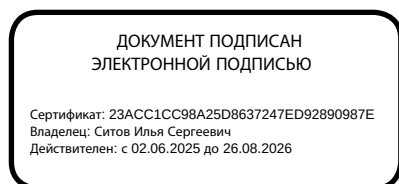


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Многопрофильный колледж
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Братский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Председатель научно-методического совета
_____ А.В. Долгих
« ____ » _____ 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АППАРАТНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

**для специальности среднего профессионального образования
09.02.011 Разработка и управление программным обеспечением
«Общепрофессиональный цикл»**

2026 г.

Программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее СПО) 09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением, входящей в укрупненную группу специальностей 09.00.00 Информатика и вычислительная техника.

Организация-разработчик: Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО «БрГУ»

Разработчик:

Разумова Лариса Дмитриевна, преподаватель.

Рабочая программа рекомендована дисциплинарно-цикловой комиссией дисциплин предметной подготовки.

от «22» мая 2026 г., протокол №3

Рабочая программа одобрена научно-методическим советом

от «29» мая 2026 г., протокол №3

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	стр. 4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	13

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аппаратная инженерия

1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования (далее СПО) 09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением, входящей в укрупненную группу специальностей 09.00.00 Информатика и вычислительная техника.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

дисциплина входит в общепрофессиональный цикл.

1.3. Цели и задачи учебной дисциплины - требования к результатам освоения учебной дисциплины:

Цель дисциплины: подготовка к освоению вида деятельности «Разработка встраиваемого программного обеспечения».

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- разрабатывать драйверы для управления аппаратными устройствами;
- проектировать аппаратные интерфейсы для взаимодействия с другими устройствами;
- отлаживать и тестировать аппаратные компоненты и интерфейсы;
- работать с прошивкой и восстановлением встраиваемых систем;
- разрабатывать аппаратную часть встраиваемых систем;
- проектировать и настраивать схемы и печатные платы;
- интегрировать аппаратную и программную части проекта;
- работать с инструментами проектирования аппаратуры.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- принципы работы аппаратных интерфейсов и протоколов связи;
- основы архитектуры микроконтроллеров и микропроцессоров;
- принципы работы драйверов устройств;
- спецификацию аппаратных интерфейсов, таких как SPI, I2C, UART;
- принципы встраиваемой системной архитектуры;
- основы архитектуры и характеристики различных аппаратных платформ;
- принципы проектирования схем и печатных плат;
- инструменты и технологии для разработки аппаратной части встраиваемых систем;
- принципы интеграции аппаратных и программных компонентов;
- устройство операционных систем реального времени.

1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение рабочей программы учебной дисциплины:

максимальной учебной нагрузки обучающегося **79** часов, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося **68** часов;
- консультации **2** часа;
- самостоятельная работа **5** часов;
- промежуточная аттестация **4** часа.

1.5. Формируемые компетенции

Изучение учебной дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ПК 2.3. Выполнять интеграцию модулей и компонентов программного обеспечения

ПК 2.4. Выполнять тестирование и отладку программного обеспечения.

ПК 4.2. Управлять конфигурациями и инфраструктурой

ПК 4.4. Осуществлять оптимизацию процессов разработки и развертывания

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	<i>Объем часов</i>
Максимальная учебная нагрузка (всего)	79
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	68
в том числе:	
теоретические занятия	34
лабораторные занятия	34
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	
в том числе:	
внеаудиторная самостоятельная работа	5
Консультации	2
Промежуточная аттестация в форме экзамена	4

2.2. Календарно-тематический план и содержание учебной дисциплины АППАРАТНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)		Объем в часах	Учебная неделя	Уровень освоения	Формируемые компетенции	
1	2		3	4	5	6	
Аппаратная инженерия							
Тема 1.1. Основы цифровой электроники и архитектуры микроконтроллеров	Содержание учебного материала		12			ОК 1-ОК 2 ПК 2.3 ПК 2.4. ПК 4.2. ПК 4.4.	
	1.	Введение в архитектуру встраиваемых систем	2	1	1,2		
	2.	Принципы работы цифровых схем, уровни логики, шумоустойчивость	2	2			
	3.	Принципы работы цифровых схем, уровни логики, шумоустойчивость	2	3			
	4.	Архитектуры микроконтроллеров: AVR, ARM Cortex-M, RISC-V	2	4			
	5.	Память и адресное пространство: Flash, EEPROM, RAM	2	5			
	6.	Регистры, таймеры, прерывания и периферийные модули	2	6			
	Лабораторные занятия		12				
	1.	Изучение схемы питания микроконтроллера	2	1	3		
	2.	Изучение схемы питания микроконтроллера	2	2			
	3.	Чтение документации к STM32 / ATmega и работа с регистрами	2	3			
	4.	Работа с GPIO (вход/выход, pull-up, pull-down)	2	4			
	5.	Настройка внутренних таймеров	2	5			
	6.	Использование внешнего прерывания (EXTI)	2	6			
Тема 1.2. Аппаратные интерфейсы и протоколы связи	Содержание учебного материала		12			ОК 1-ОК 2 ПК 2.3 ПК 2.4. ПК 4.2. ПК 4.4.	
	1.	Интерфейсы SPI, I2C, UART: особенности и сравнение	2	7	1,2		
	2.	CAN, USB, RS-485, Ethernet: принципы, области применения	2	8			
	3.	Промышленные шины и протоколы: Modbus, ProfiBus, EtherCAT	2	9			
	4.	Аппаратная реализация логики протоколов в микросхеме	2	10			
	5.	Синхронные/асинхронные протоколы.	2	11			
	6.	Работа с шиной и логическим анализатором	2	12			
	Лабораторные занятия		12				
	1.	Передача данных по UART между двумя платами	2	7	3		
	2.	Подключение датчика по I2C (температура, освещенность)	2	8			
	3.	Работа с дисплеем по SPI	2	9			
	4.	Сборка минимального CAN-сегмента (2 узла + трансивер)	2	10			
	5.	Сборка минимального CAN-сегмента (2 узла + трансивер)	2	11			
	6.	Логирование трафика и отладка с помощью анализатора шин	2	12			
Тема 1.3. Промышленные контроллеры и робототехника	Содержание учебного материала		10			ОК 1-ОК 2 ПК 2.3 ПК 2.4. ПК 4.2. ПК 4.4.	
	1.	PLC и ПЛК-системы: архитектура и принципы работы	2	13	1,2		
	2.	Основы работы с шаговыми и сервоприводами	2	14			
	3.	Принципы построения промышленных роботов	2	15			
	4.	Сигналы управления: PWM, аналоговые входы, реле	2	16			

	5.	Контроллеры: STM32, ESP32, Raspberry Pi Pico в управлении системами	2	17		
		Лабораторные занятия	10			
	1.	Управление шаговым двигателем через драйвер A4988	2	13	3	
	2.	Создание простого контроллера на базе STM32CubeMX	2	14		
	3.	Считывание аналоговых сигналов с потенциометра	2	15		
	4.	Имитация управления осью XY	2	16		
	5.	Создание модели линии на реле/датчиках	2	17		
		Самостоятельная работа:	5			
		1. Подбор справочной литературы, полезных ссылок и форумов.				
		2. Работа с конспектом лекций.				
		3. Оформление результатов лабораторных занятий.				
Консультации			2			
Экзамен			4			
Всего:			79			

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины предполагает наличие лаборатории «Разработки встраиваемого программного обеспечения»

Оборудование лаборатории :

- Автоматизированные рабочие места на 12-15 обучающихся (процессор не ниже Core i3, оперативная память объемом не менее 8 Гб) или аналоги;
- Автоматизированное рабочее место преподавателя (процессор не ниже Core i3, оперативная память объемом не менее 8 Гб) или аналоги;
- Проектор и экран;
- Маркерная доска;
- Программное обеспечение общего и профессионального назначения.
- Специализированное :
 - МиККонт STM32F103 (ARM Cortex-M3, 72 МГц, 64 КБ Flash, 20 GPIO, отладка по SWD, питание 3.3/5В)
 - K1986BE92QI (32-разрядный МК, ядро ARM Cortex-M3, 80 МГц, 128 КБ Flash, 8 КБ RAM)
 - ОВЕН ПЛК110 (ЦП 100 МГц, 32 входа/выхода, поддержка Modbus, Ethernet, RS-485)
 - Стенд НаноМИКРО (Макетные поля, встроенные источники питания, USB-интерфейс, GPIO, датчики)
 - Логический анализатор ЛА-М3 (8 каналов, 100 МГц, USB 2.0, поддержка SPI/I2C/UART).

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Архипов М.В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами: учебник для среднего профессионального образования / М.В. Архипов, М.В. Вартанов, Р.С. Мищенко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 170 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-13082-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/587818>.
2. Берикашвили В.Ш. Электроника и микроэлектроника: импульсная и цифровая электроника: учебник для среднего профессионального образования / В.Ш. Берикашвили. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 242 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-06256-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/586030>.
3. Коломейцева М.Б. Основы импульсной и цифровой техники: учебник для вузов / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин, Т. В. Ягодкина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 124 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-06429-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/586454>.
4. Колосов О.С. Автоматизация производства: учебник для среднего профессионального образования / под общей редакцией О. С. Колосова. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 331 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-19351-0. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/587267>.

5. Конструирование и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы: учебник для среднего профессионального образования – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 460 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-19770-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/590545>.
6. Кузнецов Э.В. Основы электроники и электрические измерения: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э.В. Кузнецов, Е.А. Куликова, П.С. Культиасов, В.П. Лунин; под общей редакцией В.П. Лунина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 275 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-17860-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/585647>.
7. Миленина С.А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для среднего профессионального образования / С.А. Миленина; под редакцией Н.К. Миленина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 277 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-19818-8. – Текст электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/585266>.
8. Новожилов О.П. Электротехника и электроника: учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 653 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-20741-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/589979>.
9. Новожилов О.П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2: учебник для среднего профессионального образования / О.П. Новожилов. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 421 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10368-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/587313>.
10. Сажнев А.М. Микропроцессорные системы: цифровые устройства и микропроцессоры: учебник для среднего профессионального образования / А.М. Сажнев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 133 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-22185-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/600878>.
11. Сажнев А.М. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебник для вузов / А.М. Сажнев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 133 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-22186-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/600879>.

Дополнительные источники:

1. Вадутов О.С. Электроника. Математические основы обработки сигналов: учебник и практикум для вузов / О.С. Вадутов. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 307 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-6551-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/537281>.
2. Латышенко К.П. Электрические измерения: учебник для среднего профессионального образования / К.П. Латышенко. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 124 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-20942-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/590065>.
3. Миленина С.А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для вузов / С.А. Миленина; под редакцией Н.К. Миленина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 277 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-19817-1. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/585265>.
4. Миловзоров О.В. Электроника: учебник для вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 397 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-19967-3. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/582746>.

5. Самуйлов К.Е. Сети и телекоммуникации: учебник и практикум для вузов / под редакцией К.Е. Самуйлова, И.А. Шалимова, Д.С. Кулябова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 464 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-17315-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/583116>.
6. Трубочкина Н.К. Нанoeлектроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / Н.К. Трубочкина. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 281 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-7735-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/561200>.
7. Трубочкина Н.К. Нанoeлектроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / Н.К. Трубочкина. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 262 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-7737-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/561523>.
8. Хамадулин Э.Ф. Основы радиоэлектроники: методы и средства измерений: учебник для среднего профессионального образования / Э.Ф. Хамадулин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-15918-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/598925>.

Периодические издания:

1. Компоненты и технологии. ООО Издательство «Файнстрит»;
2. Проблемы информатики. Издательство «Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук»;
3. Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. Издательство «Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»;
4. Linux Format: главное в мире Linux / ред. К. Степанов - Санкт-Петербург: Мезон.Ру; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=238521>;
5. Системный администратор: ежемесячный журнал / изд. ООО «Синдикат 13»; гл. ред. Г. Положевец - Москва: Синдикат 13, - ISSN 1813-5579; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430336>;
6. Информационно-управляющие системы: научный журнал / гл. ред. М.Б. Сергеев; изд. Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения; учред. ООО «Информационно-управляющие системы» - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения - ISSN 1684-8853; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494277>;
7. Прикладная информатика: научно-практический журнал / гл. ред. А.А. Емельянов - Москва: Университет «Синергия» - ISSN 1993-8314; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495388>;
8. Прикладная информатика: Университет «Синергия»;
9. Компоненты и технологии: Медиа КиТ.

Интернет-ресурсы:

1. Программирование микроконтроллеров. Учимся программировать микроконтроллеры. - Режим доступа: [<https://habr.com/ru/hubs/controllers/articles/>] (дата обращения 16.05.2026).
2. Микроконтроллеры. - Режим доступа: [<https://cxem.net/mc/mc.php>] (дата обращения 16.05.2026).

3. Микроконтроллеры. Журнал практической электроники. - Режим доступа: [<https://datagor.ru/microcontrollers/?ysclid=mpozqprnx7147985403>] (дата обращения 16.05.2026).
4. Крупнейший форум по электронике с активным STM32-сообществом. - Режим доступа: [<https://radiokot.ru/circuit/>] (дата обращения 16.05.2026).
5. Программирование микроконтроллеров. С чего начать? - Режим доступа: [<https://www.drive2.ru/b/126768/?ysclid=mpjk69g3q6458934942>] (дата обращения 16.05.2026).

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения студентами индивидуальных заданий.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Уметь: – разрабатывать драйверы для управления аппаратными устройствами; – проектировать аппаратные интерфейсы для взаимодействия с другими устройствами; – отлаживать и тестировать аппаратные компоненты и интерфейсы; – работать с прошивкой и восстановлением встраиваемых систем; – разрабатывать аппаратную часть встраиваемых систем; – проектировать и настраивать схемы и печатные платы; – интегрировать аппаратную и программную части проекта; – работать с инструментами проектирования аппаратуры. Знать: – принципы работы аппаратных интерфейсов и протоколов связи; – основы архитектуры микроконтроллеров и микропроцессоров; – принципы работы драйверов устройств; – спецификацию аппаратных интерфейсов, таких как SPI, I2C, UART; – принципы встраиваемой системной архитектуры; – основы архитектуры и характеристики различных аппаратных платформ; – принципы проектирования схем и печатных плат; – инструменты и технологии для разработки аппаратной части встраиваемых систем; – принципы интеграции аппаратных и программных компонентов; – устройство операционных систем реального времени.	Текущий контроль в форме: – компьютерного тестирования на знание терминологии по теме; – тестирования; – контрольных работ; – самостоятельных работ; – оценки выполнения заданий на лабораторных занятиях; – подготовки выступления с докладом, сообщением, презентацией. Промежуточная аттестация в форме экзамена