



## Проект «Зеркальные лаборатории»



**«Разработка киберфизической роботизированной платформы для проксимального зондирования и мониторинга болезней и развития растений в условиях интенсивного садоводства»**

**Отчет за 2 год**

**Участники:** НИУ ВШЭ  
ТГТУ

**Руководители:** Кучерявый Е.А. (от НИУ ВШЭ)  
Балабанов П.В. (от ТГТУ)



## Цель проекта

**Повышение эффективности выявления фитозаболеваний плодовых растений в интенсивном саду за счет совместного применения технологий проксимального зондирования и интернета вещей**

## Задачи проекта

- анализ гиперспектральных данных и разработка оптимальной модели прогнозирования наличия вредителей и болезней в садоводческих культурах с использованием результатов проксимального зондирования;
- разработка системы комбинированной навигации и управления движением роботизированной платформой в условиях интенсивного сада.
- разработка аппаратного и программного обеспечений роботизированной платформы для картографирования интенсивного сада с размещением визуальной информации на карте о состоянии растений;
- разработка и дальнейшая оптимизация программной модели аппаратно-программного блока с поддержкой нескольких радиотехнологий с заданными характеристиками;
- разработка протоколов и алгоритмов динамического переключения и распределения нагрузки между радиотехнологиями в зависимости от их текущего состояния;
- реализация прототипа программно-аппаратного блока и соответствующих протоколов, алгоритмов и единой логики управления.



## План работ совместного научного исследования на 2022г.

Содержание выполняемых работ	Планируемые результаты совместного научного исследования и работ	Срок исполнения	Средства Университета (тыс. руб.)	Средства Партнера (тыс. руб.)
<p>Перечень работ, выполняемых за счет средств Университета</p> <p>Разработка способа динамического переключения и распределения нагрузки между радиотехнологиями.</p>	<p>Протоколы и алгоритмы динамического переключения и распределения нагрузки между радиотехнологиями в зависимости от их текущего состояния</p>	01.01.2022 - 31.12.2022	1500	
<p>Перечень работ, выполняемых за счет Партнера:</p> <p>Разработка системы комбинированной навигации и управления движением роботизированной платформой в условиях интенсивного сада</p>	<p>Программное обеспечение для комбинированной навигации и управления движением роботизированной платформой в условиях интенсивного сада, охранный документ</p>		1500	



## Выполнение показателей эффективности за 2022 год

№	Показатель эффективности (перечень соответствует перечню в Приложении 1 Соглашения)	2022 (план)	2022 (факт)	Комментарий
1	Количество совместных публикаций штатных работников научного подразделения НИУ ВШЭ и штатных работников научного подразделения Университета – партнера с указанием списка журналов (в порядке приоритетности), где планируется опубликовать результаты исследований	2	1	Zhiqiang, W.; Balabanov, P.; Muromtsev, D.; Ushakov, I.; Divin, A.; Egorov, A.; Zhirkova, A.; Kucheryavii, Y. A System for the Direct Monitoring of Biological Objects in an Ecologically Balanced Zone. Drones 2023, 7, 33. <a href="https://doi.org/10.3390/drones7010033">https://doi.org/10.3390/drones7010033</a> . (Scopus QI, импакт 5,532).
2	Количество студентов и аспирантов НИУ ВШЭ и Университета-партнера, вовлеченных в проектную научную деятельность в рамках совместного научного исследования	8	8	Бакалавр НИУ ВШЭ: 3 Аспирант НИУ ВШЭ: 3 Аспирант ТГТУ: 3



## Выполнение показателей эффективности за 2022 год (продолжение)

№	Показатель эффективности (перечень соответствует перечню в Приложении 1 Соглашения)	2022 (план)	2022 (факт)	Комментарий
3	Количество баз данных, созданных по итогам совместного научного исследования	1	0	База данных создана в прошлом году. Гиперспектральные изображения (спектрограммы в диапазоне 400..1000 нм) яблок сортов «Имрус», «Орловское», «Спартан»
4	Количество совместных научных проектов, мониторинговых исследований, экспериментов (и иные виды совместной деятельности), проведенных по итогам совместного научного исследования	2	2	Испытания системы визуальной навигации роботизированной платформы (2 протокола)



## Выполнение показателей эффективности за 2022 год (продолжение)

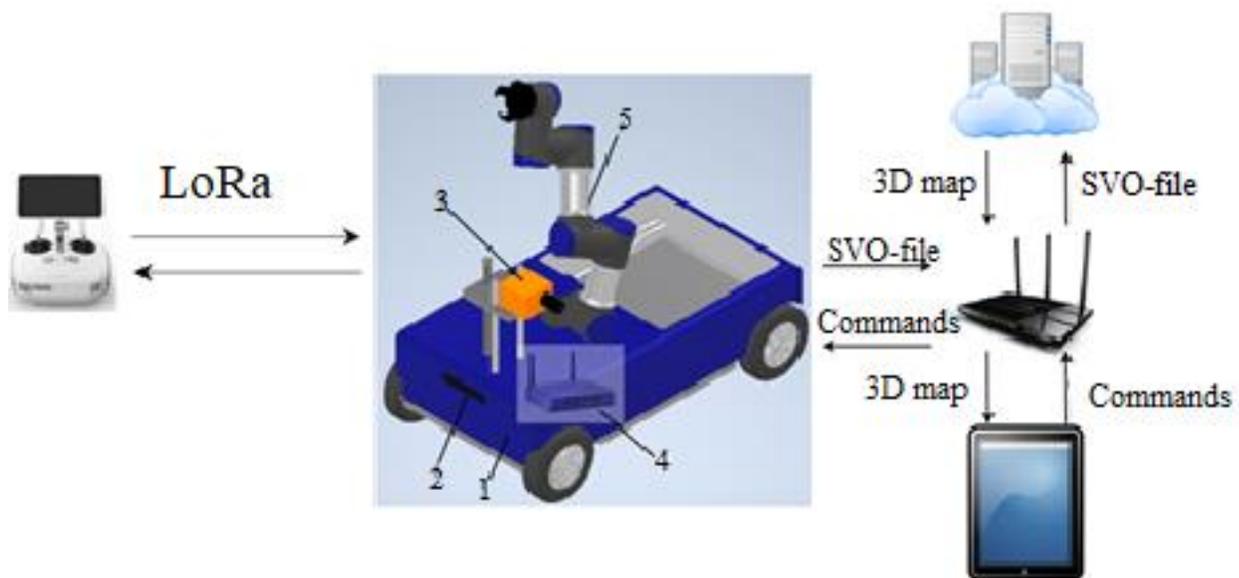
No	Показатель эффективности (перечень соответствует перечню в Приложении 1 Соглашения)	2022 (план)	2022 (факт)	Комментарий
5	Количество научных мероприятий, проведенных в рамках совместного научного исследования (симпозиумы и воркшопы, лекции приглашенных зарубежных ученых)	3	3	Онлайн-семинар по теме «Мобильные робототехнические системы в сельском хозяйстве» Онлайн-семинар по теме «Радиотехнологии в робототехнических системах» Онлайн-семинар по теме «Разработка мобильных робототехнических систем для нужд АПК»



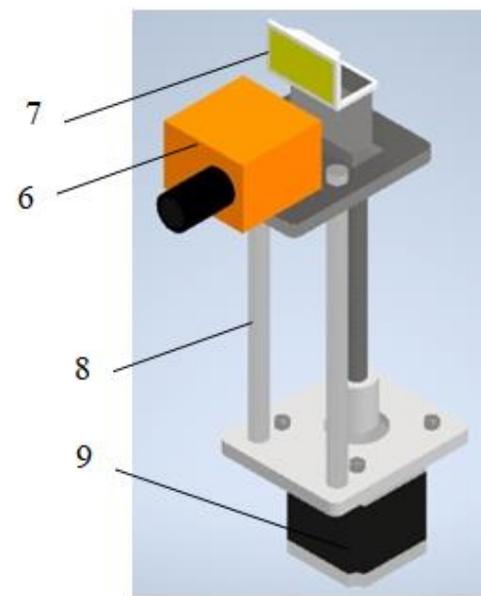
## Выполнение показателей эффективности за 2022 год (продолжение)

№	Показатель эффективности (перечень соответствует перечню в Приложении 1 Соглашения)	2022 (план)	2022 (факт)	Комментарий
6	Количество стажировок работников, студентов, аспирантов НИУ ВШЭ в Университете – партнере и работников, студентов, аспирантов Университета – партнера в НИУ ВШЭ	2	2	Онлайн-стажировка по теме: «Обзор задач и методов машинного обучения» Онлайн-стажировка по теме: «Разработка и дизайн систем устойчивой связи для приложений промышленного интернета вещей»
7	Количество патентов (заявок), поданных на регистрацию по итогам совместного научного исследования	1	1	Получено свидетельство на регистрацию РИД

## Система проксимального мониторинга яблоневого сада

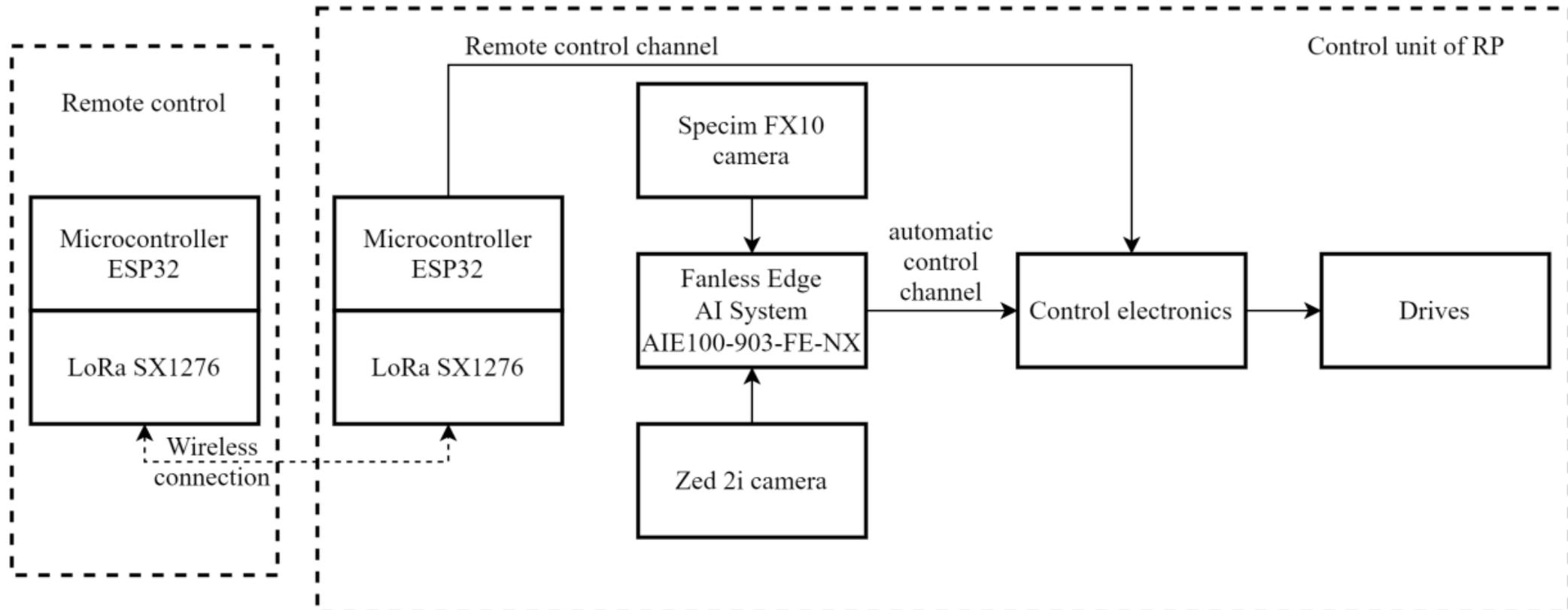


**Структурная схема системы проксимального мониторинга яблоневого сада**



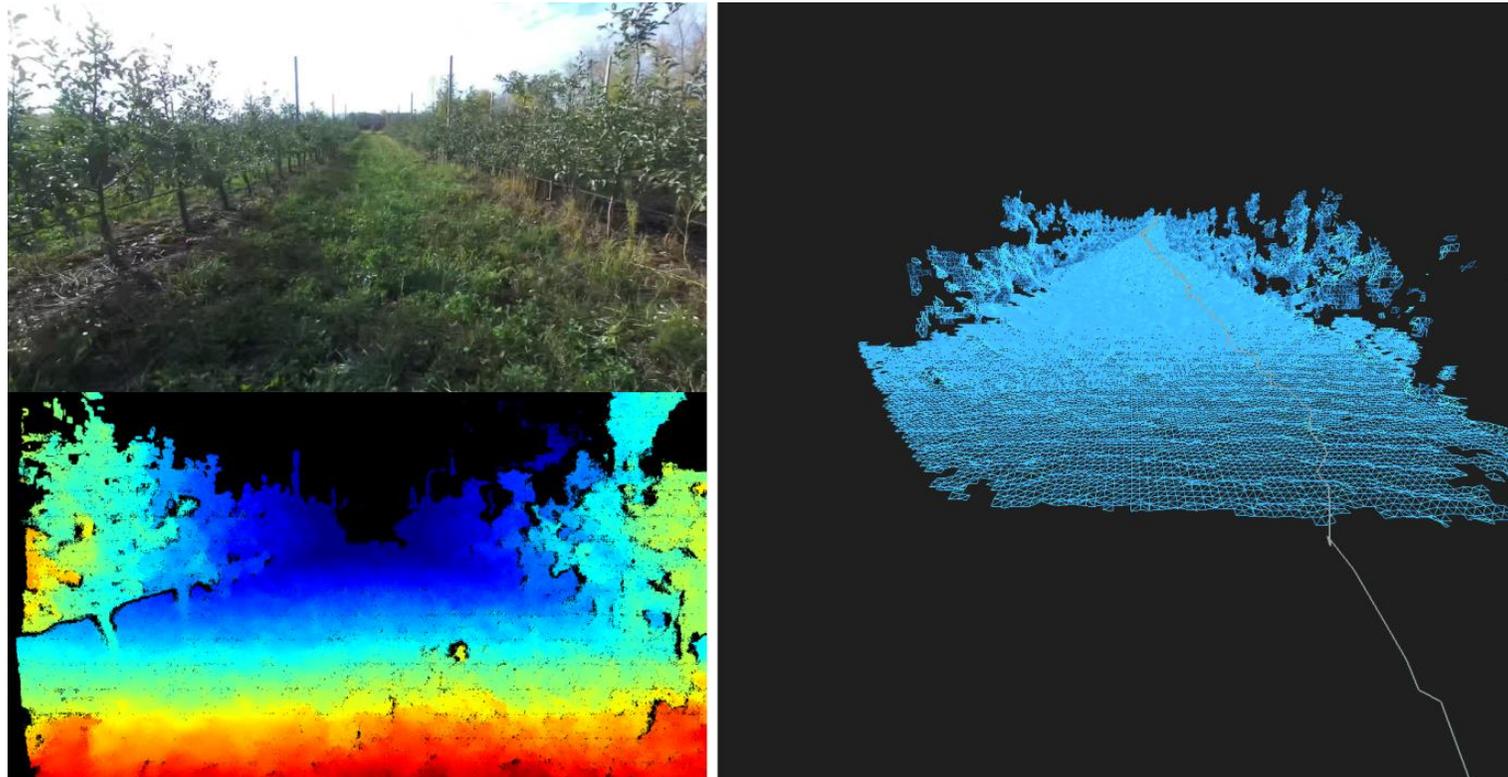
**Система гиперспектрального контроля**

## Структурная схема системы управления RP



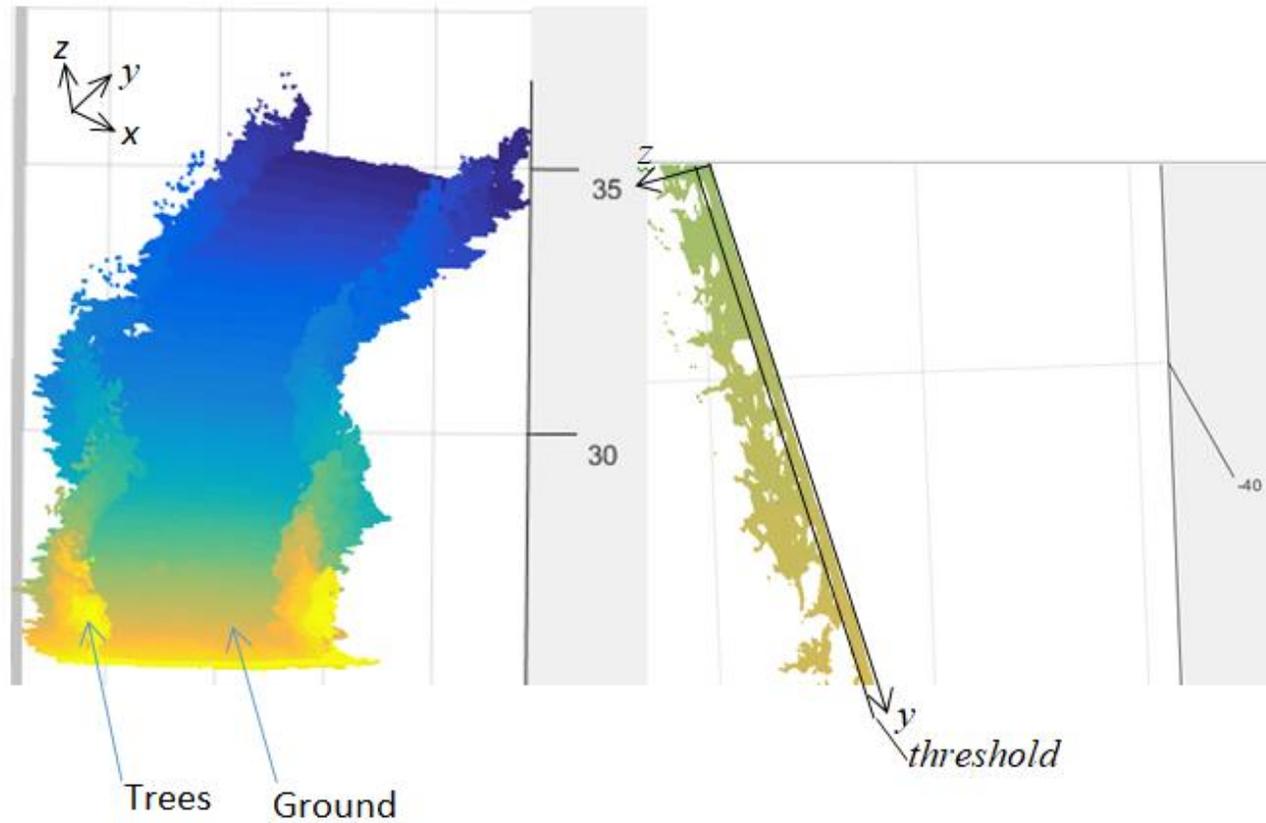


## Результаты построения 3D и 2D карт сада



Изображение фрагмента сада и карта глубины

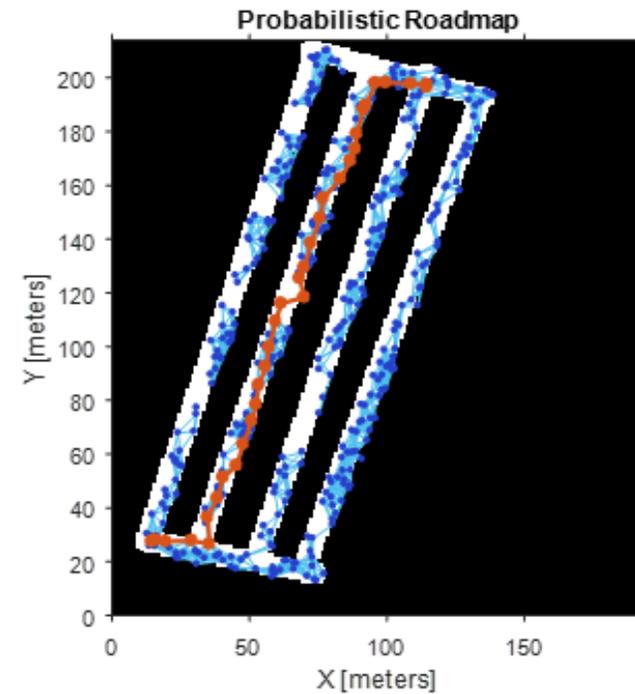
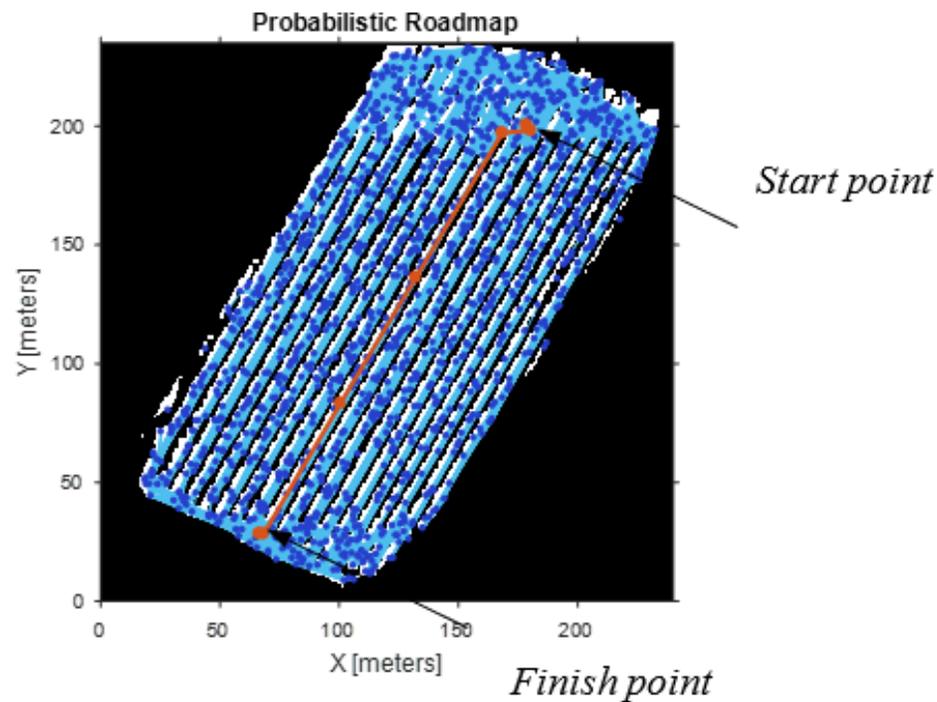
## Результаты построения 3D и 2D карт сада (продолжение)



Пример преобразования 3D карты в 2D карту

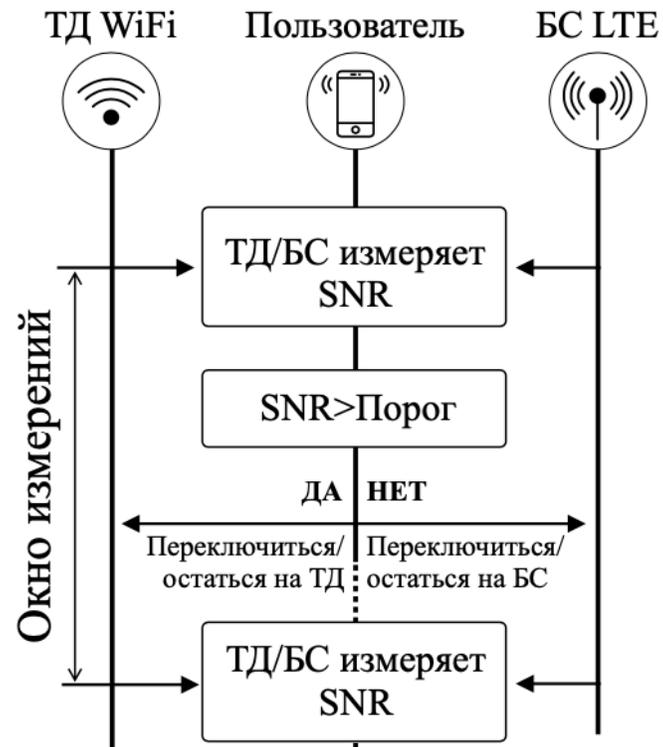


## Результаты построения 3D и 2D карт сада (продолжение)



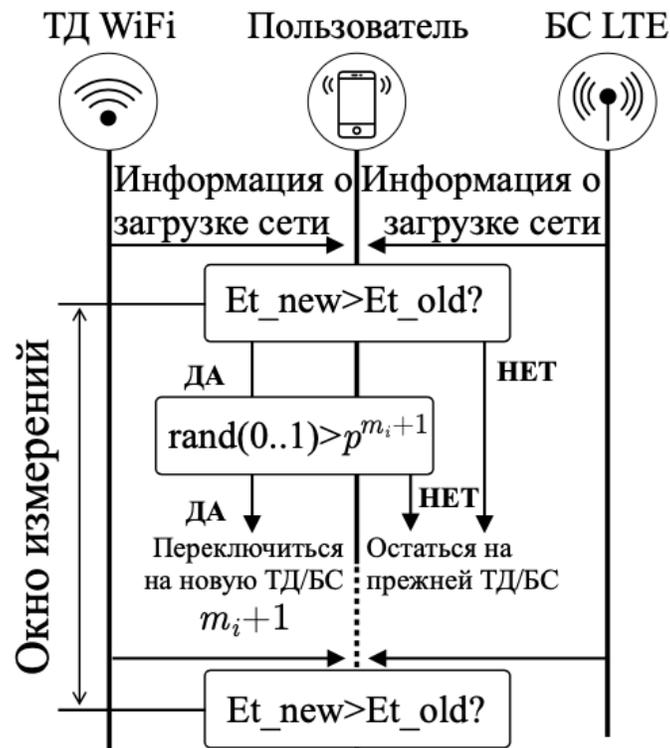
2D карта сада

## Алгоритм динамического переключения и распределения нагрузки



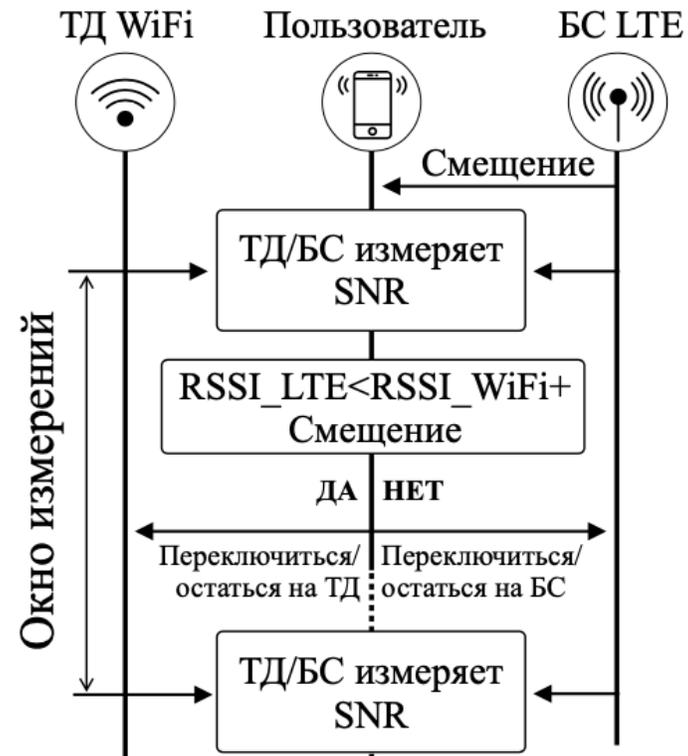
Алгоритм выбора сети доступа с SNR порогом

## Алгоритм динамического переключения и распределения нагрузки (продолжение)



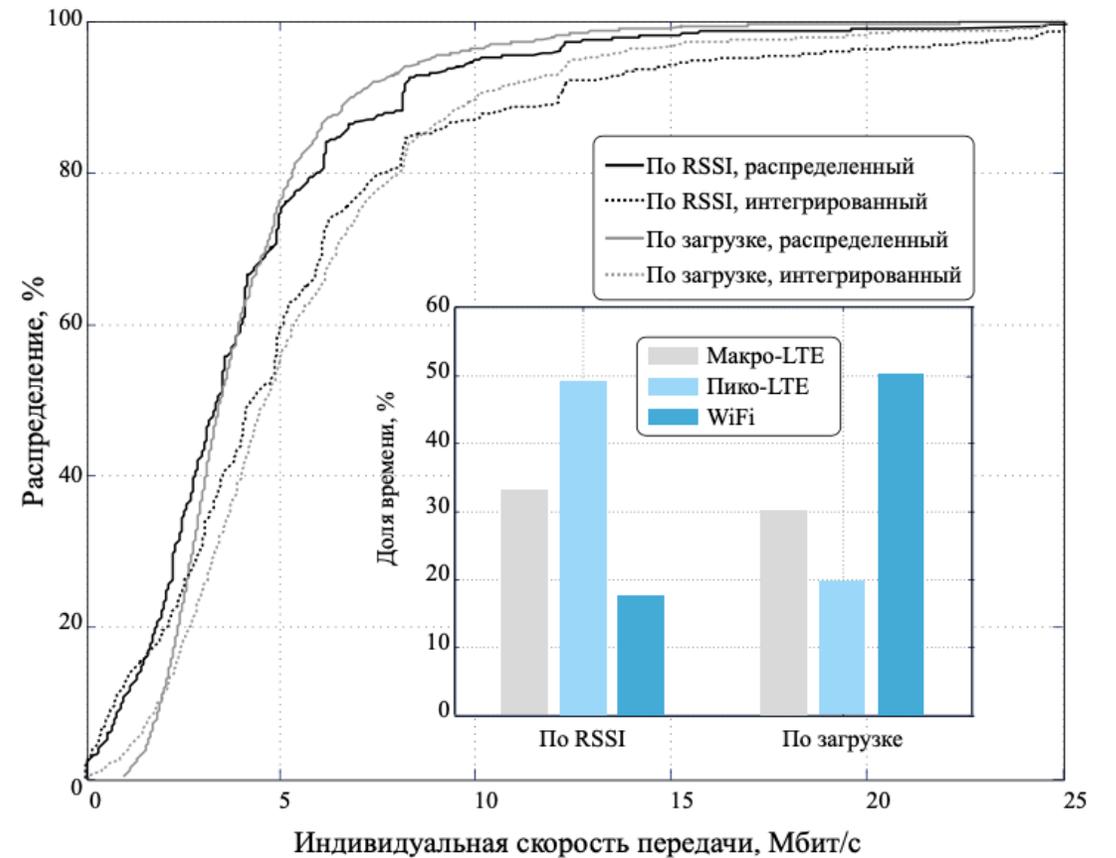
Алгоритм случайного выбора сети доступа

## Алгоритм динамического переключения и распределения нагрузки (продолжение)



Алгоритм случайного выбора сети доступа с гистерезисом

## Сравнительный анализ алгоритмов





## Проект «Зеркальные лаборатории»



**«Разработка киберфизической роботизированной платформы для проксимального зондирования и мониторинга болезней и развития растений в условиях интенсивного садоводства»**

**Отчет за 2 год**

**Участники:** НИУ ВШЭ  
ТГТУ

**Руководители:** Кучерявый Е.А. (от НИУ ВШЭ)  
Балабанов П.В. (от ТГТУ)