



## Проект «Зеркальные лаборатории»



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

**Отчет за 1 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 2021г.

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 технического задания. Разработка структуры приемопередающего блока с поддержкой нескольких радиотехнологий.</p> <p>Моделирование функционирования аппаратно-программного блока с поддержкой нескольких радиотехнологий.</p>	<p>Модель аппаратно-программного блока с поддержкой нескольких радиотехнологий с заданными характеристиками</p>	<p>01.09.2021 - 31.12.2021</p>	<p>1500</p>	
<p>Перечень работ, выполняемых за счет Партнера:</p> <p>Сбор и анализ гиперспектральных данных и разработка оптимальной модели прогнозирования наличия вредителей и болезней в садоводческих культурах с использованием результатов проксимального зондирования</p>	<p>База данных гиперспектральных изображений яблок.</p> <p>Дискриминантная модель для прогнозирования класса объекта контроля. Программа для эвм по обработке гиперспектральных изображений, охранный документ</p>	<p>(Соглашение подписано 07.10.2021г.)</p>		<p>1500</p>



## Выполнение показателей эффективности за 2021 год

№	Показатель эффективности (перечень соответствует перечню в Приложении 1 Соглашения)	2021 (план)	2021 (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	1	1	Статья направлена на публикацию в журнал: Computers and Electronics in Agriculture (Q1)
2	Количество студентов и аспирантов НИУ ВШЭ и Университета-партнера, вовлеченных в проектную научную деятельность в рамках совместного научного исследования	7	8	Бакалавр НИУ ВШЭ: 2 Магистр НИУ ВШЭ: 0 Аспирант НИУ ВШЭ: 3 Бакалавр ТГТУ: 0 Магистр ТГТУ: 2 Аспирант ТГТУ: 1



## Выполнение показателей эффективности за 2021 год (продолжение)

№	Показатель эффективности (перечень соответствует перечню в Приложении 1 Соглашения)	2021 (план)	2021 (факт)	Комментарий
3	Количество баз данных, созданных по итогам совместного научного исследования	0	1	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	1	1	Измерения спектров отражения (спектрограмм) участков поверхности объектов контроля. Оформлен совместный протокол испытаний.

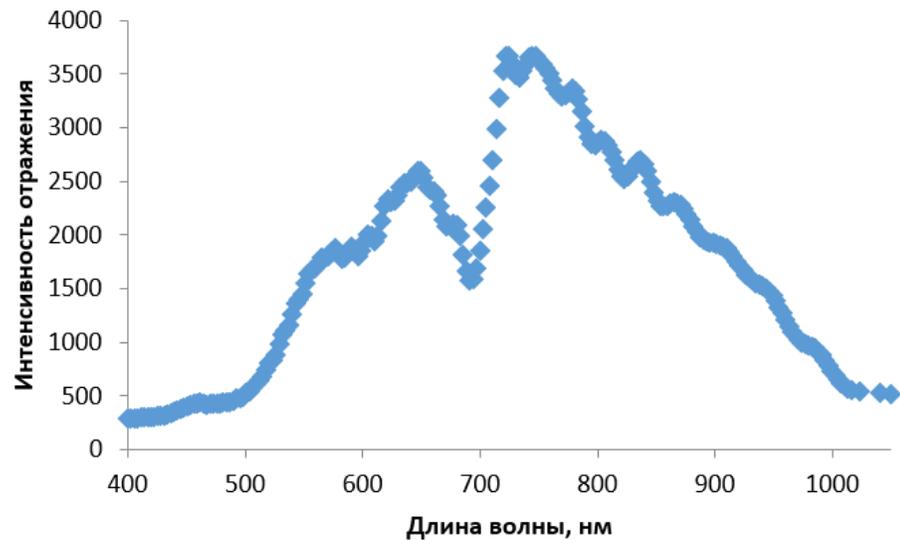


## Выполнение показателей эффективности за 2021 год (продолжение)

№	Показатель эффективности (перечень соответствует перечню в Приложении 1 Соглашения)	2021 (план)	2021 (факт)	Комментарий
5	Количество научных мероприятий, проведенных в рамках совместного научного исследования (симпозиумы и воркшопы, лекции приглашенных зарубежных ученых)	1	0	Проведено мероприятие «Международная теплофизическая школа "Теплофизика и информационные технологии"», без приказа
6	Количество стажировок работников, студентов, аспирантов НИУ ВШЭ в Университете – партнере и работников, студентов, аспирантов Университета – партнера в НИУ ВШЭ	0	0	
7	Количество патентов (заявок), поданных на регистрацию по итогам совместного научного исследования	0	1	Заявка на регистрацию базы данных. Заявка находится на согласовании в НИУ ВШЭ



## Сбор гиперспектральных данных



Пример спектрограммы яблока

### Пример числового представления спектрограммы

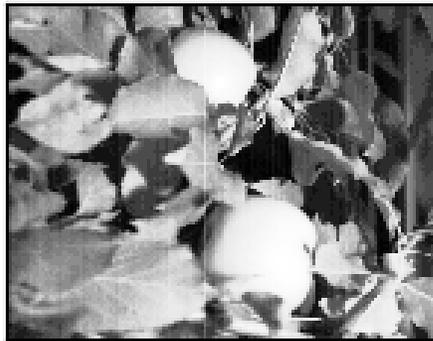
№	Длина волны, нм												метк
	400	403	406	408	411	414	417	420	422	425	....	1050	a
1	288	289	292	296	298	302	308	308	307	314	....	321	7

## Анализ гиперспектральных данных

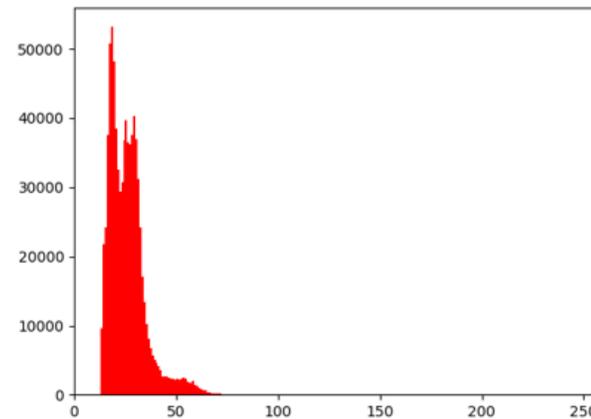
Original Image



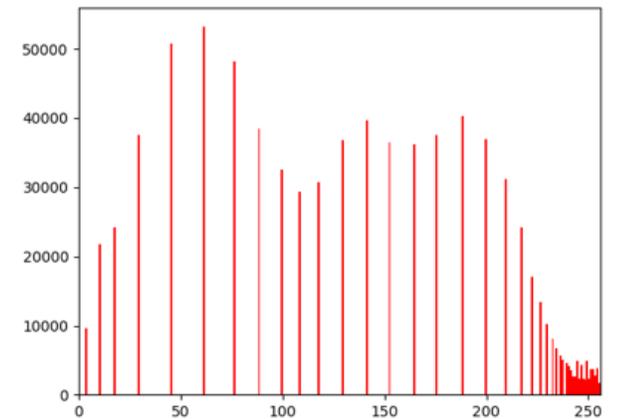
The result of CLAHE



Изображение части кроны яблони с плодами



а



б

Гистограммы изображения части кроны яблони с плодами: а – исходное изображение; б – результат применения метода CLAHE

## Анализ гиперспектральных данных

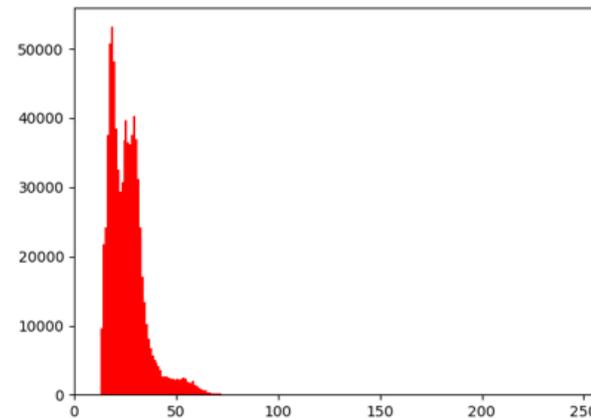
Original Image



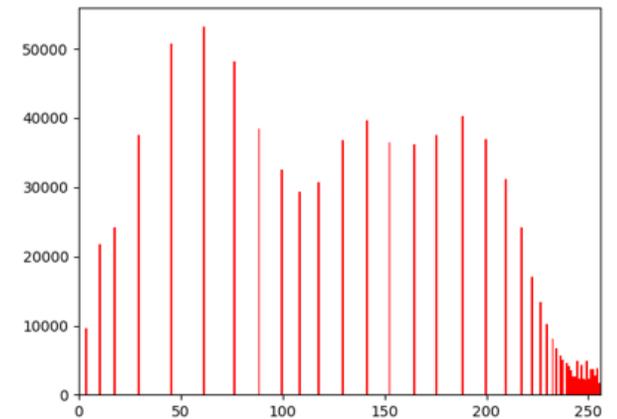
The result of CLAHE



Изображение части кроны яблони с плодами



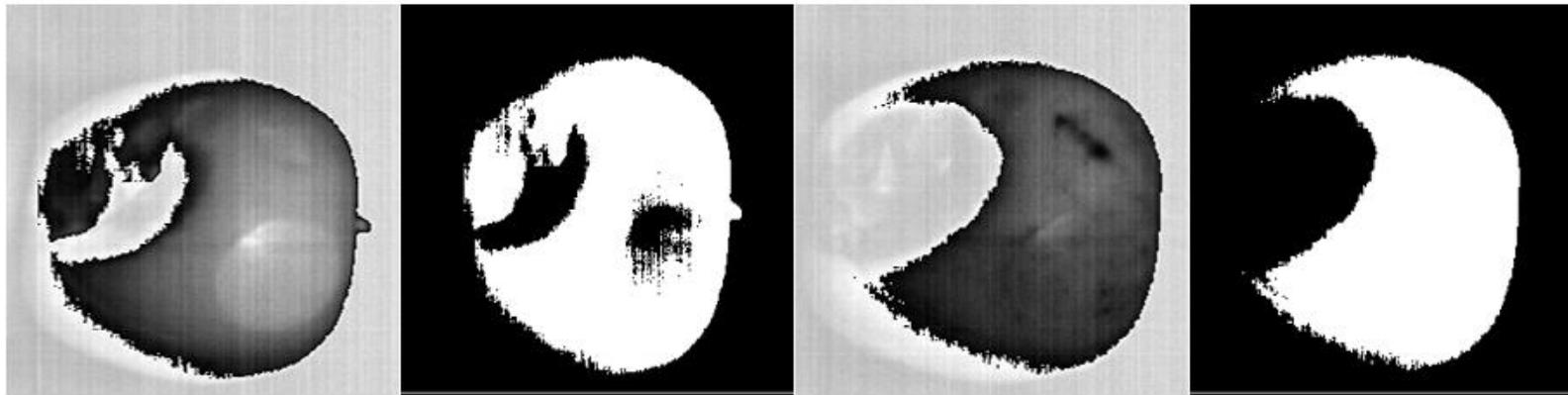
а



б

Гистограммы изображения части кроны яблони с плодами: а – исходное изображение; б – результат применения метода CLAHE

## Анализ гиперспектральных данных



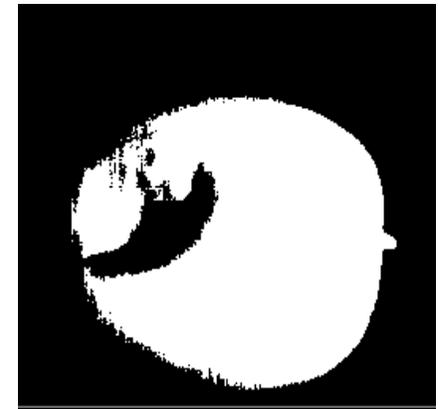
a

b

c

d

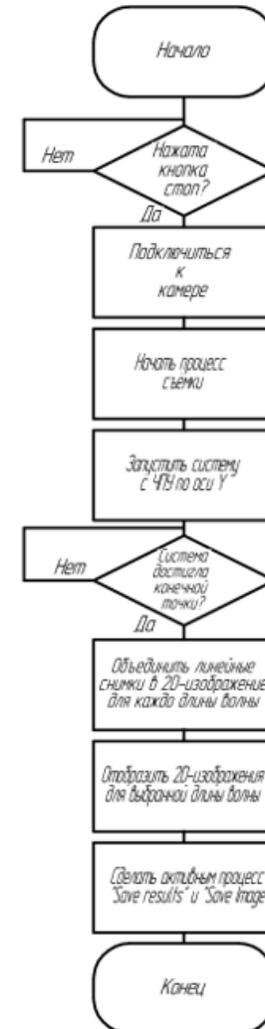
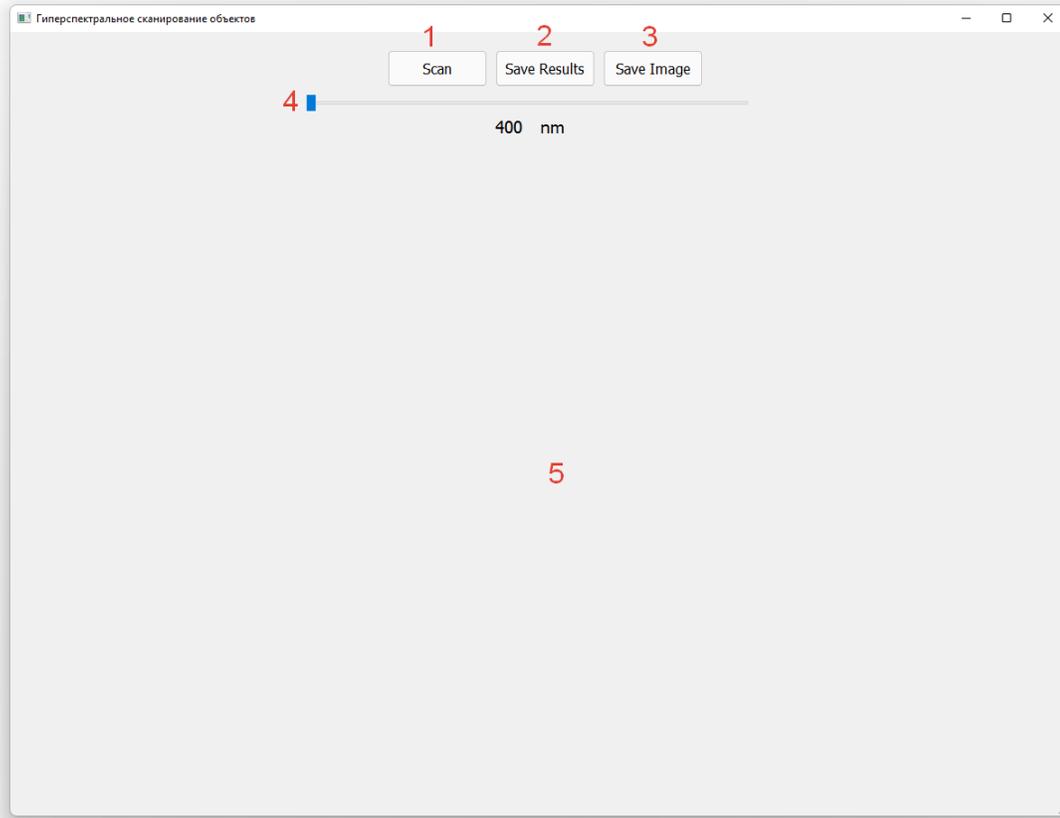
Изображения плода, полученные на длинах волны 981 нм (a) и 644 нм (c) и соответствующие им бинаризованные изображения (b) и (d)



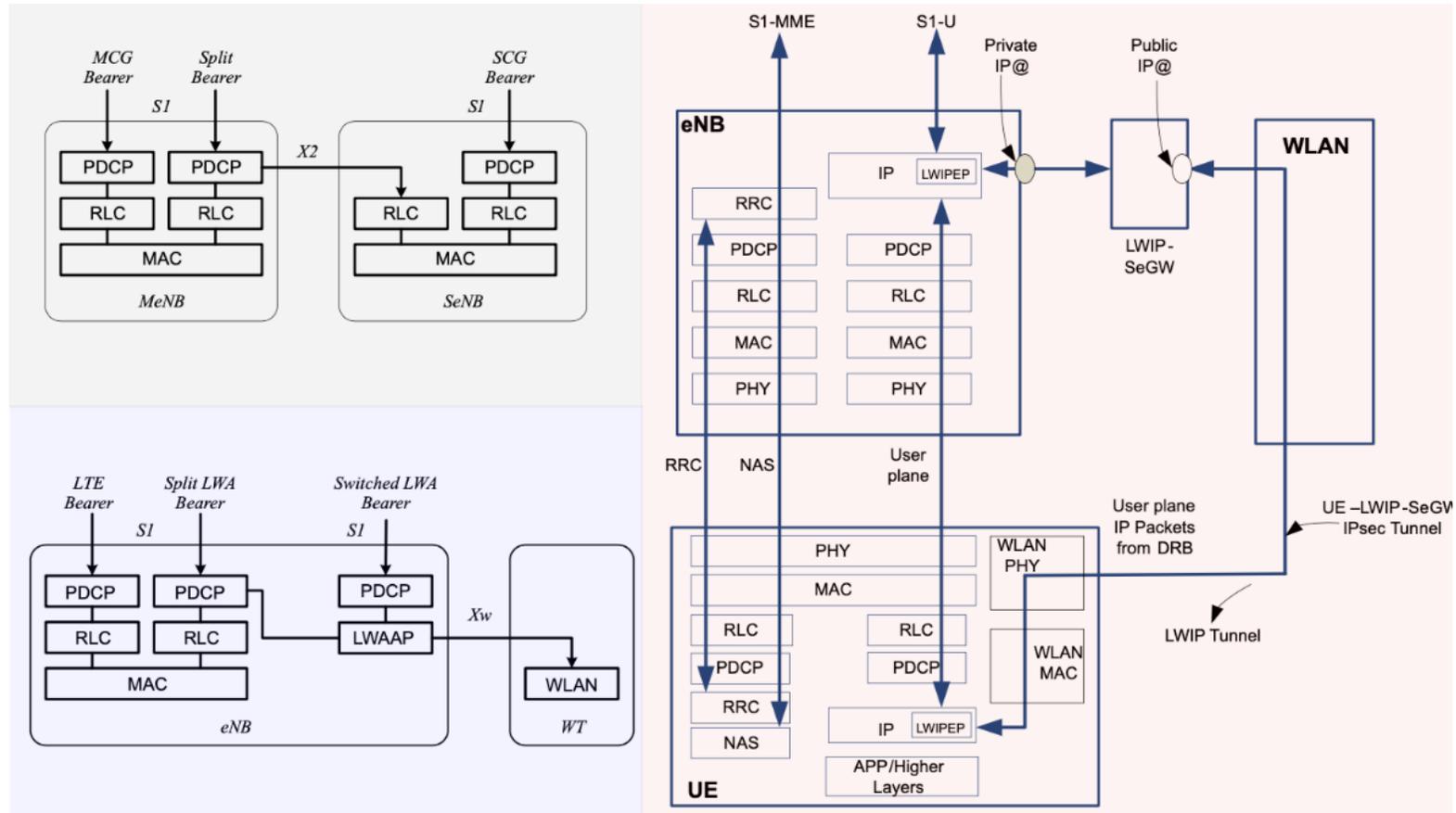
Результат бинарного сложения изображений b и d



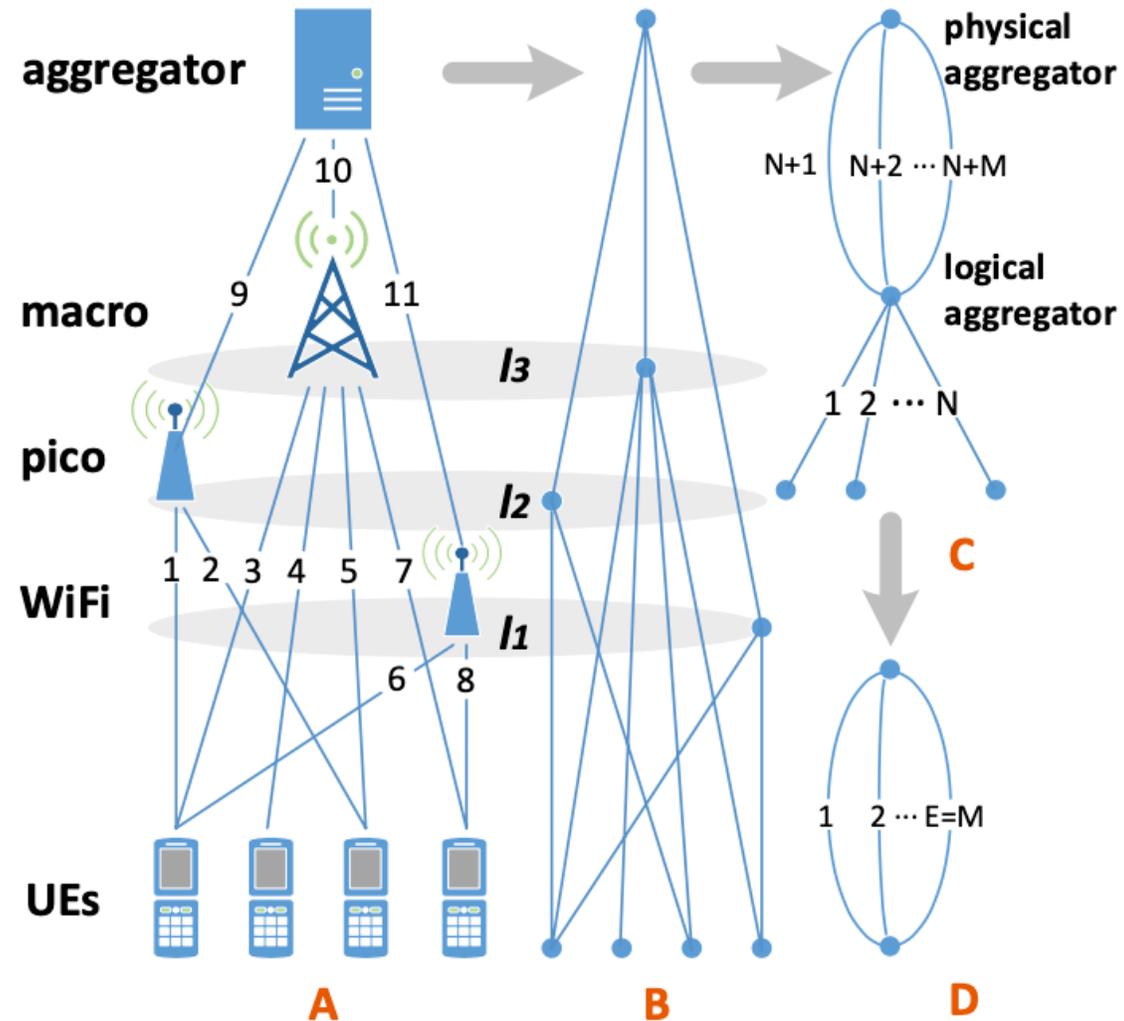
## Программа для ЭВМ



# Архитектура решения для роботизированной платформы

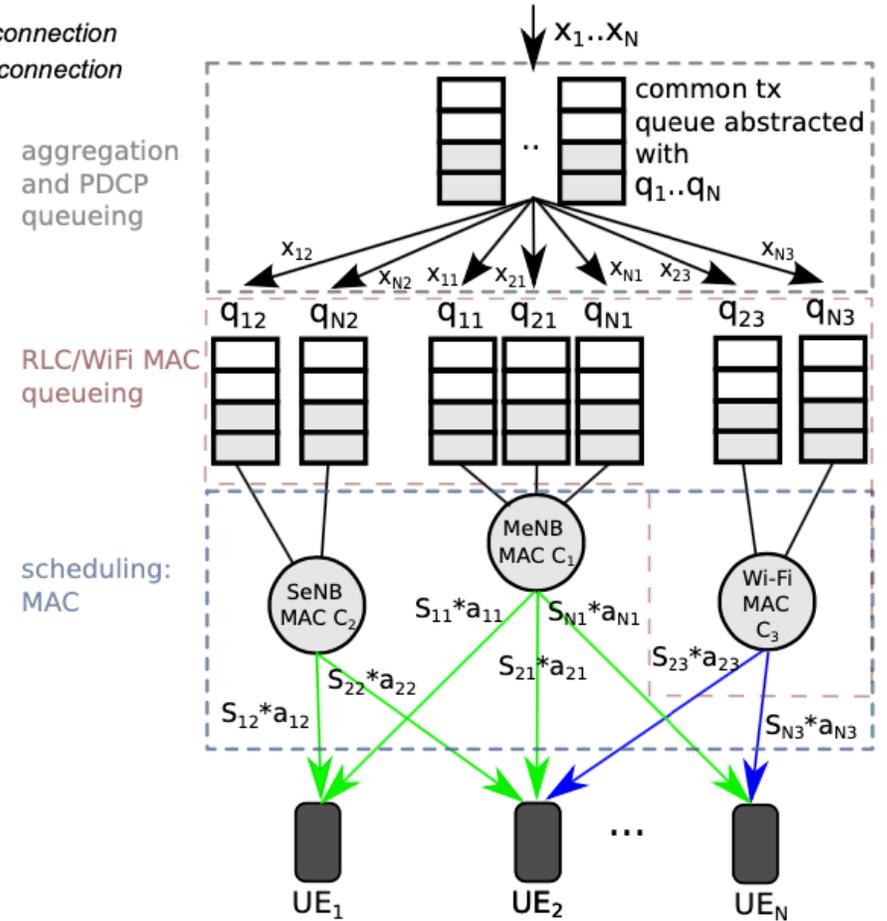
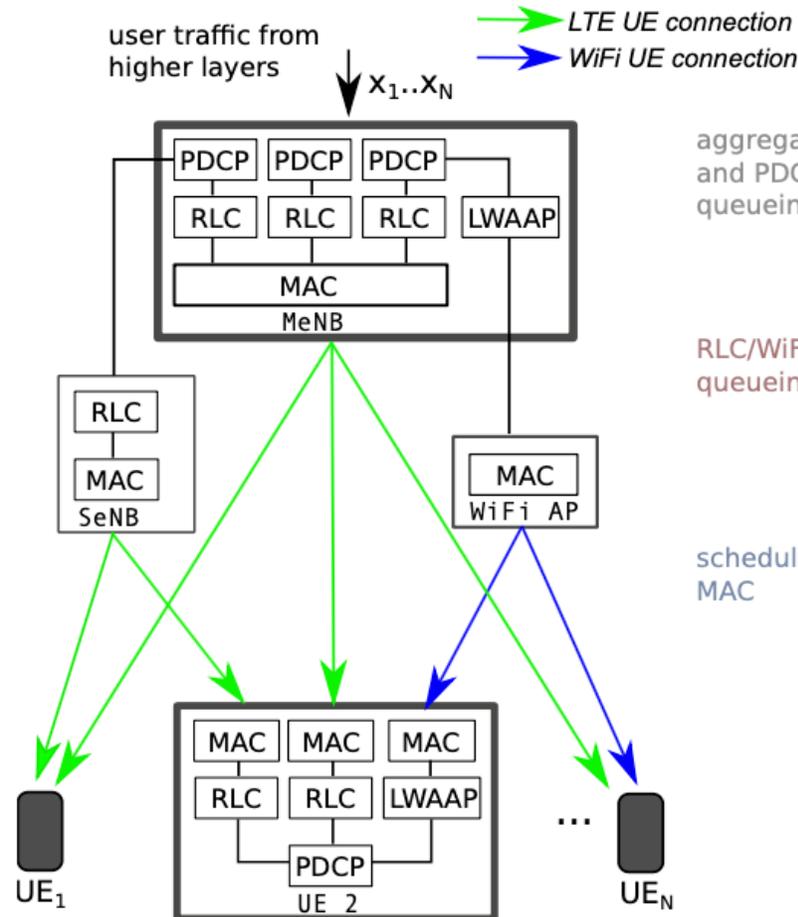


## Топология связи



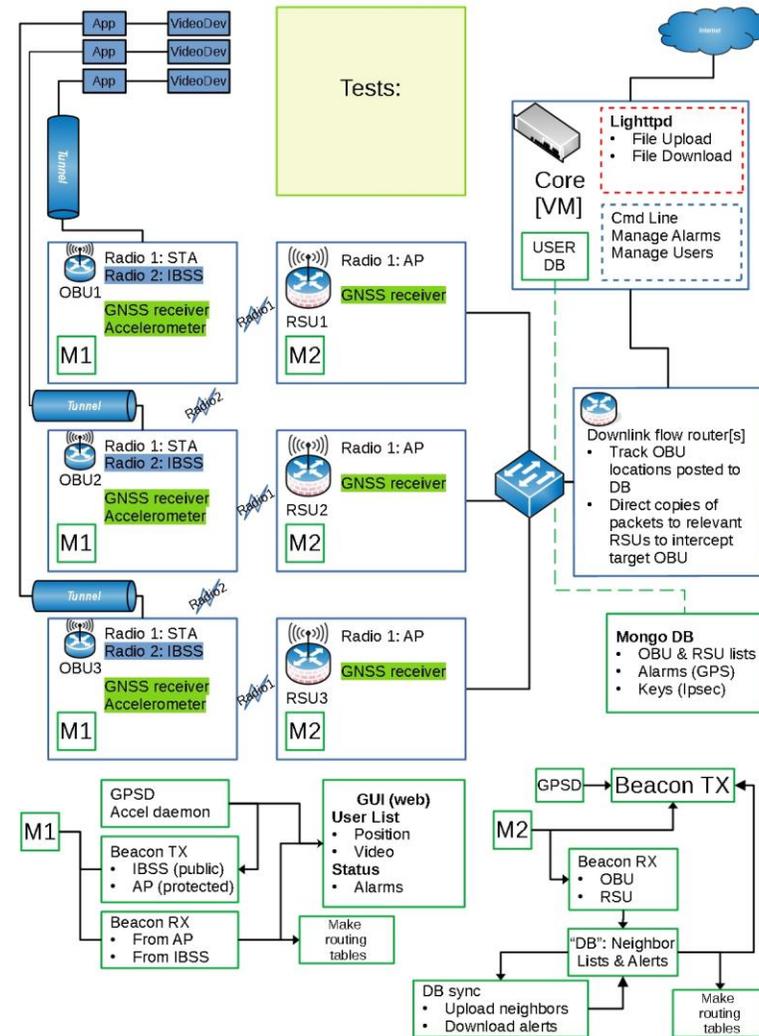
## Архитектура сети

Объединенная архитектура LWA и DC (слева) и ее абстракция (справа)



# Модель аппаратно-программного блока с поддержкой нескольких радиотехнологий

## Архитектура системы связи и блок-схема работы программного обеспечения





## Проект «Зеркальные лаборатории»



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

**Отчет за 1 год**

**Участники:** НИУ ВШЭ  
ТГТУ

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