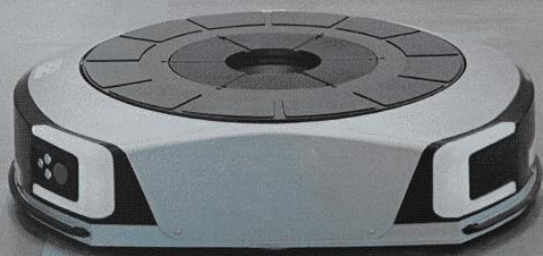


LOGBOOK

ROBO

Полное руководство по роботизации складской логистики



КСЛ

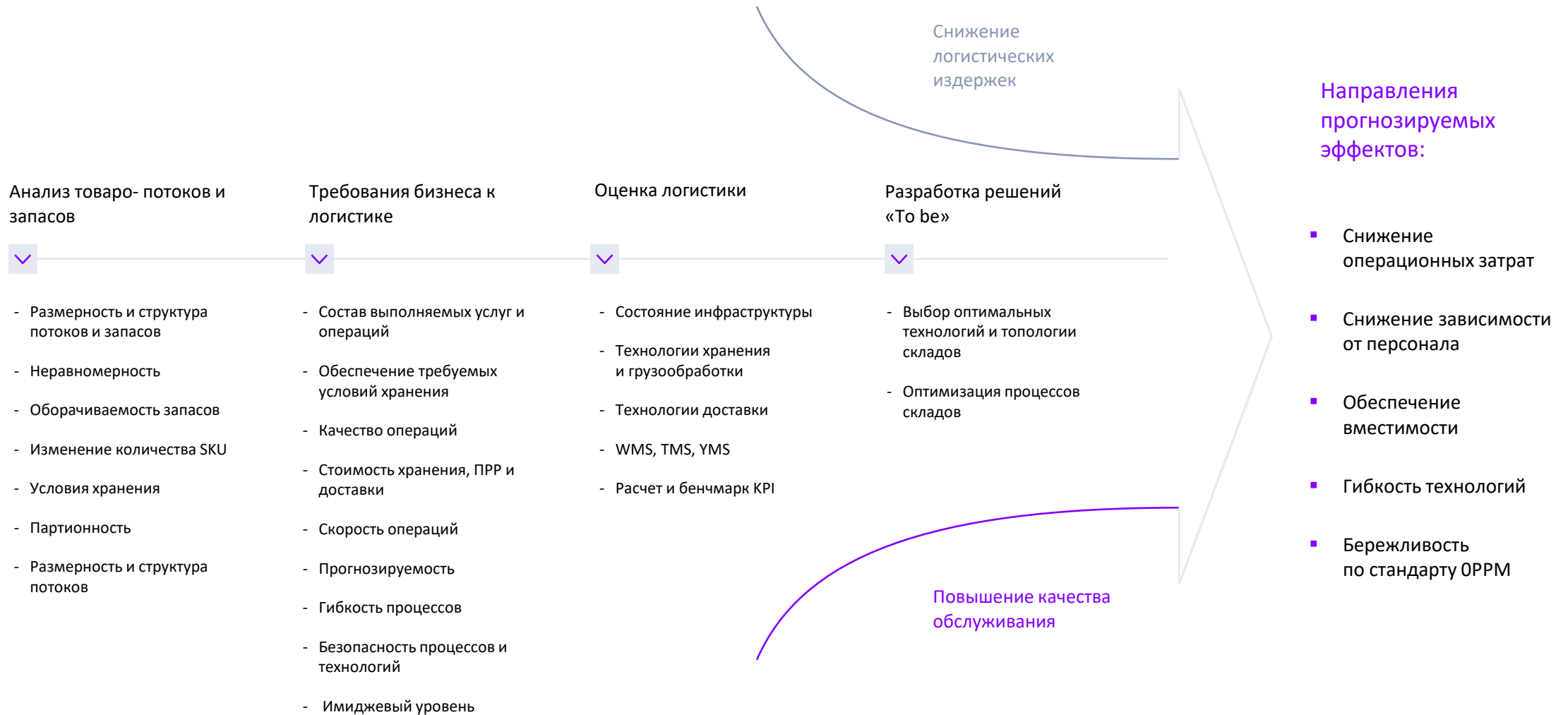
Координационный
Совет по Логистике

МОСКВА 1997 - 2024

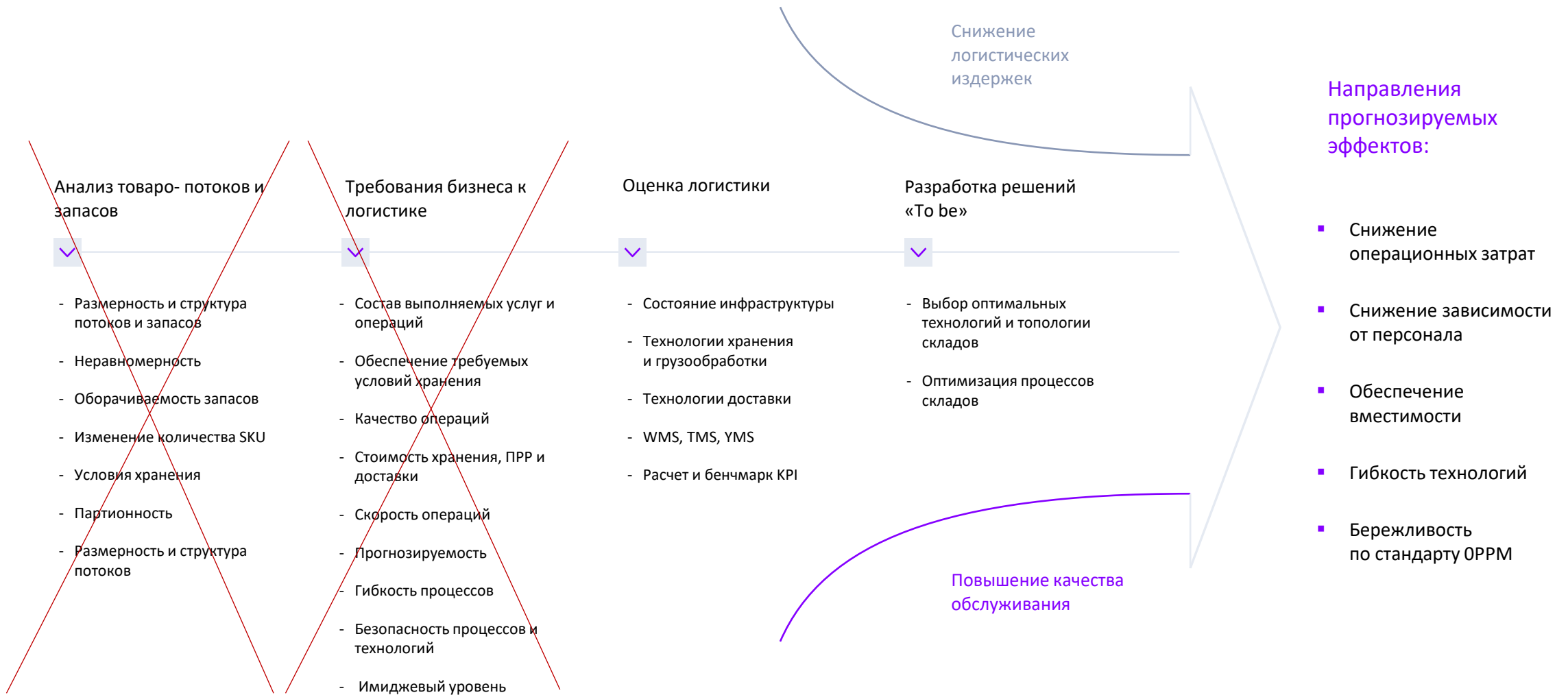
Базовые правила проектирования склада при роботизации

Василий Демин, д.т.н.,
исполнительный директор, КСЛ

Методология проектирования технологии Логистического центра



Но чаще всего_



Этапы реализации проекта

Анализ товарных потоков/Маркетинговое исследование

Отвечает на вопросы:

- Какие товарные группы и в каком объеме обрабатывать и хранить?
- Весо-габаритные характеристики продукции

Логистический концепт

Отвечает на вопросы:

- Какие технологии применять для получения максимальной отдачи от объекта?
- Какая высота, площадь и внутренние размеры зон склада должны быть?
- Какое количество, тип, и расположение доков?
- Количество сотрудников?
- Посадка здания на участок
- Транспортно-технологическая схема
- Фин. модель

3D модель в виртуальной реальности

Ценности:

- Презентовать логистический центр в режиме виртуальной реальности клиентам и инвесторам;
- Использовать фрагменты 3D модели при контрактовании с поставщиками оборудования и ген. подрядчиком (модель содержит характеристики оборудования)

Строительный проект

Разделы:

- ПЗУ Схема планировочной организации земельного участка
- АР Архитектурные решения
- КР Конструктивные и объемно-планировочные решения
- Оборудование и технологии (ИОС, ЭМ ЭН ЭОМ СКС СКУД, АСУЗ и др.)
- ПОС
- ПОД
- ООС
 - ПБ
 - АГПТ
 - ЭЭ и др.

Реализация проекта

Этапы:

- Какие технологии применять для получения максимальной отдачи от объекта?
- Какая высота, площадь и внутренние размеры зон склада должны быть?
- Какое количество, тип, и расположение доков?
- Количество сотрудников?
- Посадка здания на участок
- Транспортно-технологическая схема
- Фин. модель

Методология логистического проектирования склада, основанная на анализе потоков и запасов компании



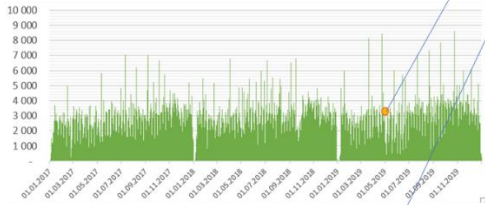
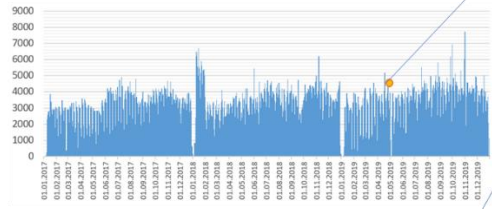
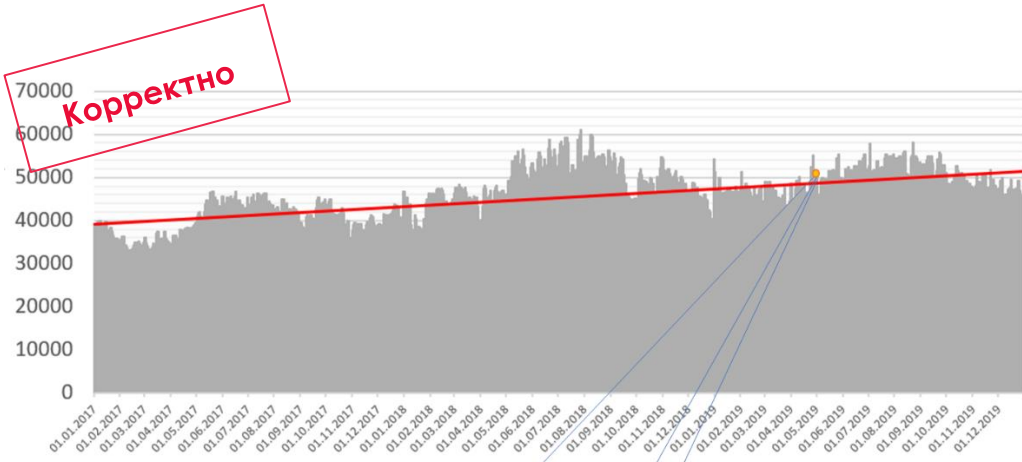
Система выбора технологии хранения и грузообработки

Технология Критерий	Штабельная	Фронтальная широкопроходная	Фронтальная узкопроходная	Стеллажи двойной глубины (ШП)	Стеллажи двойной глубины (УП)	Набивное хранение	Набивное хранение с шаттлом	Гравитационная технология	Push-Back	Мобильные стеллажи	Консольное хранение	Автоматические системы	Роботизированные автомат. системы	Требования к хранению и гр-ки в соотв. с проектом
Стоимость паллетоместа (у.е.)	-	50	50	50	50	40	100	85	70	120	65	50	> 1 000	Не определено
Стоимость единицы ПТО	Эл. погр-к 20 000	Ричтрак 30 000	Узкопр. штабелер 70 000 Эл. погр-к 20 000	Ричтрак 37 000	Узкопр. штабелер 80 000 Эл. погр-к 20 000	Ричтрак 30 000	Ричтрак 30 000	Ричтрак 30 000	Ричтрак 30 000	Ричтрак 30 000	Ричтрак 30 000	Кран-штабелер 110 000 Эл. погр-к 20 000	Робот-сортировщик 5 000	Не определено
Возможность одноэтапной обработки в зоне хранения	Да	Да	Нет	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Да	Желательно
Условная плотность хранения (п.м./м³)	0,55	1,44	2,33	1,8	2,7	2,9	2,9	2,7	1,95	2,6	1,7	2,4	2,5	Средняя и выше
Прямой доступ к гр. единице	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
FIFO/LIFO	L	F	F	L	L	L	F	F	L	F	F	F	F	F
Скорость обработки	Низкая	Средняя	Средняя	Низкая	Низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Средняя	Низкая	Средняя	Высокая	Высокая	Средняя и выше
Размерность хранимого груза	Любая (жесткая упаковка)	Стандартная европаллета	Стандартная европаллета	Стандартная европаллета	Стандартная европаллета	Стандартная европаллета	Стандартная европаллета	Стандартная европаллета	Стандартная европаллета	Стандартная европаллета	Любая	Стандартная европаллета	Любая	Стандарт. в мягкой упаковке
Скорость монтажа	-	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя	Низкая	Средняя	Низкая	Средняя	Низкая	Низкая/средняя	Средняя
Риск выхода из строя	Низкий	Низкий	Средний	Низкий	Средний	Низкий	Средний	Средний	Низкий	Высокий	Низкий	Средний	Низкий	Средний и ниже
Организация мест шт. отбора	Нет	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Нет	Да	Желательно
Удовлетворяет требованиям	—	Да	Да	—	—	—	Да	Да	—	Да	—	Да	—	

Система выбора технологии хранения и грузообработки

Статья расходов	Параметр оценки	Цена, руб	Концепция 1		Концепция 2		Концепция 3		Концепция 4		Концепция 5	
			ШП		ШП + автомат. система (короба/шт.)		ШП + автом. система (короба) + лифт автомат (шт.)		УЗП + автом. система (короба/шт.)		УЗП + автом. система (короба) + лифт автом. (шт.)	
			КОЛ-ВО	СТОИМОСТЬ	КОЛ-ВО	СТОИМОСТЬ	КОЛ-ВО	СТОИМОСТЬ	КОЛ-ВО	СТОИМОСТЬ	КОЛ-ВО	СТОИМОСТЬ
Оборудование для организации хранения												
Широкопроходные фронтальные стеллажи	п.м. (Европаллет)	1 300	52 370	68 081 000	30 024	39 031 200	26 000	33 800 000	-	-	-	-
Узкопроходные фронтальные стеллажи	п.м. (Европаллет)	1 300	-	-	-	-	-	-	39 200	50 960 000	34 000	44 200 000
Паллетные стеллажи в автоматической системе	п.м.	1 690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Полочные стеллажи в автоматической системе	ячейко-место	200	-	-	139 000	27 800 000	112 600	22 520 000	139 000	27 800 000	112 600	22 520 000
Автоматизированные системы вертикального лифтового хранения	шт.	11 000 000	-	-	-	-	10	110 000 000	-	-	10	110 000 000
KLT-тара для легковесной продукции	шт.	400	-	-	18 700	7 480 000	-	-	18 700	7 480 000	-	-
<i>Инвестиции в оборудование для организации хранения, руб.:</i>			68 081 000		74 311 200		166 320 000		86 240 000		176 720 000	
Подъемно-транспортное, технологическое и вспомогательное оборудование												
Самоходные электрические тележки	шт.	420 000	3	1 260 000	-	-	-	-	-	-	-	-
Электроштабелер	шт.	850 000	-	-	2	1 700 000	2	1 700 000	2	1 700 000	2	1 700 000
Ричтрак	шт.	3 500 000	3	10 500 000	2	7 000 000	2	7 000 000	-	-	-	-
Узкопроходный штабелер	шт.	10 500 000	-	-	-	-	-	-	4	42 000 000	4	42 000 000
Автоматический кран-штабелер (паллетный)	шт.	7 000 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Автоматический кран-штабелер (mini-load)	шт.	5 000 000	-	-	10	50 000 000	9	45 000 000	10	50 000 000	9	45 000 000
Конвейерные линии (коробочные)/обвязка автоматической системы для пополнения	м	50 000	-	-	205	10 250 000	205	10 250 000	205	10 250 000	205	10 250 000
Конвейерные линии (паллетные)/обвязка автоматической системы для пополнения	м	130 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Инвестиции в ПТО, руб.:</i>			11 760 000		68 950 000		63 950 000		103 950 000		98 950 000	
Общие затраты, руб.:			79 841 000		143 261 200		230 270 000		190 190 000		275 670 000	
Вместимость СК, м ³			49 538		48 809		79 923		60 041		89 715	
Удельная стоимость инвестиций на 1 м ³ емкости склада			1 612		2 935		2 881		3 168		3 073	

Важные условия корректного расчета мест хранения по различным типам технологий



И далее по каждому SKU

Некорректно

Типы Ед.Хранения	Требуемые количество ЕХ	Остатки на конец недели в месяце со средней оборачиваемостью склада				Остатки на конец недели в месяце с низкой оборачиваемостью склада			
		Неделя 1	Неделя 2	Неделя 3	Неделя 4	Неделя 1	Неделя 2	Неделя 3	Неделя 4
Паллет 1	33500	30150	30820	31155	29145	30485	31155	31825	30485
Паллет 2	500	450	460	465	435	455	465	475	455
Паллет 3	300	270	276	279	261	273	279	285	273
Пластиковый короб 1	не используется								
Пластиковый короб 2	не используется								
Пластиковый короб 3	не используется								
Картонный короб 2	на паллетах								
Картонный короб 3	на паллетах								
Картонный короб 1	на паллетах								
Пластиковый поддон 1	не используется								
Пластиковый поддон 2	не используется								
Пластиковый поддон 3	не используется								
Прочее 1									
Прочее 2									
Прочее 3									
	Требуемое число SKU	SKU в среднем сейчас	Максимальное значение SKU сейчас	Прогноз изменения чила SKU					
Число SKU (артикулов)	12000	8000	17000	25000					
	2,858								

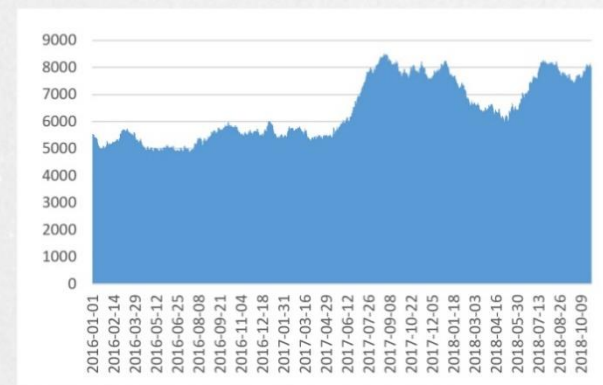
Как рассчитать потребное количество мест хранения и отбора по типам?



Итог: два из трех коробов не разместятся на запланированных полках

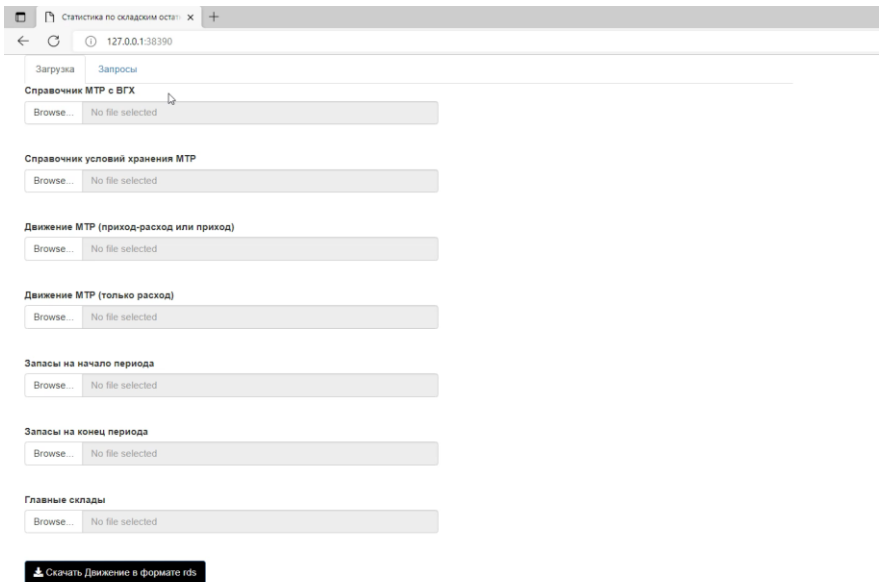
Короба одинаковым объемом 0,144 куб. м., но разные по геометрии

Код	Наименование товарной позиции	Единиц	Вес УЕ	Длина	Ширин	Высота	Объем
3633303	Комплект барабанных накладок, Techno Bra	ШТ	11,5	200	145	200	0,0058
110125652	Амортизатор кабины (пневмо), Firestone	ШТ	4,804	445	110	115	0,005629
400394745	Фильтр масляный, SF-Filter	ШТ	1,5	278	128	128	0,004555
2993707	Комплект барабанных накладок, Fras-le OEN	ШТ	9,99	205	165	195	0,006596
3633337	Комплект барабанных накладок, Techno Bra	ШТ	10,6	200	170	170	0,00578
3551741	Шланг компрессора, Sampra	ШТ	0,372	240	130	130	0,004056



При этом остатки по каждому SKU в течение года меняются от 0 до пиковых показателей

Важные условия корректного расчета мест хранения по различным типам технологий



Для расчета потребного количества мест хранения и отбора в системе используется более 40 параметров, включая ежедневную подбор-комбинацию остатков с аналогичными ВГХ, реальными КЗЯ и техническими параметрами стеллажных систем, ПТО и тары.

№	Параметр	Единица измерения	Стеллажное набивное хранение	Стеллажное набивное хранение с "Шаттлом"	Стеллажное гравитационное хранение
9	Толщина стойки	мм	180	180	180
10	Толщина балки	мм	160	240	125
11	Технологические зазоры по горизонтали	мм	100	100	100
12	Технологические зазоры по вертикали	мм	150	150	150
13	Уклон	%	0%	0%	3%
14	Вместимость ячейки	пал.	1	1	2
15	Длина поддона	мм	1200	1200	1200
16	Ширина поддона	мм	1000	1000	1000
17	Высота поддона	мм	144	144	144
18	Допустимый свес с поддона	мм	50	50	50
19	Технологический просвет между ГЕ	мм	50	50	50

Сравнение коэффициента заполняемости стеллажного оборудования по рассматриваемым технологиям

Показатель	Гравитационные/ набивные стеллажи		Double Deep с аллеями		Double Deep без аллей (с зоной отбора)		Фронтальные палетные стеллажи
	СРЗНАЧ	МАКС	СРЗНАЧ	МАКС	СРЗНАЧ	МАКС	
Коэффициент заполняемости (использования стеллажей)	0,62	0,75	0,75	0,83	0,8	0,89	1

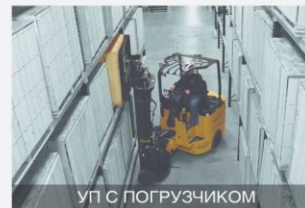
Получение целевых показателей через изменение технологии хранения и грузообработки



ШИРОКОПРОХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ



УЗКОПРОХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ



УП С ПОГРУЗЧИКОМ



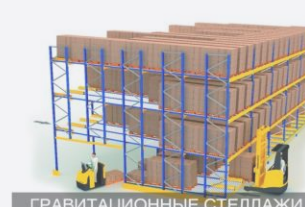
СМЕШАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ



МОБИЛЬНЫЕ СТЕЛЛАЖИ



СТЕЛЛАЖИ ДВОЙНОЙ ГЛУБИНЫ



ГРАВИТАЦИОННЫЕ СТЕЛЛАЖИ



«PUSH BACK»



НАБИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ/С ШАТТЛОМ



ШТАБЕЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ



КОНСОЛЬНЫЕ СТЕЛЛАЖИ



ФРЕЙМ-СТЕЛЛАЖИ



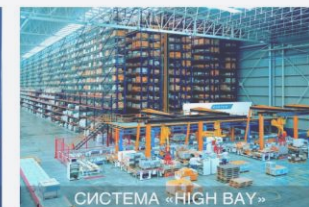
МЕЛКОЯЧЕЙСТОЕ ХРАНЕНИЕ



МЕЗОНИННОЕ ХРАНЕНИЕ



СИСТЕМА ЛИФТОВЫХ СТЕЛЛАЖЕЙ

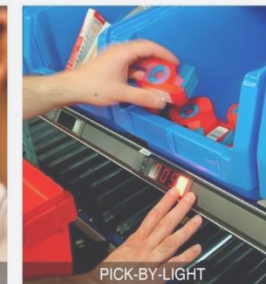


СИСТЕМА «HIGH BAY»

MAN TO GOODS



КОМПЛЕКТАЦИЯ С ТОД



PICK-BY-LIGHT



PICK-BY-VOICE

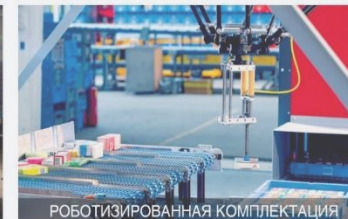


PICK-BY-VISION

GOODS TO MAN



PICK-TO-TOTE



РОБОТИЗИРОВАННАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ



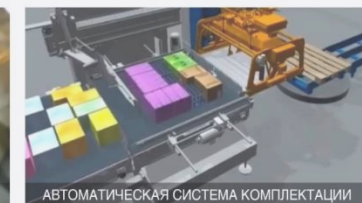
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗАКАЗА



КАРУСЕЛЬ



A-FRAME

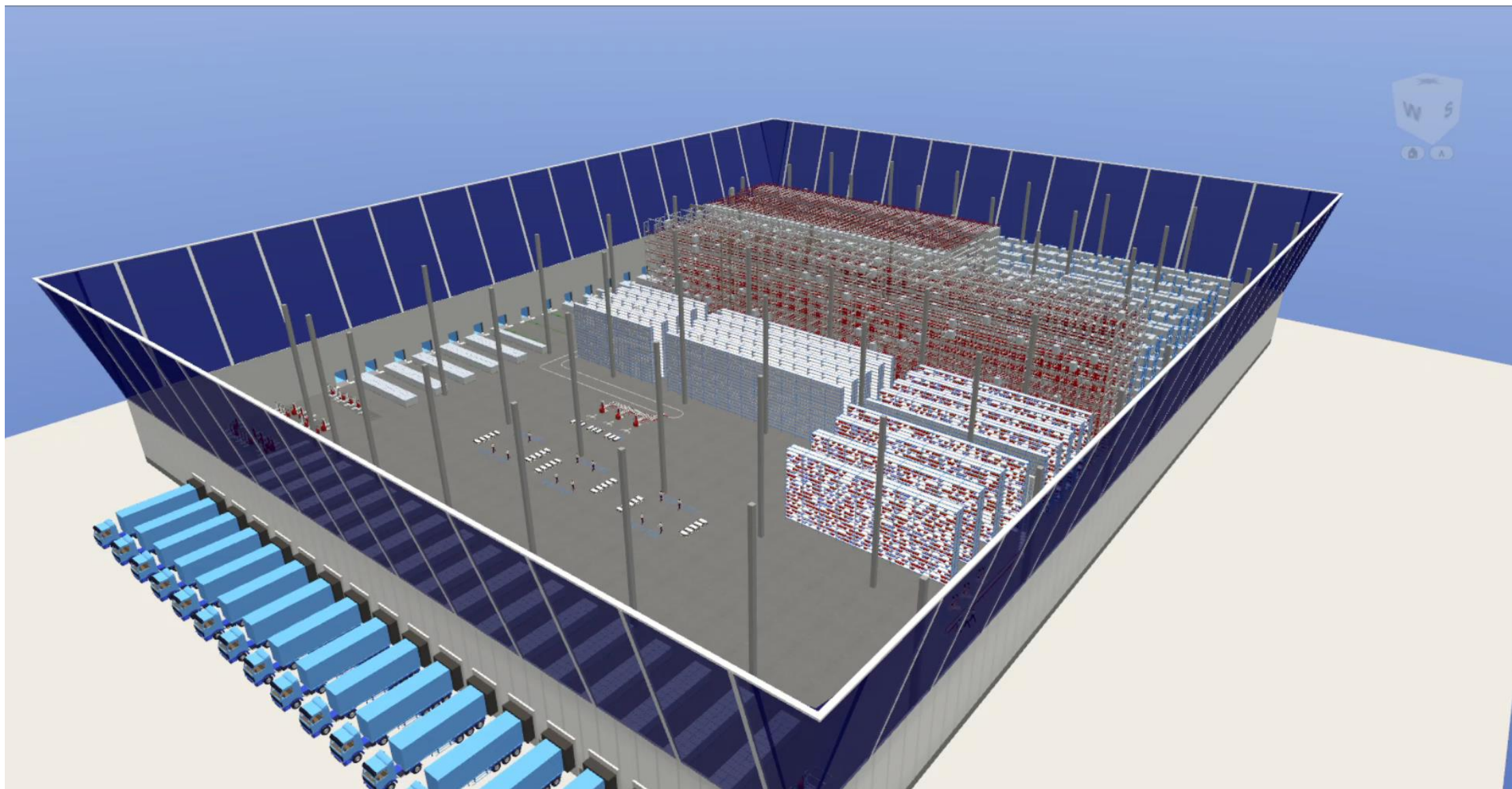


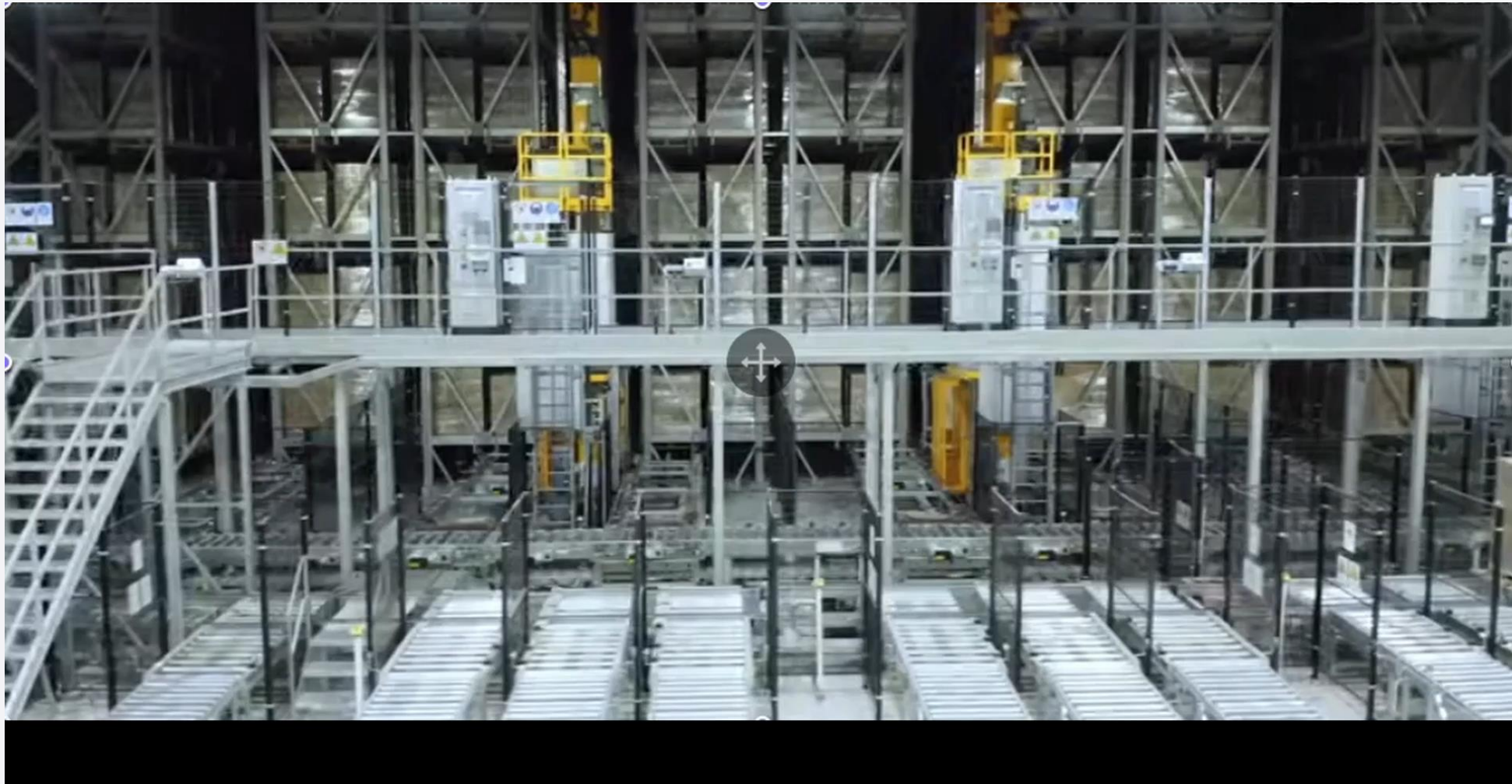
АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОМПЛЕКТАЦИИ

Система выбора технологии хранения и грузообработки

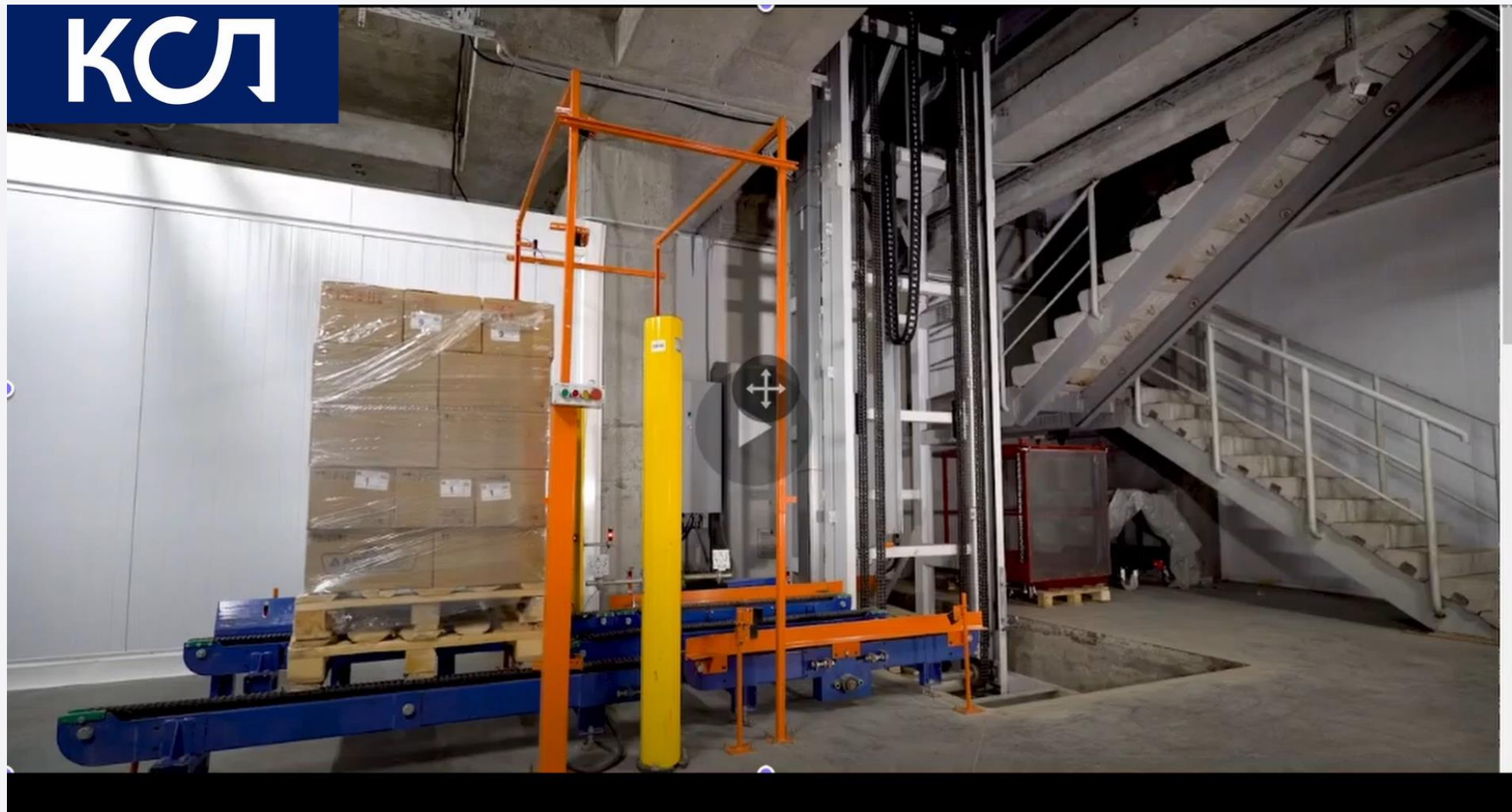
Технология Критерий	Штабельная	Фронтальная широкопроходная технология (ШП)	Фронтальная узкопроходная технология (УП)	Стеллажи двойной глубины (ШП)	Стеллажи двойной глубины (УП)	Набивное хранение	Набивное хранение с шаттлом	Гравитационная технология	Push-Back	Мобильные стеллажи	Автоматические системы	Автоматические системы двойной глубины	Требования к хранению и гр-ки в соотв. С проектом
Стоимость паллетоместа (у.е.)	-	20	20	20	20	16	40	34	28	60	20	20	Не определено
Стоимость единицы ПТО (у.е.)	Эл. Погр-к 24 000	Ричтрак 38 000	Узкопр. Штабелер 70 000 Эл. Погр-к 24 000	Ричтрак 48 000	Узкопр. Штабелер 80 000 Эл. Погр-к 24 000	Ричтрак 38 000	Ричтрак 38 000	Ричтрак 38 000	Ричтрак 38 000	Ричтрак 38 000	Кран-штабелер 110 000 Эл. Погр-к 24 000	Кран-штабелер 110 000 Эл. Погр-к 24 000	Не определено
Возможность одноэтапной обработки в зоне хранения	Да	Да	Нет	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Желательно
Условная плотность хранения (п.м./м ²)	0,55	1,44	2,33	1,8	2,7	2,9	2,85	2,6	1,95	2,6	2,4	2,78	Средняя и выше
Прямой доступ к гр. Единице	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Нет	Да
FIFO/LIFO	L	F	F	L	L	L	F	F	L	F	F	L	F
Скорость обработки	Низкая	Средняя	Средняя	Низкая	Низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Средняя	Низкая	Высокая	Высокая	Средняя и выше
Размерность хранимого груза	Любая (жесткая упаковка)	Европаллет	Европаллет	Европаллет	Европаллет	Европаллет	Европаллет	Европаллет	Европаллет	Европаллет	Европаллет	Европаллет	Европаллет
Скорость монтажа	Высокая	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя	Низкая	Средняя	Низкая	Низкая	Низкая	Желательно средняя
Организация мест шт. отбора	Нет	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Нет	Желательно
Удовлетворяет требованиям	---	ДА	ДА	---	---	---	ДА	ДА	---	ДА	ДА	---	

Оптимальное сочетание технологий: от сверхплотных до высокопроизводительных







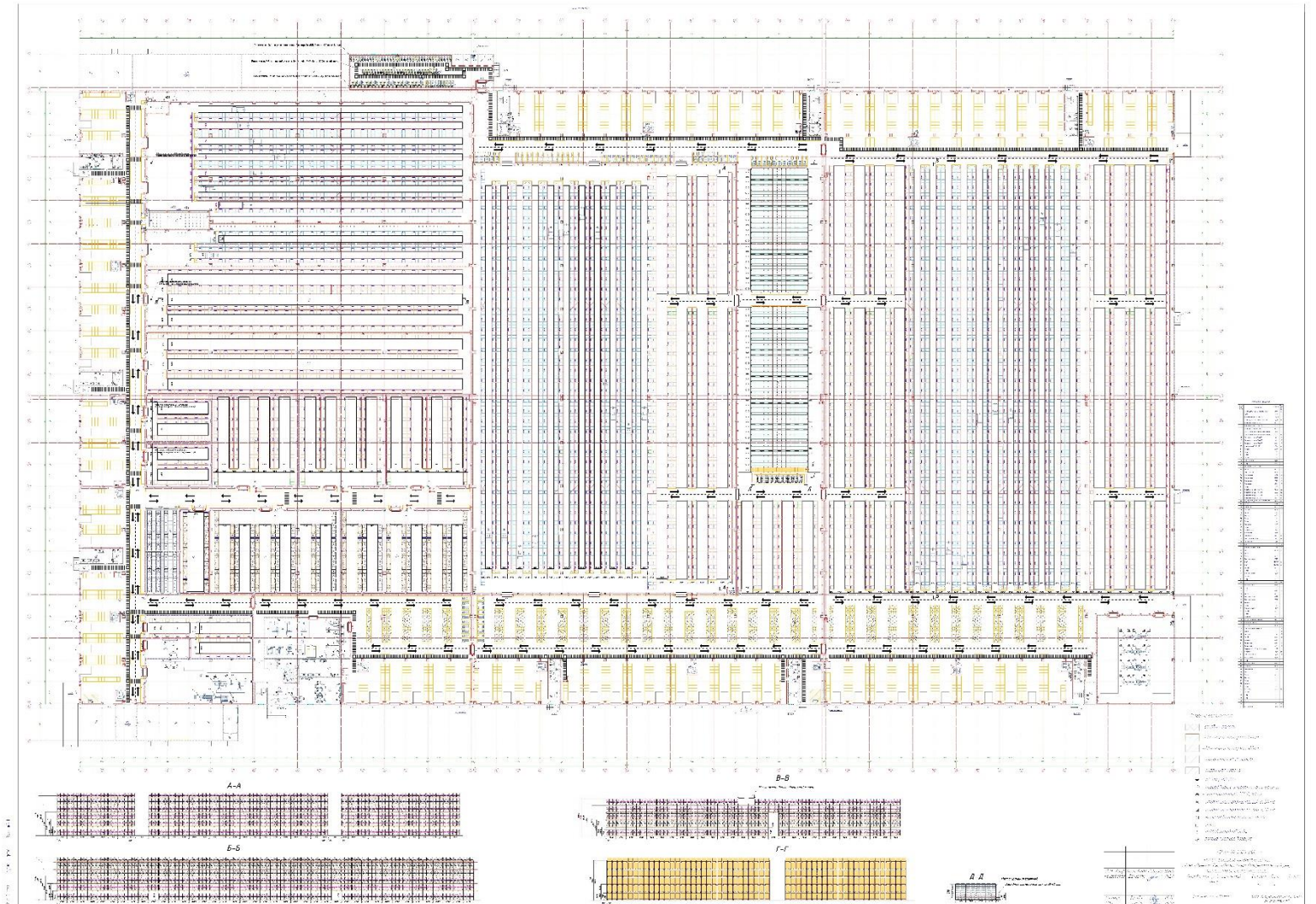


Технологии, заложенные в концепт: автоматическая разгрузка



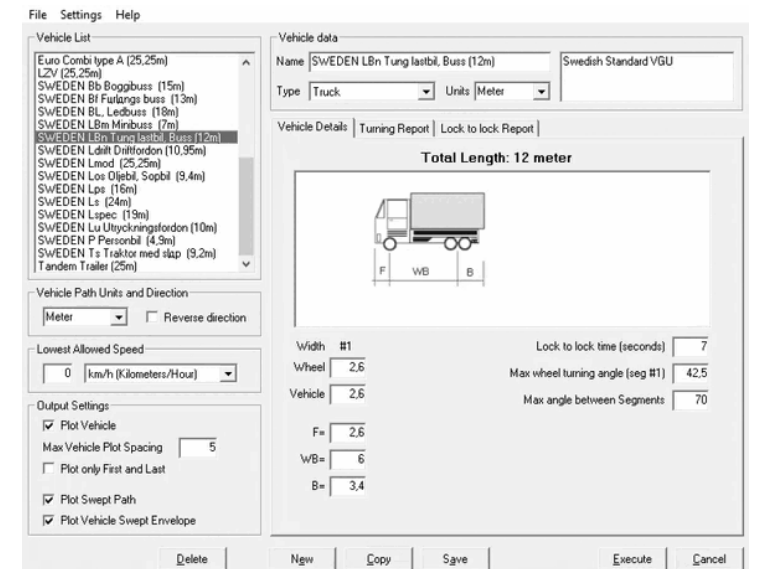
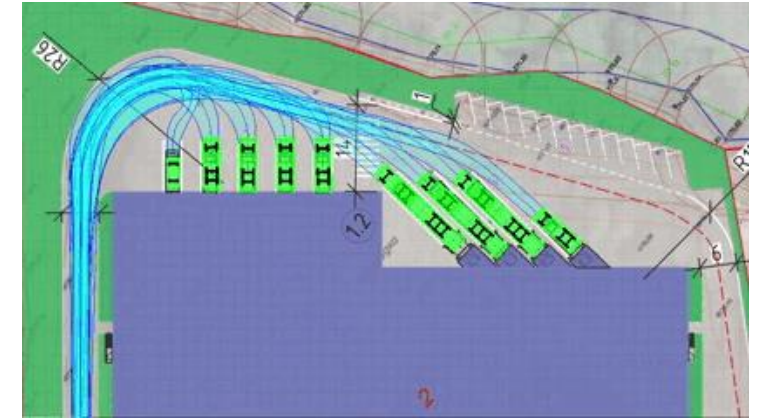
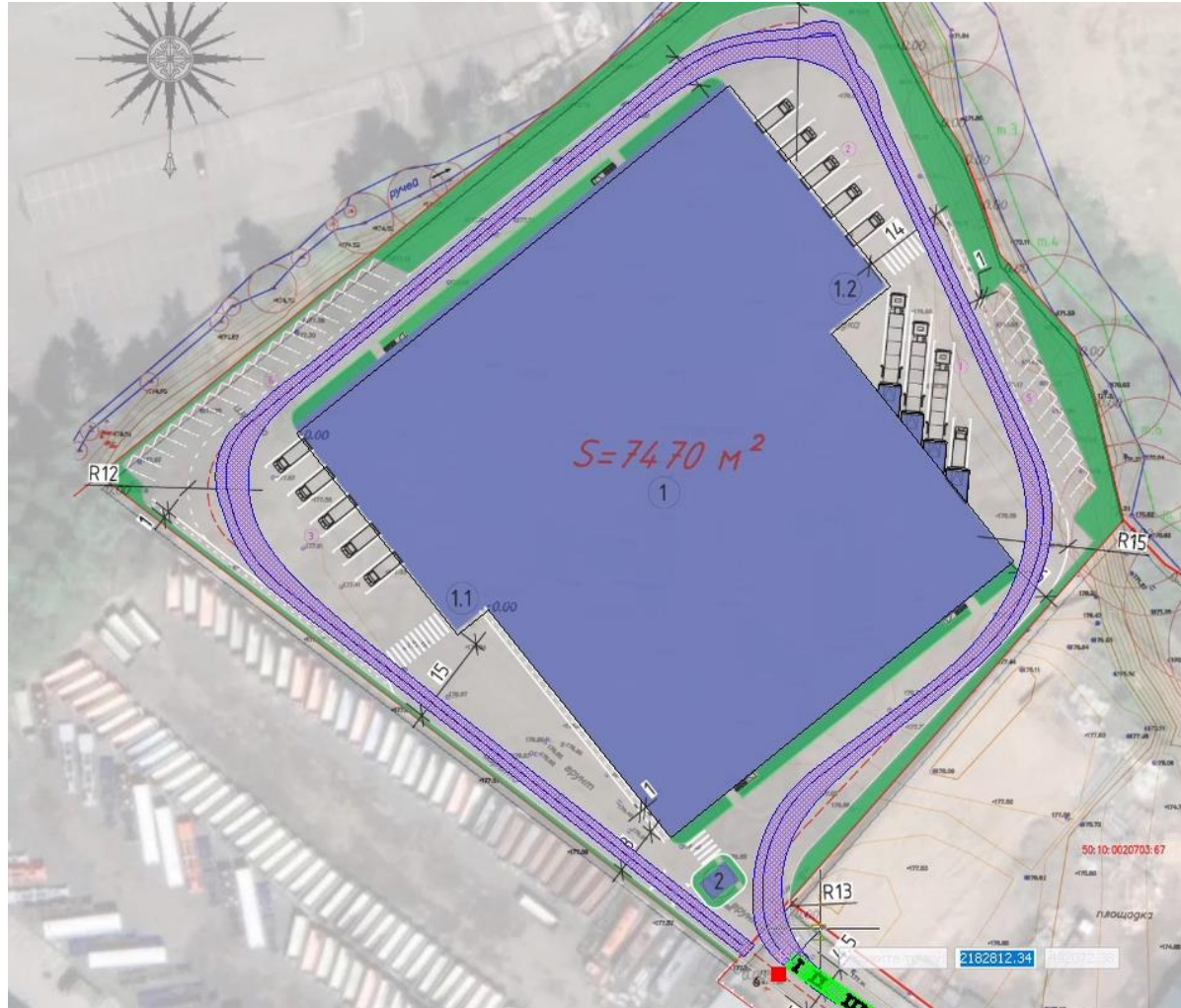
Отличие логистического концепта от ТХ

- Отметки рабочих мест, подводов горячей/холодной воды с отводом в канализацию, местные вент. отсосы в зарядных, подвод сжатого воздуха, проработка трапов и необходимости обогрева и т.д.
- Разработка напольной разметки и отбойников на схемах, пешеходные зоны, стоп-линии, напольное размещение грузовых единиц. Размещение отбойников позволяло точнее понимать расстояния между объектами внутри зоны.
- Детальный расчет категории помещений по взрывопожарной опасности для экспертизы.
- Для узкопроходников проработка с поставщиками как будет проходить трасса индукционного кабеля, чтобы правильно расположить места подключения для индукционного генератора, а для шаттлов необходимо было проработать места для зарядки АКБ так, чтобы тратить на зарядку минимум времени ресурсов.
- *Если не учесть казалось бы даже незначительную деталь на этапе ТХ, то это потом скажется на запуске и работоспособности всего объекта*



Параметры ГПЗУ и действующего законодательства, которые обязательно нужно учитывать

- 1) Пожарные нормы (пожарные проезды)
- 2) Минимальные отступы от границ
- 3) Охранные зоны коммуникаций (газоснабжение, электроснабжение, водоснабжение, канализация)
- 4) Санитарные нормы
- 5) Водоохранные зоны
- 6) Правила землепользования и застройки
- 7) Земли лесного фонда
- 8) Придорожные зоны (автомобильные и железные дороги)
- 9) Требования связанные с особыми объектами (аэропорты, военные объекты)



КСЛ

Спасибо!

Василий Демин

Исполнительный директор,
Координационный совет
по логистике

demin@ccl-logistics.ru