

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

В. А. Петрикин

**АРХИТЕКТУРА ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины
для студентов бакалавриата по направлению подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника,
профиль программы
«Промышленная информатика и системы управления»

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2025

УДК 681.5

Рецензенты:

кандидат технических наук, заведующий кафедрой цифровых систем и автоматике института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» В. И. Устич;

кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» О. М. Топоркова

Петрикин, В. А.

Архитектура встраиваемых систем управления и интернет вещей: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов бакалавриата направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль программы «Промышленная информатика и системы управления» / В. А. Петрикин. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 16 с.

В учебно-методическом пособии приведен тематический план по дисциплине и даны методические указания по её самостоятельному изучению, подготовке к лабораторным занятиям, подготовке и сдаче зачета, выполнению самостоятельной работы.

Пособие подготовлено в соответствии с требованиями утвержденной рабочей программы дисциплины направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

Табл. 3, список лит. – 7 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено в качестве локального электронного методического материала кафедрой цифровых систем и автоматике 27 ноября 2024 г., протокол № 3

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в качестве локального электронного методического материала в учебном процессе методической комиссией института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 21 января 2025 г., протокол № 1

УДК 681.5

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2025 г.
© Петрикин В. А., 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| 1. Введение..... | 4 |
| 2. Тематический план..... | 6 |
| 3. Содержание дисциплины..... | 7 |
| 4. Методические указания по проведению лабораторных занятий..... | 9 |
| 5. Методические указания по выполнению самостоятельной работы..... | 10 |
| 6. Методические указания по проведению занятий и освоению дисциплины..... | 11 |
| 7. Требования к аттестации по дисциплине..... | 12 |
| 7.1 Текущая аттестация..... | 12 |
| 7.2. Промежуточная аттестация по дисциплине..... | 13 |
| 8. Заключение..... | 13 |
| 9. Библиографический список..... | 14 |

1 ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, изучающих дисциплину «Архитектура встраиваемых систем управления и интернет вещей».

Целью освоения дисциплины является формирование знаний и навыков в области проектирования и разработки современных встраиваемых систем управления и устройств интернета вещей (IoT).

Задачи изучения дисциплины: формирование у студента способности создавать инструментальные средства программирования и разрабатывать программное обеспечение систем управления.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- базовые принципы работы встраиваемых систем управления и Интернета вещей;
- основные компоненты архитектуры встраиваемых систем управления и Интернета вещей;
- классификацию и характеристики различных типов микроконтроллеров и микропроцессоров;
- особенности и области применения различных операционных систем для встраиваемых систем;
- принципы организации и функционирования сетей для встраиваемых систем управления и Интернета вещей;
- основные направления применения технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в встраиваемых системах управления и Интернете вещей;
- ключевые аспекты обеспечения безопасности в встраиваемых системах управления и Интернете вещей;

уметь:

- проектировать архитектуру встраиваемых систем управления и Интернета вещей для решения поставленных задач;
- выбирать и обосновывать применение микроконтроллеров и микропроцессоров в зависимости от решаемой задачи;
- разрабатывать протоколы обмена данными между устройствами встраиваемых систем управления и Интернета вещей;
- создавать и настраивать операционную систему для встраиваемых систем управления и Интернета вещей;

– применять технологии искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа данных встраиваемых систем управления и Интернета вещей;

– разрабатывать стратегии обеспечения безопасности в встраиваемых системах управления и Интернете вещей;

владеть:

– навыками разработки и реализации проектов в области встраиваемых систем управления и Интернета вещей;

– методами выбора и обоснования применения микроконтроллеров и микропроцессоров;

– техниками разработки протоколов обмена данными между устройствами встраиваемых систем управления и Интернета вещей;

– методами создания и настройки операционной системы для встраиваемых систем управления и Интернета вещей;

– навыками применения технологий искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа данных встраиваемых систем управления и Интернета вещей;

– стратегиями обеспечения безопасности в встраиваемых системах управления и Интернете вещей.

Дисциплина «Архитектура встраиваемых систем управления и интернет вещей» входит в состав элективного модуля 1 «Программное обеспечение встраиваемых систем», части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

Для успешного освоения дисциплины, в соответствии с учебным планом, ей предшествуют такие дисциплины, как: «Элементы и устройства систем управления технологическими процессами», «Передача данных и сетевые технологии», «Системы искусственного интеллекта».

Результаты освоения дисциплины могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

Далее в пособии представлен тематический план, содержащий перечень изучаемых тем, лабораторных занятий, мероприятий текущей аттестации и отводимое на них аудиторное время (занятия в соответствии с расписанием) и самостоятельную работу. При формировании личного образовательного плана на семестр следует индивидуально оценивать рекомендуемое время на изучение дисциплины, возможно потребуются больше времени на выполнение отдельных заданий или проработку отдельных тем.

В разделе «Содержание дисциплины» приведены подробные сведения об изучаемых вопросах, по которым можно ориентироваться в случае пропуска каких-то занятий, а также методические рекомендации для самостоятельной подготовки, каждая тема имеет ссылки на литературу (или иные информационные ресурсы), а также контрольные вопросы для самопроверки.

Раздел «Требования к аттестации по дисциплине» содержит описание обязательных мероприятий контроля самостоятельной работы и усвоения разделов или отдельных тем дисциплины. В заключении раздела изложены требования к завершающей аттестации – зачету.

Помимо данного пособия, студентам следует использовать материалы, размещенные в соответствующем данной дисциплине разделе ЭИОС, в которые более оперативно вносятся изменения для адаптации дисциплины под конкретную группу обучающихся.

2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (ЗЕТ), т. е. 144 академических часа контактной (лекционных и лабораторных занятий, а также контрактной работы посредством электронной-информационно-образовательной среды) и самостоятельной работы студента, в том числе связанной с текущей и промежуточной (заключительной) аттестацией по дисциплине.

Формы аттестации по дисциплине:

– очная форма, седьмой семестр – зачет.

Тематический план лекционных занятий для очной формы обучения приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Тематический план лекционных занятий

| | Тема лекционного занятия | Объем учебной работы |
|---------------|--|----------------------|
| | | очная форма, ч |
| Тема 1 | Встраиваемые системы управления и интернет вещей. Основные понятия | 4 |
| Тема 2 | Основы архитектуры встраиваемых систем управления | 14 |
| Тема 3 | Архитектуры интернета вещей | 14 |
| | ИТОГО: | 32 |

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержательно структура дисциплины представлена тремя тематическими блоками (темами).

Тема 1. Встраиваемые системы управления и интернет вещей. Основные понятия

Перечень изучаемых вопросов:

Цели и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины.

Эволюция технологий: от простых микроконтроллеров до современных IoT-систем. Основные этапы развития и ключевые достижения.

Основные понятия и определения встраиваемых систем управления и интернета вещей (IoT). Ключевые компоненты и архитектура встраиваемых системы управления и интернета вещей (IoT).

Рекомендуемая литература: [1, гл. 1]; [2]; [3]; [4]; [5].

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение встраиваемым системам. Чем они отличаются от обычных компьютеров?
2. Объясните, что такое интернет вещей (IoT). Какие компоненты входят в состав IoT-системы?
3. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные уровни архитектуры IoT.
4. Что такое микроконтроллер? Какие функции он выполняет в составе встраиваемой системы?
5. Что такое интерфейс связи? Приведите примеры интерфейсов, используемых во встраиваемых системах.
6. Какие факторы способствовали росту популярности интернета вещей (IoT)? Назовите хотя бы три основных фактора.

Тема 2. Основы архитектуры встраиваемых систем управления

Перечень изучаемых вопросов:

Аппаратная часть встраиваемых систем управления: микроконтроллеры и микропроцессоры; периферийные устройства: датчики, исполнительные механизмы; интерфейсы связи.

Программное обеспечение встраиваемых систем управления: операционные системы реального времени (RTOS); программирование микроконтроллеров: языки программирования, компиляторы, отладчики; разработка драйверов устройств.

Энергопотребление и энергоэффективность: методы снижения энергопотребления, управление питанием в режиме ожидания и сна, использование возобновляемых источников энергии.

Безопасность встраиваемых систем: угрозы безопасности и методы защиты.

Тестирование и верификация встраиваемых систем: методы тестирования аппаратной части, тестирование программного обеспечения, моделирование и симуляция работы системы.

Рекомендуемая литература: [1, гл. 2, 4]; [3]; [4]; [5].

Контрольные вопросы:

1. Какие основные компоненты входят в архитектуру встраиваемой системы?
2. Что такое операционная система реального времени (RTOS), и какие преимущества она предоставляет встраиваемым системам?
3. Каковы основные различия между программированием микроконтроллера и обычного компьютера?
4. Объясните, почему энергоэффективность является критически важным параметром для встраиваемых систем.
5. Какие угрозы безопасности существуют для встраиваемых систем, и какие меры принимаются для их предотвращения?
6. Почему тестирование и верификация играют важную роль в разработке встраиваемых систем?

Тема 3. Архитектуры интернета вещей

Перечень изучаемых вопросов:

Обзор архитектур IoT: классическая трехуровневая архитектура: сенсорный уровень, сетевой уровень, облачный уровень; альтернативные подходы: децентрализованные сети, edge computing.

Протоколы передачи данных в IoT: протоколы физического уровня: Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, LoRaWAN; протоколы прикладного уровня: MQTT, CoAP, HTTP/HTTPS.

Облачные платформы для IoT: обзор популярных платформ: AWS IoT, Microsoft Azure IoT, Google Cloud IoT Core; интеграция с облачными сервисами: хранение данных, аналитика, машинное обучение.

Edge Computing и Fog Computing: преимущества и недостатки распределенных вычислений, примеры применения Edge/Fog Computing в IoT.

Машинное обучение и искусственный интеллект в IoT: применение ML и AI для анализа данных с датчиков; локальные модели vs облачные модели; примеры использования в умных домах, промышленности, здравоохранении.

Практические примеры и кейс-стади: реализация простого проекта IoT: мониторинг температуры и влажности; анализ реальных проектов: умные города, промышленные системы, медицинские устройства.

Перспективы развития IoT и встраиваемых систем: тенденции и прогнозы, новые технологии и направления исследований.

Рекомендуемая литература: [1, гл. 3, 4–6]; [2]; [5].

Контрольные вопросы:

1. Опишите классическую трёхуровневую архитектуру интернета вещей. Какие задачи выполняют каждый из уровней?
2. Назовите и объясните основные протоколы передачи данных, используемые на разных уровнях IoT-архитектуры.
3. Чем отличается edge computing от cloud computing в контексте интернета вещей? Приведите примеры использования каждого подхода.
4. Какие преимущества предоставляют облачные платформы для IoT? Назовите популярные платформы и их особенности.
5. Как машинное обучение и искусственный интеллект применяются в интернете вещей? Приведите примеры практических приложений.
6. Какие вызовы и перспективы связаны с развитием интернета вещей в будущем?

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Особое место в структуре дисциплины занимает практикум, включающий в себя восемь лабораторных работ (таблица 2).

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

| Номер темы | Содержание лабораторного занятия | Очная форма, ч |
|-------------------|--|-----------------------|
| 2,3 | Изучение основ работы с микроконтроллерами | 4 |
| 2 | Работа с аналоговыми и цифровыми датчиками | 4 |
| 2 | Интерфейсы связи (UART, SPI, I2C) | 4 |
| 2 | Энергосбережение и управление питанием | 4 |
| 2 | Безопасность встраиваемых систем | 4 |

| Номер темы | Содержание лабораторного занятия | Очная форма, ч |
|------------|------------------------------------|----------------|
| 2,3 | Разработка драйверов устройств | 4 |
| 3 | Протоколы передачи данных в IoT | 4 |
| 3 | Интеграция с облачными платформами | 4 |
| ИТОГО: | | 32 |

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в лабораториях кафедры цифровых систем и автоматики, оснащенных следующим оборудованием:

1. Микроконтроллеры и одноплатные компьютеры: Arduino Uno, Raspberry Pi.
2. Периферийные устройства: светодиоды, резисторы, кнопки; датчики температуры, освещенности, ультразвуковые дальномеры; ЖК-экраны, шаговые двигатели, RFID-модули.
3. Интерфейсы связи: модули UART-to-USB, EEPROM-память, RTC-модули.
4. Источники питания: LiPo-аккумуляторы, зарядные устройства.
5. Инструменты и измерительное оборудование: мультиметры; USB-кабели, Ethernet-кабели, Wi-Fi-модули.
6. Персональные компьютеры с программным обеспечением, доступ к Интернету и облачным платформам, учетные записи на одной из облачных платформ для IoT.

Студент (в составе группы из 3–4 человек) в ходе лабораторного практикума согласно методическим указаниям и заданию преподавателя изучает структуру, функциональные возможности, языки программирования, получает практические навыки работы со встраиваемыми системами управления и интернетом вещей, а также закрепляет теоретический материал дисциплины. Защита лабораторной работы проводится на основании выполненного задания к лабораторной работе, оформленного отчета, а также ответа на контрольные вопросы.

Более подробные указания по выполнению лабораторного практикума, включая задание, методические указания по выполнению работы, контрольные вопросы приведены в учебно–методическом пособии.

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине, а также работа в ЭИОС университета может проводиться в компьютерном классе кафедры цифровых систем и автоматики, оснащенном персональными компьютерами с выходом в сеть Интернет.

Самостоятельная работа студента включает в себя освоение теоретического учебного материала (в том числе подготовка к лабораторным занятиям, оформление работ, подготовка к защите лабораторных работ).

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЙ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины необходимо ознакомиться с основными принципами построения встраиваемых систем управления и интернета вещей, областью их применения в современных технологиях и научных исследованиях.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на сочетание активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При изучении дисциплины внимание студентов постоянно акцентируется не только на теоретическом аспекте построения встраиваемых систем управления и интернета вещей, но и их практическом применении в современных высокотехнологичных производствах.

Для планирования работы студента в начале семестра производится выдача тем для самостоятельного изучения, определяются источники информации и график проведения текущего контроля. В качестве источников информации рекомендуется наряду с учебными пособиями использовать периодические издания (журналы) из области профессиональной деятельности.

В ходе лекционных занятий студенту следует вести конспектирование учебного материала. При самостоятельном изучении заданных преподавателем тем рекомендуется вносить основные материалы по ним в тот же конспект лекций в соответствии с рекомендованным порядком следования учебного материала.

При проведении занятий в интерактивной форме важно участвовать в процессе обсуждения и решения поставленных задач, задавать преподавателю вопросы с целью уяснения теоретических положений, области их применения, разрешения спорных ситуаций.

На лекциях изложению нового материала предшествуют обсуждение предыдущей темы с целью восстановления и закрепления студентами изученного теоретического и практического материала и ответы на вопросы студентов. В конце лекции выделяется время для ответов на вопросы по текущему материалу и его обсуждению. Активность студентов и проявленные знания при обсуждении материала учитываются при текущей и промежуточной (заключительной) аттестации по дисциплине.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу.

7 ТРЕБОВАНИЯ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1 Текущая аттестация

Текущая аттестация (текущий контроль) проводится с целью оценки освоения теоретического учебного материала, в том числе в рамках самостоятельной работы студента (п. 5).

Контроль на лекционных занятиях производится в виде тестирования или устного опроса.

Типовые контрольные вопросы для устного опроса по темам приведены в п. 3 настоящего пособия. Тестовые задания представлены в фонде оценочных средств (приложение к рабочей программе дисциплины).

Положительная оценка («зачтено») по результатам каждого контроля (опроса) выставляется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в таблице 3. В случае получения оценки «не зачтено» студент должен пройти повторный контроль по данной теме в ходе последующих консультаций.

Таблица 3 – Система оценок и критерии выставления оценки при прохождении контроля (опроса)

| Критерий | Система оценок | | | |
|--|---|---|---|---|
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| 1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов | Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой) | Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект | Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект | Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект |

Текущий контроль в виде защиты лабораторных работ проводится на лабораторном практикуме, целью которого является формирование знаний и навыков в области

проектирования и разработки современных встраиваемых систем управления и устройств интернета вещей (IoT).

Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике лабораторной работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание, продемонстрировавший знание использованных им технических средств, алгоритмов и языков программирования задачи, получает по лабораторной работе оценку «зачтено». Если студентом получены неправильные результаты или действия выполнены некорректно, то лабораторная работа получает оценку «не зачтено» и требует доработки.

7.2 Промежуточная (заключительная) аттестация

Промежуточная (заключительная) аттестация по дисциплине предусматривает проведение зачета (зачетного тестирования).

Промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. В отдельных случаях (при не прохождении всех видов текущего контроля) зачет может быть проведен в виде тестирования.

Тестовые задания для проведения зачетного тестирования приведены в фонде оценочных средств по дисциплине.

8 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные системы управления, в частности встраиваемые системы управления, в значительной мере базируются на микропроцессорных вычислительных устройствах, благодаря их низкой стоимости, высокой надежности и малым габаритам. Встраиваемые системы управления обеспечивают автономность работы без постоянного участия оператора, надежность и устойчивость к сбоям при работе в сложных условиях, оптимизированы под минимизацию потребления энергии, обладают высокой вычислительной мощностью для реализации сложных алгоритмов управления в реальном времени.

Интернет вещей гарантирует принятие обоснованных решений на основе актуальной информации, автоматизирует множество процессов, повышая эффективность использования ресурсов и снижая эксплуатационные расходы, дает возможность мониторинга и обслуживания оборудования удаленно через мобильные приложения или веб-интерфейсы.

Когда эти две технологии работают вместе, они создают мощные системы, способные значительно улучшить производственные процессы, повысить качество продукции и сократить затраты.

Освоение дисциплины «Архитектура встраиваемых систем управления и интернет вещей» имеет важное значение для студентов технических специальностей, так как эта область знаний становится все более востребованной в современном мире.

Дисциплина «Архитектура встраиваемых систем управления и интернет вещей» предоставляет студентам уникальные возможности для получения актуальных и востребованных знаний, необходимых для успешной карьеры в современных технологических отраслях, способствует развитию профессиональных навыков, открывает широкие карьерные перспективы и готовит студентов к работе над сложными и интересными проектами.

9 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Баланов, А. Н. IoT-решения: принципы, примеры, перспективы: учеб. пособие для вузов / А. Н. Баланов. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 280 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/405479> (дата обращения: 31.07.2024). – ISBN 978-5-507-49095-0. – Текст : электронный.

2. Андреев, Ю. С. Промышленный интернет вещей: учеб. пособие / Ю. С. Андреев, С. Д. Третьяков. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2019. – 54 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/344408> (дата обращения: 03.07.2024). – Текст : электронный.

Дополнительная литература

3. Технологии создания интеллектуальных устройств, подключенных к интернету: учеб. пособие / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Треляль, О. А. Коршакова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 100 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/212756> (дата обращения: 31.07.2024). – ISBN 978-5-8114-2310-1. – Текст : электронный.

4. Гофман, П. М. Промышленный интернет вещей. Компоненты полевого уровня: учеб. пособие / П. М. Гофман, П. А. Кузнецов. – Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2022. – 176 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/330155> (дата обращения: 03.07.2024). – Текст : электронный.

5. Кононов, М. А. Промышленный интернет вещей: Лабораторный практикум: учеб. пособие / М. А. Кононов. – Москва: РТУ МИРЭА, 2023. – 97 с. – Режим доступа: для авториз.

пользователей. – Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/382649> (дата обращения: 31.07.2024). – Текст : электронный.

Учебно-методические пособия

6. Рогожников, Е. В. Проектирование систем беспроводной связи и интернета вещей: методические указания / Е. В. Рогожников, Э. М. Дмитриев, К. В. Диноченко. – Москва: ТУСУР, 2023. – 42 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/394112> (дата обращения: 02.08.2024). – Текст : электронный.

7. Основы разработки приложений для мобильных телефонов (смартфонов): учеб.-метод. пособие / М. Р. Богданов, И. Н. Думчикова, Л. В. Миниярова, А. Р. Мухамедьянов. – Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2012. – 312 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/49580> (дата обращения: 02.08.2024). – Текст : электронный.

Интернет-ресурсы

Ссылки на журналы в области промышленной информатики и автоматизации технологических процессов:

1. «Встроенные системы» (<http://embedded.systems.ru/>)
2. «Информационные и управляющие системы» (<https://iupr.ru/>)
3. «Вестник компьютерных и информационных технологий» (<http://www.mka.ru/>)
4. Современные технологии автоматизации (<http://www.cta.ru/>);
5. Автоматизация в промышленности (<http://www.avtprom.ru/>);
6. 10. Портал «Мир компьютерной автоматизации» (<http://www.mka.ru/>).
7. Современные технологии автоматизации (<http://www.cta.ru/>);
8. Автоматизация в промышленности (<http://www.avtprom.ru/>);
9. 10. Портал «Мир компьютерной автоматизации» (<http://www.mka.ru/>).

Локальный электронный методический материал

Виктор Анатольевич Петрикин

АРХИТЕКТУРА ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 1,1. Печ. л. 1,0.

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1