МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет геоинформатики и информационной безопасности
Кафедра информационно-измерительных систем

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5BFEE1D286E9C95A0C0D2C611E434BD5
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 23.09.2026 по 17.12.2027

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
16 февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.О.27 АРХИТЕКТУРА ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность(профиль) подготовки: Информационные системы и технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2024

Разработчики:
Доцент кафедры Информационно-измерительных систем, к.т.н.,
доцент Струков А. Н.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 926

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Геоинформатики и информационной безопасности	Председатель ученого совета факультета	Матерухин А. В.	Рассмотрено	14.12.2023, № 7-23

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - приобретение обучающимися знаний в области проектирования архитектуры системы интернета вещей с учетом требований и ограничений.

Задачи изучения дисциплины:

- научить обучающихся определять границы системы и заинтересованные стороны;
- научить моделировать представления системы интернета вещей с разных точек зрения;
- сформировать навыки учета различных аспектов при проектировании архитектуры интернета вещей.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

УК-2.1 Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта

Знать:

УК-2.1/Зн4 Варианты определения границ системы, контекста и заинтересованных сторон

Уметь:

УК-2.1/Ум5 Выделять границы системы и внешние сущности

Владеть:

УК-2.1/Нв4 Навыками постановки задачи

УК-2.2 Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения

Знать:

УК-2.2/Зн4 Принципы декомпозиции задачи на подзадачи и связи между ними

УК-2.2/Зн6 Принципы построения и архитектуру ПО БАС

Уметь:

УК-2.2/Ум4 Связывать задачи проектирования с ожидаемыми результатами

УК-2.2/Ум6 Разрабатывать архитектуру и алгоритмы функционирования ПО БАС

Владеть:

УК-2.2/Нв4 Навыками построения моделей, описывающих одну систему с разных точек зрения

УК-2.3 Анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач

Знать:

УК-2.3/Зн4 Последовательность работ при описании архитектуры интернета вещей

Уметь:

УК-2.3/Ум4 Выбирать уровень детализации в зависимости от представления, целей и ограничений

Владеть:

УК-2.3/Нв4 Навыками итерационного уточнения моделей и приоритизации работ

УК-2.4 В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы

Знать:

УК-2.4/Зн5 Типовые ограничения систем интернета вещей

УК-2.4/Зн7 Методы проектирования, верификации и валидации ПО

Уметь:

УК-2.4/Ум5 Формулировать ограничения системы интернета вещей и учитывать их при проектировании моделей

УК-2.4/Ум7 Реализовывать программные модули для встраиваемых систем

Владеть:

УК-2.4/Нв5 Навыками документирования ограничений, а также их учета при создании моделей для системы интернета вещей

УК-2.5 Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач

Знать:

УК-2.5/Зн4 Критерии оценки качества построенных моделей в соответствии с синтаксисом и семантикой

Уметь:

УК-2.5/Ум4 Выполнять самопроверку построенных моделей

Владеть:

УК-2.5/Нв4 Навыками улучшения архитектурного решения по результатам самопроверки

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.27 «Архитектура интернета вещей» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
6 семестр	108	3	18	36	54	Зачет с оценкой
Всего	108	3	18	36	54	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение в архитектуру	**17**	**3**	**6**	**8**	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
Тема 1.1. Архитектура и смежные понятия	3	1		2	
Тема 1.2. Паспорт системы интернета вещей	4		2	2	
Тема 1.3. Типовые потоки для моделирования системы интернета вещей	5	1	2	2	
Тема 1.4. Безопасность систем интернета вещей при проектировании	5	1	2	2	
Раздел 2. Разработка архитектуры системы интернета вещей	**19**	**3**	**6**	**10**	УК-2.3 УК-2.4 УК-2.5
Тема 2.1. Различные нотации при описании и построении архитектуры	5	1	2	2	
Тема 2.2. Использование нотаций для моделирования различных представлений архитектуры интернета вещей	7	1	2	4	
Тема 2.3. Документирование архитектуры	7	1	2	4	
Раздел 3. Разработка программного обеспечения БАС	**72**	**12**	**24**	**36**	УК-2.2 УК-2.4
Тема 3.1. Общие принципы построения систем беспилотных авиационных систем	12	2	4	6	
Тема 3.2. Разработка требований верхнего уровня, определение производных требований и оценка их с точки зрения безопасности	12	2	4	6	

Тема 3.3. Разработка архитектуры программного обеспечения и требований нижнего уровня на основе требований верхнего уровня, оценка их с точки зрения безопасности	12	2	4	6	
Тема 3.4. Проектирование программного обеспечения БАС	12	2	4	6	
Тема 3.5. Верификация программного обеспечения в соответствии со сценариями применения БАС	12	2	4	6	
Тема 3.6. Нормативно-правовая база для БВС в задачах разработки программного обеспечения БАС	12	2	4	6	
Итого	**108**	**18**	**36**	**54**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение в архитектуру

Тема 1.1. Архитектура и смежные понятия

Ключевые понятия архитектуры, архитектурного описания и смежные темы, связанные с построением архитектуры.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 1.2. Паспорт системы интернета вещей

Формирование паспорта кейса.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование
Практическая работа

Тема 1.3. Типовые потоки для моделирования системы интернета вещей

Рассмотрение типовых потоков в системах интернета вещей.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 1.4. Безопасность систем интернета вещей при проектировании

Определение активов и границ доверия, базовая модель угроз для систем интернета вещей.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование
Практическая работа

Раздел 2. Разработка архитектуры системы интернета вещей

Тема 2.1. Различные нотации при описании и построении архитектуры

Использование различных нотаций для моделирования конкретных взглядов на систему.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 2.2. Использование нотаций для моделирования различных представлений архитектуры интернета вещей

Разработка моделей, описывающих конкретную систему интернета вещей, с учетом различных представлений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование
Практическая работа

Тема 2.3. Документирование архитектуры

Документирование архитектурных решений и описание архитектуры, в том числе с использованием построенных моделей.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 3. Разработка программного обеспечения БАС

Тема 3.1. Общие принципы построения систем беспилотных авиационных систем

Понятие БАС как программно-аппаратного комплекса.
Классификация программных платформ (ArduPilot, PX4, INAV).
Основные компоненты БАС:
● Бортовое оборудование беспилотного воздушного судна (БВС):
− Полётный контроллер (архитектура, датчики: акселерометр, гироскоп, магнитометр, барометр, GPS/ГЛОНАСС-приёмник);
− Исполнительные устройства (сервоприводы, регуляторы оборотов двигателей);
− Блоки питания и распределения энергии;
− Телеметрический радиомодем;
− Полезная нагрузка (камеры, лидары, мультиспектральные сенсоры).
● Наземная станция управления (НСУ):
− Программное обеспечение НСУ (Mission Planner, QGroundControl);
− Каналы связи и телеметрии;
− Пульты ручного управления (RC-аппаратура).

Тема 3.2. Разработка требований верхнего уровня, определение производных требований и оценка их с точки зрения безопасности

Требования верхнего уровня формулируются на начальном этапе проектирования БАС и определяют общие цели, задачи и ключевые характеристики системы. Они отражают стратегические намерения, нормативные требования и основные эксплуатационные ограничения.

Требования верхнего уровня ПО:

− назначение БАС (например, доставка грузов, мониторинг, сельскохозяйственные работы);
− ожидаемые условия эксплуатации (география, климатические условия, типы задач);
− ограничения по безопасности, надёжности и экологичности;
− требования к интеграции с существующими системами (например, с системами управления воздушным пространством);
− ограничения по массе, габаритам, времени автономной работы;
− требования к взаимодействию с внешним пилотом или оператором.

Производные требования — это детализированные требования, которые вытекают из требований верхнего уровня и конкретизируют их для отдельных подсистем, компонентов или процессов. Они формулируются в процессе декомпозиции системы и уточняют, как должны быть реализованы общие цели.

Производные требования ПО:

− требования к архитектуре ПО (модульность, масштабируемость);
− спецификации интерфейсов между компонентами системы;
− требования к алгоритмам управления полётом, навигации, связи;
− ограничения на время реакции системы на внешние события;
− требования к обработке ошибок и отказоустойчивости;
− параметры безопасности данных и защиты от несанкционированного доступа;
− требования к документации и процедурам тестирования.

Оценка требования с точки зрения безопасности:

− анализ рисков;
− соответствие нормативным стандартам;
− проверка на потенциальные угрозы.

Тема 3.3. Разработка архитектуры программного обеспечения и требований нижнего уровня на основе требований верхнего уровня, оценка их с точки зрения безопасности

Архитектура ПО БАС определяет структуру системы, взаимодействие её компонентов, принципы масштабируемости, надёжности и безопасности.
Уровни архитектуры ПО БАС:
− Уровень встраиваемого ПО (firmware) — драйверы, работа с датчиками, исполнительными устройствами;
− Уровень операционной системы реального времени — планирование задач, управление памятью;
− Уровень полётного стека (flight stack) — алгоритмы стабилизации, навигации, управления;
− Уровень прикладного ПО — обработка полезной нагрузки, выполнение миссий.
Основные этапы разработки архитектуры ПО БАС:
● Анализ требований верхнего уровня. Изучаются цели системы, ограничения по безопасности, надёжности, производительности, интеграции с другими системами и т. д. Требования декомпозируются на более детальные составляющие.
● Выбор архитектурного паттерна. Определяется подход к построению системы (например, микросервисная архитектура, клиент-серверная модель, распределённые системы управления). Учитываются особенности БАС, такие как необходимость реального времени, отказоустойчивость и интеграция с аппаратной частью.
● Проектирование компонентов. Выделяются подсистемы и модули:
− подсистема управления полётом;
− система навигации и позиционирования;
− коммуникационные модули;
− модули обработки данных с сенсоров;
− системы кибербезопасности.
● Определение интерфейсов. Описываются взаимодействия между компонентами, включая API, протоколы связи и форматы данных. Рассматриваются цифровые протоколы UART, SPI, I2C, CAN (UAVCAN/DroneCAN), PWM, SBUS.
● Учёт нефункциональных требований. Архитектура должна обеспечивать требуемую производительность, надёжность, масштабируемость, удобство обслуживания и другие характеристики.
● Документирование архитектуры. Создаются архитектурные диаграммы (например, UML), спецификации, описания принципов работы системы.
Критические аспекты для БАС:
● Реальное время. Архитектура должна обеспечивать обработку данных и принятие решений в заданные временные рамки.
● Отказоустойчивость. Предусматриваются механизмы резервирования, дублирования критических компонентов, автоматического переключения на резервные системы.
● Интеграция с аппаратной частью. Учитываются особенности бортовых вычислительных систем, сенсоров, исполнительных механизмов.
Требования нижнего уровня детализируют требования верхнего уровня и конкретизируют их для отдельных компонентов и модулей системы.
Виды требований нижнего уровня:
● Функциональные. Описывают конкретные функции, которые должен выполнять каждый модуль (например, алгоритмы управления полётом, обработки данных с камер, планирования маршрута).
● Нефункциональные. Определяют характеристики системы: производительность, надёжность, время отклика, объём памяти, энергопотребление и т. д.
● Требования к интерфейсам. Описывают форматы данных, протоколы связи, API для взаимодействия между компонентами.
● Требования к безопасности. Включают меры защиты
от несанкционированного доступа, шифрования данных, контроля целостности и т. п.
Оценка требований нижнего уровня с точки зрения безопасности:
− анализ рисков – идентификация угроз (например, отказ систем, кибератаки, столкновения с объектами), оценка вероятности их возникновения и возможные последствия;
− проверка соответствия нормативным требованиям – требования сверяются с ГОСТами, федеральными авиационными правилами (ФАП), международными стандартами (ИКАО, JARUS, EASA и др.).

Тема 3.4. Проектирование программного обеспечения БАС

Системное программное обеспечение:
− Драйверы устройств — низкоуровневое ПО для работы
с аппаратурой
− Пакеты поддержки — библиотеки для взаимодействия с модулями и сенсорами
− Операционные системы реального времени — VxWorks, RTEMS
Методы искусственного интеллекта:
● Машинное обучение — для распознавания объектов и принятия решений
● Техническое зрение:
− Системы компьютерного зрения — обработка изображений
и видео
− Распознавание объектов — определение препятствий и целей
− SLAM-технологии — одновременная локализация
и картографирование
● Нейронные сети — для адаптивного управления
и прогнозирования
Цифровая обработка сигналов:
− Фильтрация данных — устранение шумов и помех
− Спектральный анализ — обработка сигналов сенсоров
− Преобразование Фурье — анализ частотных характеристик
Системы связи:
− Протоколы передачи данных — MQTT, MAVlink, UDP
− Каналы связи — радиоканалы, спутниковая связь
− Шифрование — защита передаваемой информации
Алгоритмы управления и навигации БАС:
− Принципы построения систем управления БАС.
− Особенности работы в различных погодных условиях.
− Алгоритмы автономной навигации и планирования маршрута.
− Разрешение конфликтов в воздушном пространстве.
− Примеры существующих систем управления.
Обработка данных и сенсорные системы БАС:
− Принципы построения активных и пассивных сенсорных систем БАС.
− Особенности работы сенсоров в различных условиях.
− Обработка данных сенсоров для решения прикладных задач.
− Моделирование данных сенсоров.
− Разрешение сенсорных систем БАС.
− Формирование данных в сенсорных системах БАС.
− Существующие системы сенсоров.
Прикладные разработки программного обеспечения БАС:
− Различные пакеты прикладных программ для разработки ПО БАС, их возможности, применение для решения задач анализа и управления.
− Типовые алгоритмы, используемые в современных пакетах прикладных программ.
− Примеры использования прикладных пакетов для решения различных задач: проектирование систем телеметрии, автономного управления, обработки видео и изображений, интеграции с наземными станциями управления.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 3.5. Верификация программного обеспечения в соответствии со сценариями применения БАС

Верификация ПО БАС — это процесс подтверждения соответствия
ПО заявленным требованиям, включая функциональность, надёжность, производительность и безопасность. В контексте БАС верификация особенно критична, так как ошибки в ПО могут привести к серьёзным последствиям, включая аварии и угрозы безопасности полётов.
Основные методы верификации ПО для БАС:
● Статический анализ кода. Используются автоматизированные инструменты для анализа кода без его выполнения. Метод помогает обнаружить ошибки, потенциальные уязвимости и нарушения стандартов
на ранних этапах разработки.
● Формальная верификация. Применяются математические методы для доказательства соответствия системы определённым требованиям. Формальная верификация используется в критически важных приложениях БАС, где ошибки могут быть катастрофическими, и включает дедуктивный анализ, проверку моделей, проверку согласованности и абстрактную интерпретацию.
● Динамический анализ (тестирование по сценариям).
ПО проверяется путём запуска в различных условиях и анализа его поведения. Тестовые сценарии могут включать проверку функциональности, нагрузочное и стресс-тестирование, системное тестирование. Для БАС особенно важно тестирование в условиях, имитирующих реальные сценарии применения, включая экстремальные ситуации. Используются методы SIL (Software-in-the-Loop) и HIL (Hardware-in-the-Loop) — тестирование ПО в различных условиях с анализом его поведения – для верификации ПО на разных этапах разработки, позволяя проверять систему в приближенных к реальным, или реальных условиях взаимодействия с аппаратурой и средой.
● Моделирование и прототипирование. На ранних стадиях разработки создаются модели и прототипы ПО для обнаружения ошибок и несоответствий до полной реализации системы, разрабатываются цифровые двойники
и симуляторы для тестирования ПО в безопасной среде.
● Символьное выполнение. Техника, при которой часть входных переменных представляется в символьном виде. Каждое символьное выполнение эквивалентно выполнению программы на наборе конкретных тестовых значений, что позволяет сократить количество тестов.
Верификация с учётом сценариев применения БАС.
Сценарии применения БАС определяют конкретные условия и задачи, для которых разрабатывается ПО. Верификация в этом контексте включает:
● Анализ требований к каждому сценарию. Требования детализируются с учётом особенностей применения (например, для доставки грузов, аэрофотосъёмки, мониторинга территорий). Проверяется, что ПО учитывает все необходимые параметры: ограничения по весу, скорости, высоте полёта, типу нагрузки и т.д.
● Тестирование в условиях, имитирующих реальные сценарии. Например, для БАС, используемых в сельском хозяйстве, могут моделироваться условия работы в пыльной среде, при высокой влажности или перепадах температур. Для транспортных БАС тестируется поведение системы при потере связи с оператором, отказе навигационных систем, столкновении с препятствиями.
● Проверка взаимодействия с внешними системами. Если БАС интегрируется с наземными станциями управления, системами навигации, коммуникационными сетями, верификация включает тестирование интерфейсов и протоколов взаимодействия.
● Анализ влияния сценариев на безопасность. Например, для БАС, работающих в городских условиях, критически важно проверить алгоритмы предотвращения столкновений и соблюдения правил воздушного движения. Для военных или промышленных БАС акцент делается на устойчивость к кибератакам и помехам.

Тема 3.6. Нормативно-правовая база для БВС в задачах разработки программного обеспечения БАС

Федеральные авиационные правила (ФАП), международные стандарты (ИКАО, JARUS, EASA), отечественные нормативно-правовые и нормативно-технические документы в отношении создания и применения БАС, разработки программного обеспечения встраиваемых систем, разработки безопасного программного обеспечения.

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой, 6 семестр.

Зачет оценивается по пятибалльной шкале:

- зачтено с оценкой «отлично» выставляется, если обучающийся имеет глубокие, исчерпывающие знания в объеме освоенной программы; знание основной (обязательной) литературы; дает правильные и уверенные ответы, свидетельствующие о наличии твердых знаний и навыков в использовании технических средств; полное, четкое, грамотное и логически стройное изложение материала; демонстрирует свободное применение теоретических знаний при анализе практических вопросов;
- зачтено с оценкой «хорошо» выставляется обучающемуся в случае соблюдения тех же требований, но наличии в ответе обучающегося по некоторым перечисленным показателям недостатков принципиального характера, что вызывает замечания или поправки преподавателя;
- зачтено с оценкой «удовлетворительно» выставляется обучающемуся в случае соблюдения тех же требований, но в случае наличия в ответе ошибок, необходимости существенной помощи в виде поправок и наводящих вопросов преподавателя;
- не зачтено («не удовлетворительно») – обучающийся не смог ответить на 2/3 вопросов; не справился с практическим заданием или выполнено менее 50 % практических заданий.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение в архитектуру

Контролируемые ИДК: УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3

Тема 1.1. Архитектура и смежные понятия

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что лучше всего описывает архитектуру системы в рамках курса?

1) Набор исходных кодов
2) Набор диаграмм без связи между ними
3) Согласованное описание структуры и взаимодействий системы через несколько представлений
4) Список оборудования

2. Зачем в курсе используются различные нотации при моделировании?

1) Для увеличения объёма отчёта
2) Каждая нотация описывает свой аспект системы и дополняет остальные
3) Потому что так требует стандарт языка программирования
4) Чтобы заменить требования

Тема 1.2. Паспорт системы интернета вещей

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что обязательно должно быть в паспорте системы интернета вещей?

1) Только список датчиков
2) Цель, границы, сценарии, данные/потоки, интеграции, НФТ и допущения
3) Только список протоколов
4) Только диаграмма C4

2. Какая формулировка НФТ наиболее корректна?

1) «Система должна быть быстрой»
2) «Система должна быть современной»
3) «Доставка команды управления ≤ 2 секунды при нормальной связи»
4) «Нужна безопасность»

3. Что относится к нефункциональным требованиям?

1) «Пользователь может посмотреть график»
2) «Система хранит телеметрию 12 месяцев»
3) «Устройство измеряет температуру»
4) «Приложение имеет кнопку»

4. Что такое граница системы в контексте кейса?

1) Размер шрифта в документе
2) Перечень библиотек
3) Разделение того, что входит в проектируемую систему, и того, что является внешним
4) Количество страниц отчёта

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разработка паспорта системы интернета вещей

Необходимо разработать паспорт системы интернета вещей в соответствии с заданием преподавателя.

Тема 1.3. Типовые потоки для моделирования системы интернета вещей

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какие типы потоков наиболее типичны для интернета вещей?

1) Только отчёты
2) Телеметрия, события, команды
3) Только обмен файлами
4) Только звонки

2. Что обычно отличает команду управления от телеметрии?

1) Команда всегда публичная
2) Команда требует контроля доступа и статуса/подтверждения выполнения
3) Команда не влияет на устройство
4) Команда всегда передаётся без сети

3. Какие минимальные поля чаще всего полезны в сообщении от устройства интернета вещей?

1) Цвет и шрифт
2) deviceId и timestamp

3) Текстовый слоган
4) Имя дизайнера

4. Что из перечисленного чаще относится к служебным потокам управления устройствами?

1) Список покупок
2) Регистрация и конфигурирование устройства
3) Публикация рекламы
4) Печать отчёта

Тема 1.4. Безопасность систем интернета вещей при проектировании

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что такое актив в модели угроз?

1) Любая диаграмма
2) То, что важно защитить
3) Любой протокол
4) Любая функция UI

2. Что означает trust boundary?

1) Граница аудитории
2) Место, где меняется уровень доверия и должны применяться дополнительные контроли
3) Поле в базе данных
4) Версия приложения

3. Какое требование безопасности сформулировано проверяемо?

1) «Система должна быть безопасной»
2) «Нужно шифрование»
3) «Команды требуют аутентификации и авторизации, все попытки логируются»
4) «Должно быть лучше, чем у конкурентов»

4. Что является назначением TLS на уровне архитектора?

1) Ускорение работы БД
2) Защищённый канал связи (конфиденциальность и целостность)
3) Замена авторизации
4) Отказ от журналирования

5. Зачем нужна подпись/проверка целостности OTA-обновления?

1) Для уменьшения размера прошивки
2) Чтобы устройство могло проверить подлинность и целостность обновления
3) Чтобы не нужен был gateway
4) Чтобы отключить шифрование

6. Какая мера непосредственно снижает риск несанкционированных команд устройству?

1) Отключить логи
2) Ввести авторизацию команд и аудит действий
3) Сделать один пароль на всех
4) Хранить ключи в открытом виде

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Построение модели угроз для системы интернета вещей

Необходимо построить модель угроз для системы интернета вещей в соответствии с заданием преподавателя и первой практической работой.

Раздел 2. Разработка архитектуры системы интернета вещей

Контролируемые ИДК: УК-2.3 УК-2.4 УК-2.5

Тема 2.1. Различные нотации при описании и построении архитектуры

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что показывает DFD Level 0?

1) Детальную структуру компонентов
2) Систему как один процесс и внешние сущности/потоки
3) Классы и методы
4) Таблицы БД

2. Какова основная цель DFD Level 1?

1) Описать UI
2) Декомпозировать систему на ключевые процессы, потоки и хранилища
3) Выбрать язык программирования
4) Описать сетевые VLAN

3. Что означает балансировка DFD?

1) Равенство числа стрелок
2) Согласованность входов/выходов между уровнями
3) Равенство числа компонентов
4) Использование одинаковых иконок

4. Что чаще всего отражают на DFD L2 для телеметрии?

1) Структуру меню приложения
2) Очередь или буфер, обработку ошибок
3) Цвет корпуса устройства
4) Список сотрудников

5. Какой элемент особенно важен для потока «команда на устройство»?

1) Только график температуры
2) Подтверждение/статус выполнения и журналирование
3) Только отчёт в PDF
4) Только имя пользователя без прав

6. Что в DFD является «хранилищем данных»?

1) Любой процесс
2) Место долговременного/временного хранения данных
3) Внешняя сущность
4) Пользователь

Тема 2.2. Использование нотаций для моделирования различных представлений архитектуры интернета вещей

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Зачем нужен переход от DFD к компонентной декомпозиции?

1) Чтобы отказаться от потоков
2) Чтобы назначить ответственность и определить состав подсистем/сервисов
3) Чтобы убрать требования безопасности

2. Что является признаком плохой декомпозиции на компоненты?

1) Компоненты разделены по слоям device/edge/cloud
2) Контракты описаны
3) Один компонент делает всё
4) Есть отдельный компонент управления устройствами

3. Что такое контракт интерфейса?

1) Название на диаграмме
2) Согласованный формат данных, назначение, владелец и правила использования интерфейса
3) Любая стрелка на DFD

4) Любое хранилище данных

4. Предоставляемый интерфейс в UML диаграмме компонентов означает:

1) Интерфейс, который компонент предоставляет другим
2) Интерфейс, который компонент требует от других
3) Конфигурацию сети
4) Любую таблицу БД

5. Требуемый интерфейс в UML диаграмме компонентов означает:

1) Интерфейс, который компонент предоставляет
2) Интерфейс, от которого компонент зависит (ему нужен)
3) Любую очередь
4) Любую роль пользователя

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Построение моделей для системы интернета вещей

Необходимо построить модели для системы интернета вещей в соответствии с заданием преподавателя и прошлыми практическими работами.

Тема 2.3. Документирование архитектуры

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что показывает модель C4 кровань Context (L1)?

1) Методы классов
2) Границы системы и взаимодействие с внешними акторами/системами
3) Детали протокола MQTT
4) Схему питания

2. Что показывает модель C4 уровень Container (L2)?

1) Только список пользователей
2) Крупные части системы и их связи
3) Только один компонент внутри сервиса
4) Только датчики

3. Что означает «согласовать модель C4 с DFD и UML»?

1) Использовать одинаковые цвета
2) Убедиться, что контейнеры/компоненты и связи C4 соответствуют потокам DFD и интерфейсам UML
3) Удалить одну из диаграмм
4) Переименовать всё одинаково

Раздел 3. Разработка программного обеспечения БАС

Контролируемые ИДК: УК-2.2 УК-2.4

Тема 3.4. Проектирование программного обеспечения БАС

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какие протоколы передачи данных используются для систем связи БАС?

1) VxWorks, RTEMS, SLAM
2) MQTT, MAVlink, UDP
3) Фурье, спектр, фильтр
4) Драйверы, библиотеки, сенсоры

2. Для чего в системах связи БАС применяется шифрование?

1) Для защиты передаваемой информации
2) Для увеличения разрешения сенсоров
3) Для построения активных сенсоров

4) Для замены алгоритмов навигации

3. Что означают SLAM-технологии в контексте БАС?

1) Спектральный анализ и модуляцию сигналов
2) Одновременную локализацию и картографирование
3) Планирование маршрута и разрешение конфликтов в воздушном пространстве
4) Фильтрацию данных и устранение шумов

4. Преобразование Фурье в БАС используется для…

1) устранения шумов и помех в данных
2) одновременной локализации и картографирования
3) анализа частотных характеристик сигналов
4) защиты передаваемой информации

5. Какие операционные системы реального времени указаны для БАС?

1) MQTT и MAVlink
2) VxWorks и Linux
3) VxWorks и RTEMS
4) RTEMS и Android

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

6 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 УК-2.4 УК-2.5

Вопросы/Задания:

1. В чём различие понятий «архитектура», «модель» и «схема» применительно к IoT-системам?

2. Зачем в проектировании IoT-системы нужны разные представления системы (DFD, UML Component, C4), какую задачу решает каждое?

3. Кто такие стейкхолдеры IoT-системы и какие типовые интересы они предъявляют к архитектуре?

4. Что должно входить в паспорт IoT-кейса и почему без этого нельзя корректно строить модели?

5. Что такое нефункциональные требования и приведите 5 примеров НФТ для IoT.

6. Опишите типовые слои IoT-архитектуры и роль каждого из них.

7. Назовите типовые потоки IoT-системы и поясните особенности.

8. Какие минимальные атрибуты полезно закладывать в сообщения IoT и зачем они нужны?

9. Что такое активы в модели угроз IoT? Приведите примеры.

10. Что такое граница доверия и как его учитывать при проектировании потоков данных?

11. Перечислите типовые угрозы/уязвимости IoT на уровне устройства и меры снижения риска.

12. Перечислите типовые угрозы и уязвимости на уровне сети или шлюза и меры снижения риска.

13. Перечислите типовые угрозы и уязвимости на облачном уровне и меры снижения риска.

14. Сформулируйте 5 проверяемых требований безопасности для команд управления устройством.

15. Объясните назначение TLS и mTLS на уровне архитектора без протокольных деталей.

16. Почему важно обеспечивать целостность и подлинность OTA-обновлений и где это отражать в архитектуре?

17. Что показывает DFD Level 0 и какие элементы на нём обязательны?

18. Что показывает DFD Level 1 и как выбрать процессы для декомпозиции IoT-системы?

19. Что означает балансировка DFD между уровнями и как проверить балансировку?

20. Опишите DFD Level 2 для телеметрии: ключевые этапы и точки устойчивости.

21. Опишите DFD Level 2 для команд управления: проверки, подтверждения, статусы, аудит.

22. Как в DFD отразить офлайн-режим и нестабильную связь?

23. Как выполнить переход от процессов DFD к компонентам системы?

24. Что такое ответственность компонента и как её?

25. Что такое контракт интерфейса и кто является владельцем контракта?

26. Что должен содержать каталог интерфейсов, чтобы его было достаточно для UML диаграммы компонентов?

27. Объясните понятия требуемый и предоставляемый интерфейсы в UML диаграмме компонентов.

28. Почему циклические зависимости компонентов нежелательны и как их выявлять и устранять?

29. Что описывают уровни модели C4 и как они соотносятся с DFD и UML?

30. Приведите 5 примеров архитектурных решений для IoT и покажите, чем они обосновываются.

31. Охарактеризуйте состав и назначение системного программного обеспечения БАС.

32. Как методы искусственного интеллекта применяются в БАС?

33. Зачем в БАС нужна цифровая обработка сигналов?

34. Опишите основные элементы систем связи БАС.

35. Какие вопросы охватывают алгоритмы управления и навигации БАС?

36. Как строятся и чем различаются активные и пассивные сенсорные системы БАС?

37. Как обрабатываются данные сенсоров для решения прикладных задач БАС?

38. Что включают прикладные разработки программного обеспечения БАС?

39. Как выбрать прикладной пакет программ для разработки ПО БАС?

40. Почему для БАС важно разрешение конфликтов в воздушном пространстве?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Цитман Т. О. Основы архитектурного проектирования: электронное учебное пособие / Т. О. Цитман. - Основы архитектурного проектирования - Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2019. - 174 с. - 978-5-93026-069-4. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/93082.html - Режим доступа: по подписке

2. Ковалёв М. А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие / М. А. Ковалёв, Д. Н. Овакимян. - Самара: Самарский университет, 2023. - 96 с. - 978-5-7883-2025-0. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/406664 - Режим доступа: по подписке

3. Ковалёв М. А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие / М. А. Ковалёв, Д. Н. Овакимян. - Самара: Самарский университет, 2024. - 96 с. - 978-5-7883-2031-1. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/480347 - Режим доступа: по подписке

4. Дымченко М. Е. Основы архитектурного проектирования. Макетирование: учебно-методическое пособие / М. Е. Дымченко. - Основы архитектурного проектирования. Макетирование - Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2018. - 86 с. - 978-5-7890-1536-0. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/118070.html - Режим доступа: по подписке

5. Гофман П. М. Промышленный интернет вещей. Компоненты полевого уровня: учебное пособие / П. М. Гофман, П. А. Кузнецов. - Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2022. - 176 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/330155 - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Практика применения Visual Paradigm для работы с нотациями UML при моделировании бизнес процессов: учебное пособие / Д. В. Шлаев, С. Г. Шматко, Ю. В. Орел, А. А. Сорокин. - Практика применения Visual Paradigm для работы с нотациями UML при моделировании бизнес процессов - Ставрополь: АГРУС, 2022. - 109 c. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/129600.html - Режим доступа: по подписке

2. Информационные процессы в технике : моделирование систем и объектов многофункциональных робототехнических комплексов беспилотной авиации. / ФГБУ науки. Ин-т проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН. / , А.В. Полтавский, С.С. Семёнов, А.А. Бурба, Зуи Фыонг Нгуен. - Изд. центр АО "ПСТМ", 2019.. - 407 - 978-5-6043195-1-2. - Текст: непосредственный.

3. Знаменская К. С. Организация и использование воздушного пространства при применении беспилотных авиационных систем: учебное пособие / К. С. Знаменская. - Ульяновск: УИ ГА, 2025. - 68 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/508749 - Режим доступа: по подписке

4. Беспилотные летательные аппараты / С. Н. Денисенко, А. Ю. Смирнов, А. М. Хрусталев, И. Г. Штеренберг. - Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2023. - 115 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/365894 - Режим доступа: по подписке

5. Бабич А. В. Введение в UML: учебное пособие / А. В. Бабич. - Введение в UML - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2022. - 198 c. - 978-5-4497-1637-8. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/120473.html - Режим доступа: по подписке

6. Самуйлов С. В. Объектно-ориентированное моделирование на основе UML: учебное пособие / С. В. Самуйлов. - Объектно-ориентированное моделирование на основе UML - Саратов: Вузовское образование, 2016. - 37 c. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/47277.html - Режим доступа: по подписке

7. Золкин А. Л. Проектирование и разработка систем управления беспилотных транспортных средств: учебное пособие для спо / А. Л. Золкин. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 152 с. - 978-5-507-52887-5. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/502483 - Режим доступа: по подписке

8. Фетисов В. С. Беспилотные авиационные системы: терминология, классификация, структура: учебное пособие для вузов / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 132 с. - 978-5-507-50513-5. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/441680 - Режим доступа: по подписке

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://www.elibrary.ru/ - НЭБ eLIBRARY
2. https://znanium.ru/ - Электронно-библиотечная система "Znanium"
3. https://e.lanbook.com/ - Электронная библиотечная система "Лань"
4. draw.io - сервис для создания диаграмм и визуальных схем
5. https://rusneb.ru/ - Национальная электронная библиотека (НЭБ)
6. https://www.iprbookshop.ru/ - IPR BOOKS

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс
Маркерная доска - 0 шт.
Моноблок - 64 шт.
Проектор - 4 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется методическими рекомендациями по дисциплине.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.