ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Система компьютерного зрения для автоматического контроля качества мебельных деталей на производственной линии

Технологическая задача для размещения на портале Astana Hub · Hub Market

1. Цель проекта

Создать и внедрить решение, которое в реальном времени автоматически выявляет дефекты мебельных деталей из ЛДСП и МДФ после кромкования, отбраковывает или маркирует дефектные детали и формирует аналитику по причинам брака для управления качеством производства. Проект начинается с пилота на одной линии (раздел 4); тиражирование — отдельным договором по итогам пилота.

2. Описание проблемы

В настоящее время контроль качества деталей выполняется визуально операторами. При высокой скорости линии и большом количестве декоров часть дефектов пропускается и обнаруживается только на этапе сборки, доставки или у конечного клиента. Это приводит к:

- затратам на повторное изготовление деталей и переупаковку;
- срыву сроков исполнения заказов;
- рекламациям и возвратам, снижению удовлетворённости клиентов;
- отсутствию объективных данных о том, на каком участке, станке и в какую смену возникает брак.

3. Объект внедрения и исходные данные

3.1. Параметры линии

Параметр	Значение
Место установки	Участок на выходе кромкооблицовочного станка, до упаковки
Материалы	ЛДСП, МДФ (ламинированные, плёночные, крашеные поверхности); кромка ПВХ/ABS
Количество декоров в работе	до 60 декоров ЛДСП и МДФ одновременно; обновление коллекций — несколько раз в год
Габариты деталей	от 100×50 мм до 2800×1200 мм; толщина 16–25 мм (задние стенки из ХДФ в контроль не входят)
Подача деталей	Роликовый конвейер, деталь плашмя лицевой стороной вверх, ширина проходной зоны до 1200 мм
Скорость линии	Подача до 20 м/мин; до 2 000 деталей в смену
Режим работы	2 смены по 8 часов, 6 дней в неделю
Освещение участка	Общее цеховое светодиодное освещение; специальной подсветки зоны контроля нет — обеспечивается Исполнителем вместе с защитой от внешней засветки
Идентификация деталей	Этикетка со штрихкодом детали, наносится после раскроя

Параметр	Значение
Учётная система	1С:Предприятие 8.3, конфигурация «1С:ERP Управление предприятием 2»; интеграция через HTTP-сервисы 1С (REST, JSON); тестовая база предоставляется Заказчиком
Инфраструктура в точке монтажа	Электропитание 220/380 В, сжатый воздух 6 бар, ЛВС предприятия — подводятся Заказчиком

3.2. Данные для обучения

- Размеченного исторического датасета у Заказчика нет; датасет создаётся в ходе проекта.
- **Заказчик** (силами ОТК) отбирает и передаёт не менее 50 физических образцов деталей с дефектами каждого класса пилота, а также архив фотографий рекламаций за последние 12 месяцев (при наличии).
- **Исполнитель** выполняет съёмку на линии (не менее 20 000 деталей потока), разметку изображений и формирование обучающей, валидационной и тестовой выборок.
- ОТК Заказчика выборочно проверяет не менее 10% разметки; спорные случаи решаются совместно.
- Все собранные изображения и разметка являются собственностью Заказчика.

3.3. Исходный уровень брака (база для оценки эффекта)

По предварительной оценке Заказчика, доля деталей с дефектами, пропущенными текущим визуальным контролем и выявленными позже (на сборке, упаковке, доставке или у клиента), составляет около 1,5%. На этапе 1 исходный уровень уточняется и фиксируется в отчёте об обследовании:

- по данным ОТК и журнала рекламаций за последние 6 месяцев;
- контрольным замером в течение 10 смен: ОТК проводит сплошную повторную проверку деталей, прошедших текущий визуальный контроль.

Эффект оценивается по той же методике в течение 2 месяцев после приёмки. Целевое значение — снижение доли пропущенного брака не менее чем в 2 раза относительно зафиксированного исходного уровня. Целевой эффект не является условием приёмки (раздел 10), так как зависит и от действий Заказчика по устранению причин брака.

4. Границы пилота (MVP)

Параметр	Входит в пилот	Вне пилота (опция / тиражирование)
Линия	Одна линия: участок после кромкооблицовочного станка	Остальные линии и участки
Типы дефектов	D1 сколы, D2 дефекты кромки, D3 царапины, D4 вмятины и вздутия, D6 несоответствие декора	D5 пятна и загрязнения, D7 присадка, контроль геометрии
Декоры	15 наиболее массовых декоров (около 70% объёма выпуска); перечень — в отчёте этапа 1	Остальные декоры — дообучение в рамках сопровождения
Реакция на дефект	Сигнализация оператору, отбраковка на отводной стол, журнал дефектов	Автоматическая сортировка по видам брака
Интеграция	Получение данных детали из 1С по штрихкоду, передача факта брака в 1С	Автоматическое создание заказа на перевыпуск детали
Срок	Около 24 недель (этапы 1–6, раздел 8)	—
Критерии успеха	Выполнение показателей раздела 10 на приёмочных испытаниях	—

Опции вне пилота Исполнитель оценивает в коммерческом предложении отдельными строками.

5. Функциональные требования

5.1. Обнаружение дефектов поверхности и кромки

Код	Тип дефекта	Минимальный размер / порог	Пилот
D1	Скол облицовки и кромки	от 1 мм	да
D2	Отслоение, непроклей, свес кромки	от 0,5 мм по высоте свеса	да
D3	Царапины, задиры поверхности	длина от 5 мм, видимые невооружённым глазом	да
D4	Вмятины, вздутия, пузыри	от 2 мм	да
D5	Пятна, следы клея, загрязнения	от 3 мм	опция
D6	Несоответствие декора / цвета заказу	любое	да
D7	Отсутствие или смещение присадочных отверстий	смещение более ±0,5 мм	опция

Пороговые значения подтверждаются на этапе 1 совместно с ОТК Заказчика и должны настраиваться в интерфейсе без изменения кода.

5.2. Сверка с заказом

- считывание штрихкода детали и получение из 1С параметров: декор, размеры, номер заказа;
- автоматическая проверка соответствия фактического декора плановому.

5.3. Реакция на дефект

- световая и звуковая сигнализация оператору на участке;
- управляющий сигнал на отбраковочное устройство (отвод детали на стол брака) через дискретный выход либо промышленный протокол (Modbus TCP / OPC UA);
- фиксация события: фото дефекта с выделенной областью, тип, координаты, код детали, станок, смена, время;

- возможность оператора подтвердить или отклонить дефект (обратная связь для дообучения модели).

5.4. Аналитика и отчётность

- веб-дашборд: доля брака по сменам, станкам, декорам, типам дефектов, динамика во времени;
- журнал дефектов с фильтрами и просмотром изображений;
- выгрузка отчётов в Excel/PDF; ежедневная автоматическая рассылка сводки ответственным;
- разграничение ролей: оператор, мастер участка, ОТК, руководство, администратор.

5.5. Дообучение и настройка

- добавление новых декоров и типов дефектов по регламенту сопровождения;
- инструмент разметки изображений и запуск переобучения модели;
- версионирование моделей с возможностью отката.

5.6. Интеграция с 1С

- получение по штрихкоду параметров детали из 1С:ERP через HTTP-сервис (REST, JSON);
- передача в 1С статуса детали (годна / брак, тип дефекта, ссылка на фото);
- буферизация событий при недоступности 1С и последующая досылка;
- доработку HTTP-сервиса на стороне 1С выполняет Заказчик по спецификации API Исполнителя.

6. Аппаратная часть и разделение объёма работ

6.1. Требования к оборудованию

- промышленные камеры (линейные и/или матричные) с разрешением, достаточным для обнаружения дефектов от 1 мм на ширине до 1200 мм; съёмка лицевой пласти и видимых кромок;
- специализированное освещение и кожух, исключающие блики на глянцевых и тёмных декорах и внешнюю засветку;
- датчики положения / энкодер для синхронизации съёмки со скоростью конвейера;
- промышленный вычислитель (edge-сервер с GPU) на участке; степень защиты не ниже IP54 с учётом древесной пыли;
- отбраковочное устройство: пневматический отвод детали на стол брака;
- монтаж без существенных изменений существующей линии; остановка производства — не более 2 смен.

6.2. Кто что поставляет и выполняет

Позиция	Поставка / закупка	Монтаж и наладка	В объёме договора
ПО участка, сервер, дашборд, модели	Исполнитель	Исполнитель	Да
Камеры, объективы, освещение, кожух	Исполнитель	Исполнитель	Да, отдельной строкой сметы
Edge-сервер с GPU, сетевое оборудование участка	Исполнитель	Исполнитель	Да, отдельной строкой сметы
Отбраковочное устройство (пневмоотвод) и стол брака	Исполнитель (проект и поставка)	Исполнитель; врезка в конвейер — совместно с механиками Заказчика	Да, отдельной строкой сметы
Сигнальная колонна, пульт оператора	Исполнитель	Исполнитель	Да
Электропитание, сжатый воздух, ЛВС до точки монтажа	Заказчик	Заказчик	Нет
Сервер / ВМ для дашборда и хранения изображений	Заказчик (по требованиям Исполнителя)	Исполнитель (установка ПО)	Нет (ПО — да)
HTTP-сервис на стороне 1С	—	Заказчик	Нет

Если у Исполнителя есть готовый комплект оборудования, он может предложить его; при этом стоимость оборудования и стоимость ПО и работ указываются раздельно.

7. Нефункциональные требования

Показатель	Требование
Время анализа одной детали	не более 1 с; система не снижает скорость линии (до 20 м/мин)
Доступность системы в рабочие смены	не менее 98%
Работа при отказе сети или 1С	автономная работа на участке с последующей синхронизацией
Хранение изображений	не менее 12 месяцев для дефектов, 30 дней для выборки годных деталей
Точность распознавания	см. раздел 10

7.1. Безопасность и данные

- размещение серверной части в контуре Заказчика или в облаке на территории РК;
- авторизация пользователей, журналирование действий, резервное копирование;
- удалённый доступ Исполнителя — только через VPN Заказчика;
- интерфейс на русском языке (казахский — желательно).

8. Этапы и сроки работ

№	Этап	Результат	Недели	Оплата ПО и работ
1	Обследование, уточнение требований, фиксация исходного уровня брака	Отчёт об обследовании, перечень декоров пилота, спецификация оборудования	1–3	20% (аванс)
2	Заказ оборудования; сбор образцов, съёмка и разметка данных	Размеченный датасет по классам пилота	4–8	15%
3	Разработка MVP: модели, ПО участка, дашборд, API интеграции	MVP, проверенный на записанных данных (полнота не ниже 90%)	9–14	20%
4	Монтаж оборудования и отбраковщика, пусконаладка, интеграция с 1С	Система работает на линии в реальном режиме	15–17	15%
5	Опытная эксплуатация, дообучение, приёмочные испытания	Протокол испытаний, подтверждение показателей раздела 10	18–23	25%
6	Передача кода, моделей, документации; обучение персонала	Акт передачи, обученные сотрудники	24	5%

Общая продолжительность — около 24 недель с даты подписания договора. Сроки этапа 4 зависят от поставки оборудования; Исполнитель указывает сроки поставки в предложении.

9. Бюджет и порядок оплаты

Статья	Ориентировочный бюджет
ПО и работы (этапы 1–6)	от 6 000 000 до 12 000 000 ₸
Оборудование (камеры, освещение, вычислитель, отбраковщик)	от 2 000 000 до 8 000 000 ₸
Итого пилот	**от 8 000 000 до 20 000 000 ₸**

- ПО и работы оплачиваются поэтапно по долям из раздела 8 в течение 10 рабочих дней после подписания акта этапа;
- оборудование: 50% — при размещении заказа после согласования спецификации, 50% — после монтажа и пусконаладки;
- при невыполнении показателей раздела 10 платёж за этап 5 производится только после успешных повторных испытаний;
- сопровождение после гарантии и тиражирование на другие линии — по отдельному договору; стоимость указывается в предложении.

10. Порядок и критерии приёмки

10.1. Испытательная выборка

- испытания проводятся на линии Заказчика в течение не менее 10 рабочих смен;
- поток: не менее 3 000 деталей текущего производства;

- контрольный набор: не менее 300 деталей с дефектами, не менее 50 на каждый класс пилота (D1–D4, D6), подготовленный ОТК и не использовавшийся при обучении; детали подаются вперемешку с годными;
- эталон — заключение ОТК (два контролёра, при расхождении решает мастер участка).

10.2. Показатели

Показатель	Как считается	Требование
Полнота обнаружения D1, D2, D6	найденные дефектные детали класса / все дефектные детали класса	не менее 95%
Полнота обнаружения D3, D4	то же	не менее 90%
Ложная отбраковка	годные детали, признанные браком / все годные детали потока	не более 3%
Время обработки	от прохода детали через зону съёмки до решения	не более 1 с; 0 остановок линии по вине системы
Доступность	за период опытной эксплуатации (этап 5)	не менее 98%
Интеграция с 1С	события брака, переданные в 1С / все события	100% (с учётом досылки)

Если показатели не достигнуты, Исполнитель в течение 4 недель выполняет доработку и повторные испытания за свой счёт. При повторном недостижении Заказчик вправе не принимать этап 5 и не оплачивать его.

11. Передаваемые результаты и права

- ПО участка, серверная часть, дашборд, обученные модели и размеченный датасет;
- исходный код компонентов, разработанных для Заказчика, и инструкции по сборке и развёртыванию;
- руководства оператора и администратора, описание API, программа и методика испытаний, протоколы;
- исключительные права на компоненты, разработанные для Заказчика, датасет и обученные модели переходят к Заказчику с момента оплаты соответствующего этапа;
- на базовые (ранее созданные) компоненты Исполнителя — бессрочная неисключительная лицензия без ограничения по числу линий на предприятиях Заказчика, без ежегодных платежей.

12. Гарантия и поддержка

Гарантийный срок — 12 месяцев с даты подписания акта приёмки. В течение гарантии Исполнитель бесплатно устраняет ошибки ПО, заменяет неисправное оборудование и выполняет до 4 циклов дообучения модели на новые декоры.

Приоритет	Пример	Реакция	Восстановление работы
Критичный	Система не работает, массовая ложная отбраковка, остановка линии	2 ч в рабочие смены	8 ч
Высокий	Не работает дашборд или интеграция с 1С	8 ч	3 рабочих дня
Обычный	Ошибки интерфейса, доработки отчётов	2 рабочих дня	по плану обновлений

Поддержка удалённо через VPN; выезд на площадку — при необходимости в течение 48 часов.

13. Обязательства Заказчика

- обеспечить доступ на производство для обследования, сбора данных и монтажа;
- предоставить образцы деталей с дефектами и экспертов ОТК для разметки и приёмки (раздел 3.2);
- подвести электропитание, сжатый воздух и ЛВС к точке монтажа; выделить сервер или ВМ;
- предоставить тестовую базу 1С и доработать HTTP-сервис по спецификации API;
- назначить ответственных со стороны производства и ИТ; согласовать окно остановки линии для монтажа.

14. Требования к Исполнителю и составу предложения

Приветствуется опыт внедрения систем компьютерного зрения в промышленности (желательно — деревообработка, производство панелей, упаковки, стройматериалов). В предложении просим указать:

- описание решения и архитектуры;
- стоимость ПО и работ по этапам и отдельно — спецификацию и стоимость оборудования со сроками поставки;
- стоимость опций вне пилота (раздел 4);
- план-график, состав команды, примеры реализованных проектов и контакты референсов;
- стоимость сопровождения после гарантии и тиражирования на дополнительную линию.