных систем и периферийных устройств;
- анализировать предметную область и адаптировать существующие IIoT-технологии под специфические производственные сценарии;
- выполнять сквозное проектирование архитектуры IIoT-систем: от уровня сенсоров и сетевой инфраструктуры до облачных платформ и аналитических модулей.

#### **- владеть**

- профессиональным понятийным аппаратом и терминологией в области IIoT и КФС;
- инструментарием написания и компиляции прошивок для конечных устройств;
- методами интеграции периферийного оборудования в промышленные и корпоративные сети;
- практиками развёртывания облачных сервисов для телеметрии, хранения и первичной обработки данных.

### **1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки**

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)». Часть Блока 1. Формируемая участниками образовательных отношений).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Программирование;
- ЭВМ, периферийные устройства и контроллеры;
- Базы данных;
- Операционные системы;
- Объектно-ориентированное программирование;
- Электротехника и электроника;
- Схемотехника;
- Проектирование аппаратно–программных комплексов.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- Технологии проектирования АСОИиУ.

Кроме того, результаты полученные при изучении дисциплины на лабораторных занятиях будут применены при прохождении преддипломной практики, а так же при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности

#### 1.4 Требования к освоению дисциплины

Освоение данной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

| Коды формируемых компетенций | Наименование формируемых компетенций                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2                         | Способен разрабатывать и использовать алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и управления, пригодные для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности |
| ПК-5                         | Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности                                                                                                    |

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание дисциплины

| Номера тем | Наименование тем                              | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Коды формируемых компетенций |
|------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Тема 1.    | Введение в промышленный интернет вещей (IIoT) | Определение и концепция IIoT. История развития интернета вещей. Отличие IIoT от потребительского IoT. Основные компоненты IIoT систем. Уровни архитектуры IIoT. Физический уровень: устройства и сенсоры. Сетевой уровень: коммуникации. Уровень платформы: обработка данных. Уровень приложений: бизнес-логика. Ключевые технологии IIoT. Промышленная революция 4.0. Роль IIoT в Industry 4.0. Преимущества внедрения IIoT. Экономический эффект от IIoT. Проблемы и вызовы IIoT. Стандартизация в IIoT. Основные игроки на рынке IIoT. Примеры успешных внедрений IIoT. Тенденции развития IIoT                     | ПК-2<br>ПК-5                 |
| Тема 2.    | Архитектура киберфизических систем (КФС)      | Определение киберфизических систем. Отличие КФС от встраиваемых систем. Основные характеристики КФС. Компоненты киберфизических систем. Физические процессы в КФС. Вычислительные компоненты КФС. Сетевая инфраструктура КФС. Уровни абстракции в КФС. Модель 5C для КФС. Уровень соединения (Connection). Уровень конверсии (Conversion). Уровень киберпространства (Cyber). Уровень когниции (Cognition). Уровень конфигурации (Configuration). Принципы проектирования КФС. Реактивные системы в КФС. Распределенные вычисления в КФС. Реальное время в КФС. Интеграция IT и OT в КФС. Примеры КФС в промышленности | ПК-2<br>ПК-5                 |

|         |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
|---------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Тема 3. | Стандарты и протоколы IIoT                        | Необходимость стандартизации в IIoT. Международные организации по стандартизации. ISO/IEC стандарты для IIoT. IEC стандарты для промышленной автоматизации. IEEE стандарты для IIoT. IETF стандарты интернет-протоколов. Промышленные консорциумы. Industrial Internet Consortium (IIC). OPC Foundation. Open Connectivity Foundation (OCF). oneM2M стандарт. Стандарты взаимодействия устройств. Стандарты безопасности. Стандарты данных и семантики. Референсные архитектуры. IIRA (Industrial Internet Reference Architecture). RAMI 4.0 (Reference Architectural Model). Сравнение стандартов. | ПК-2<br>ПК-5 |
| Тема 4. | Сенсоры и исполнительные механизмы                | Классификация промышленных сенсоров. Температурные датчики. Датчики давления. Датчики расхода. Датчики уровня. Датчики вибрации. Оптические датчики. Датчики положения. Газоанализаторы. Принципы работы сенсоров. Аналоговые и цифровые сенсоры. Характеристики сенсоров. Исполнительные механизмы. Электрические приводы. Пневматические приводы. Гидравлические приводы. Преобразователи частоты. Контроллеры и ПЛК. Интерфейсы подключения сенсоров. Калибровка и обслуживание сенсоров.                                                                                                        | ПК-2<br>ПК-5 |
| Тема 5. | Промышленные сети и протоколы связи               | Классификация промышленных сетей. Полевые шины. Промышленный Ethernet. Модель OSI для ACU TII. PROFINET. EtherNet/IP. Modbus TCP/RTU. EtherCAT. POWERLINK. CC-Link. HART протокол. FOUNDATION Fieldbus. PROFIBUS. CANopen в промышленности. AS-Interface. IO-Link. Сравнение протоколов. Детерминизм в сетях. Синхронизация времени (PTP). Диагностика сетей.                                                                                                                                                                                                                                       | ПК-2<br>ПК-5 |
| Тема 6. | Беспроводные технологии для IIoT                  | Беспроводные технологии в IIoT. Классификация сетей (WPAN, WLAN, WAN). LoRa физический уровень. Архитектура LoRaWAN. Классы устройств LoRaWAN. Частотные планы LoRaWAN. The Things Network. Стандарт NB-IoT. Архитектура NB-IoT. Преимущества NB-IoT. Протокол Zigbee. Топологии сетей Zigbee. Zigbee 3.0. WirelessHART. ISA100.11a. Сравнение LPWAN технологий. Энергопотребление устройств. Безопасность беспроводных сетей. Помехоустойчивость. Выбор технологии для сценария                                                                                                                    | ПК-2<br>ПК-5 |
| Тема 7. | Промышленные шлюзы и контроллеры                  | Роль шлюзов в IIoT архитектуре. Функции промышленных шлюзов. Протокольная конверсия. Агрегация данных. Буферизация данных. Предварительная обработка. Типы промышленных шлюзов. Программируемые шлюзы. Шлюзы с edge computing. Промышленные контроллеры. ПЛК нового поколения. PAC контроллеры. Программируемые реле. Аппаратная архитектура шлюзов. Процессоры ARM для IIoT. Интерфейсы ввода-вывода. Промышленные интерфейсы связи. ОС для шлюзов (Embedded Linux). RTOS для реального времени. Виртуализация на шлюзах.                                                                          | ПК-2<br>ПК-5 |
| Тема 8. | Промышленные контроллеры (Siemens, OVEN и другие) | Введение. Значение выбора правильного ПЛК для автоматизации и IIoT. Краткий обзор компаний Siemens и Allen-Bradley как лидеров в производстве ПЛК. Линейка ПЛК Siemens. S7-1200. Архитектура и особенности. Применение в малых и средних автоматизированных системах. Возможности подключения к IIoT и облачным сервисам. S7-1500. Преимущества: высокая производительность, расширенные функции                                                                                                                                                                                                    | ПК-2<br>ПК-5 |

|         |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |
|---------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|         |                                                    | <p>безопасности. Поддержка современных протоколов связи (PROFINET, OPC UA). Примеры применения в сложных производственных сценариях.</p> <p>S7-300 и S7-400. Традиционные решения для крупных систем автоматизации. Области применения: тяжелая промышленность, энергетика. Интеграция с IIoT через дополнительные модули.</p> <p>Линейка ПЛК Allen-Bradley.</p> <p>ControlLogix. Модульная архитектура и гибкость. Поддержка различных протоколов (EtherNet/IP, ControlNet). Примеры применения в сложных автоматизированных системах. CompactLogix. Компактные решения для малых и средних систем. Преимущества: простота в установке и настройке. Интеграция с облачными платформами и IIoT.</p> <p>Линейка ПЛК ОВЕН.</p> <p>ПЛК 210 серии. Архитектура, основные характеристики, область применения (малые и средние автоматизированные системы). Возможности подключения к IIoT и облачным сервисам.</p> <p>ПЛК серии ТК-300. Расширенные функции и высокая производительность. Поддержка современных протоколов связи (Modbus, Ethernet). Примеры применения в производственных процессах и системах управления.</p> <p>ПЛК серии ТК-600. Модульная архитектура для сложных автоматизированных систем. Идеально подходят для интеграции с датчиками и другими устройствами IIoT. Примеры успешного использования в различных отраслях.</p> <p>Интеграция ПЛК ОВЕН в системах IIoT. Возможности подключения к облачным платформам для мониторинга и удаленного управления. Применение ПЛК ОВЕН в системах предиктивной аналитики и управления. Примеры успешных проектов с использованием ПЛК ОВЕН в IIoT.</p> <p>Сравнение ПЛК Siemens, Allen-Bradley и ОВЕН по функциональности, производительности и стоимости. Удобство программирования и поддержки. Области применения.</p> |                         |
| Тема 9. | Сбор данных, хранение, обработка и их визуализация | <p>Особенности данных IIoT. Объемы и скорость генерации. Разнообразие данных (Velocity, Variety). Time-series базы данных. InfluxDB. TimescaleDB. OpenTSDB. NoSQL базы данных. MongoDB для IIoT. Cassandra. Реляционные базы данных. PostgreSQL с расширениями. Data lakes для IIoT. Архитектура data lake. Хранение сырых данных. Data warehouse. Data governance. Метаданные и каталоги данных. Сжатие данных. Жизненный цикл данных. Концепция потоковой обработки. Batch vs Stream processing. Требования к реальному времени. Архитектура потоковой обработки. Apache Kafka. Kafka topics и partitions. Kafka producers и consumers. Kafka Streams Apache Flink. Event-driven архитектура. Complex Event Processing (CEP). Оконные функции. Tumbling windows. Sliding windows. Session windows. Обработка с задержками. Watermarks. Exactly-once семантика. Масштабирование потоковой обработки. Мониторинг потоковых приложений. Роль визуализации в IIoT. Принципы эффективной визуализации. Типы графиков и диаграмм. Визуализация временных рядов. Heat maps. Географические визуализации. Real-time дашборды. Платформа Grafana. Источники данных</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>ПК-2</p> <p>ПК-5</p> |

|          |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|          |                                                                                                      | Grafana. Переменные и шаблоны. Annotations и alerts. Apache Superset. Kibana для анализа логов. Создание интерактивных дашбордов. Drill-down функциональность. Мобильные дашборды. Встраиваемые визуализации. Производительность дашбордов. Best practices визуализации. Accessibility в визуализации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |
| Тема 10. | Безопасность в PoT системах                                                                          | Особенности безопасности PoT. Атакующая поверхность PoT. Физический уровень угроз. Сетевой уровень угроз. Уровень приложений. Типы атак на PoT. DDoS атаки. Man-in-the-middle. Replay атаки. Side-channel атаки. Атаки на обновления ПО. Угрозы конфиденциальности. Угрозы целостности данных. Угрозы доступности (CIA triad). Целевые атаки на промышленность. Stuxnet и подобные угрозы. APT атаки на промышленность. Ransomware в OT. Insider threats. Supply chain атаки. Проблемы идентификации устройств. Аутентификация устройств. Сертификаты X.509. PKI инфраструктура. Certificate Authority (CA). Управление жизненным циклом сертификатов. API ключи и токены. OAuth 2.0 для IoT. JWT токены. Аутентификация пользователей. Multi-factor authentication (MFA). RBAC (Role-Based Access Control). ABAC (Attribute-Based Access Control). Zero Trust архитектура. Микросегментация сети. Device identity management. Provisioning устройств. Bootstrap механизмы. Revocation механизмы. Аудит и логирование доступа. Криптография в PoT. Симметричное шифрование. Алгоритм AES. Режимы шифрования. GCM режим. Асимметричное шифрование. Алгоритм RSA. ECC (Elliptic Curve Cryptography). Гибридное шифрование. TLS/SSL протоколы. Особенности TLS 1.3. DTLS для UDP. Защита данных в покое. Шифрование баз данных. Шифрование файлов. Key management. Hardware Security Modules (HSM). Trusted Platform Module (TPM). Secure boot. Защита firmware | ПК-2<br>ПК-5 |
| Тема 11. | Применение ИИ для работы промышленного оборудования с PoT, анализ и обработки данных с PoT устройств | Концепция предиктивной аналитики. От реактивной к предиктивной модели. Преимущества предиктивного подхода. Источники данных для аналитики. Исторические данные. Данные реального времени. Контекстные данные. Feature engineering. Извлечение признаков. Выбор признаков. Статистические методы. Регрессионный анализ. Анализ временных рядов. ARIMA модели. Exponential smoothing. Machine learning подходы. Supervised learning. Unsupervised learning. Semi-supervised learning. Оценка качества моделей. ML в контексте PoT. Задачи ML в промышленности. Классификация состояний. Обнаружение аномалий. Прогнозирование отказов. Оптимизация процессов. Computer vision для контроля качества. Обработка естественного языка (NLP). Алгоритмы классификации. Decision trees. Random forest. Support Vector Machines. Neural networks. Deep learning. CNN для изображений. RNN для временных рядов. Transfer learning. Federated learning. AutoML для PoT. MLOps и deployment. Особенности временных рядов PoT. Компоненты временных рядов. Тренд. Сезонность. Цикличность. Случайная составляющая. Стационарность. Тест Дики-Фуллера. Автокорреляция. Частичная автокорреляция. Сглаживание. Moving average. Exponential smoothing. Holt-Winters метод. ARIMA модели. SARIMA для                                                                                                                                                                         | ПК-2<br>ПК-5 |

|          |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |
|----------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|          |                                                         | сезонности. Prophet от Facebook. Deep learning для временных рядов. LSTM сети. Оценка прогнозов (MAE, RMSE)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
| Тема 12. | Концепция цифровых двойников                            | <p>Определение цифрового двойника. История концепции. Отличие от симуляции. Уровни зрелости цифровых двойников. Digital twin prototype. Digital twin instance. Digital twin aggregate. Компоненты цифрового двойника. Физический объект. Виртуальная модель. Данные и связь. Сервисы и аналитика. Люди и процессы. Типы цифровых двойников. Product digital twin. Production digital twin Performance digital twin. Преимущества цифровых двойников. Снижение времени разработки. Предиктивное обслуживание. Физическое моделирование в КФС. Математические модели. Дифференциальные уравнения. Обыкновенные ДУ. ДУ в частных производных. Конечные разности. Метод конечных элементов. Мультифизическое моделирование. Теплопередача. Гидродинамика. Механика деформируемого тела. Electromagnetic simulation. Multi-domain моделирование. Язык Modelica. OpenModelica. Dymola. Bond graphs. Системная динамика. Component-based modeling. Валидация моделей. Роль симуляции в разработке IIoT. Hardware-in-the-loop (HIL). Software-in-the-loop (SIL). Model-in-the-loop (MIL). Processor-in-the-loop (PIL). Симуляторы устройств. Виртуальные сенсоры. Симуляторы сетей. NS-3. OMNeT++. Симуляторы промышленных процессов. MATLAB/Simulink. Scilab/Xcos. Тестирование IIoT систем. Unit testing. Integration testing. System testing. Performance testing. Stress testing. Security testing. Проблемы интеграции. Синхронизация состояния. Real-time обновление. Data fusion. Sensor fusion. Фильтрация Калмана. Extended Kalman Filter. Particle filter. Оценка состояния. State estimation. Data reconciliation. Обработка пропущенных данных. Интерполяция. Экстраполяция. Валидация данных. Обнаружение выбросов. Калибровка моделей. Parameter estimation. Machine learning калибровка. Continuous learning</p> | ПК-2<br>ПК-5 |
| Тема 13. | Интеграция IIoT с информационными системами предприятия | <p>Роль ERP в предприятии. Функции ERP систем. SAP, Oracle, Microsoft Dynamics. Open-source ERP. Odoo. ERPNext. Данные IIoT для ERP. Производственные данные. Данные о качестве. Данные об оборудовании. Данные об энергопотреблении. Методы интеграции. Point-to-point интеграция. Enterprise Service Bus (ESB). API-based интеграция. Middleware решения. Стандарты интеграции. ISA-95 стандарт. B2MML. Проблемы интеграции. Определение MES систем. Manufacturing Execution System. Функции MES систем. Диспетчеризация производства. Управление ресурсами. Отслеживание продукции. Управление качеством. Анализ производительности. MES в архитектуре ISA-95. Уровень 3 автоматизации. Связь с ERP и SCADA. Коммерческие MES. Siemens SIMATIC IT. Rockwell Plexity. Open-source MES. Proleance. Transient Systems. MES и IIoT. Cloud MES. MES как сервис (MESaaS). Определение SCADA систем. Supervisory Control and Data Acquisition. Архитектура SCADA. RTU и PLC. HMI интерфейсы. Communication infrastructure. SCADA протоколы. DNP3. IEC 60870-5-104. IEC 61850. Эволюция SCADA. От монолитных к распределенным. SCADA и IIoT. IIoT</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК-2<br>ПК-5 |

|         |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |
|---------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|         |                                                                     | расширение SCADA. Cloud SCADA. Мобильные SCADA. Open-source SCADA. Scada-LTS. Rapid SCADA. Безопасность SCADA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |
| Тема 14 | Умное производство (Smart Manufacturing) и Индустрия 4.0, 5.0 и 6.0 | Концепция умного производства. Smart Factory. Характеристики умного производства. Адаптивность. Гибкость. Самооптимизация. Технологии умного производства. Аддитивные технологии. Робототехника. Коботы. AGV и AMR. Augmented Reality (AR). Цифровые производственные системы. Reconfigurable Manufacturing. Mass customization. Управление в реальном времени. Вертикальная интеграция. Горизонтальная интеграция. End-to-end engineering. Кейсы умного производства. | ПК-2<br>ПК-5 |

## 2.2 Учебно-методическая карта дисциплины

7 семестр

| № недели | Лекции<br>(наименование тем)                          | Часы | Лабораторные<br>занятия                                                            | Часы | Самостоятельная<br>работа, часы | Форма контроля<br>знаний | Баллы (max) |
|----------|-------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------|--------------------------|-------------|
|          | <b>Модуль 1</b>                                       |      |                                                                                    |      |                                 |                          |             |
| 1        | Тема 1. Введение в промышленный интернет вещей (IIoT) | 2    | Л.р. № 1. Основы технологии Промышленного Интернета вещей (IIoT)                   | 2    |                                 |                          |             |
| 2        |                                                       |      |                                                                                    |      |                                 |                          |             |
| 3        | Тема 2. Архитектура киберфизических систем (КФС)      | 2    | Л.р. № 1. Основы технологии Промышленного Интернета вещей (IIoT)                   | 2    |                                 | ЗЛР                      | 15          |
| 4        |                                                       |      |                                                                                    |      |                                 |                          |             |
| 5        | Тема 3. Стандарты и протоколы IIoT                    | 2    | Л.р. № 2. Разработка IIoT систем и устройств мониторинга показателей               | 2    |                                 |                          |             |
| 6        |                                                       |      |                                                                                    |      |                                 |                          |             |
| 7        | Тема 4. Сенсоры и исполнительные механизмы            | 2    | Л.р. № 2. Разработка IIoT систем и устройств мониторинга показателей               | 2    |                                 | ЗЛР                      | 15          |
| 8        |                                                       |      |                                                                                    |      |                                 | ТКУ                      | 30          |
|          | <b>Модуль 2</b>                                       |      |                                                                                    |      |                                 |                          |             |
| 9        | Тема 5. Промышленные сети и протоколы связи           | 2    | Л.р. № 3. Разработка IIoT систем и устройств контроля объектов и их местоположения | 2    |                                 |                          |             |
| 10       |                                                       |      |                                                                                    |      |                                 |                          |             |
| 11       | Тема 6. Беспроводные технологии для IIoT              | 2    | Л.р. № 3. Разработка IIoT систем и устройств контроля объектов и их местоположения | 2    |                                 | ЗЛР                      | 15          |
| 12       |                                                       |      |                                                                                    |      |                                 |                          |             |
| 13       | Тема 7. Промышленные шлюзы и контроллеры              | 2    | Л.р. № 4. Анализ и визуализации данных получаемых от IIoT систем и устройств       | 2    |                                 | ЗЛР<br>ТКУ               | 15<br>30    |
| 14       |                                                       |      |                                                                                    |      |                                 |                          |             |
| 15       |                                                       |      |                                                                                    |      |                                 | ПА*<br>(зачет)           | 40          |
|          | Итого                                                 | 14   |                                                                                    | 14   | 44                              |                          | 100         |

## 8 семестр

| № недели | Лекции<br>(наименование тем)                                                                                  | Часы | Лабораторные<br>занятия                                           | Часы | Самостоятельная<br>работа, часы | Форма контроля<br>знаний | Баллы (max) |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------|--------------------------|-------------|
|          | <b>Модуль 1</b>                                                                                               |      |                                                                   |      |                                 |                          |             |
| 1        | Тема 8. Промышленные контроллеры (Simens, ОВЕН и другие)                                                      | 2    | Л.р. № 5. Разработка систем управления                            | 2    | 2                               |                          |             |
| 2        | Тема 8. Промышленные контроллеры (Simens, ОВЕН и другие)                                                      | 2    | Л.р. № 5. Разработка систем управления                            | 2    | 2                               | ЗЛР                      | 15          |
| 3        | Тема 9. Сбор данных, хранение, обработка и их визуализация                                                    | 2    | Л.р. № 6. Работа ПоТ устройств с облачными платформами            | 2    | 2                               |                          |             |
| 4        | Тема 9. Сбор данных, хранение, обработка и их визуализация                                                    | 2    | Л.р. № 6. Работа ПоТ устройств с облачными платформами            | 2    | 2                               | ЗЛР<br>ТКУ               | 15<br>30    |
|          | <b>Модуль 2</b>                                                                                               |      |                                                                   |      |                                 |                          |             |
| 5        | Тема 10. Безопасность в ПоТ системах                                                                          | 2    | Л.р. № 7. Технологии безопасности                                 | 2    | 2                               |                          |             |
| 6        | Тема 10. Безопасность в ПоТ системах                                                                          | 2    | Л.р. № 7. Технологии безопасности                                 | 2    | 2                               | ЗЛР                      | 15          |
| 7        | Тема 11. Применение ИИ для работы промышленного оборудования с ПоТ, анализ и обработки данных с ПоТ устройств | 2    | Л.р. № 8. Индивидуальный проект работы ПоТ устройства или системы | 2    | 2                               |                          |             |
| 8        | Тема 12. Концепция цифровых двойников                                                                         | 2    | Л.р. № 8. Индивидуальный проект работы ПоТ устройства или системы | 2    | 2                               |                          |             |
| 9        | Тема 12. Концепция цифровых двойников                                                                         | 2    | Л.р. № 8. Индивидуальный проект работы ПоТ устройства или системы | 2    | 4                               |                          |             |
| 10       | Тема 13. Интеграция ПоТ с информационными системами предприятия                                               | 2    | Л.р. № 8. Индивидуальный проект работы ПоТ устройства или системы | 2    | 4                               |                          |             |
| 11       | Тема 14 Умное производство (Smart Manufacturing) и Индустрия 4.0, 5.0 и 6.0                                   | 2    | Л.р. № 8. Индивидуальный проект работы ПоТ устройства или системы | 2    | 4                               | ЗЛР<br>ТКУ               | 15<br>30    |
| 12-14    |                                                                                                               |      |                                                                   |      |                                 | ПА*<br>(экзамен)         | 40          |
|          | Итого                                                                                                         | 22   |                                                                   | 22   | 28                              |                          | 100         |

Принятые обозначения:

*Текущий контроль:*

ЗЛР – защита лабораторных работ

ТКУ – текущий контроль успеваемости.

ТЗ – тестовые задания.

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

#### Экзамен

|        |         |        |                   |                     |
|--------|---------|--------|-------------------|---------------------|
| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
| Баллы  | 87-100  | 65-86  | 51-64             | 0-50                |

### 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

| № п/п | Форма проведения занятия | Вид аудиторных занятий |                      | Всего часов |
|-------|--------------------------|------------------------|----------------------|-------------|
|       |                          | Лекции                 | Лабораторные занятия |             |
| 1     | Мультимедиа              | Темы 1–14              |                      | 36          |
| 2     | С использованием ЭВМ     |                        | Лаб. 1–8             | 36          |
|       | ИТОГО                    | 36                     | 36                   | 72          |

### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

| № п/п | Вид оценочных средств*                | Количество комплектов |
|-------|---------------------------------------|-----------------------|
| 1     | Вопросы к экзамену                    | 1                     |
| 2     | Экзаменационные билеты                | 1                     |
| 3     | Вопросы для защиты лабораторных работ | 8                     |

### 5 КРИТЕРИИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

#### 5.1 Формируемые компетенции и индикаторы их достижения

|                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Компетенция ПК-2. Способен разрабатывать и использовать алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и управления, пригодные для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности</i>        |
| <i>ИПК-2.3. Использует протоколы передачи данных и облачные платформы IoT/IIoT для организации систем удаленного мониторинга (контроля) и управления киберфизическими объектами в реальном времени.</i>                                                                      |
| Знает: архитектурные принципы промышленных IoT-систем и киберфизических комплексов, протоколы промышленной связи, методы сбора и обработки данных, алгоритмы диагностики и предиктивной аналитики, требования к безопасности и надёжности.                                   |
| Умеет: разрабатывать алгоритмы и программы для embedded и edge-устройств, настраивать системы мониторинга и визуализации, создавать модели обнаружения аномалий и прогнозирования, интегрировать разнородные компоненты в единую систему, обеспечивать безопасность передачи |
| Владеет: инструментами разработки (PlatformIO, STM32CubeIDE, ESP-IDF), платформами IIoT (AWS/Azure/Yandex IoT), средствами визуализации (Grafana, Node-RED), методами машинного обучения для временных рядов, практиками промышленной автоматизации и кибербезопасности.     |
| <i>Компетенция ПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</i>                                                                                                           |
| <i>ИПК-5.2. Использует современные архитектуры и протоколы промышленного интернета вещей, облачные платформы для построения систем мониторинга и удаленного управления киберфизическими объектами.</i>                                                                       |
| Знает: принципы работы современных ИТ-архитектур (Cloud/Edge), методы обработки данных, стандарты безопасности, закономерности выбора технологий под задачи промышленности.                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Умеет: анализировать требования, выбирать оптимальный стек технологий, проектировать архитектуру решений, интегрировать системы, оценивать эффективность и риски внедрения.                            |
| Владеет: актуальными платформами (IoT-хабы, базы данных, аналитика), инструментами развёртывания (контейнеры, оркестрация), методами защиты информации и профессиональной коммуникации по ИТ-вопросам. |

## 5.2 Критерии оценки лабораторных работ.

Студент обязан самостоятельно в полном объеме выполнить лабораторные работы согласно рабочей программе.

Задание на работы выдает ведущий занятия преподаватель.

По результатам выполнения работ студент обязан оформить отчет по лабораторной работе в соответствии с действующими в Университете требованиями по оформлению отчета.

Отсутствие отчета является причиной недопуска к сдаче лабораторной работы.

Защита отчета проводится устно, путем ответов на контрольные вопросы к работе, решения задачи по теме лабораторной работы и демонстрации навыков, полученных при выполнении работы.

При защите лабораторной работы студент имеет право пользоваться собственноручно оформленным отчетом.

При отсутствии ответов на заданные преподавателем вопросы отчет не засчитывается и баллы не выставляются.

Правильные ответы оцениваются согласно оценочным уровням сформированности компетенций по изучаемой теме.

Каждая выполненная и защищенная работа оценивается на 15 баллов, в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы. Если по окончании модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются, и она попадает в разряд задолженности.

## 5.3 Критерии оценки экзамена.

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и одно практическое задание. Практическое задание выполняется с использованием компьютера. Содержание задания соответствует тематике, рассмотренной в процессе выполнения практических и лабораторных работ

Каждый теоретический вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 5 до 12 баллов. Практическое задание оценивается положительной оценкой в диапазоне от 5 до 16 баллов

Ответы по следующим критериям.

Теоретические вопросы:

- **12 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы.
- **10 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.
- **8 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.

- **6 баллов** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.
- **5 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки
- **Ниже 5 баллов** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов;

Практическое задание:

- **16 баллов** – студент правильно и грамотно решает предложенную задачу, четко поясняет методику решения поставленной задачи, получает правильный ответ и дает обоснование результатов, четко отвечает на дополнительные вопросы.
- **14 баллов** – студент правильно и грамотно решает предложенную задачу, четко поясняет методику решения поставленной задачи, получает правильный ответ и дает обоснование результатов, отвечает не на все дополнительные вопросы.
- **12 баллов** – студент правильно и грамотно решает предложенную задачу, поясняет методику решения поставленной задачи, получает правильный, но не полный ответ и дает обоснование результатов, отвечает не на все дополнительные вопросы.
- **10 баллов** – студент правильно и грамотно решает предложенную задачу, поясняет методику решения поставленной задачи, получает правильный, но не полный ответ и не дает полного обоснование результатов, отвечает не на все дополнительные вопросы.
- **8 баллов** – студент с ошибками решает предложенную задачу, поясняет методику решения поставленной задачи, получает не полный ответ и не дает полного обоснование результатов, отвечает не на все дополнительные вопросы.
- **5 балла** – студент с ошибками решает предложенную задачу, не поясняет методику решения поставленной задачи, получает не полный ответ и не дает полного обоснование результатов, отвечает не на все дополнительные вопросы
- **Ниже 5 баллов** – студент не решает предложенную задачу.

## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное изучение материала по учебникам и другим источникам;
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- конспектирование учебной литературы;
- подготовка сообщений к выступлению на семинарских занятиях, в том числе и подготовка рефератов;
- подготовка рефератов, докладов;
- подготовка научных публикаций (тезисов докладов, статей);
- участие в научных и практических конференциях;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное обучение;
- решение задач и упражнений по образцу;
- подготовка к сдаче экзамена;

- выполнение тестовых заданий;

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, проходит в письменной форме.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических, творческих заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление письменных работ в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов хранится на кафедре.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература:

| № п/п | Библиографическое описание                                                                                                                       | Гриф                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Количество экземпляров/URL                                                                            |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | <b>Шишов, О. В.</b> Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации : учебник / О.В. Шишов. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 365 с. | Рекомендовано Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» | <a href="https://znanium.com/catalog/product/1920334">https://znanium.com/catalog/product/1920334</a> |

### 7.2 Дополнительная литература:

| № п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                        | Гриф | Количество экземпляров/URL                                                                            |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Зараменских, Е. П. Интернет вещей. Исследования и область применения : монография / Е.П. Зараменских, И.Е. Артемьев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 188 с. — (Дополнительное профессиональное образование). — Режим доступа: <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a> | —    | <a href="https://znanium.com/catalog/product/1854244">https://znanium.com/catalog/product/1854244</a> |
| 2.    | Грингард, С. Интернет вещей: Будущее уже здесь / Грингард С. - М.:Альпина Паблишер, 2016. - 188 с. — Режим доступа: <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>                                                                                                       | —    | <a href="https://znanium.com/catalog/product/1002480">https://znanium.com/catalog/product/1002480</a> |
| 3.    | Водовозов, А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики: Учебное пособие / Водовозов А.М. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2016. - 164 с. (Профессиональное образование). — Режим доступа: <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>                                      |      | <a href="https://znanium.com/catalog/product/760122">https://znanium.com/catalog/product/760122</a>   |

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<http://moodle.bru.by> – Образовательный портал Белорусско-Российского университета;

<http://e.biblio.bru.by/> – Электронная библиотека Белорусско-Российского университета;

<https://znanium.com/> – Электронно-библиотечная система Znanium;

<https://stepik.org/catalog> – Российская образовательная платформа и конструктор бесплатных открытых онлайн-курсов и уроков;

[https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Arhitektura-interneta-veshchey\\_RuLit\\_Me\\_624071.pdf](https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Arhitektura-interneta-veshchey_RuLit_Me_624071.pdf) - Перри Ли, Архитектура интернета вещей - пер. с англ. М. А. Райтмана, 2018. - 453 с.

<https://iotas.ru/files/documents/wg/учебник%20ИБ%20Росляков.pdf> - Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А.В. Росляков, С.В. Ваяшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.

<https://books.ifmo.ru/file/pdf/2549.pdf> – Андреев Ю.С., Третьяков С.Д., Промышленный интернет вещей – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 54 с.

<https://books.ifmo.ru/file/pdf/2369.pdf> - Муромцев Д.И., Шматков В.Н. Интернет Вещей: Введение в программирование на arduino: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. - 36 с.

<https://labec.spbstu.ru/userfiles/files/monograph/trends-development-economy-industry-conditions-digitalization.pdf> - Тенденции развития экономики и промышленности в условиях цифровизации / под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 658 с.

<https://habr.com/ru/> – Хабр. Публикации по ИТ тематикам;

[https://habr.com/ru/hub/iot\\_dev/](https://habr.com/ru/hub/iot_dev/) - Разработка для интернета вещей

<https://habr.com/ru/company/globalsign/blog/660557/> - Из чего состоит платформа IoT: аутентификация и безопасность

[https://habr.com/ru/company/kauri\\_iot/blog/471588/](https://habr.com/ru/company/kauri_iot/blog/471588/) - Промышленный интернет вещей: рассказываем об успешных кейсах

<https://gagadget.com/21054-15-glavnyih-voprosov-o-tom-chto-takoe-m2m-i-pochemu-eto-interesno-kazhdomu/> - 15 главных вопросов о том, что такое M2M и почему это интересно каждому

[https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:IIoT\\_-Industrial\\_Internet\\_of\\_Things\\_\(Промышленный\\_интернет\\_вещей\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:IIoT_-Industrial_Internet_of_Things_(Промышленный_интернет_вещей)) - Industrial Internet of Things – IIoT. Промышленный интернет вещей

<http://internetofthingsguide.com/> - A developer's guide to the Internet of Things (IoT) -

<http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/overview.html> - Internet of Things (IoT)

<http://www.theinternetofthings.eu/> - Internet of things news

<http://postscapes.com/internet-of-things-handbook> - IoT Overview Handbook -

<https://mcs.mail.ru> - VK Cloud Solutions/ Платформа бизнес-класса для компаний, которые строят ИТ-решения в облаке

#### **7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению конкретных видов учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам**

##### **Методические рекомендации**

Промышленный Интернет-вещей и киберфизические системы. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направлений подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» дневной формы обучения. – Могилев: Белорусско-Российский университет (электронный вариант)

## **Информационные технологии**

### **Мультимедийные презентации по лекционному курсу.**

Тема 1. Введение в промышленный интернет вещей (IIoT)

Тема 2. Архитектура киберфизических систем (КФС)

Тема 3. Стандарты и протоколы IIoT

Тема 4. Сенсоры и исполнительные механизмы

Тема 5. Промышленные сети и протоколы связи

Тема 6. Беспроводные технологии для IIoT

Тема 7. Промышленные шлюзы и контроллеры

Тема 8. Промышленные контроллеры (Siemens, OTC и другие)

Тема 9. Сбор данных, хранение, обработка и их визуализация

Тема 10. Безопасность в IIoT системах

Тема 11. Применение ИИ для работы промышленного оборудования с IIoT, анализ и обработки данных с IIoT устройств

Тема 12. Концепция цифровых двойников

Тема 13. Интеграция IIoT с информационными системами предприятия

Тема 14 Умное производство (Smart Manufacturing) и Индустрия 4.0, 5.0 и 6.0

### **Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе (по видам занятий)**

Arduino IDE 2.0 (бесплатная лицензия)

Microsoft Visual Studio Community (бесплатная лицензия)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории а. 517/2, рег. № паспорта лаборатории № ПУЛ - 4 517/2- 25; в паспорте лаборатории а. 518/2, рег. № паспорта лаборатории № ПУЛ - 4 518/2- 25; в паспорте лаборатории а. 502/2, рег. № паспорта лаборатории № ПУЛ - 4 502/2- 25.

