

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 12.10.2026 16:48:36

Уникальный идентификатор:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

«Информационных технологий»



 / Д.Г. Демидов /

« 26 » февраль 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Аппаратное обеспечение умных пространств**

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки (образовательная программа)

«Информационные системы умных пространств»

Год начала обучения:

2026

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва – 2026

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана Московского политехнического университета по направлению (специальности) 09.03.01 Информатики и вычислительная техника, по профилю подготовки Информационные системы умных пространств.

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры



/ Т.Т. Идиатуллов /

Согласовано:

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



/ Е.В. Петрунина /

Содержание

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

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Аппаратное обеспечение умных пространств» следует отнести:

- формирование у обучающихся системного представления о составе, принципах построения и функционировании аппаратных средств систем умных пространств;
- ознакомление обучающихся с элементной базой, схемотехническими решениями и типовыми аппаратными платформами, применяемыми при построении устройств умных пространств;
- формирование навыков выбора, проектирования и отладки аппаратных средств для конечных устройств, шлюзов и вычислительных узлов умных пространств.

К основным задачам освоения дисциплины «Аппаратное обеспечение умных пространств» следует отнести:

- изучение архитектуры и классификации микроконтроллеров и одноплатных вычислительных модулей, применяемых в устройствах умных пространств;
- изучение принципов построения датчиковой аппаратуры и исполнительных устройств, их метрологических и электрических характеристик;
- изучение интерфейсов сопряжения периферийных устройств: GPIO, аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, шины I2C, SPI, UART, CAN, 1-Wire;
- изучение аппаратных средств обеспечения беспроводной и проводной связи конечных устройств;
- изучение принципов построения систем электропитания конечных устройств, в том числе автономных, и методов энергосбережения;
- приобретение навыков разработки принципиальных схем, компоновки и трассировки печатных плат устройств умных пространств;
- приобретение навыков макетирования, отладки и тестирования аппаратных средств, включая измерения электрических параметров и обеспечение электромагнитной совместимости.

Обучение по дисциплине «Аппаратное обеспечение умных пространств» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2. Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС	ИПК-2.1. Знает способы управления работами по созданию и обслуживанию ИС интернета вещей и интеллектуальных пространств ИПК-2.2. Умеет управлять работами по разработке и обслуживанию ИС интернета вещей и умного дома ИПК-2.3. Имеет навыки: применения программного обеспечения для управления работами по разработке ИС интернета вещей и интеллектуальных пространств
ПК-3. Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности	ИПК-3.1. Знает принципы создания систем интернета вещей и интеллектуальных пространств ИПК-3.2. Умеет производить концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем интернета вещей и интеллектуальных пространств ИПК-3.3. Имеет навыки применения ПО для концептуального, функционального и логического проектирования систем интернета вещей и интеллектуальных пространств

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аппаратное обеспечение умных пространств» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базового цикла (Б1.2) части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Информационные системы умных пространств».

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах: «Электротехника», «Электроника и схемотехника», «Архитектура вычислительных систем», «Протоколы IoT», «Проектирование и монтаж электрических систем».

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплин «Операционные системы микроконтроллеров», «Архитектура систем умных пространств», «Проектирование встраиваемых систем», «Технологии Интернета вещей», а также выполнение курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа, из них аудиторных — 54 часа, самостоятельная работа обучающихся — 90 часов. Форма промежуточной аттестации — экзамен в 4 семестре.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по очной форме обучения)

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 4
1	Аудиторные занятия	54	54
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	—	—
1.3	Лабораторные занятия	36	36
2	Самостоятельная работа	90	90
3	Промежуточная аттестация	экзамен	экзамен
	Итого:	144	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по очной форме обучения)

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего, час.	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Тема 1. Аппаратные средства умных пространств: состав, классификация, элементная база	16	2	4	10
2	Тема 2. Микроконтроллеры и одноплатные вычислительные модули	18	2	4	12
3	Тема 3. Датчиковая аппаратура и первичные измерительные преобразователи	16	2	4	10

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего, час.	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
4	Тема 4. Исполнительные устройства и силовые ключи	16	2	4	10
5	Тема 5. Интерфейсы сопряжения периферийных устройств	20	2	6	12
6	Тема 6. Аппаратные средства проводной и беспроводной связи	18	2	4	12
7	Тема 7. Системы электропитания и энергосбережение оконечных устройств	16	2	4	10
8	Тема 8. Проектирование печатных плат, макетирование и обеспечение электромагнитной совместимости	24	4	6	14
	Итого	144	18	36	90

3.3 Содержание дисциплины

3.3.1 Содержание лекционных занятий (18 часов)

Тема 1. Аппаратные средства умных пространств: состав, классификация, элементная база (2 ч)

Состав аппаратной части системы умного пространства: оконечные устройства, шлюзы, вычислительные узлы, сетевое оборудование. Классификация устройств по функциональному назначению: измерительные, исполнительные, коммуникационные, вычислительные. Требования к аппаратным средствам: энергоэффективность, компактность, надежность, стоимость, устойчивость к условиям эксплуатации. Пассивные и активные электронные компоненты: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, диоды, транзисторы, их основные параметры и маркировка. Интегральные микросхемы и их классификация. Печатные платы и корпуса компонентов, поверхностный и штыревой монтаж. Основы чтения принципиальных

электрических схем. Обзор рынка аппаратных платформ для устройств умных пространств, отечественная элементная база.

Тема 2. Микроконтроллеры и одноплатные вычислительные модули (2 ч)

Архитектура микроконтроллера: процессорное ядро, память программ и данных, периферийные модули, система прерываний, тактирование. Классификация микроконтроллеров по разрядности и архитектуре набора команд. Семейства микроконтроллеров, применяемых в устройствах умных пространств: восьмиразрядные, архитектуры на базе ядра ARM Cortex-M, специализированные модули со встроенными радиомодулями. Одноплатные вычислительные модули для граничных вычислений: архитектура, периферия, операционные системы. Критерии выбора вычислительной платформы под задачу: производительность, энергопотребление, состав периферии, стоимость, доступность отечественных аналогов. Средства программирования и отладки: внутрисхемные программаторы, отладочные интерфейсы JTAG и SWD.

Тема 3. Датчиковая аппаратура и первичные измерительные преобразователи (2 ч)

Классификация датчиков по измеряемой физической величине и принципу действия: резистивные, емкостные, индуктивные, оптические, пьезоэлектрические. Датчики температуры, влажности, давления, освещенности, качества воздуха, движения и присутствия, применяемые в умных пространствах. Метрологические характеристики датчиков: чувствительность, точность, разрешающая способность, диапазон измерения, время отклика, температурный дрейф. Схемы включения датчиков: делители напряжения, мостовые схемы, токовые выходы. Аналого-цифровое преобразование: разрядность, частота дискретизации, источники погрешностей. Первичная обработка сигнала: фильтрация, усиление, линеаризация характеристики. Калибровка и поверка измерительной аппаратуры.

Тема 4. Исполнительные устройства и силовые ключи (2 ч)

Классификация исполнительных устройств: электромагнитные реле, твердотельные реле, электродвигатели постоянного и переменного тока, шаговые двигатели, сервоприводы, нагревательные элементы. Силовые ключи на биполярных и полевых транзисторах, драйверы затвора, оптоэлектронная развязка силовых и слаботочных цепей. Широтно-импульсная модуляция и ее применение для управления яркостью, скоростью и мощностью. Управление электродвигателями: мостовые схемы, драйверы двигателей, датчики

обратной связи по положению и скорости. Управление электромагнитными реле и защита от коммутационных перенапряжений. Требования безопасности при подключении силового исполнительного оборудования.

Тема 5. Интерфейсы сопряжения периферийных устройств (2 ч)

Дискретные линии ввода-вывода общего назначения: режимы работы, подтягивающие резисторы, защита входов. Последовательные интерфейсы обмена данными: UART, назначение сигналов, форматы кадра, преобразователи уровней. Синхронные шины SPI и I2C: принципы работы, топологии подключения, адресация устройств, скорость обмена, типичные неисправности. Шина CAN и интерфейс RS-485: применение в промышленных и распределенных системах умных пространств. Интерфейс 1-Wire и его применение для опроса датчиков идентификации и температуры. Интерфейсы для подключения дисплеев и индикации. Согласование уровней сигналов и гальваническая развязка интерфейсов.

Тема 6. Аппаратные средства проводной и беспроводной связи (2 ч)

Радиомодули и антенно-фидерные устройства для диапазонов, применяемых в устройствах умных пространств. Аппаратные особенности модулей Wi-Fi, Bluetooth Low Energy, модулей стандарта IEEE 802.15.4, модулей LoRa. Согласование антенн, дальность связи, влияние размещения на качество сигнала. Проводные интерфейсы связи: Ethernet, интерфейсы силовых линий (PLC), физический уровень линий RS-485 и CAN. Модемы сотовой связи для устройств NB-IoT и LTE-M: подключение, электропитание, антенны. Аппаратные требования к сертификации радиоустройств. Электромагнитная совместимость коммуникационных модулей с остальной схемой устройства.

Тема 7. Системы электропитания и энергосбережение конечных устройств (2 ч)

Требования к системам электропитания устройств умных пространств: стабильность напряжения, помехозащищенность, коэффициент полезного действия. Линейные и импульсные стабилизаторы напряжения: принципы работы, сравнение по эффективности и уровню помех. Аккумуляторные и первичные источники питания: типы химических источников тока, характеристики емкости и саморазряда, контроллеры заряда. Сбор энергии из окружающей среды: солнечные элементы, термоэлектрические и вибрационные преобразователи, их применение для автономных узлов. Режимы пониженного энергопотребления микроконтроллеров и периферии, методы пробуждения по прерыванию и по таймеру. Расчет времени

автономной работы устройства по потребляемому току и емкости источника питания.

Тема 8. Проектирование печатных плат, макетирование и обеспечение электромагнитной совместимости (4 ч)

Этапы разработки аппаратного устройства: техническое задание, разработка принципиальной схемы, компоновка и трассировка печатной платы, изготовление и монтаж, отладка. Средства автоматизированного проектирования электронных схем и печатных плат. Правила разводки печатных плат: ширина проводников, зазоры, полигоны земли и питания, тепловой режим компонентов. Особенности разводки высокочастотных и силовых цепей. Макетирование на макетных платах и отладочных модулях. Методы отладки аппаратуры: измерение напряжений и токов, осциллографирование сигналов, логический анализ шин обмена. Источники электромагнитных помех и меры их подавления: фильтрация, экранирование, правильная разводка цепей питания. Испытания устройства на соответствие требованиям электромагнитной совместимости и требованиям к условиям эксплуатации. Оформление конструкторской документации на разработанное устройство.

3.3.2 Содержание лабораторных занятий (36 часов)

Лабораторная работа № 1. Изучение элементной базы и чтение принципиальных схем (4 ч)

Идентификация и измерение параметров пассивных электронных компонентов. Определение маркировки и параметров активных компонентов по справочным данным. Чтение принципиальной схемы отладочного модуля и составление перечня элементов. Сборка простейшей электронной схемы на макетной плате и проверка ее работоспособности.

Лабораторная работа № 2. Работа с микроконтроллером и одноплатным вычислительным модулем (4 ч)

Подключение отладочного модуля к среде разработки, настройка тактирования и портов ввода-вывода. Разработка и отладка программы управления дискретными выходами по сигналам входов. Подключение и настройка одноплатного вычислительного модуля, установка операционной системы. Измерение потребляемого тока микроконтроллера в различных режимах работы.

Лабораторная работа № 3. Подключение и калибровка датчиковой аппаратуры (4 ч)

Подключение аналоговых и цифровых датчиков к отладочному модулю. Считывание и преобразование показаний датчиков температуры, влажности и освещенности. Калибровка измерительного канала по образцовому источнику. Оценка погрешности измерения и построение градуировочной характеристики.

Лабораторная работа № 4. Управление исполнительными устройствами и силовыми ключами (4 ч)

Подключение электромагнитного реле и твердотельного реле через силовой ключ с оптоэлектронной развязкой. Управление яркостью светодиодной нагрузки и скоростью электродвигателя постоянного тока методом широтно-импульсной модуляции. Управление шаговым двигателем через драйвер. Измерение параметров сигналов управления осциллографом.

Лабораторная работа № 5. Интерфейсы сопряжения периферийных устройств (6 ч)

Организация обмена данными по интерфейсам UART, SPI и I2C между микроконтроллером и периферийными модулями. Подключение нескольких устройств на одну шину I2C и разрешение конфликтов адресации. Анализ обмена данными по шине с помощью логического анализатора. Организация обмена по интерфейсу 1-Wire с датчиком идентификации.

Лабораторная работа № 6. Аппаратная реализация беспроводного и проводного канала связи (4 ч)

Подключение и настройка радиомодуля для организации беспроводной передачи данных между двумя узлами. Измерение уровня принимаемого сигнала при различном взаимном расположении узлов. Организация обмена данными по интерфейсу RS-485 между несколькими устройствами. Оценка дальности и надежности связи для различных технологий.

Лабораторная работа № 7. Проектирование системы электропитания автономного узла (4 ч)

Расчет и сборка схемы стабилизатора напряжения для питания оконечного устройства. Подключение аккумуляторной батареи и контроллера заряда, в том числе от солнечной панели. Измерение тока потребления устройства в активном режиме и в режиме пониженного энергопотребления. Расчет времени автономной работы устройства по результатам измерений.

Лабораторная работа № 8. Разработка и отладка макета устройства умного пространства (6 ч)

Разработка принципиальной схемы законченного устройства (узел мониторинга или узел управления) на основе изученных компонентов. Компоновка и трассировка печатной платы средствами системы автоматизированного проектирования. Сборка макета устройства и его отладка: проверка электрических режимов, устранение неисправностей. Оформление комплекта конструкторской документации на разработанное устройство и защита работы.

3.3.3 Содержание самостоятельной работы обучающихся (90 часов)

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды деятельности:

- проработка конспектов лекций и изучение разделов дисциплины, вынесенных на самостоятельное изучение, по рекомендованной литературе и электронным образовательным ресурсам;
- изучение технической документации (datasheet) на микроконтроллеры, датчики и модули связи, в том числе на английском языке;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, оформление отчетов;
- выполнение расчетно-графических заданий по выбору элементной базы и расчету параметров схем;
- разработка принципиальной схемы и печатной платы индивидуального устройства умного пространства;
- подготовка обзора (реферата) по современным аппаратным платформам и компонентной базе устройств умных пространств;
- подготовка к тестированию и к экзамену.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника» (Зарегистрировано в Минюсте России 10 октября 2017 г. № 48489).

3. Академический учебный план. Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль: Информационные системы умных пространств. Форма обучения: очная.
4. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (утверждено приказом Московского Политеха от 01.12.2022 № 1375ОД).
5. ГОСТ Р 59026-2020. Информационные технологии. Интернет вещей. Термины и определения.
6. ГОСТ 2.702-2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем.
7. ГОСТ Р 51317.4.2-2010 (МЭК 61000-4-2:2008). Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам.
8. ГОСТ 30804.6.3-2013 (CISPR 16-2-3:2010). Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к электронному оборудованию.

4.2 Основная литература

1. Магда, Ю. С. Микроконтроллеры серии ARM7. Программирование на языке С : практическое пособие / Ю. С. Магда. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 232 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1288>
2. Гуров, В. В. Микропроцессорные системы : учебник / В. В. Гуров. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 336 с.
3. Новожилов, О. П. Архитектура ЭВМ и систем : учебное пособие для вузов / О. П. Новожилов. — Москва : Юрайт, 2019. — 527 с.
4. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. — 12-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 1832 с.
5. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл. — 7-е изд. — Москва : БИНОМ, 2020. — 704 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Белов, А. В. Разработка устройств на микроконтроллерах серии AVR / А. В. Белов. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2018. — 448 с.
2. Каршенбойм, И. Умный дом своими руками. Начинаем с малого / И. Каршенбойм. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2018. — 256 с.

3. Предко, М. Программирование микроконтроллеров / М. Предко. — Москва : Постмаркет, 2001. — 512 с.
4. Сомов, А. М. Спутниковые системы связи и сети Интернета вещей : учебное пособие / А. М. Сомов. — Москва : Горячая линия — Телеком, 2019. — 244 с.
5. Гельбух, С. С. Сети ЭВМ и телекоммуникации. Архитектура и организация : учебное пособие / С. С. Гельбух. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/118646>

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Курс в ЛМС Московского политехнического университета. — <https://lms.mospolytech.ru/>
2. Техническая документация (datasheet) STMicroelectronics. — <https://www.st.com/>
3. Техническая документация Espressif Systems (модули ESP32). — <https://www.espressif.com/>
4. Техническая документация Milandr (отечественные микроконтроллеры). — <https://www.milandr.ru/>
5. Портал технической документации Arduino. — <https://docs.arduino.cc/>
6. Портал технической документации Raspberry Pi. — <https://www.raspberrypi.com/documentation/>
7. Электронно-библиотечная система «Лань». — <https://e.lanbook.com/>
8. Электронно-библиотечная система «Юрайт». — <https://urait.ru/>

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 10 (или выше) — Microsoft Open License.
2. Офисные приложения Microsoft Office 2016 (или выше) — Microsoft Open License.
3. Среда разработки Arduino IDE — свободно распространяемое ПО.
4. Среда разработки PlatformIO и Visual Studio Code — свободно распространяемое ПО.

5. Система автоматизированного проектирования электронных схем и печатных плат KiCad — свободно распространяемое ПО (лицензия GPL).
6. Программа схемотехнического моделирования LTspice — свободно распространяемое ПО.
7. Программа логического анализа сигналов PulseView (sigrok) — свободно распространяемое ПО.
8. Система контроля версий Git — свободно распространяемое ПО (лицензия GPL).

5 Материально-техническое обеспечение

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

Для проведения лабораторных занятий необходимо наличие компьютерного класса, оборудованного современной вычислительной техникой из расчета одно рабочее место на одного обучающегося, а также лаборатории аппаратных средств со следующим оборудованием:

- отладочные модули на базе микроконтроллеров различной архитектуры и одноплатные вычислительные модули — из расчета один комплект на одно рабочее место;
- макетные платы, наборы соединительных проводов и электронных компонентов для сборки схем;
- наборы датчиков (температуры, влажности, освещенности, движения, качества воздуха) и исполнительных устройств (реле, светодиодные модули, электродвигатели, сервоприводы);
- радиомодули Wi-Fi, Bluetooth Low Energy, IEEE 802.15.4, LoRa для организации беспроводной связи между стендами;
- источники питания лабораторные регулируемые, аккумуляторные батареи, солнечные панели малой мощности, контроллеры заряда;
- средства измерений: мультиметры, осциллографы, логические анализаторы;
- паяльное оборудование и инструмент для монтажа и демонтажа электронных компонентов;
- средства прототипирования печатных плат или доступ к сервису их изготовления.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы — принципиальные схемы, техническую документацию на применяемые компоненты, задания для лабораторных работ, а также заранее проверить исправность отладочных модулей, измерительных приборов и инструмента.

Лабораторный практикум целесообразно строить по принципу постепенного усложнения задач: от изучения элементной базы и простых схем к работе с интерфейсами и беспроводной связью и далее к самостоятельной разработке законченного устройства, что позволяет обучающимся комплексно применить полученные знания.

Особое внимание необходимо уделять инструктажу по электробезопасности и правилам обращения с измерительными приборами и паяльным оборудованием перед началом лабораторных работ.

При проверке работ и отчетов следует учитывать не только работоспособность собранной схемы, но и обоснованность выбора компонентов, корректность расчетов электрических параметров, качество оформления схмотехнической документации и умение обучающегося выявлять и устранять неисправности.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

В процессе самостоятельной работы обучающиеся закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты лекций, изучают техническую документацию на компоненты и модули, готовятся к защите лабораторных работ и к экзамену, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

Особое внимание при подготовке следует уделять практической работе с документацией на компоненты: умению находить в ней необходимые электрические и метрологические параметры и использовать их при расчете и

выборе схемных решений. Рекомендуется вести журнал отладки с фиксацией выявленных неисправностей и способов их устранения.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

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

- подготовка к решению прикладных задач;
- выполнение и защита лабораторных работ, оформление отчетов;
- выполнение расчетно-графических заданий и их защита;
- подготовка обзора (реферата) по современным аппаратным платформам умных пространств;
- тест;
- экзамен.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

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

ПК-2. Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС.

ПК-3. Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.

азатель	2	3	4	5
Б: состав и классификацию аппаратных средств умных пространств, архитектуру микроконтроллеров, принципы построения датчиковой аппаратуры, интерфейсы сопряжения	чающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие указанных знаний	чающийся демонстрирует неполное соответствие е указанных знаний, освещена основная, наиболее важная часть	чающийся демонстрирует частичное соответствие указанных знаний, допускают ся 2—3 несуществе нные	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных знаний, свободно оперирует материалом дисциплины

азатель	2	3	4	5
периферийных устройств		материала, допущена одна значительная ошибка или неточность	ошибки и неточности	
ть: выбирать элементную базу и аппаратную платформу под задачу, подключать датчики и исполнительные устройства, организовывать обмен по интерфейсам сопряжения, рассчитывать параметры систем электропитания	чающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять указанные действия	учающийся демонстрирует неполное соответствие указанных умений, испытывает значительные затруднения при переносе умений на новые ситуации	учающийся демонстрирует частичное соответствие указанных умений, допускает незначительные ошибки и неточности	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных умений, уверенно применяет их в нестандартных ситуациях
еть: навыками разработки принципиальных схем и печатных плат, макетирования, отладки и тестирования аппаратуры, измерения электрических параметров и обеспечения электромагнитной совместимости	чающийся не владеет или в недостаточной степени владеет указанными навыками	учающийся владеет указанными навыками, но допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность навыков по ряду показателей	учающийся частично владеет указанным и навыками, допускаются незначительные ошибки и затруднения при аналитических операциях	Обучающийся в полном объеме владеет указанными навыками, свободно оперирует приобретенными знаниями

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: 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».

Шкала оценивания	Описание
отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Все лабораторные работы выполнены и защищены. Присутствовал более чем на $\frac{3}{4}$ занятий по дисциплине.
хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное, но правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо при этом были допущены 2—3 незначительные ошибки. Присутствовал более чем на $\frac{3}{4}$ занятий по дисциплине.
удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность. Присутствовал более чем на $\frac{1}{2}$ занятий по дисциплине.
неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Список вопросов для экзамена

1. Состав аппаратной части системы умного пространства и классификация устройств по назначению.
2. Требования к аппаратным средствам умных пространств: энергоэффективность, надежность, стоимость.
3. Пассивные электронные компоненты: параметры, маркировка, области применения.
4. Активные электронные компоненты: диоды, транзисторы, их основные параметры.
5. Интегральные микросхемы: классификация и корпуса компонентов.
6. Печатные платы: типы монтажа, основы конструирования.
7. Архитектура микроконтроллера: процессорное ядро, память, периферия, система прерываний.
8. Классификация микроконтроллеров по разрядности и архитектуре набора команд.
9. Семейства микроконтроллеров, применяемых в устройствах умных пространств.
10. Одноплатные вычислительные модули: архитектура и области применения.
11. Критерии выбора вычислительной платформы под задачу умного пространства.
12. Средства программирования и отладки микроконтроллеров.
13. Классификация датчиков по измеряемой величине и принципу действия.
14. Метрологические характеристики датчиков и их учет при проектировании.
15. Схемы включения датчиков: делители напряжения, мостовые схемы, токовые выходы.
16. Аналого-цифровое преобразование: разрядность, частота дискретизации, погрешности.
17. Первичная обработка сигнала датчика: фильтрация, усиление, линеаризация.
18. Калибровка и поверка измерительной аппаратуры.
19. Классификация исполнительных устройств умных пространств.

- 20.Силовые ключи на транзисторах и оптоэлектронная развязка цепей.
- 21.Широтно-импульсная модуляция и ее применение для управления нагрузкой.
- 22.Управление электродвигателями: мостовые схемы и драйверы.
- 23.Управление электромагнитными реле и защита от коммутационных перенапряжений.
- 24.Дискретные линии ввода-вывода общего назначения: режимы работы и защита входов.
- 25.Интерфейс UART: назначение сигналов, формат кадра, преобразователи уровней.
- 26.Интерфейс SPI: принцип работы, топология подключения, скорость обмена.
- 27.Интерфейс I2C: адресация устройств, топология, типичные неисправности.
- 28.Шина CAN и интерфейс RS-485: назначение и области применения.
- 29.Интерфейс 1-Wire и его применение для опроса датчиков.
- 30.Согласование уровней сигналов и гальваническая развязка интерфейсов.
- 31.Радиомодули и антенно-фидерные устройства для устройств умных пространств.
- 32.Аппаратные особенности модулей Wi-Fi, Bluetooth Low Energy, IEEE 802.15.4.
- 33.Аппаратные особенности модулей LoRa и модемов сотовой связи NB-IoT, LTE-M.
- 34.Проводные интерфейсы связи: Ethernet, PLC, физический уровень RS-485 и CAN.
- 35.Требования к сертификации радиоустройств.
- 36.Электромагнитная совместимость коммуникационных модулей.
- 37.Требования к системам электропитания устройств умных пространств.
- 38.Линейные и импульсные стабилизаторы напряжения: сравнение по эффективности.
- 39.Аккумуляторные и первичные источники питания: типы и характеристики.
- 40.Сбор энергии из окружающей среды: солнечные и термоэлектрические преобразователи.

41. Режимы пониженного энергопотребления микроконтроллеров и периферии.
42. Расчет времени автономной работы устройства.
43. Этапы разработки аппаратного устройства: от технического задания до отладки.
44. Правила разводки печатных плат: ширина проводников, полигоны земли и питания.
45. Особенности разводки высокочастотных и силовых цепей.
46. Макетирование на макетных платах и отладочных модулях.
47. Методы отладки аппаратуры: измерения, осциллографирование, логический анализ.
48. Источники электромагнитных помех и меры их подавления.
49. Испытания устройства на электромагнитную совместимость и условия эксплуатации.
50. Оформление конструкторской документации на разработанное устройство.

7.3.2 Примерные темы индивидуальных заданий и обзоров

- Разработка узла мониторинга микроклимата помещения на базе микроконтроллера.
- Проектирование автономного датчикового узла с питанием от солнечной панели.
- Разработка платы управления освещением с широтно-импульсной модуляцией.
- Сравнительный анализ одноплатных вычислительных модулей для граничных вычислений.
- Разработка узла управления электроприводом с обратной связью по положению.
- Обзор отечественной элементной базы для устройств Интернета вещей.
- Проектирование платы шлюза с несколькими интерфейсами связи.
- Обеспечение электромагнитной совместимости устройства с беспроводным модулем.
- Сравнительный анализ радиомодулей для устройств умных пространств.

- Разработка и отладка макета устройства контроля доступа с использованием интерфейса 1-Wire.