

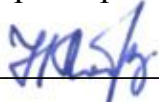
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

 Н.В.Лобов

« 28 » января 20\_\_ г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Проектирование встраиваемых систем  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Высокопроизводительные вычислительные системы  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: освоение заданных дисциплинарных компетенций в области проектирования прикладного программного обеспечения встроенных микро-процессорных управляющих систем.

Задачи дисциплины:

- Изучение элементов архитектуры аппаратной платформы, моделей вычислений и этапов проектирования программного обеспечения встроенных управляющих систем.
- Формирование умений по разработке структурной схемы аппаратной платформы и модели управляющей системы на декларативном языке.
- Овладение навыками проектирования встроенных управляющих систем и опытом практической работы в интегрированной среде разработки прикладного программного обеспечения управляющих систем.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- архитектура процессорных узлов, иерархия и технологии памяти, структура контроллеров прерываний, устройств и интерфейсов ввода-вывода встроенной системы;
- автоматные и потоковые модели вычислений встроенной системы;
- язык программирования Scade и интегрированная среда разработки прикладного программного обеспечения SCADe для встроенных систем (или Mat-lab/Simulink или SystemVue).

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 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-1.1      | ИД-1ПК-1.1        | Знает содержание и взаимосвязи этапов проектирования встроенных систем управления.   | Знает задачи патентных исследований, виды исследований и методы их проведения, порядок разработки задания на проведение патентных исследований; | Дифференцированный зачет |
| ПК-1.1      | ИД-2ПК-1.1        | Умеет представлять устройства управления автоматной моделью и моделью потока данных. | Умеет оформлять результаты исследований в виде отчета о патентных исследованиях;                                                                | Дифференцированный зачет |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                               | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                                                                              | Средства оценки          |
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| ПК-1.1      | ИД-3ПК-1.1        | Владеет навыками разработка таблицы альтернатив для выбора структурной схемы аппаратной платформы, обеспечивающей заданные характеристики встроенной управляющей системы.                                                                           | Владеет навыками поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом и оформление отчета о поиске                                                             | Дифференцированный зачет |
| ПК-2.1      | ИД-1ПК-2.1        | Знает:<br>– архитектуру процессорных узлов встроенных систем;<br>– типы и формы параллелизма процессорных узлов;<br>– иерархию и технологии памяти встроенных систем;<br>– структуру контроллеров прерываний, устройств и интерфейсов ввода-вывода. | Знает архитектуру подлежащих мониторингу инфокоммуникационных систем и сервисов, особенности используемых технологий;                                                                               | Дифференцированный зачет |
| ПК-2.1      | ИД-2ПК-2.1        | Умеет разрабатывать структурную схему аппаратной платформы встроенной управляющей системы.                                                                                                                                                          | Умеет производить анализ инфокоммуникационных систем и предоставляемых с их использованием услуг с целью формирования целей и задач мониторинга и контроля, выявления подлежащего контролю объекта; | Дифференцированный зачет |
| ПК-2.1      | ИД-3ПК-2.1        | Владеет навыками проектирование структурной схемы аппаратной платформы встроенных управляющих систем.                                                                                                                                               | Владеет навыками формулирование целей и задач мониторинга инфокоммуникационных систем с обоснованием необходимости их мониторинга.                                                                  | Дифференцированный зачет |
| ПК-2.7      | ИД-1ПК-2.7        | Знает автоматные и потоковые модели вычислений встроенной системы, язык программирования Scade и интегрированную среду разработки прикладного программного обеспечения SCADÉ.                                                                       | Знает методики описания и моделирования бизнес-процессов, средства моделирования бизнес-процессов;                                                                                                  | Дифференцированный зачет |
| ПК-2.7      | ИД-2ПК-2.7        | Умеет разрабатывать содержание и взаимосвязи этапов                                                                                                                                                                                                 | Умеет разрабатывать регламентные документы, анализировать исходную                                                                                                                                  | Дифференцированный зачет |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)               | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения           | Средства оценки              |
|-------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|             |                   | проектировании встроенных систем управления.                                        | документации;                                                                                    |                              |
| ПК-2.7      | ИД-3ПК-2.7        | Владеет навыками использования прикладных инструмен-тальных средств проектирования. | Владеет навыками разработки и выбора инструментов и методов моделирования бизнес-процессов в ИС. | Дифференцир<br>ованный зачет |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                                            |             | 2                                  |
| 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)                                                                 | 18          | 18                                 |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 16          | 16                                 |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)                                                    | 2           | 2                                  |
| - контрольная работа                                                                       |             |                                    |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)                                                | 90          | 90                                 |
| 2. Промежуточная аттестация                                                                |             |                                    |
| Экзамен                                                                                    |             |                                    |
| Дифференцированный зачет                                                                   | 9           | 9                                  |
| Зачет                                                                                      |             |                                    |
| Курсовой проект (КП)                                                                       |             |                                    |
| Курсовая работа (КР)                                                                       |             |                                    |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                              | 144         | 144                                |

### 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                                          |
| 2-й семестр                                            |                                           |    |    |                                              |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| Модельно-ориентированное проектирование прикладного программного обеспечения встраиваемых управляющих систем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8                                         | 0  | 4  | 12                                           |
| Тема 1 Архитектура процессорных узлов встроенных систем: множество команд, программная модель, модель памяти, модель прерываний, модель управления памятью, модель хранения времени.<br>Тема 2 Технологии и иерархия памяти: статическая память, синхронная динамическая память и их контроллеры, флэш-память, кэш-память.<br>Тема 3 Контроллеры прерываний, устройств (порты ввода-вывода общего назначения, таймеры-счетчики) и интерфейсов устройств ввода-вывода.<br>Тема 4 Разработка структурной схемы аппаратной платформы встроенной управляющей систем. |                                           |    |    |                                              |
| Аппаратная платформа управляющих систем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 10                                        | 18 | 12 | 78                                           |
| Тема 5. Автоматная (расширенные конечные автоматы, композиция конечных автоматов) и потоковая модели вычислений.<br>Тема 6. Декларативный язык программирования Scade и интегрированная среда разработки прикладного программного обеспечения SCADÉ для встроенных систем.<br>Тема 7. Разработка прикладного программного обеспечения управляющей системы в интегрированной среде ориентированной на модель.<br>Тема 8. Разработка прикладного программного обеспечения управляющей системы.                                                                     |                                           |    |    |                                              |
| ИТОГО по 2-му семестру                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 18                                        | 18 | 16 | 90                                           |
| ИТОГО по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 18                                        | 18 | 16 | 90                                           |

### Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                                                                                                       |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Статическая память, синхронная динамическая память и их контроллеры.                                                                                         |
| 2      | Флэш-память, кэш-память.                                                                                                                                     |
| 3      | Контроллер прерываний, контроллеры интерфейсов устройств(UART, TWI и SPI) и устройств ввода-вывода (таймеры-счетчики, порты ввода-вывода общего назначения). |
| 4      | Типовые задачи разработки структурной схема аппаратной платформы встроенной управляющей системы.                                                             |
| 5      | Представление устройства управления автоматной моделью.                                                                                                      |
| 6      | Представление устройства управления моделью потока данных.                                                                                                   |

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                                    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7      | Программирования на Scade.                                                                |
| 8      | Создание проектов в среде разработки прикладного программного обеспечения SCAD E системе. |

### Тематика примерных лабораторных работ

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы                                                                                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Разработка модели подсистемы сбора измерительной информации управляющей системы мобильного объекта (робот) в SCAD E системе.                                    |
| 2      | Разработка модели подсистемы формирования управляющих воздействий и сборка модели управляющей системы мобильного объекта из моделей подсистем в SCAD E системе. |
| 3      | Отладка модели мобильного объекта в SCAD E системе.                                                                                                             |
| 4      | Генерация Си-кода из SCAD E-модели мобильного объекта, сборка и отладка проекта управляющей системы мобильного объекта на Си.                                   |

## 5. Организационно-педагогические условия

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 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.

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                                                                     | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                    | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>1. Основная литература</b>                                             |                                                                                                                                                          |                                           |
| 1                                                                         | Васильев А.Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений : учебное пособие для вузов / А. Е. Васильев. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008. | 5                                         |
| 2                                                                         | Хартов В. Я. Микропроцессорные системы : учебное пособие для вузов / В. Я. Хартов. - Москва: Академия, 2010.                                             | 3                                         |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |                                                                                                                                                          |                                           |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |                                                                                                                                                          |                                           |
| 1                                                                         | Хартов В. Я. Микропроцессорные системы : учебное пособие для вузов / В. Я. Хартов. - Москва: Академия, 2014.                                             | 4                                         |
| <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 | Быковский С. В. Сопряжённое проектирование встраиваемых систем (Hardware/Software Co-Design). Часть 1 : Учебное пособие. Ч. 1 / Быковский С. В., Горбачев Я. Г., Ключев А. О., Пенской А. В. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2016. | <a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lan91380">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lan91380</a> | сеть Интернет; авторизованный доступ                                            |
| Дополнительная литература | Быковский С. В. Сопряжённое проектирование встраиваемых систем (Hardware/Software Co-Design). Часть 2 : Учебное пособие. Ч. 2 / Быковский С. В., Горбачев Я. Г., Ключев А. О., Пенской А. В. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2016. | <a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lan91379">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lan91379</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 | Debian (GNU GPL)                                  |
| Операционные системы | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)   |
| Офисные приложения.  | LibreOffice 6.2.4. OpenSource, бесплатен.         |
| Офисные приложения.  | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |

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

| Наименование                                                                                | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)                                    | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>             |
| 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>   |



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

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Лабораторная работа  | Персональные компьютеры                                                         | 10                |
| Лекция               | Проектор, ноутбук                                                               | 1                 |
| Практическое занятие | Персональные компьютеры                                                         | 10                |

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

|                              |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|