Приложение № 4
к образовательной программе высшего образования – программе магистратуры
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика
(направленность (профиль) «Математическая робототехника и искусственный интеллект»)

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 7835bcdac1c89a3da835a18f6045494f3f404337
Владелец: Некрасова Людмила Андреевна
Действителен: с 08.07.2026 до 08.07.2027

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Микроконтроллеры и встраиваемые системы управления (продвинутый курс)»

1. Трудоемкость дисциплины (модуля): 3 з.е.

2. Место дисциплины (модуля) в учебном плане:

Обязательная часть «Профессиональной подготовки» в рамках Блока 1. Дисциплины (модули), реализуется в 3 семестре.

3. Цель дисциплины (модуля): формирование у обучающихся теоретических и практических знаний в области методов проектирования вычислительных устройств для встраиваемых систем управления, основанных на современных процессорных элементах (микропроцессорах, микроконтроллерах), и методов разработки и отладки программного обеспечения для встраиваемых систем.

4. Задачи дисциплины (модуля):

– ознакомить сформировать представление об основах функционирования и проектирования встраиваемых систем управления; об основных проблемах, возникающих при разработке таких систем; о методах решения этих проблем в практических приложениях;

– научить теоретической и практической базе построения современных микроконтроллерных устройств для встраиваемых систем управления;

– научить основным принципам работы и обеспечить владение современными программно-аппаратными средствами разработки встраиваемого программного обеспечения для микроконтроллеров;

– научить ставить и решать схемотехнические и алгоритмические задачи, связанные с выбором микроконтроллера и его окружения при заданных требованиях к параметрам проектируемой встраиваемой системы управления.

5. Перечень разделов (тем) дисциплины (модуля) и их краткое содержание:

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	**Краткое содержание**
Раздел 1. Введение.	Определение уровня подготовленности слушателей в области микроэлектроники и теории автоматического регулирования. О структуре дисциплины и содержании лабораторных работ. Платформы и технологии для создания встраиваемых систем. Системы на основе «жесткой логики» и программируемые системы, сравнительные характеристики, преимущества и недостатки. Области применения встраиваемых систем управления, примеры.
Раздел 2. Методика проектирования СВУ для встраиваемых систем управления.	Особенности проектирования СВУ для встраиваемых систем управления. Этапы алгоритмического, логического и конструктивного синтеза СВУ.

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	Краткое содержание
	Многоуровневая модель структуры СВУ, декомпозиция общей задачи синтеза на комплекс частных взаимосвязанных задач. Этапы проектирования СВУ для встраиваемых систем.
Раздел 3. Человек-оператор в контуре современной системы управления.	Типовой состав системы управления. Передаточная функция и структурная схема модели человека-оператора как одного из элементов контура управления. Примеры работы реальных следящих систем управления.
Раздел 4. Синтез алгоритмов функционирования СВУ.	Требования к алгоритмам функционирования СВУ для встраиваемых систем управления. Классификация языков программирования, преимущества и недостатки применительно к использованию во встраиваемых системах.
Раздел 5. Организация вычислительного процесса в СВУ. Синтез подсистемы ввода-вывода.	Синхронные и асинхронные методы организации ввода-вывода в СВУ (программный обмен информацией (по командам процессора, с квитированием), обмен по прерываниям, режим прямого доступа к памяти).
Раздел 6. Архитектура СВУ. Синтез подсистемы решающих блоков.	Классификация Флинна (SISD, SIMD, MISD, MIMD архитектуры вычислительных систем). Классификация современных процессорных элементов. Современные микроконтроллеры. Наиболее распространенные семейства и ядра.
Раздел 7. Архитектура встраиваемого программного обеспечения.	Вытесняющая многозадачность (многопоточность). Семафоры. Многозадачность на основе приоритетов. Архитектуры на основе микроядра. Монолитные и гибридные ядра. Примеры.
Раздел 8. Микроконтроллеры семейства STM32 (ST Microelectronics).	Обзор продуктовой линейки семейства STM32 (базовые, малопотребляющие, беспроводные и высокопроизводительные микроконтроллеры). Микроконтроллер STM32H745. Структурная схема. Внутренние шины. Система тактовой синхронизации. Основные периферийные блоки и модули. Классификация интерфейсов периферийных устройств. Распространенные сетевые топологии.

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	Краткое содержание
	Микроконтроллер STM32H745. Последовательные интерфейсы CAN, USB, Ethernet. Микроконтроллер STM32H745. Системные таймеры (сторожевой таймер-толкач WDT, таймер реального времени RTC).
Раздел 9. Обработка реальных сигналов с помощью микроконтроллеров.	Введение в теорию аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования. Спектры сигналов. Предварительная аналоговая фильтрация. Классификация АЦП и ЦАП. Типы аналого-цифровых преобразователей: следящие, с преобразованием в частоту, интегрирующего типа, с передискретизацией (сигма-дельта). Типы цифро-аналоговых преобразователей: сегментные, гибридные, с передискретизацией (сигма-дельта). Методы цифровой фильтрации. Разностные уравнения. Z-преобразование (прямое, билинейное). Переход от передаточных функций к разностным уравнениям, синтез цифровых фильтров из аналоговых фильтров-прототипов. Методы цифровой фильтрации. Структурные схемы цифровых фильтров. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Цифровые фильтры с конечной и бесконечной импульсными характеристиками.
Раздел 10. Работа над индивидуальным проектом.	Выполнение индивидуального проекта на образовательном стенде ElmiCORE-H745-EK (Education Kit).

6. Образовательные результаты освоения дисциплины (модуля):

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3. Способен применять современные инженерные знания и подходы для решения профессиональных задач в области прикладной математики, робототехники и искусственного интеллекта	ИПК-3.3. Применяет знания об устройстве и функционировании встроенных систем управления
ПК-4. Способен разрабатывать и применять наукоемкое алгоритмическое обеспечение для решения профессиональных задач в области	ИПК-4.6. Применяет алгоритмы технического зрения для решения прикладных задач робототехники

прикладной математики, робототехники и искусственного интеллекта	ИПК-4.7. Осуществляет выбор наиболее эффективного алгоритма обработки изображения
ПК-5. Способен применять специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач в области прикладной математики, робототехники и искусственного интеллекта	ИПК-5.4. Представляет решение практической задачи в виде композиции операторов (функциональное программирование)
	ИПК-5.7. Применяет методы программирования встроенных систем управления
	ИПК-5.9. Реализовывает программы на микропроцессорах на языке C++
ПК-7. Способен планировать и реализовывать научно-исследовательские (проектно-исследовательские) работы и разработки, а также оформлять и представлять результаты научно-исследовательской (проектно-исследовательской) деятельности в области прикладной математики, робототехники и искусственного интеллекта	ИПК-7.4. Планирует разработку встроенных систем управления
	ИПК-7.5. Проводит научно-исследовательские (проектно-исследовательские) работы по техническому заданию
	ИПК-7.6. Использует экспериментальное оборудование в научно-исследовательской (проектно-исследовательской) деятельности