



**Константин Рахилин,**  
к.т.н., доцент кафедры подъемно-транспортных систем, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана



**Евгений Сафронов,**  
аспирант кафедры подъемно-транспортных систем, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана



**Александр Чеканов,**  
доцент кафедры эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

## ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ ОБОРУДОВАНИЯ В СКЛАДСКОЙ ИНТРАЛОГИСТИКЕ

**Аннотация.** В статье приводится краткая история появления и развития оборудования для интралогистики и изложены общие подходы для выбора оборудования и оценки эффективности решения.

**Ключевые слова.** Интралогистика, логистика, складская логистика, материальные потоки, вилочные погрузчики, палета, конвейерные системы, методика выбора.

**Annotation.** The article gives a brief history of the appearance and development of equipment for intralogistics and outlines common approaches for selecting equipment and evaluating the effectiveness of the solution.

**Key words.** Intralogistics, logistics, warehouse logistics, material flows, forklift trucks, pallet, conveyer system, selection methodology.

### Введение

Достаточно часто руководство компании, к своему сожалению, осознает, что существующая структура интралогистики не справляется в полной мере с возросшими материальными потоками [5]. В таком случае специалистам по интралогистике предприятия адресуется следующий вопрос: «Что следует делать: масштабировать существующее решение или переходить на новое оборудование?» В статье в качестве примера рассмотрены два наиболее часто встречающихся варианта напольного транспортно-

вания палет – вилочные погрузчики и конвейеры, т.е. машины периодического действия и непрерывного транспорта. В этой статье своей задачей мы видим помощь в понимании обоснования решения в тех случаях, когда выбор не очевиден, а каждое из решений имеет свои особенности, достоинства и недостатки.

### Напольный транспорт: вилочные погрузчики

История создания вилочных погрузчиков относится к началу XX в., Кристофер Найгер (Christopher Neiger) приписывает разработку и создание первых погрузчиков американским компаниям Clark и Yale and Town Manufacturing, создавшим соответственно шасси в 1917 г. и подъемный механизм в 1923 г. [9]. На рис. 1 приведено изображение одной из подобных машин [14].

Использование вилочных погрузчиков получило широкое распространение, особенно вместе с палетами, с 1925 г. [14], а начало их массового применения пришлось на Вторую мировую войну. В 1980-е гг. прошлого века конструкция погрузчиков благодаря научно-технической революции была серьезно усовершенствована

и стала более безопасной для водителя [9]. В Европе французский производитель Fenwick [13] в 1926 г. предложил тележку с подъемной платформой (рис. 2).

В настоящее время (рис. 3) вилочные погрузчики, пожалуй, самый распространенный вид складского напольного оборудования, который отличает очевидная простота в использовании, большая гибкость в выборе интралогистических решений, широкий выбор типов оборудования, большой выбор поставщиков. Вилочные погрузчики позволяют выбирать между электрическим двигателем или двигателями внутреннего сгорания, работающими на дизеле, газе или бензине [7].

При выборе вилочного погрузчика в качестве напольного интралогистического транспорта следует исходить из следующих требований [7]:

- интенсивность загрузки за сутки (количество циклов);
- выбор маршрутов и длины рабочих маршрутов;
- выбор места применения (на закрытых или открытых площадках);
- доступная ширина проезда (с учетом размеров груза с тарой и зазором);
- удобство и периодичность техобслуживания.

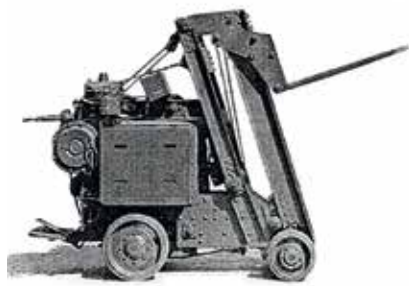


Рисунок 1. Общий вид вилочного погрузчика начала XX в. (США, 1927 г.)  
Источник: [14]

В зависимости от изложенного для погрузчика подбирается:

- номинальная мощность;
- тип двигателя;
- экономичность;
- экологичность;
- уровень шума;
- ресурс работы;
- высота подъема грузов;
- высота помещения для проезда.

Следует помнить и об иных свойствах данного вида техники:

- быстрая масштабируемость решения: при росте грузопотока можно просто увеличить количество погрузчиков, если это позволяют проезды;
- при большом количестве погрузчиков следует правильно организовать их работу, для чего понадобятся терминалы и информационная система, управляющая их работой;
- время работы батареи погрузчика ограничено, и при интенсивной работе нужна зарядка и/или сменная батарея, что потребует дополнительного помещения;
- каждый погрузчик нуждается в водителе, а значит, возрастает значение человеческого фактора, так как производительность и безопасность зависят от водителей;
- подбор и подготовка водителей требуют определенных затрат;
- при интенсивном движении могут возникать повреждения погрузчика, груза, поддонов, стеллажей и др.;
- батарея погрузчика быстрее разряжается, если погрузчику приходится двигаться не только в горизонтальной плоскости, но и въезжать на пандус.

Конечно же, следует помнить об экономической составляющей. Зная затраты, не составит труда рассчитать стоимость транспортировки одной палеты.

В журнале «Склад и техника» [1] приводятся интересные исследования немецких специалистов университета Дуйсбург-Эссен о том, как следует замерять время работы погрузчика. Приведем лишь несколько цифр: среднее время эксплуатации погрузчика 8 лет; стоимость погрузчика складывается из затрат на приобретение (20%) и эксплуатационных затрат (80%). В среднем загрузка погрузчика составляет около 60% времени его эксплуатации. Это усредненные ориентировочные цифры, поэтому всем, для кого данная тема актуальна, рекомендуем ознакомиться подробнее с данной статьей. На рис. 4 [1] приведена диаграмма эксплуатационных расходов погрузчика при различных методах измерения времени его работы.

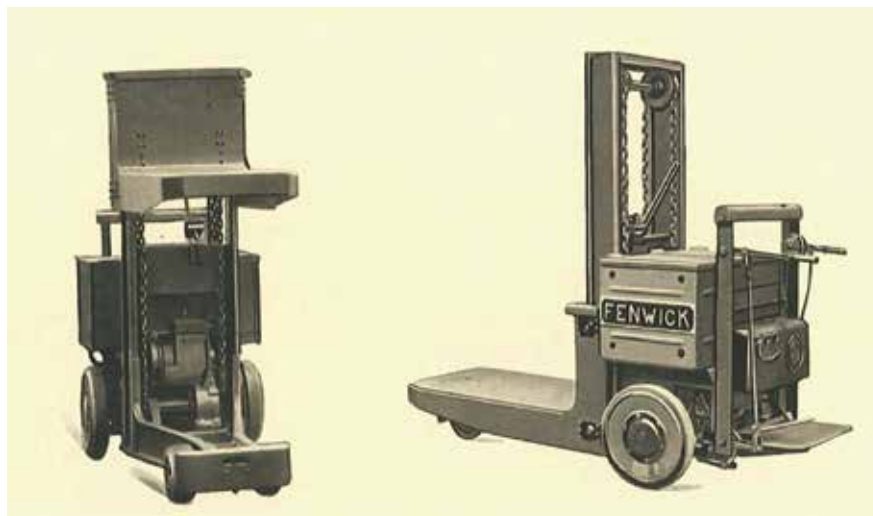


Рисунок 2. Общий вид тележки с подъемной платформой компании Fenwick (Франция) образца 1926 г.

Источник: [13]

### Палетные конвейеры

История появления палетных конвейеров связана с появлением роликовых конвейеров и палет [2, 10]. Патент на роликовый конвейер получил в 1908 г. Хаимл Годдар из компании «Логан». Как указывалось выше, палета в ее нынешнем виде с нижней планкой появилась в 1925 г. [14]. К сожалению, нам не удалось найти сведений об изобретателе, который первым поставил палету на конвейер, заставив ее двигаться.

По сравнению с машинами напольного транспорта (погрузчиками), палетные конвейерные системы более производительны, но и стоимость проекта внедрения этой системы дороже, чем покупка погрузчика.

Палетные конвейерные транспортеры отличаются:

- фиксированный маршрут движения груза, что можно рассматривать как достоинство, если маршруты известны и неизменны, например «зона приемки – склад», «склад – производство» и подобные маршруты;
- высокая производительность системы по сравнению с напольным транспортом: при должном расчете система имеет хороший запас производительности, что позволяет несколько лет (как правило, 5–7) не беспокоиться о дополнительных инвестициях в ее модернизацию;
- возможность размещения системы так, чтобы не занимать проход: экономия рабочего места, а также перемещение палет между различными уровнями или этажами;

- снижение влияния человеческого фактора – нет прямой зависимости от количества транспортируемых палет и числа рабочих, хотя корреляция существует.

Конвейерные системы имеют электрический привод, это экологично и позволяет обеспечить круглосуточную эксплуатацию инфраструктуры.

Следует оговориться, что полностью отказаться от погрузчиков невозможно, поскольку некоторые конструкции конвейеров предполагают, что нужно снимать и ставить палеты на транспортер, но подобная деятельность часто позволяет не использовать информационную систему в силу локальности этой работы.

Отдельно следует обратить внимание на риски отказа арендатору



Рисунок 3. Общий вид вилочного погрузчика начала XXI в. (Япония, компания TOYOTA, 2017 г.)

Источник: [7]

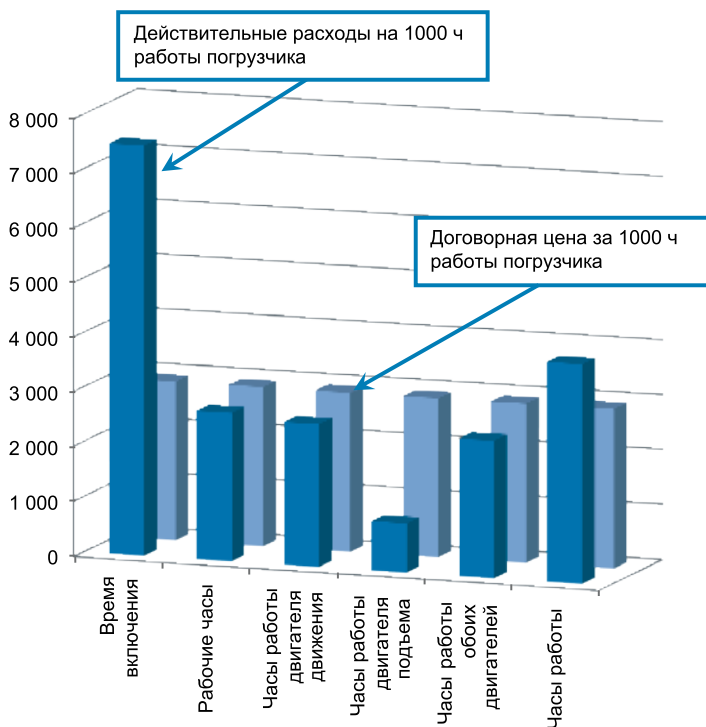


Рисунок 4. Диаграмма эксплуатационных расходов погрузчика при различных методах измерения его работы

Источник: [8]

в продлении договора использования складского или производственного помещения. В этом случае размещение стационарного оборудования вряд ли является хорошим решением.

### Типовые решения

Как показывает практика участия авторов статьи в реализации палетных складских проектов в России и за рубежом, более 80% из них могут быть сведены к нескольким готовым проектным, или типовым, решениям (далее – ТР) или комбинациям ТР [3]. Актуальность такого подхода проверена многолетней практикой и не вызывает сомнений с точки зрения экономической эффективности. Предлагаемые ТР палетной механализации и автоматизации складских транспортных операций (хранение, транспортировка, накопление, поворот, подъем-опускание, загрузка-разгрузка и др.) используют в качестве элементной базы палетные погрузочно-разгрузочные конвейерные и подъемные модули известных компаний (Schaefer, Interroll, Evroroll, TGW), а также российских производителей, указанных в работе [4]. По своим характеристикам разработанные отече-

ственные модули не уступают, а по некоторым (стоимость, унификация, сроки изготовления и монтажа) даже превосходят лучшие зарубежные аналоги.

Предлагаемые варианты ТР [4] базируются на научно обоснованных методах и подходах к оценке выбора и целесообразности использования различного подъемно-транспортного оборудования и предполагают возможные дополнения и изменения при конкретной реализации по требованиям заказчика.

К основным преимуществам применения предлагаемых отечественных ТР по сравнению с зарубежными аналогами относятся:

- модульный принцип построения, позволяющий изменения конфигурации выбранного решения и/или объединение нескольких решений;
- сокращение сроков выполнения работ под ключ на 30–50%;
- минимизация затрат на эксплуатацию (в 1,5–2 раза);
- гарантированное качество выбранного варианта;
- более 95% деталей, узлов и механизмов модулей изготовлено из отечественных комплектующих;
- особенности конструктивных решений механизмов, узлов и деталей

каждого модуля существенно упрощают их сборку, а также позволяют уменьшить время монтажа модуля в целом. Опыт монтажа аналогичных зарубежных конструкций показал, что время монтажа предлагаемых модулей не менее чем на 10% меньше.

### Технико-экономическое обоснование решения

Для технико-экономического обоснования выбора рекомендуется рассчитать следующие показатели:

- первоначальные инвестиции в приобретение оборудования;
- сроки монтажа и установки системы, включая время обучения персонала;
- срок амортизации оборудования;
- запас по производительности;
- совокупные текущие расходы по эксплуатации и обслуживанию системы;
- риски остановки и критичность этих рисков для предприятия;
- производительность системы (текущая и предельная).

Суммировав указанные показатели за положенный срок, например за 3, 5 или 8 лет, а также разделив эту стоимость на количество перемещаемых грузовых единиц (палет), получим значение стоимости, приведенное к одной палете.

Важно рассчитать предельную загрузку системы: в случае использования напольного транспорта сумма инвестиций существенно вырастет.

Другим ключевым параметром является стоимость перемещения единицы веса (тонны) или объема (метра кубического).

Подготовив несколько сценариев (текущий, оптимистичный, пессимистичный и предельный) и представив стоимость перемещения для каждого из вариантов, обозначив риски для каждого из решений, руководство компании сможет без труда принять верное решение.

Одной из наиболее интересных научных работ в области методики подбора оборудования для интралогистики является диссертация Иен-Тай Вана, которая была представлена в техническом университете штата Джорджия (США) в 2006 г. [15]. В этой работе предпринята попытка свести воедино и дать описание всем релевантным факторам, влияющим на создание системы интралогистики промышленного предприятия, при этом ключевыми для принятия решения, по мнению автора, являются следующие:

- данные о технологии производства;
- данные о требованиях к заданиям;



- информация о производственных зданиях и помещениях;
- иная доступная информация о существующих ресурсах.

На рис. 5 представлена диаграмма [15], показывающая все факторы и их взаимосвязи. Как следует из диаграммы, среди всех факторов при проектировании наиболее важны рациональная группировка заданий и сочетаемость используемых технологий производства и транспортировки. Одним из существенных факторов, способных ограничить часть возможных решений, являются конструктивные особенности производственных зданий и помещений.

Мы намеренно не приводим абсолютных значений, цифр, поскольку суммы затрат в каждом случае могут существенно различаться в зависимости от решаемой задачи и выбора поставщиков. Задача статьи состоит в том, чтобы помочь в понимании выбора, а не лоббировать конкретное технологическое решение. Стандартизация показателей дает возможность сравнивать производственные предложения изготовителей средств напольного транспорта и вводить в свои оценки наряду с инвестиционными затратами также реальные данные об оперативных расходах. Благодаря этому легче доказать, что системные решения с более высокими инвестиционными затратами в целом представляют собой более экономичный вариант. Данный вывод приводится в уже упомянутой статье, и мы полностью с ним согласны.

## Заключение

Выбор оборудования для складской интралогики не всегда очевиден с первого взгляда, но при подробном анализе и расчете не составит большого труда. «Кому выбирать, тому и голову себе ломать» («Wer hat Wahl der hat Qual») – гласит немецкая поговорка [8], и это действительно так, если затраты составляют существенную часть бюджета предприятия, а принимаемое решение будет влиять на его оборот. Ключевыми для подготовки технико-экономического обоснования и анализа являются именно реальные значения производительности и затрат, к сожалению не всегда доступные.

Надеемся, что изложенные рекомендации и подходы смогут облегчить восприятие поставленных задач и упростить процесс принятия решений, что поможет специалистам справиться с данной задачей.

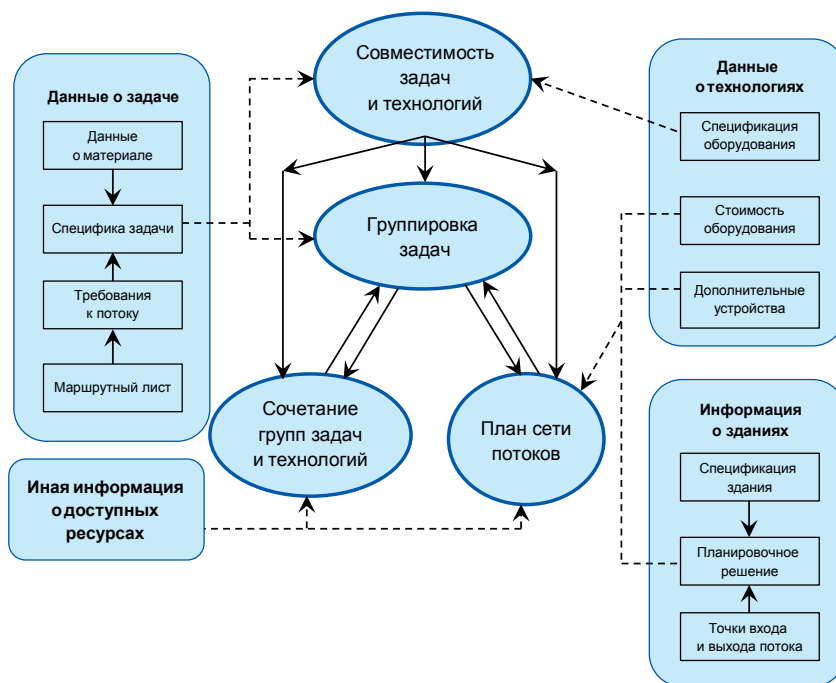


Рисунок 5. Решения и связи при проектировании материальных потоков системы интралогики предприятия  
Источник: [15]

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нохе Б., Серпил Коц С. Измерение производительности вилочных погрузчиков. Электронный ресурс: URL: <http://sitmag.ru/article/10631-izmerenie-proizvoditelnosti-vilochnyh-pogruzchikov>
2. История развития конвейера. Электронный ресурс: URL: <http://www.prom-tech.info/2014/08/history-development-conveyor/>
3. Носко А.Л., Сафронов Е.В. Преимущества использования типовых палетных интралогикических решений при проектировании и эксплуатации складов // Логистика. – 2016. – № 5 (114). – С. 16–21.
4. Носко А.Л., Сафронов Е.В., Потапов В.А. Система палетных модулей для складской интралогики // Вестник машиностроения. – 2016. – № 8. – С. 10–12.
5. Рахилин К.В., Носко А.Л. Интралогикика – что это? // Логистика. – 2016. – № 8. – С. 44–47.
6. Грузоподъемник // Википедия. Электронный ресурс: URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Forklift>
7. Официальный сайт Невьянского машиностроительного завода. Электронный ресурс: URL: <http://nmz-group.ru/news/88-forklifts.html>
8. Большой немецко-русский словарь. Электронный ресурс: URL: <http://www.classes.ru/all-german/dictionary-german-russian-Leinterm-88491.htm>
9. Neiger Ch. How Forklifts Work. Электронный ресурс: URL: <http://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/forklift1.htm>
10. Conveyor Roller. Электронный ресурс: URL: <http://www.conveyor-roller.portfoliobox.me/conveyor-rollers-a-brief-history>
11. History of Conveyors. Электронный ресурс: URL: <http://wolverhampton-handling.co.uk/history-of-conveyors/>
12. LeBlanc R. History of the Forklift. Электронный ресурс: URL: <http://packagingrevolution.net/history-of-the-fork-truck/>
13. The history of the forklift truck in ten pictures. Электронный ресурс: URL: [http://www.kiongroup.com/en/main/media\\_site/ms\\_expertise/expertise\\_detail\\_13952.jsp](http://www.kiongroup.com/en/main/media_site/ms_expertise/expertise_detail_13952.jsp)
14. Barrell S. The History of Pallets. Электронный ресурс: URL: <http://www.1001pallets.com/the-history-of-pallets/>
15. Yen-Tai Wan. Material transport system design in manufacturing: Dissertation Presented to The Academic Faculty. Georgia Institute of Technology, 2006. – 173 p.