



Сибирский государственный
университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева

Тема ВКР: «Разработка универсального комплекта IoT для автоматизированного управления водоснабжением в многоквартирных домах»

Автор: Костюк Станислав Владимирович
студент группы БПЦ21-01

Руководитель ВКР: Юферова Н. Ю. доцент
ИЭС

Актуальность

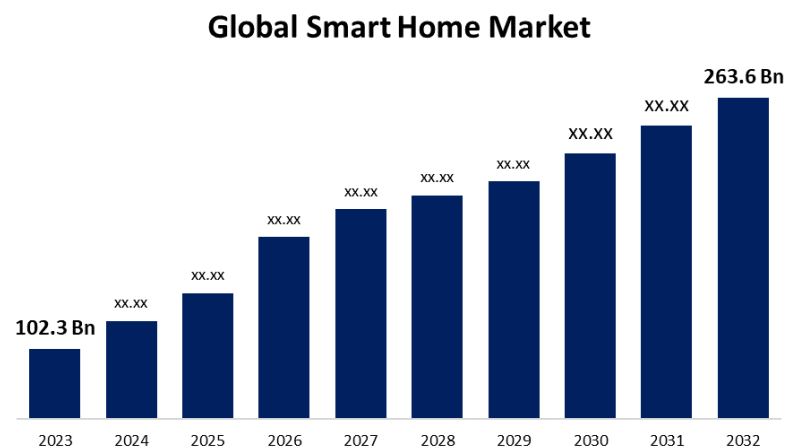
- Многоквартирные дома – основа городского жилья
- Растущая потребность в модернизации
- Цифровизация – глобальный тренд
- Особенно востребованы решения для - Автоматизации управления ресурсами, повышения прозрачности и эффективности ЖКХ.

Разработка IoT-систем для МКД соответствует:

- Запросам жителей на комфорт и экономию.
- Трендам цифровизации городской инфраструктуры.
- Стратегическим задачам энергосбережения.

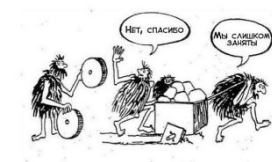
Стейкхолдеры:

- Жильцы МКД
- Управляющие компании
- Ресурсоснабжающие организации
- Муниципальные власти
- Производители IoT-оборудования
- Государственные институты



Проблемы

- Устаревшая инфраструктура
- Неэффективный контроль
- Отсутствие автоматизации
- Финансовые и технические проблемы
- Безопасность и модернизация



Вывод:

Требуется IoT-решение для автоматизации мониторинга и управления



Цели и задачи

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка универсального комплекта IoT-устройств, направленных на автоматизацию и мониторинг водоснабжения.

Задачи:

- Аналитический этап.
- Разработка архитектуры.
- Техническая реализация.
- Адаптация под инфраструктуру.
- Тестирование и внедрение.
- Экономическое обоснование.



Сравнительный анализ решений, представленных на рынке

Критерий	Готовые решения (Kamstrup, Itron)	Open-source платформы (FIWARE)	Наше решение
Точность мониторинга	±0,5% (сертифицированные)	±1,5-2% (универсальные)	±0,3- 0,7% (оптимизированные)
Частота обновления	1 раз/час	1 раз/15 мин	От 1 раза/мин (адаптивная)
Автономность	8-10 лет	3-5 лет	5-15 лет (гибридное питание)
Сложность внедрения	Под ключ (жесткие требования)	Требует доработок	Гибкая поэтапная реализация
Стоимость (ТСО 5 лет)	120-150 руб/м²/год	60-80 руб/м²/год	90-110 руб/м²/год
Интеграция	Ограниченный API	Открытые протоколы	Любые интерфейсы
Масштабируемость	В рамках экосистемы	С ростом сложности	Оптимально под объект

Ключевые преимущества:

- Технологичность
- Экономическая выгода
- Юридическое соответствие
- Функциональное превосходство



Требования к системе

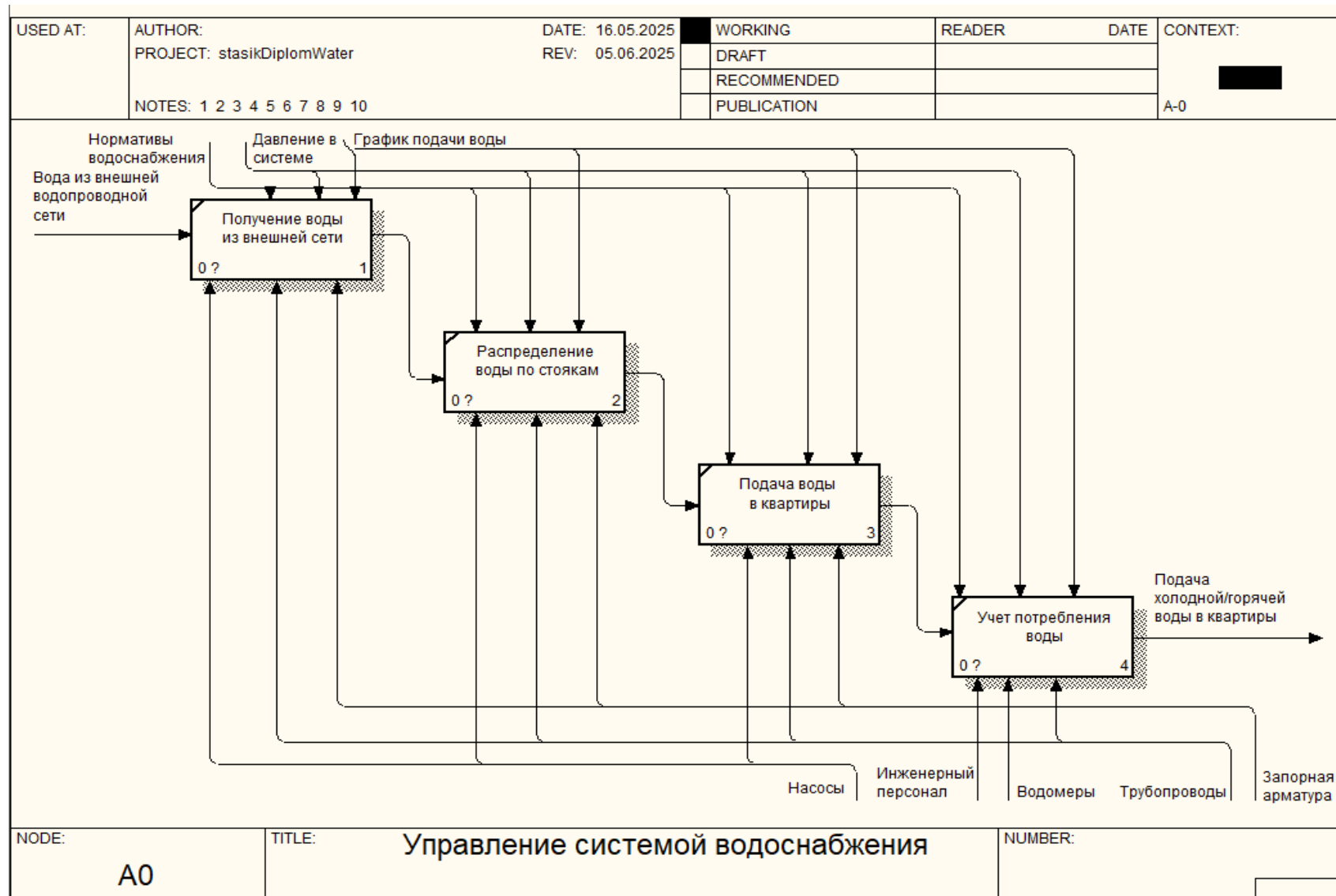
- Безопасность.
- Энергоэффективность.
- Экономическая оправданность.
- Масштабируемость
- Удобство использования
- Совместимость
- Надежность
- Функциональность
- Соответствие нормативам





Описание системы водоснабжения в многоквартирных домах в нотации IDEF0

Архитектура системы управления водоснабжением



Декомпозиция описания системы водоснабжения в многоквартирных домах
в нотации IDEF0



Выбор аппаратного обеспечения



Хаб Яндекса для устройств



Беспроводной датчик *Ujin Aqua-sense*



Контроллер протечки *Ujin Aqua*



Мультисенсор *Ujin Pulse*



Шаровый кран с электроприводом *Ujin Aqua-drive*

Подобранное оборудование обеспечивает высокую надежность, энергоэффективность и совместимость с существующей инфраструктурой МКД.

Ключевые преимущества:

- Оптимальная стоимость
- Масштабируемость
- Соответствие российским стандартам
- Минимальные затраты на обслуживание



Выбор программного обеспечения

Категория	Выбранное решение	Преимущества	Альтернативы
СУБД	PostgreSQL	Поддержка временных рядов, масштабируемость, расширения (TimescaleDB)	MySQL, MongoDB
ОС сервера	Linux (CentOS/Debian)	Бесплатность, стабильность, работа 24/7	Windows Server
Бухгалтерия/учет	1С:Предприятие	Глубокая интеграция с ЖКХ-учетом, гибкость доработок	СБИС, ГИС ЖКХ
Аналитика и отчеты	Excel / LibreOffice Calc	Доступность, простота интеграции с 1С	Power BI, QlikView
Уведомления	Telegram / WhatsApp API	Бесплатность, удобный API, высокая доступность	SMS-рассылки
Криптозащита	КриптоПРО	Совместимость с ГОСТ, сертификация для госструктур	СБИС, Диадок

Ключевые критерии выбора:

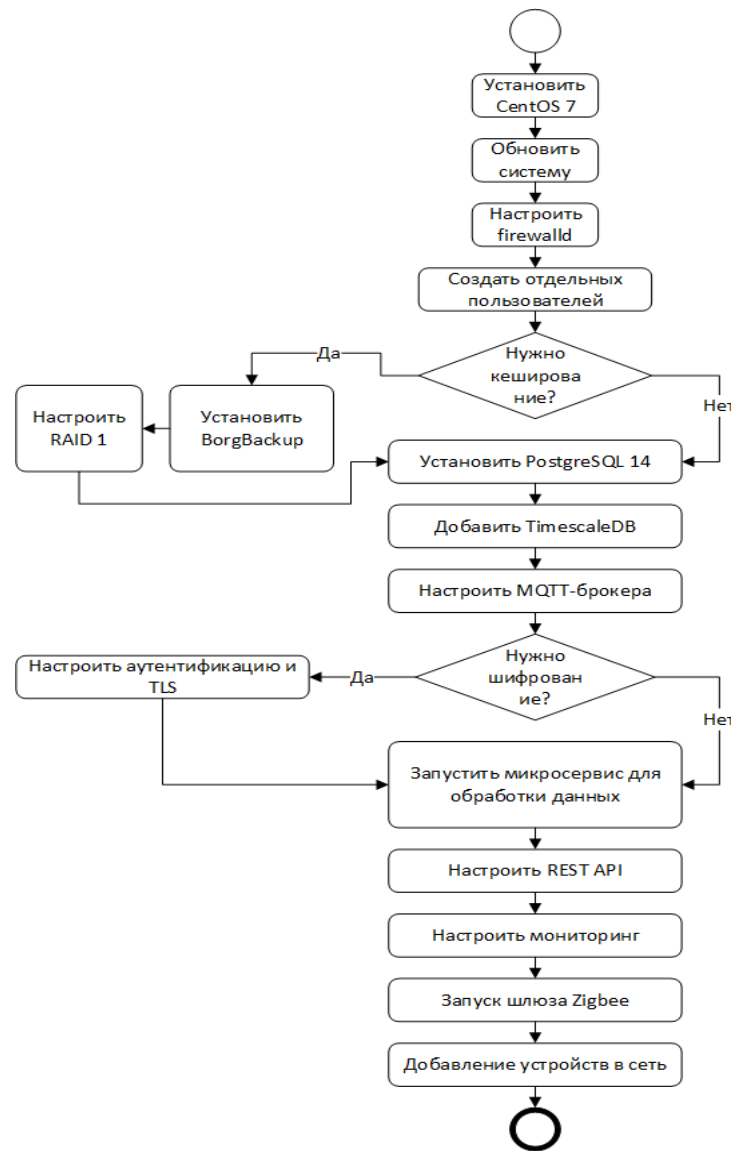
- Надежность
- Интеграция
- Экономичность
- Соответствие стандартам

Вывод:

Подбор ПО обеспечивает оптимальный баланс между функциональностью, стоимостью и совместимостью с инфраструктурой ЖКХ.



Настройка программной части системы



Инструкция по настройке серверной платформы для сбора, обработки, хранения данных и передачи данных между IoT-устройствами

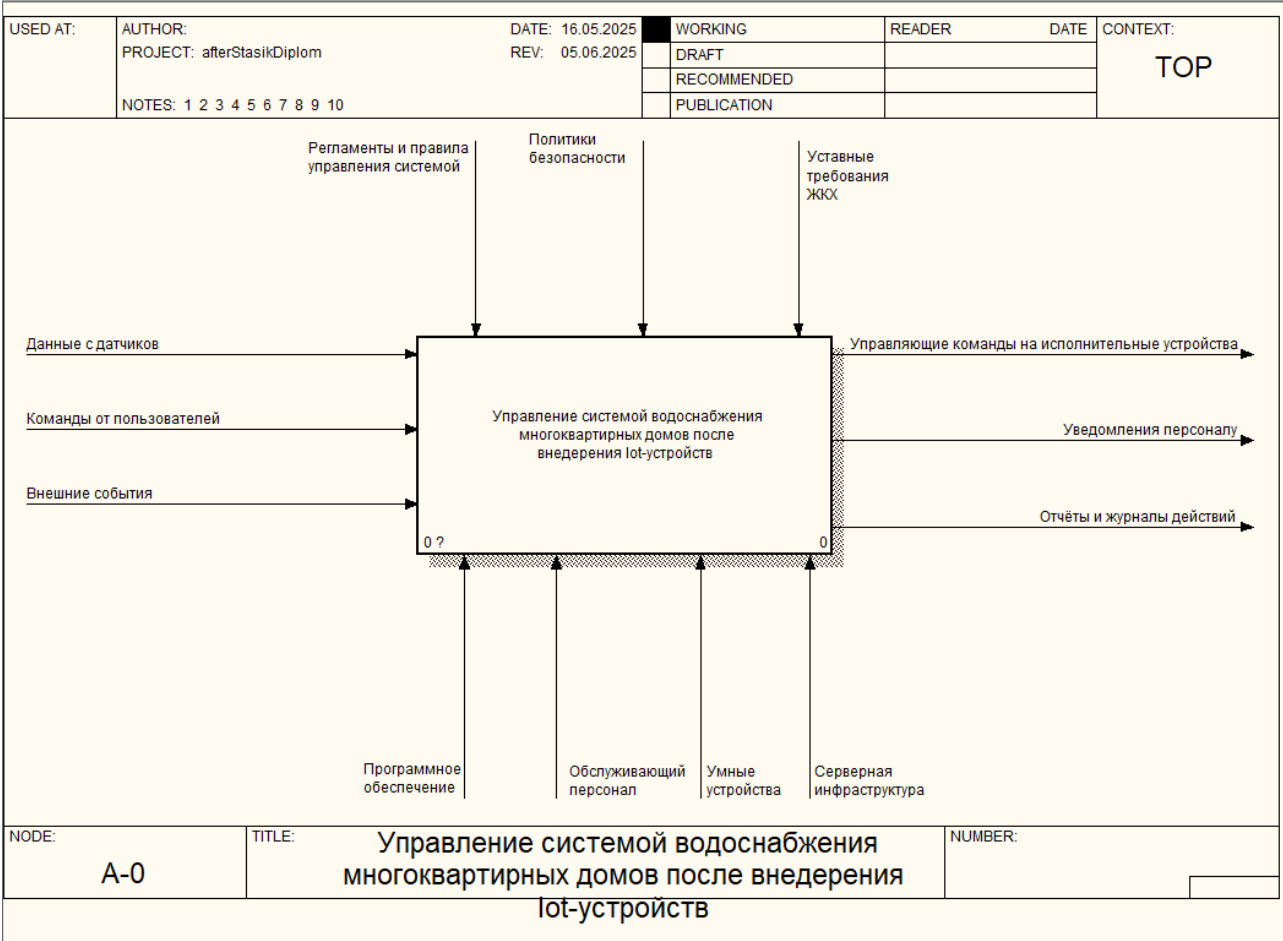


Интеграция IoT-решения с внешними сервисами

- **Устройства Ujin (Zigbee):**
Aqua-sense, Aqua-drive, Pulse — фиксируют протечки, температуру, перекрытие воды.
- **Шлюз Zigbee → MQTT:**
Zigbee2MQTT передаёт данные в Mosquitto-брокер.
- **Linux-сервер (Debian/CentOS):**
Обработчик (скрипт) подписан на MQTT, события пишутся в PostgreSQL.
- **PostgreSQL (БД):**
Хранение логов, статусов устройств, аналитики.
- **1С:Предприятие:**
Через ODBC/API получает данные, формирует отчёты, акты.
- **Excel / LibreOffice Calc:**
Просмотр и экспорт логов/таблиц.
- **Telegram / WhatsApp API:**
Автоуведомления диспетчерам/жителям при протечках и авариях.
- **КриптоПРО:**
Подпись отчётов, актов, защита данных.

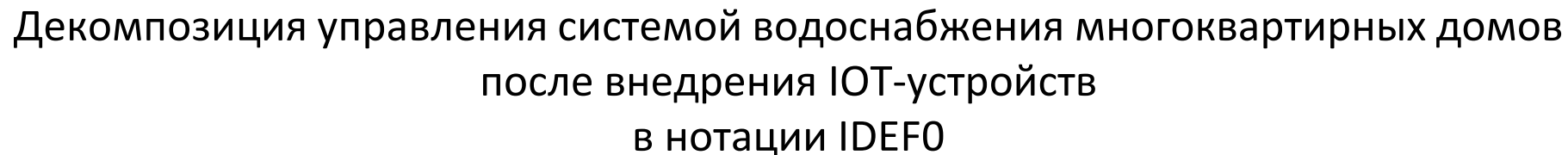


Система водоснабжения многоквартирных домов после внедрения IoT-устройств



Система водоснабжения многоквартирных домов после внедрения IoT-устройств
в нотации IDEF0





Экономическая эффективность IoT-решения

1. Финансовые показатели

- Капитальные затраты (CAPEX): 710 тыс. руб. на 100-квартирный дом
- Эксплуатационные расходы (ОРЕХ): 80 тыс. руб./год

2. Годовая экономия: 450 тыс. руб.

3. Окупаемость и доходность - 1 год 11 месяцев

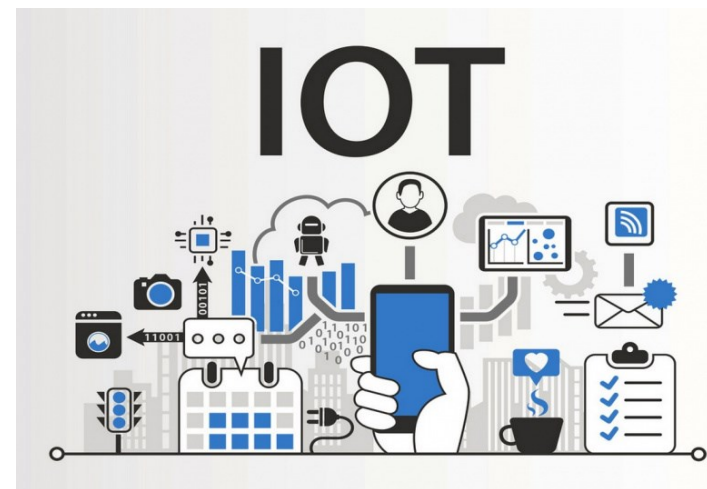
4. Операционная эффективность - Скорость обнаружения утечек: с 48 часов → до 15 минут

5. Эффект масштабирования (на 100 домов) - Экономия воды: 75 000 м³/год

Вывод:

Решение **окупается менее чем за 2 года** и обеспечивает:

- **Снижение затрат** УК на воду и обслуживание
- **Повышение прозрачности** для жителей
- **Масштабируемость** под задачи «умного города»



Анализ эксплуатационных рисков и надёжности

1. Ключевые риски и решения:

- Кибербезопасность.
- Физические угрозы.
- Отказоустойчивость.

2. Тестирование и показатели:

- Испытания.
- Надежность.

3. Организационные меры.

4. Инструменты контроля:

- Мониторинг.
- Тестирование.
- Документация.



Вывод:

Система соответствует **ГОСТ и ФЗ-152** и обеспечивает: защиту от кибератак, работу в экстремальных условиях, минимальные простои



Результаты работы

Достигнутая цель – Разработка универсального комплекта IoT-устройств для автоматизированного управления водоснабжением в многоквартирных домах.

Выполненные задачи:

1. Аналитический этап
2. Разработка архитектуры
3. Техническая реализация
4. Адаптация под инфраструктуру
5. Тестирование и внедрение
6. Экономическое обоснование



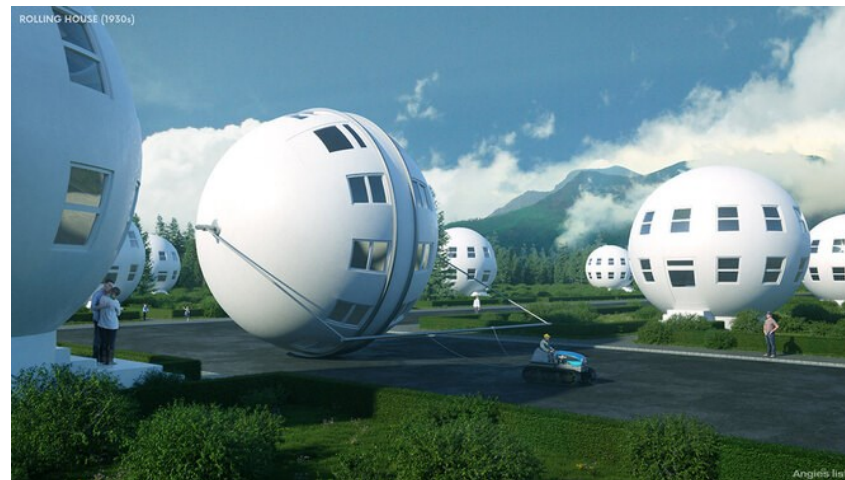
Перспективы масштабирования и повторного применения на других объектах

- **Применение:** МКД, общественные и промышленные здания, коттеджные посёлки
- **Интеграция:** инженерные системы, экосистемы «умного дома», ГИС ЖКХ
- **Технологии:** цифровые двойники, AI-аналитика, блокчейн
- **Масштаб:** поддержка 10 000+ устройств, адаптация к климату, тиражирование
- **Эффект:** экономия до 75 000 м³ воды/год, - 70% аварийных затрат, 90% процессов — в автомате

Вывод:

Решение служит универсальной платформой для:

- **Цифровизации ЖКХ**
- **Создания инфраструктуры «умного города»**
- **Перехода на ресурсосберегающие технологии**





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ