

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 21 » сентября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Прикладное программное обеспечение автономных сервисных роботов  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.06 Мехатроника и робототехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Автономные сервисные роботы  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - освоение компетенций в области проектирования прикладного программного обеспечения систем управления автономных робототехнических систем;

Задачи:

- ознакомление с основными принципами работы, архитектурой и методами разработки управляющих систем и систем передачи данных на базе современных микропроцессоров;
- формирование навыков проектирования и реализации прикладных программных модулей с использованием современных сред разработки и отладки.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Методы и среды разработки прикладного программного обеспечения

### 1.3. Входные требования

Сетевые системы управления, системное программное обеспечение

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-1пк-1.4	Знает основные принципы работы, архитектуру и методы разработки прикладного программного обеспечения управляющих систем и систем передачи данных на базе современных микропроцессоров; принципы проектирования промышленных информационных систем с использованием технологий сетевой передачи данных и баз данных; современные способы организации распределенных вычислительных систем – IoT, Edge-computing, Fog-computing.	Знает структуру и основные компоненты программного обеспечения автономных сервисных роботов.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-2пк-1.4	Умеет проектировать и разрабатывать прикладное программное обеспечение систем управления и передачи данных на базе различных микропроцессорных комплексов с использованием современных сред разработки; проектировать и реализовывать информационные системы на базе основных видов микроконтроллеров с использованием стандартных паттернов программирования в современных средах разработки, тестирования и отладки	Умеет применять современные средства разработки и адаптации программного обеспечения автономных сервисных роботов.	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.4	ИД-3пк-1.4	Владеет навыками разработки и настройки прикладного программного обеспечения управляющих систем сервисных роботов с использованием современных программных сред разработки и отладки	Владеет навыками проектирования и практической реализации системного и прикладного программного обеспечения автономных сервисных роботов.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Компоненты микропроцессорных систем управления	6	4	6	30
1.1 Классификация информационно-управляющих систем. Архитектура информационно-управляющих систем. Встраиваемые системы. Уровни архитектуры. 1.2 Компоненты и технологии нижнего уровня ВcC. Контроллеры и отладочные платы, Arduino, ESP32 и STM32. 1.3 Одноплатные микрокомпьютеры SoC. Операционные системы. Реальное время. Многопоточность, асинхронный ввод-вывод, синхронизация.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Сетевые системы обработки и передачи информации. Первый и второй уровень ВСС.	4	4	6	30
2.1. Сетевые протоколы локальных, промышленных и глобальных сетей. Промышленные сети и интерфейсы передачи данных. Беспроводные самоорганизующиеся Mesh-сети. Клиент-серверные системы. 2.2 Человек-машинный интерфейс HMI. SCADA-системы. Системы мониторинга. работоспособности, системы безопасности 2.3 Технологии высокоуровневой обработки данных. Машинное обучение. Аппаратные AI-ускорители				
Распределенные информационные системы управления	8	8	6	30
3.1. Базы данных: классификация, язык программирования SQL 3.2 Разработка программного обеспечения информационных систем. Паттерны разработки прикладного и системного программного обеспечения 3.3 Применение концепции IoT для разработки распределенных систем				
ИТОГО по 3-му семестру	18	16	18	90
ИТОГО по дисциплине	18	16	18	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Контроллеры семейства Arduino и ESP32. Загрузчик Bootloader и выполнение скетчей. Аналоговые и цифровые порты GPIO. Различия в архитектуре. Среды разработки Arduino IDE и VS Code
2	Контроллеры и отладочные платы STM32. Различия в архитектуре. Среды разработки Keil, STMCube
3	Одноплатные микрокомпьютеры Raspberry PI и их аналоги на базе процессоров архитектуры RISK, Intel, NVidia. Использование операционных систем Desktop-класса для управления портами GPIO
4	Локальные проводные сети, локальные беспроводные сети, использование сетей сотовой связи для передачи данных, использование спутниковых систем передачи данных, системы глобального позиционирования GPS, GLONASS
5	Промышленные сети и интерфейсы передачи данных. Последовательные порты COM, UART, USB. Протоколы Modbus и Modbus TCP
6	Беспроводные самоорганизующиеся Mesh-сети. Структура сети и способы управления сетевыми устройствами, коммутацией и маршрутизацией в сети. Создание сети на основе X-Bee, настройка устройств, создание шлюзового подключения к локальным сетям и компьютерам

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
7	Проектирование БД: нормализация предметной области, создание таблиц, ERD-диаграммы
8	Интерфейсы ADO для разработки программного обеспечения информационных систем
9	Использование облачных платформ для организации централизованной обработки данных. Настройка микроконтроллеров и сетевых плат расширения для подключения к облачным ресурсам

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Разработка программы управления датчиками в эмуляторе ARDUINO
2	Разработка программы управления датчиками в эмуляторе RASPBERRY PI
3	Разработка программы обработки сигналов с датчика GPS
4	Разработка программы двустороннего обмена данными по протоколу TCP с использованием библиотеки MQTT
5	Разработка схемы базы данных и выполнение SQL-операторов
6	Разработка программы, взаимодействующей с базой данных
7	Разработка программы управления микроконтроллером MXCHIP в эмуляторе Microsoft и анализ данных средствами облачной технологии Azure IoT

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При изучении проектно-ориентированной онлайн дисциплины обучающимся необходимо выполнять следующие рекомендации:

1. В часы СРС студент знакомится с теоретическими основами и разрабатывает структуру программного обеспечения или схему данных в соответствии с Учебно-методическим пособием.
2. В часы лабораторной или практической работы выполняется ввод исходного кода программы в эмулятор и отладка очередного этапа проекта в удаленной лаборатории на объекте управления.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Кокоулин А. Н. Информационное обеспечение управляющих систем реального времени : учебное пособие / А. Н. Кокоулин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	5
2	Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие / А. Ю. Ощепков. - Санкт-Петербург[и др.]: Лань, 2013.	2
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Музипов Х. Н. Программно-технические комплексы автоматизированных систем управления : учебное пособие / Музипов Х. Н. - Санкт-Петербург: Лань, 2018	5
2	Федосеев С. А. Введение в реляционные базы данных и язык SQL : учебно-методическое пособие / С. А. Федосеев. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2001.	19
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		

	Не используется	
--	-----------------	--

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Коколуин А.Н. Прикладное программное обеспечение автономных сервисных роботов. Конспект лекций. Система LMS OpenEdX	<a href="http://lk.at.sptu.ru">http://lk.at.sptu.ru</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Среды разработки, тестирования и отладки	PostgreSQL ( PostgreSQL License)

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Видеокамера, лабораторный комплекс "ПРОМОБОТ"	5
Лабораторная работа	Персональный компьютер с выходом в Интернет	10



Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Персональный компьютер с выходом в Интернет	1
Практическое занятие	Персональный компьютер с выходом в Интернет	10

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Прикладное программное обеспечение автономных  
сервисных роботов»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** «Автономные сервисные роботы»

**Квалификация выпускника:** Магистр

**Выпускающая кафедра:** Автоматика и телемеханика

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 2

**Семестр:** 3

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 3 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические занятия и лабораторные работы, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам, а также в форме экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий	Промежуточный	Итоговый
	ТО	ОЛР/ ОПЗ	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>			
<b>З.1</b> Знает основные типы процессоров и принципы разработки прикладного программного обеспечения для различных аппаратных платформ. Знает основные типы проводных и беспроводных сетей, протоколов обмена данными и принципы проектирования баз данных. Знает принципы организации распределенных вычислений в клиент-серверных и облачных системах..	ТО		ТВ
<b>Освоенные умения</b>			
<b>У.1</b> Умеет применять среды разработки для проектирования и разработки ПО управляющих систем сервисных роботов. Умеет проектировать информационные системы, управляющие и взаимодействующие с сервисными роботами..		ОП31 ОП32 ОП33 ОП34	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>			
<b>В.1</b> Владеет навыками разработки и внедрения прикладного программного обеспечения управляющих систем сервисных роботов.		ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4	

*ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *ОПЗ* – отчет по практическому занятию; *ОЛР* – отчет по лабораторной работе; *ТВ* – теоретический вопрос; *ПЗ* – практическое задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учётом результатов текущего и промежуточного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Промежуточный контроль**

Промежуточный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам.

Всего запланировано 4 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Всего запланировано 4 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Защита отчета по лабораторной работе проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и промежуточного контроля. Условиями допуска являются успешная защита отчетов по всем практическим занятиям и лабораторным работам, а также положительная интегральная оценка по результатам текущего и промежуточного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Основные виды прикладного и системного программного обеспечения.
2. Специфика организации программного обеспечения автономных сервисных роботов.
3. Проблема планирования задач реального времени. Базовые модели планирования задач реального времени.
4. Инструментальные средства разработки программного обеспечения автономных сервисных роботов.
5. Разработка системного программного обеспечения в процессе разработки автономных сервисных роботов.
6. Основные особенности написания скриптов на языке bash.
7. Основные особенности разработки драйвера устройства для операционной системы на базе ядра Linux.
8. Основы использования средств системного программного обеспечения для реализации работы с потоками.
9. Средства системного программного обеспечения для реализации взаимодействующих потоков POSIX.
10. Средства системного программного обеспечения для планирования задач реального времени на основе потоков POSIX.

## **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Выполнить моделирование системы на баз Arduino в среде Tinkercad в соответствии с вариантом задания.
2. Выполнить моделирование системы на базе ESP32 в соответствии с вариантом задания.
3. Спроектировать организацию обмена данными между контроллером ESP32 и системой сбора информации по протоколу MQTT.
4. Разработать программу для сбора информации с видеокамер и сохранения в файлы.
5. Разработать программу для сбора информации с датчика GPS и ее разбора.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и промежуточного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.