Доля автоматического отбора: захват и машинное зрение

Как устроен процесс

Отбор товара роботом состоит из двух шагов: робот достаёт бокс хранения со стеллажа, затем манипулятор с захватом берёт из бокса нужное число единиц и перекладывает в клиентский бокс. Если манипулятор не может взять товар или ошибается, робот едет к посту ручного отбора, где сотрудник перекладывает товар руками, после чего робот продолжает маршрут. В отчётах это разделяется на autopick (взял робот) и humanpick (доложил человек).

В чём проблема

От 11 до 23 % отборов в роботизированной зоне делают люди. Ассортимент e-grocery - это тысячи SKU в очень разной упаковке: мягкие пакеты, флоу-пак, бутылки, банки, коробки, блистеры, товары неправильной формы. Текущий захват рассчитан на ограниченный круг упаковок, а зрение не всегда верно определяет точку захвата, когда товары лежат внавал или вплотную.

Показатель (ноябрь)	Склад в Алматы	Склад в Астане	Цель
Autopick, день / ночь	86,2 % / 86,3 %	76,6 % / 88,7 %	95 % и выше
Отборов за дневную смену (расчёт)	около 2 050	около 2 280	-
Из них руками (расчёт)	около 280	около 530	-
Секунд на один отбор, день	190	149	-

Для сравнения: в начале сентября 2026 года, при запуске первого склада, доля autopick была 70 % (172 из 246 товаров). Рост есть, но он получен в основном отбором «удобных» SKU в зону, а не возможностями захвата.

Почему это критично именно для нас

- **Потеря времени робота:** каждое обращение к посту ручного отбора - это крюк по маршруту и ожидание человека; в нашей модели мы закладываем около 100 секунд на случай. При сотнях случаев за смену это часы работы парка.
- **Люди в зоне роботов:** посты ручного отбора занимают места стеллажей и требуют штат в каждой смене, включая ночную.
- **Потолок ассортимента:** чтобы поднять долю заказов, которые собирает робот, зону нужно расширять с сотен до 2 000-3 000 SKU. Каждый следующий SKU в среднем «неудобнее» предыдущего - без нового захвата доля humanpick будет расти вместе с ассортиментом.
- **Ограничения на выкладку:** чтобы товары не цеплялись друг за друга, мы заполняем бокс не выше 80 % и держим в боксе один SKU. Это снижает вместимость зоны и увеличивает число пополнений.
- **Качество для клиента:** ошибка захвата - это риск повреждённой упаковки, недовложения или пересорта, то есть обращение в клиентский сервис.

Что уже пробовали и чего не хватает

Мы регулируем проблему ассортиментом (не вводим в зону заведомо «невозможные» товары) и правилами выкладки. Принято решение менять текущий захват на вариант с 2-3

пальцами и вакуумными присосками, но готовой конструкции и методики испытаний нет. Открыты вопросы по источнику вакуума и модели 3D-камеры.

Пробел в данных: у нас нет разбивки случаев humanpick по причинам и типам упаковки - отчёты дают только общую долю. Первым шагом решения мы видим именно такую классификацию.

Что мы ждём от решения и что готовы дать

- **Ждём:** конструкцию универсального захвата, алгоритм выбора точки и способа захвата по изображению, методику проверки «захватываемости» нового SKU до ввода в зону.
- **Ограничения:** захват ставится на существующий манипулятор и каретку робота без переделки шасси; время одного отбора не растёт; товар и упаковка не повреждаются; решение работает при складском освещении и в боксе стандартного размера.
- **Даём:** доступ к роботу и стенду на складе в Алматы, образцы товаров и боксов, мастер-данные SKU (габариты, вес), телеметрию действий манипулятора с результатом «успех / ошибка / повтор».

Как мы видим пилот

Задача ведётся пилотом и не требует остановки зоны: работы идут на стенде и на одном роботе на складе в Алматы, остальной парк продолжает работать на текущем захвате. Переход к следующему этапу возможен только при выполнении критерия предыдущего. Сроки указаны ориентировочно и уточняются с исполнителем.

Этап	Объект и объём	Срок	Критерий перехода
0. Классификация отказов	Оба склада, существующие посты ручного отбора. Доработка отчётности и разбор не менее 1 000 случаев humanpick.	1–2 недели	Не менее 95 % случаев за период отнесены к причине и типу упаковки. Утверждён классификатор упаковок и перечень целевых классов.
1. Концепция захвата	Стенд на складе в Алматы. Два-три варианта конструкции, выбор источника вакуума и модели 3D-камеры.	1–2 недели	Выбранная концепция перекрывает не менее 80 % целевых классов упаковки. Подтверждена установка на существующий манипулятор и каретку без переделки шасси. Есть спецификация покупных комплектующих со сроками поставки.
2. Опытный образец на стенде	Стенд, образцы товаров и боксов. Контрольная выборка 200–300 SKU, представительная по типам упаковки и утверждаемая до начала испытаний.	2–4 недели	Успешный захват не менее 95 % на контрольной выборке при 20 повторах на SKU. Время одного отбора не выше текущего. Повреждений упаковки нет. Оформлен протокол испытаний.
3. Пилот в продуктиве	Один робот и один сектор склада в Алматы. Реальный поток заказов, текущий ассортимент плюс не менее 300 новых SKU из «неудобных» классов.	2–4 недели	Autopick не ниже 95 % на расширенном ассортименте. Время отбора не растёт. Нет роста обращений в клиентский сервис по недовложениям, пересорту и повреждениям. Ресурс присосок и пальцев подтверждён наработкой.

Этап 0 может выполняться силами Заказчика параллельно с выбором исполнителя: телеметрия действий манипулятора с исходом уже собирается, не хватает двух полей — причина отказа и тип упаковки. Его результат является исходными данными для конструкции захвата, поэтому до его завершения этап 1 не начинается.

Доля autopick оценивается только в паре с числом SKU в зоне. Показатель можно поднять, сузив ассортимент, — именно так он и вырос с 70 % до 86 %. Поэтому на каждом этапе фиксируется и доля, и перечень SKU, на котором она достигнута, а контрольная выборка утверждается до начала испытаний и по их ходу не меняется.

Границы пилота:

- **Объект:** стенд на складе в Алматы и один робот в одном секторе роботизированной зоны этого же склада. Второй склад и остальной парк в пилот не входят и продолжают работать на текущем захвате.
- **Объём:** контрольная выборка 200–300 SKU на стенде и не менее 300 новых SKU из «неудобных» классов в продуктиве — сверх текущего ассортимента зоны. Расширение зоны до 2 000–3 000 SKU в пилот не входит: оно выполняется после него по подтверждённой методике допуска.
- **Минимальный результат (MVP):** работающий образец захвата на одном роботе, модуль выбора точки захвата, методика допуска SKU и протоколы испытаний. Этого достаточно, чтобы принять решение о тиражировании; серийное изготовление захватов на весь парк и перенос на второй склад — отдельное решение по результатам пилота.
- **Что пилот не затрагивает:** планировку зоны, число постов ручного отбора, состав ассортимента зоны, шасси и каретку робота. На любом этапе робот возвращается к штатному захвату, зона продолжает работать.

Что входит в результат работ

Результатом является не только конструкция. Поставка состоит из трёх частей — захватное устройство, программная часть и методика допуска SKU, — каждая из которых передаётся вместе с документацией и правами на использование.

- **Захватное устройство:** рабочие образцы в сборе, установленные на существующий манипулятор (количество согласуется, не менее двух); конструкторская документация в редактируемых форматах — трёхмерные модели, чертежи, спецификация; перечень покупных комплектующих с поставщиками и сроками поставки; инструкция по монтажу и калибровке; регламент обслуживания с указанием ресурса и периодичности замены расходных элементов.
- **Программная часть:** модуль определения точки и способа захвата по изображению 3D-камеры; исходный код; обученные модели и веса; требования к камере, схема её установки и процедура калибровки; описание интерфейса взаимодействия с системой управления манипулятором; набор данных, собранный в ходе работ (изображения, параметры захвата, исход).
- **Методика допуска SKU:** процедура испытания нового товара на стенде, критерий допуска в зону, форма протокола, классификатор упаковок с соответствием «тип упаковки — способ захвата». Методика должна выполняться сотрудником склада без участия исполнителя.
- **Форма передачи:** исходный код и конфигурации — в репозиторий Заказчика; конструкторская документация — в редактируемых форматах; модели, веса и набор данных — в хранилище Заказчика. Документация на русском языке: описание конструкции, руководство по монтажу и обслуживанию, описание алгоритма и его параметров, протоколы испытаний по всем этапам. Обучение инженеров и персонала склада входит в объём работ.
- **Права:** исключительные права на конструкторскую документацию, исходный код, обученные модели и собранный набор данных переходят Заказчику. Исполнитель не использует данные и образцы Заказчика в других проектах.
- **Что не входит:** переделка шасси, каретки и манипулятора робота; серийное изготовление захватов на весь парк — поставляются образцы и документация,

пригодная для тиражирования; доработка систем управления на стороне Заказчика и вендора парка; перепланировка зоны и изменение числа постов ручного отбора; решения о составе ассортимента роботизированной зоны; обслуживание парка после передачи результата.

Источники данных, системы и доступы

Программная часть решения работает с системой управления манипулятором на стороне вендора и с четырьмя нашими источниками данных. Все данные остаются в нашем контуре, выгрузка во внешние сервисы не предусматривается.

Система или данные	Состав и формат	Способ доступа	Кто предоставляет
Система управления манипулятором (вендор)	Команды захвата и обратная связь об исходе операции	API или SDK вендора. Возможность подключения внешнего модуля выбора точки захвата уточняется на этапе 0	Вендор робота через Заказчика: документация и тестовый доступ
Телеметрия действий манипулятора	Записи действий с исходом «успех / ошибка / повтор», привязка к SKU, ячейке и времени. Parquet или CSV	Файловая выгрузка в объектное хранилище	Заказчик
Регистрация случаев ручного отбора	Новые поля «причина отказа» и «тип упаковки», заполняются сотрудником поста. Parquet или CSV	Доработка формы в системе и выгрузка в том же контуре, что телеметрия	Заказчик, доработка выполняется на этапе 0
Отчётность autopick / humanpick	Посменные показатели по складам и секторам	Доступ к витрине отчётности либо периодическая выгрузка	Заказчик
Мастер-данные SKU	Габариты, вес, тип упаковки, штрихкод, принадлежность к роботизированной зоне. JSON или CSV	REST API либо периодическая выгрузка	Заказчик
Размещение товара	Привязка SKU к ячейкам и боксам, действующие правила выкладки	REST API либо периодическая выгрузка	Заказчик
Изображения сцены в боксе	Кадры 3D-камеры с параметрами съёмки и калибровки, сжатие без потерь	Данные формируются в ходе работ и складываются в объектное хранилище	Исполнитель собирает, Заказчик предоставляет хранилище
Стенд, робот и образцы	Оборудование для испытаний, образцы товаров и боксов	Физический доступ на складе в Алматы по согласованному графику	Заказчик
Обращения в клиентский сервис	Недовложения, пересорт, повреждения упаковки с привязкой к заказу	Периодическая выгрузка; используется для контроля на этапе 3	Заказчик

- **Сроки предоставления:** доступ к стенду и роботу, к телеметрии, мастер-данным и отчётности открывается в первую неделю работ. Документацию и тестовый доступ к системе управления манипулятором мы запрашиваем у вендора робота; возможные задержки на его стороне учитываются в плане этапа 0.
- **Форматы:** телеметрия и выгрузки — Parquet или CSV, справочники — JSON или CSV, изображения — со сжатием без потерь и сохранением параметров камеры. Окончательные форматы и схемы полей фиксируются на этапе 0 вместе с определениями показателей.
- **Доработки систем:** новые поля в регистрации случаев ручного отбора вносит наша команда, изменения в системе управления манипулятором — вендор робота. Исполнитель формулирует требования и принимает результат, но сам в эти системы изменения не вносит.

- **Режим доступа:** учётные записи с ограниченными правами выдаются на срок выполнения работ и отзываются по их завершении. Сотрудник поста ручного отбора идентифицируется обезличенным идентификатором, персональные данные не передаются.
- **Если данных не хватает:** отсутствие разбивки случаев humanpick по причинам и типам упаковки — известный нам пробел. Он закрывается на этапе 0 и является условием начала работ по конструкции: до него состав целевых классов упаковки неизвестен.