

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161138	Программирование для встраиваемых систем

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Инженерия радиоэлектронных средств и систем	Код ОП 1. 11.04.01/33.02
Направление подготовки 1. Радиотехника	Код направления и уровня подготовки 1. 11.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Иванов Олег Юрьевич	кандидат технических наук, доцент	доцент	департамент радиоэлектроники и связи
2	Шабунин Сергей Николаевич	д.т.н., доцент	Заведующий кафедрой	радиоэлектроники и телекоммуникаций

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Программирование для встраиваемых систем

1.1. Аннотация содержания модуля

Встраиваемые системы работают на микропроцессорах и прочих цифровых вычислителях, которые управляют различными устройствами. Примерами устройств со встраиваемым ПО, могут послужить микроволновые печи, телевизоры, автомобили, пишущие DVD, обычные телефоны и MP3-плееры. Установка пользовательских программ в таких изделиях не предусмотрена, ресурсы вычислительной системы ограничены, а ПО работает в режиме реального времени. Операционные системы (ОС) либо не используются, либо применяются специальные ОС для встраиваемых систем типа FreeRTOS, Embedded Linux, QNX и VxWorks. Программирование встраиваемого ПО ближе к системному и у него есть свои специфические особенности. Традиционно для разработки ПО встроенных систем подходят компилируемые языки Си и С++, обеспечивающие высокую эффективность работы программ. Практически для любого процессора (ядра) можно найти С-компилятор. Например, популярный компилятор GCC входит в состав дистрибутива ОС Ubuntu. Поэтому в процессе освоения дисциплины студенты в первую очередь знакомятся с основами программирования на Си и С++. Особое внимание взаимодействию с аппаратурой: регистрами, адресами, работе с указателями и обработке прерываний. Так же студенты знакомятся с принципами алгоритмического подхода к решению прикладных задач, прежде всего связанных с программированием встраиваемых микропроцессорных систем. Интерпретируемые языки программирования, такие как Basic, JavaScript, Python, PHP, не смотря на популярность, плохо подходят для разработки встраиваемого ПО прежде всего из-за низкой эффективности и повышенных требований к аппаратуре. Но современным программистам нравится Python из-за простоты освоения, а также обилия готовых, полезных и бесплатных библиотек. Поэтому некоторыми энтузиастами ведется работа по внедрению Python во встраиваемые системы. В качестве примера можно привести разработку специальной версии языка MicroPython. Для того, чтобы оставаться в тренде, в рамках освоения дисциплины «Прикладное программирование на языке Python» студенты могут знакомиться с основами языка Python. В модуле «Прикладное программирование на языке С» излагаются не только основополагающие элементы языка программирования, но и принципы алгоритмического подхода к решению прикладных задач, прежде всего, задач, связанных с программированием встраиваемых микропроцессорных систем, например микроконтроллеров и сигнальных процессоров.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Программирование для встраиваемых систем	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Программирование для встраиваемых систем	УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>З-1 - Демонстрировать понимание процессов управления проектом, планирования ресурсов, критерии оценки рисков и результатов проектной деятельности</p> <p>З-2 - Формулировать основные принципы формирования концепции проекта в сфере профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Формулировать актуальность, цели, задачи, обосновывать значимость проекта, выбирать стратегию для разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы</p> <p>У-2 - Прогнозировать ожидаемые результаты и возможные сферы их применения в зависимости от типа проекта</p> <p>У-3 - Анализировать и оценивать риски и результаты проекта на каждом этапе его реализации и корректировать проект в соответствии с критериями, ресурсами и ограничениями</p> <p>П-1 - Составлять план проекта и график реализации, разрабатывать мероприятия по контролю его выполнения и оценки результатов проекта</p> <p>П-2 - Выбирать оптимальные способы решения конкретных задач проекта на каждом этапе его реализации на основе анализа и оценки рисков и их последствий с учетом ресурсов и ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять способность к поиску новой информации, умение принимать решения в нестандартных ситуациях</p>

		Д-2 - Демонстрировать способность убеждать, аргументировать свою позицию
	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>
	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей</p>

		<p>профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p>
	<p>ПК-2 - Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование составных частей радиоэлектронных средств</p>	<p>З-1 - Изложить методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники</p> <p>З-4 - Изложить принципы функционирования и основы схемотехники радиоэлектронных средств</p> <p>У-1 - Выполнять математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>П-1 - Иметь опыт разработки математических и физических моделей радиоэлектронных средств</p> <p>П-3 - Иметь опыт разработки и отладки специальных программных средств моделирования</p>
	<p>ПК-4 - Способен разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования</p>	<p>У-1 - Использовать специализированные программные средства для моделирования радиотехнических устройств</p> <p>П-3 - Иметь опыт использования средств программирования для решения научно-технических задач</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Программирование для встраиваемых
систем

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Аксёнов Александр Сергеевич	без ученой степени, без ученого звания	Ассистент	информационных технологий и систем управления
2	Берсенев Александр Юрьевич	без ученой степени, без ученого звания	Ассистент	высокопроизводительных компьютерных технологий
3	Бибиллов Иван Владимирович	нет, нет	преподаватель Школы анализа данных Яндекс	
4	Иванов Олег Юрьевич	кандидат технических наук, доцент	доцент	департамент радиоэлектроники и связи
5	Мокрушин Андрей Анатольевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	интеллектуальных информационных технологий
6	Обабков Илья Николаевич	к.т.н., Доцент	Доцент	Интеллектуальных информационных технологий
7	Потылицина Елена Михайловна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	интеллектуальных информационных технологий
8	Созыкин Андрей Владимирович	кандидат технических наук, нет	доцент	Кафедра информационных технологий и систем управления
9	Шадрин Денис Борисович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	интеллектуальных информационных технологий

Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Иванов Олег Юрьевич, доцент, департамент радиоэлектроники и связи**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основы алгоритмизации и основные элементы языка C++	Определение алгоритма. Задание алгоритма в виде блок-схемы. Композиция, выбор (альтернатива), итерация (повторение). Общая характеристика языка C++. Структура простейшей программы. Компиляция и компоновка. Алфавит языка. Описание переменных. Операторы присваивания и преобразования типов данных. Арифметические и логические операции. Операции отношения. Побитовые операции. Унарные и бинарные операции. Математические функции.
2	Составные типы данных	Массивы. Инициализация массивов. Многомерные массивы. Строки. Инициализация строк. Класс string. Структуры. Инициализация структур. Массивы структур. Битовые поля в структурах. Объединения. Перечисления. Шаблонный класс vector.
3	Указатели	Указатели и модели памяти. Объявление и инициализация указателей. Адресная арифметика. Указатели и массивы. Выделение памяти с помощью операции new. Освобождение памяти с помощью операции delete. Использование операции new для работы с динамическими массивами, структурами и др.
4	Управление последовательностью выполнения операторов программы.	Составные операторы. Операторы условного и безусловного перехода. Логические выражения. Операция ?:. Операторы break и continue. Оператор множественного выбора (варианта). Операторы цикла. Цикл for. Изменение шага цикла. Операции

		инкремента и декремента. Циклы while и do while. Вложенные циклы и двумерные массивы. Оператор останова программы.
5	Ввод/вывод данных	Потоки и буферы. Файл iostream. Перенаправление ввода/вывода. Вывод с помощью cout. Перегруженная операция <<. Ввод с помощью cin. Состояния потока. Очистка буфера. Файловый ввод/вывод. Открытие нескольких файлов. Обработка командной строки. Режимы файла. Текстовые и двоичные файлы. Произвольный доступ.
6	Функции	Локальные и глобальные переменные. Необходимость использования функций в программе. Определение функции. Прототипирование и вызов функции. Аргументы функций. Передача параметров в функцию (по значению, через указатель). Функции и массивы. Передача и возврат структур. Указатели на функции. Функции с переменным числом параметров. Аргументы функций по умолчанию. Перегрузка функций.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

Авторы:

- **Аксёнов Александр Сергеевич, Ассистент, информационных технологий и систем управления**
- **Берсенев Александр Юрьевич, Ассистент, высокопроизводительных компьютерных технологий**
- **Бибилев Иван Владимирович, преподаватель Школы анализа данных Яндекс,**
- **Мокрушин Андрей Анатольевич, Старший преподаватель, интеллектуальных информационных технологий**
- **Обабков Илья Николаевич, Доцент, Интеллектуальных информационных технологий**
- **Потылицина Елена Михайловна, Старший преподаватель, интеллектуальных информационных технологий**
- **Созыкин Андрей Владимирович, доцент, Кафедра информационных технологий и систем управления**
- **Шадрин Денис Борисович, Старший преподаватель, интеллектуальных информационных технологий**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса УрФУ;
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения

решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Раздел 1.	Основы программирования на языке Python	Тема 1.1. Введение в программирование Python Тема 1.2. Переменные, основные типы данных Тема 1.3. Основы структур данных Тема 1.4. Процедурное программирование. Понятие функции. Встроенная библиотека Тема 1.5. Элементы функционального программирования Тема 1.6. Основы объектно-ориентированного программирования
Раздел 2.	Инструменты разработчика на языке Python	Тема 2.1. Библиотеки Тема 2.2. Репозитории Тема 2.3. IDE. Отладчик. Тестирование. Документация Тема 2.4. Code review. Стили программирования
Раздел 3.	Прикладные сферы применения языка Python	Тема 3.1. Взаимодействие с другими программами. Построение информационных систем Тема 3.2. Источники данных Тема 3.3 Библиотеки для анализа данных в Python Тема 3.4. Интеграция с базами данных Тема 3.5. Веб-программирование на Python

1.5. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.6. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Программирование для встраиваемых систем

Электронные ресурсы (издания)

1. Маккинли, , Слинкина, , А.; Python и анализ данных; Профобразование, Саратов; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/88752.html> (Электронное издание)
2. Рик, ; Простой Python просто с нуля; СОЛОН-Пресс, Москва; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/94940.html> (Электронное издание)
3. Шелудько, В. М.; Язык программирования высокого уровня Python: функции, структуры данных, дополнительные модули : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500060> (Электронное издание)
4. Страуструп, Б., Б.; Язык программирования C++ для профессионалов : практическое пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234816> (Электронное издание)
5. Керниган, Б. В.; Язык программирования C : учебник.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234039> (Электронное издание)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- 1) Онлайн курс “Прикладное программирование на языке Python”. – URL: <https://openedu.ru/course/urfu/PYAP/>
- 2) Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на английском языке – <http://www.ieee.org/ieeexplore>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Academic Search Ultimate EBSCO publishing – <http://search.ebscohost.com>
2. eBook Collections Springer Nature – <https://link.springer.com/>
3. Гугл Академия – <https://scholar.google.ru/>
4. Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru/>
5. Зональная научная библиотека (УрФУ) - <http://lib.urfu.ru/>
6. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <https://study.urfu.ru/>
7. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
8. Университетская библиотека ONLINE – <https://biblioclub.ru/>
9. Электронно-библиотечная система "Библиокомплектатор" (IPRbooks)
<http://www.bibliocomplectator.ru/available>
10. Электронные информационные ресурсы Российской государственной библиотеки
<https://www.rsl.ru/>

11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru/>

12. Real Python Tutorials. URL: <https://realpython.com/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Программирование для встраиваемых систем

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Используется бесплатно-распространяемое программное обеспечение: Python – https://www.python.org/ Free C/C++ Compilers and Interpreters
3	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Используется бесплатно-распространяемое программное обеспечение: Python – https://www.python.org/ Free C/C++ Compilers and Interpreters

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM