

Технический отчёт по календарному плану

AgroVision

Дата формирования: 2026-09-17. Проект: создание системы компьютерного зрения для диагностики болезней сельскохозяйственных культур.

Подготовлены датасет из 22 329 проверенных изображений четырёх культур, классификатор 20 состояний, локальный сервис, сайт и визуальная демонстрация. Ниже приведены результаты по пяти техническим пунктам календарного плана и ссылки на приложенные материалы. Качество модели измерено на зафиксированном test и отдельной выборке другого источника; область применимости и обнаруженные ограничения указаны вместе с результатами.

Модель является исследовательским прототипом. Ассурасу на другом источнике PlantDoc составила 29.57%: перенос на новые изображения пока слабый. Эти результаты не подтверждают готовность к надёжной диагностике на новых хозяйствах. Российская полевая съёмка и новая экспертная проверка меток не заявляются.

Пункт календарного плана	Фактический результат	Приложение
1 Сбор и систематизация датасета	22 329 изображений, 4 культуры	Датасет, источники, реестр
2 Разметка и валидация	20 классов, проверка файлов и групп, фиксированный split	Словарь, аудит, карантин
3 Обучение и проверка модели	Обученные веса и полные метрики	Модель, протоколы, графики
4 Интерфейсы и тестирование	API, загрузка, Grad-CAM, реальные сценарии	Код, тесты, скриншоты, видео
5 Сайт проекта	Рабочий сайт на localhost	Файлы сайта и протокол браузера

Технические работы и комплект подтверждений подготовлены. Формальная отправка, подписи и принятие отчёта Фондом не выполнялись. Утверждённые договорные сроки и форма сдачи в этом документе не подменяются фактической датой формирования материалов.

1 Сбор и систематизация изображений

Получено 27 681 исходных файлов выбранных культур из трёх открытых источников. После декодирования, удаления точных повторов, карантина конфликтов, возможных совпадений с прежним лабораторным набором и сходных кадров между частями в основной датасет Field v2 включено **22 329 изображений**. Все они доступны локально. Мы не увеличивали корпус сохранёнными поворотами, отражениями или генерацией новых изображений; онлайн-аугментации обучения в объём не входят. Исходный файл источника не обязательно является независимым растением или первичным кадром камеры: все преобразования до публикации восстановить невозможно.

Источник	Получено файлов	Включено после проверок	География источника
PLDD-UP	15 519	11 342	Индия
CCMT	11 163	9 988	Гана
JIC Wheat	999	999	Великобритания и Ирландия

Выбраны культуры, выращиваемые в России: картофель, томат, кукуруза и пшеница. Для PLDD-UP и CCMT визуально обнаружены как естественный фон, так и отдельные листья на однотонном фоне. JIC содержит полевую и тепличную съёмку. Поэтому набор характеризуется

смешанными условиями, приближенными к полевым, а не исключительно российской полевой съёмкой. Подтверждённых снимков из российских хозяйств — 0.

Лицензия выбранных источников — CC BY 4.0. Сохранены авторы, версии, ссылки, условия использования, исходные архивы и контрольные суммы. CCMT получен из ветви Raw Data; ветвь Augmented исключена. Количество файлов в архиве CCMT отличается от публикации: в отчёте используется фактически проверенное число. Для CCMT проверен CRC32 каждого ZIP-элемента и записан SHA-256 полученных байтов; проверка хеша полного удалённого архива не заявляется.

Результат этапа: реестр `data/field_v2/processed/manifest.jsonl`, рабочие изображения `data/field_v2/images/`, оригиналы в `data/field_v2/archives/` и `originals/`, атрибуция `data/field_v2/ATTRIBUTION.md`, машиночитаемый реестр источников `source_registry.json`. Набор PlantVillage из выпуска 1.0 хранится отдельно и не прибавляется к числу полевых изображений.



Кукуруза · CCMT
Пятнистость листьев
неопределённой этиологии



Кукуруза · CCMT
Ожог листьев
неопределённой этиологии



Кукуруза · CCMT
Вирусная штриховатость



Картофель · PLDD-UP
Альтернариоз



Картофель · PLDD-UP
Здоровое растение



Картофель · PLDD-UP
Фитофтороз



Томат · CCMT
Септориоз



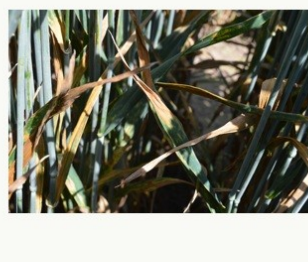
Томат · CCMT
Ожог листьев
неопределённой этиологии



Томат · CCMT
Скручивание листьев



Пшеница · JIC Wheat
Жёлтая ржавчина



Пшеница · JIC Wheat
Септориоз



Пшеница · JIC Wheat
Септориоз

Примеры сохранённых изображений четырёх культур с метками источников

2 Разметка и валидация данных

Сформирован словарь из 20 классов. Исходная разметка импортирована и нормализована в единый формат. Широкие категории `leaf blight` и `leaf spot` сохранены как состояния неопределённой этиологии. Присутствие насекомого не объявляется доказательством повреждения. Новая экспертная фитопатологическая переоценка не проводилась.

Проверены декодирование, минимальное разрешение, формат, размеры и контрольные суммы. Исключено 239 нечитаемых или не соответствующих техническим ограничениям файлов. После

декодирования ещё 5 113 записей не вошли в основной манифест: точные повторы — 717, точные копии с конфликтами меток — 455, возможное сходство с прежним PlantVillage — 8, близкие кадры между частями — 3933. Причины сохранены для каждой записи.

Рабочие копии приведены к RGB и корректной ориентации, длинная сторона ограничена 1024 пикселями. В 7 464 снимках консервативно удалены равномерные чёрные полосы по краям; координаты оставшейся области и оригинал сохранены. То же правило используется при загрузке снимка в сервис.

Найдено 2 383 близких пар с различающимися исходными метками во всём декодированном корпусе до карантина. Это не автоматически доказанные ошибки: сходная фактура листа может соответствовать разным состояниям. Точные конфликты исключены, а неоднозначность оставшихся исходных меток отмечена как ограничение и требует отдельной экспертизы.

Выполнен визуальный просмотр 120 изображений по заранее заданному отбору. Проверены читаемость, наличие растения, разнообразие фона и особенности съёмки. Этот просмотр не заменяет проверку диагноза специалистом. Листы просмотра и наблюдения приложены в evidence/02_annotation/visual_review/.

Для снижения утечки окна последовательных номеров источника по 20 сначала распределены между частями. Затем участники близких пар $pHash \leq 6$ из разных частей помещены в карантин с приоритетом сохранения train, затем validation, затем test. Близкие пары внутри одной части объединены. Получено 1 153 групп; максимальный размер — 12185. Это эвристические группы, а не подтверждённые идентификаторы растений. Неизвестные связи между ракурсами могут сохраняться. Карантин уменьшил отложенные части и сместил их к более отличающимся изображениям. Большая учебная группа означает, что число файлов существенно превышает число независимых объектов. Уточнение процедуры зафиксировано до обучения в [FIELD_V2_PROTOCOL.md](#).

Часть	Изображений	Назначение
Train	18 283	Обучение весов
Validation	2 177	Выбор эпохи и калибровка
Test	1 869	Итоговая оценка после фиксации модели

Разбиение зафиксировано до обучения; пересечения известных групп и точных копий между частями — 0. SHA-256 манифеста: e4978001c94e54ddcc1828525dbc92829bf2672e833fdaa9bfb935a6908385ac. Результат этапа: [classes.json](#), [split_freeze.json](#), [exclusions.json](#), [near_pairs.json](#) и протокол evidence/02_annotation/annotation_audit.json.

3 Обучение и тестирование модели

Обучена MobileNetV3 Small для 20 классов, версия `agrovision-2.0.0`. Общие веса ImageNet использованы для начальной инициализации; прежние предметные веса AgroVision не использовались. Размер входа — 224 × 224. Модель выдаёт один класс для изображения, без выделения точных границ болезни.

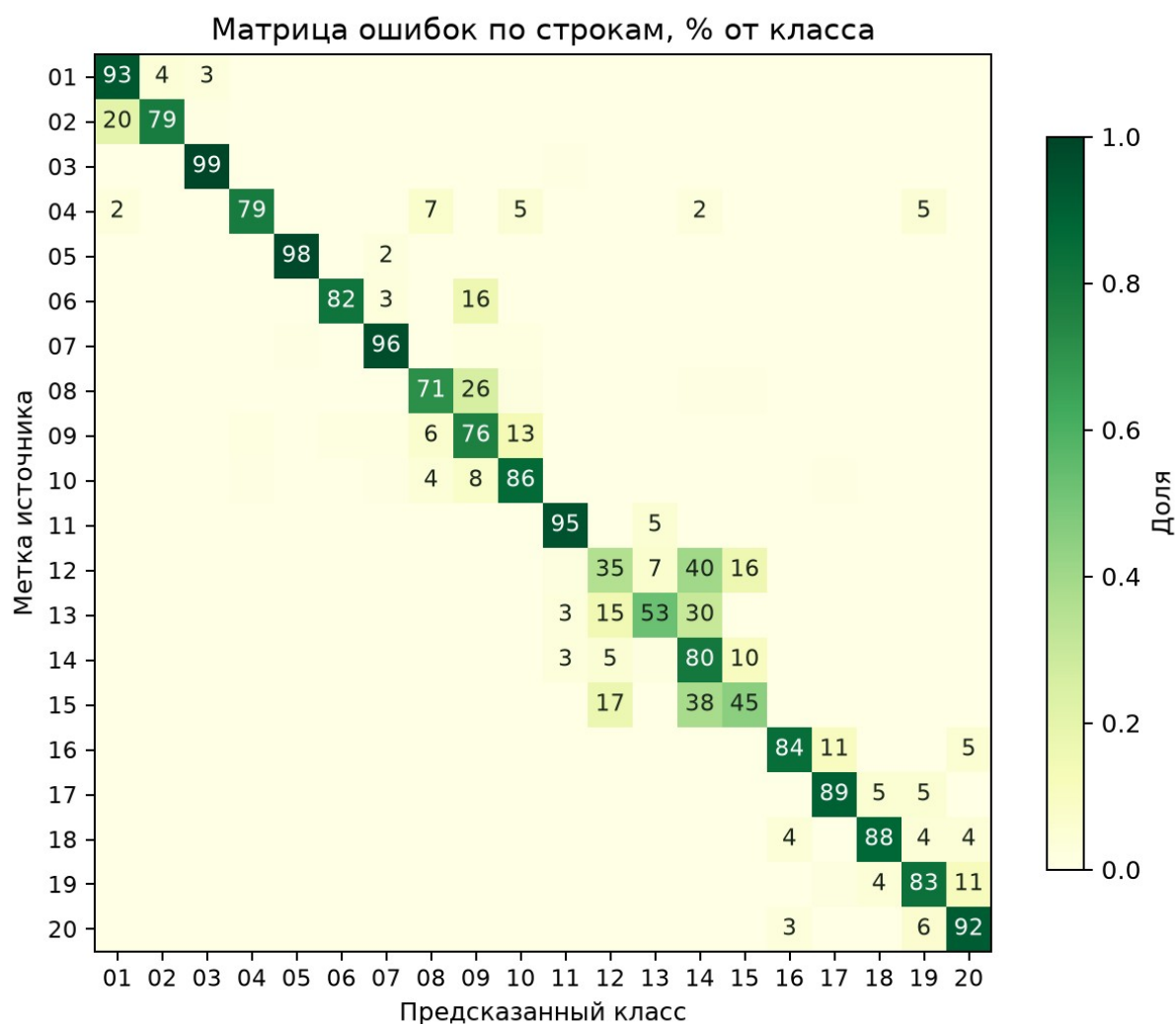
Выполнено 16 эпох, выбрана эпоха 15 по максимальному макро F1 на validation. Batch 64, seed 1638, AdamW, начальный learning rate классификатора 0.001, загрузчик workers 2. Обучение заняло 35.1 мин. История, конфигурация среды, веса и выбранная эпоха сохранены. Аугментации использовались только при обучении. Калибровка температуры $T=0.8964$ и порог ручной проверки 0.8427 подобраны только по validation.

На test из **1 869 изображений** (190 эвристических групп) получены следующие результаты.

Показатель	Значение
Accuracy	77.05%
Precision macro	80.96%
Recall macro	80.11%
F1 macro	80.08%
95% интервал accuracy по группам	70.86%–81.91%

Инженерные ориентиры, заданные до test: accuracy $\geq 85\%$, macro F1 $\geq 80\%$, recall каждого нездорового класса $\geq 50\%$. Они **не выполнены полностью**. Это ориентиры эксперимента, не пороги договора. Итоговая модель после просмотра test не дообучалась и не подбиралась под тестовые ошибки.

Код и класс	Test	Precision	Recall	F1
01 Картофель — Альтернариоз	70	75.58%	92.86%	83.33%
02 Картофель — Фитофтороз	99	96.30%	78.79%	86.67%
03 Картофель — Здоровое растение	105	97.20%	99.05%	98.11%
04 Кукуруза — Совка и признаки её присутствия	42	91.67%	78.57%	84.62%
05 Кукуруза — Саранчовые на растении	99	98.98%	97.98%	98.48%
06 Кукуруза — Здоровое растение	38	93.94%	81.58%	87.32%
07 Кукуруза — Жуки на листе	134	95.56%	96.27%	95.91%
08 Кукуруза — Ожог листьев неопределённой этиологии	117	82.18%	70.94%	76.15%
09 Кукуруза — Пятнистость листьев неопределённой этиологии	156	70.83%	76.28%	73.46%
10 Кукуруза — Вирусная штриховатость	137	81.38%	86.13%	83.69%
11 Томат — Здоровое растение	56	77.94%	94.64%	85.48%
12 Томат — Ожог листьев неопределённой этиологии	175	59.05%	35.43%	44.29%
13 Томат — Скручивание листьев	74	65.00%	52.70%	58.21%
14 Томат — Септориоз	316	65.71%	80.06%	72.18%
15 Томат — Вертициллёзное увядание	100	42.06%	45.00%	43.48%
16 Пшеница — Бурая ржавчина	19	88.89%	84.21%	86.49%
17 Пшеница — Здоровое растение	19	80.95%	89.47%	85.00%
18 Пшеница — Мучнистая роса	24	87.50%	87.50%	87.50%
19 Пшеница — Септориоз	53	88.00%	83.02%	85.44%
20 Пшеница — Жёлтая ржавчина	36	80.49%	91.67%	85.71%



Матрица ошибок теста в процентах по строкам Коды классов соответствуют таблице

Источник test	Изображений	Accuracy	F1 macro
CCMT	1444	73.55%	75.33%
PLDD-UP	274	90.15%	89.55%
JIC Wheat	151	86.75%	86.80%

Отдельная проверка PlantDoc после исключения сходных изображений содержит 416 снимков четырёх совместимых классов. Accuracy на ней — **29.57%**, macro precision — 59.42%, macro recall — 31.67%, macro F1 — 37.38%. Эта оценка хранится отдельно от основного test: источник содержит интернет-снимки смешанного происхождения и не доказывает качество в российских хозяйствах. Правило исключения сходных кадров снижает, но не устраняет полностью риск скрытых связей.

На одной и той же новой тестовой выборке картофеля (274 снимков) предыдущая модель 1.0 получила accuracy 18.61%, новая модель — 90.15%. Сравнение относится только к трём взаимно соответствующим классам картофеля. Оно показывает поведение моделей при смене данных, а не изолированный эффект архитектуры.



Кривые фактического обучения и проверки на validation

SHA-256 весов: b3c29bb9b0875cee53fe3e878efb8a394ecd75011f0ab6c0bf627fbb02781a4f. Результат этапа: models/field_v2/model.pt, метаданные, полные метрики, матрицы ошибок, логиты и ответы по каждому снимку в evidence/03_model/. Метрики 1.0 на PlantVillage не используются для характеристики версии 2.

4 Пользовательский и программный интерфейсы

Разработан локальный сервис FastAPI и браузерный интерфейс загрузки изображения. Сервис показывает предполагаемую культуру и состояние, три наиболее вероятных класса, confidence, время и версию модели. Результат можно сохранить в JSON. Загруженные пользователем изображения не сохраняются сервером.

В демонстрации <http://localhost:8765/demo> доступны 12 тестовых примеров. Для каждой культуры отбираются два совпадения с меткой около медианы confidence и наиболее уверенная ошибка, если она есть. Поэтому галерея демонстрирует поведение, а не долю ошибок. Каждый запуск выполняет реальный запрос к модели; сохранённая видеозапись показывает фактические действия в браузере.

Grad-CAM вычисляет вклад участков последнего свёрточного слоя в предсказанный класс. Карта внимания не является сегментацией очага и не доказывает причину болезни. Она доступна и для собственного загруженного снимка. Проверено, что одновременные запросы не смешивают карты внимания.

API: GET /api/health, /api/model, /api/classes, POST /api/predict, параметр explain=true, документация /api/docs. Ограничения загрузки: JPEG, PNG, WebP; 10 МБ; 24 мегапикселя; минимум 32 × 32. Неподдерживаемые, пустые, повреждённые и слишком большие файлы возвращают понятные ошибки. Доступ к закрытым каталогам проекта через HTTP не предоставляется.

За 30 секунд нагрузки с двумя параллельными клиентами выполнено 1159 запросов, успешных 1159, ошибок 0. Каждый третий запрос включал Grad-CAM. Медианная задержка 39.7 мс, p95 82.4 мс. Это локальное измерение на данном компьютере, а не гарантированная производительность любого сервера.

Автоматизированные браузерные проверки: 55 сценариев и проверок, все пройдены. Проверены четыре ширины окна, загрузка своего файла, фильтр культур, повторный запуск, скачивание JSON, отображение ошибки модели и карта внимания. Число участников пользовательского исследования — 0; удобство проверено сценариями и визуальным просмотром интерфейса.

Кукуруза · снимок 01



01 Исходное изображение

400 x 400



02 На что смотрит модель

Grad-CAM

Запустить анализ ↗

Скачать результат ↓

54 мс · agrovision-2.0.0

● ГИПОТЕЗА МОДЕЛИ

Кукуруза · Пятнистость листьев неопределённой этиологии

Ответ совпал с разметкой источника.

Уверенность не исключает ошибку и неизвестную болезнь.

Тёплые области сильнее повлияли на выбранный класс. Это карта внимания, а не границы поражения. Модель может ошибаться, в том числе с высокой уверенностью.

Гана · CC BY 4.0 · CCMT · Метка источника: Пятнистость листьев неопределённой этиологии.

Кукуруза · Пятнистость листьев неопределённой этиологии	95.3%
Кукуруза · Здоровое растение	2.3%
Пшеница · Здоровое растение	1.0%

Работа сервиса на реальном проверочном снимке

Кукуруза · снимок 03



01 Исходное изображение

400 × 400



02 На что смотрит модель

Grad-CAM

Запустить анализ ↗

Скачать результат ↓

53 мс · agrovision-2.0.0

● ГИПОТЕЗА МОДЕЛИ

Кукуруза · Пятнистость листьев неопределённой этиологии

Ответ не совпал. Разметка источника: Вирусная штриховатость.

Уверенность не исключает ошибку и неизвестную болезнь.

Тёплые области сильнее повлияли на выбранный класс. Это карта внимания, а не границы поражения. Модель может ошибаться, в том числе с высокой уверенностью.

Гана · CC BY 4.0 · CCMT · Метка источника: Вирусная штриховатость.

Кукуруза · Пятнистость листьев неопределённой этиологии	99.0%
Пшеница · Мучнистая роса	0.4%
Пшеница · Здоровое растение	0.3%

Пример ошибки модели со сверкой по исходной метке

Результат этапа: исходный код API и интерфейса, service_validation.json, browser_validation.json, журнал нагрузки, снимки экрана и видео evidence/05_website/agrovision_service_demo.mp4.

5 Сайт проекта

Сайт работает по адресу <http://localhost:8765>. Он содержит описание проекта, область применения, измеренные метрики текущей модели, источники данных, ограничения, интерфейс анализа и живую демонстрацию. Внешняя публикация обновления не выполнялась: текущий способ работы — localhost.

Проверены главная страница, /app, /demo, /methodology и документация API. Проверки выполнены при ширинах 320, 390, 768 и 1440 пикселей; горизонтального переполнения нет. Ссылки и сценарии зафиксированы в браузерном протоколе. После перезагрузки компьютера сервис запускается файлом `start.cmd` из корня проекта.

Результат этапа: `website/`, `apps/web/`, локальный сервер и доказательства проверки в `evidence/05_website/`. Приватные материалы договора в сайт и переносимые приложения не включены.

Источники и атрибуция

1. Prakash Kumar Singh; arun Yadav; Divakar YADAV; Sarthak Tiwari; Aseem Chandel. [PLDD-UP: Potato Leaf Disease Dataset from Uttar Pradesh, India..](#) DOI 10.17632/3j4nfvkp2n.1. [CC BY 4.0](#).
2. Patrick Mensah Kwabena; Vivian Akoto-Adjepong; Kwabena Adu; Mighty Abra Ayidzoe; Elvis Asare Bediako; Owusu Nyarko-Boateng; Samuel Boateng; Esther Fobi Donkor; Faiza Umar Bawah; Nicodemus Songose Awarayi; Peter Nimbe; Isaac Kofi Nti; Muntala Abdulai; Remember Roger Adjei; Michael Opoku. [Dataset for Crop Pest and Disease Detection](#). DOI 10.17632/bwh3zbpkpv.1. [CC BY 4.0](#).
3. Long, Megan C; Hartley, Matthew; Morris, Richard J; Brown, James K M. [Wheat disease images \(small dataset\)](#). DOI 10.5281/zenodo.7573133. [CC BY 4.0](#).
4. Davinder Singh; Naman Jain; Pranjali Jain; Pratik Kayal; Sudhakar Kumawat; Nipun Batra. [Cropped PlantDoc](#). DOI 10.1145/3371158.3371196. [CC BY 4.0](#).

Состав приложений

Основной набор изображений и его реестр находятся в `data/field_v2/`. Веса и карточка модели — в `models/field_v2/`. Исходный код воспроизводит сбор, очистку, разбиение, обучение, оценку и запуск локального сервиса. Контрольные суммы переносимых приложений приведены в `output/field_v2/DELIVERY_MANIFEST.json`.

В приложениях сохранены исходные метки, исключения, фиксированный `test`, результаты каждого предсказания, графики, протоколы API и браузера, изображения и запись демонстрации. Оригинальные архивы источников остаются в проекте; рабочие копии отдельно упакованы для переноса. Исторический выпуск 1.0 сохранён отдельно.

Для проверки результата достаточно запустить `start.cmd`, открыть `/demo`, выбрать снимок, нажать «Запустить анализ», посмотреть ответ и карту внимания, затем скачать JSON. Сценарий повторяется для собственного файла на `/app`. Видеозапись позволяет просмотреть фактическую демонстрацию без запуска сервера.