

# ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЛИФТЫ

## ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВ  
НИКОЛАЙ ШИЛКИН

Лифты высотных зданий имеют множество конструктивных особенностей, что обуславливает повышенное потребление электроэнергии этими системами по сравнению с лифтами многоэтажных зданий. В зарубежной практике нередко встречаются жилые здания, в которых затраты на электроснабжение систем вертикального транспорта могут достигать 50 % от общего электропотребления. При проектировании, монтаже и эксплуатации лифтов следует использовать особый подход, заключающийся в применении комплекса энергосберегающих мероприятий, позволяющих сделать систему вертикального транспорта более энергоэффективной и не такой затратной в эксплуатации.

**Э**лектроэнергия, потребляемая лифтами, занимает в общем показателе по зданию значительную долю. По приблизительным оценкам, выполненным CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers – профессиональная британская организация инженеров коммунальных услуг), в офисных зданиях электропотребление вертикального транспорта составляет в среднем 11%. Лифты в жилых зданиях эксплуатируются более интенсивно, и их электропотребление может достигать 50% от общего показателя по зданию.

Энергоэффективные решения в системах вертикального транспорта можно рассмотреть как на этапе производства лифтов, так и при их непосредственной работе. Это использование высокоэффективных приводов, выбор оптимального размещения лифтов, применение интеллектуальных схем управления лифтами, модернизация существующих систем, оптимизация поставок, т. е. максимальное приближение производства к потребителю и сокращение затрат на логистику, и т. д. Важное значение в последнее время приобретает сертификация систем.

## Сертификация лифтов

При сертификации зданий по экологическим стандартам высокие требования предъявляются в том числе к технологической цепочке производства инженерного оборудования: используются ли при производстве возобновляемые материалы, не выбрасывается ли в большом количестве CO<sub>2</sub> при организованной тем или иным способом логистике. К этому направлению в последнее время отмечается все большее внимание со стороны производителей систем вертикального транспорта, поскольку заказчики, арендаторы и конечные потребители могут поставить

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИФТОВ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

**Применение компенсационного троса.** В высотных зданиях длина троса может достигать нескольких сот метров, а его масса – нескольких сотен килограммов. При движении лифта масса кабины и масса противовеса непрерывно меняются за счет сокращения или удлинения соответствующих участков троса. Для того чтобы система не становилась разбалансированной, применяют компенсационные тросы, соединяющие кабину лифта и противовес в нижней части. При движении, например, вверх длина участка троса, на котором подвешена кабина, непрерывно уменьшается, но длина участка компенсационного троса увеличивается. Соответственно, увеличивается длина участка троса, на котором подвешен противовес, и уменьшается длина участка компенсационного троса.

**Наличие роликовых башмаков.** На скоростях свыше 2,5 м/с обязателен такой элемент, как роликовые башмаки. В обычных лифтах, где скорости ниже, часто используют направляющие башмаки скольжения. При повышении скоростей они неприменимы, поскольку в этом случае резко возрастают шум, вибрация и износ этих башмаков.

**Аэродинамическая форма кабин.** Начиная со скоростей 6 м/с применяют лифтовые кабины, которым придается специальная аэродинамическая форма. Обычно в верхней и нижней частях кабин устанавливают обтекатели, позволяющие минимизировать влияние сопротивления воздуха.

**Конструктивное исполнение кабин.** При скоростях движения кабин выше 4 м/с крайне желательно использование нескольких кабин, разделенных балками, в общей шахте. Когда это сделать невозможно по архитектурно-планировочным или конструктивным соображениям, в лифтовой шахте делают отводы воздуха с перетоками, позволяющие если не исключить, то хотя бы минимизировать вредные аэродинамические воздействия.

**Использование усиленных элементов.** В высотных зданиях в лифтах устанавливают специальные усиленные направляющие, кронштейны и даже усиленные двери, которые при прохождении мимо них лифтовой кабины выдерживают довольно сильную аэродинамическую ударную нагрузку и гасят шум. Должны использоваться особые клипсы – это один из тех элементов, который в высотных зданиях достаточно сильно отличается по конструкции от аналогичного элемента многоэтажных зданий.

## СЕРТИФИКАЦИЯ ЛИФТОВ ПО СТАНДАРТУ VDI 4707

Сертификат энергетической эффективности лифтов по стандарту VDI 4707		
Производитель	Schindler	Класс энергетической эффективности
Расположение	Улица Город	
Модель лифта	Серия / Версия	
Тип лифта	Пассажирский лифт с электрическим приводом	
Номинальная нагрузка	1 250 кг	Номинальный уровень годового потребления энергии составляет 3 000 кВт·ч
Номинальная скорость	6 м/с	
Кол-во рабочих дней в году	365	
Нагрузка в режиме ожидания 50 В (класс энергопотребления A)	Нагрузка в рабочем режиме 0,50 кВт·ч/(кг·м) (класс энергопотребления A)	
Категория 2 по стандарту VDI 4707 Оценка энергетической эффективности осуществляется при стандартных условиях		
Дата	23.03.2009	
Источник	VDI 4707 Part 1 (Issue 03.09)	



**Посредством функции контроля и разграничения доступа можно сделать так, чтобы сотрудники конкурирующих компаний никогда не оказывались в одной кабине лифта**

условие, чтобы здание удовлетворяло определенным зеленым стандартам, что влечет за собой требование к производителям выстраивать оптимальные технологические цепочки.

Что же касается сертификации непосредственно вертикального транспорта, то здесь получили широкое распространение немецкие стандарты по энергоэффективно-

сти VDI. Стандарт VDI подразумевает расчеты по стандартизированным формулам, которые дают то или иное значение эффективности в цифрах, переводимых затем в классы энергоэффективности, которые в свою очередь присваиваются системам. Энергоэффективными считаются лифты с категорией не ниже А или В по этой классификации.

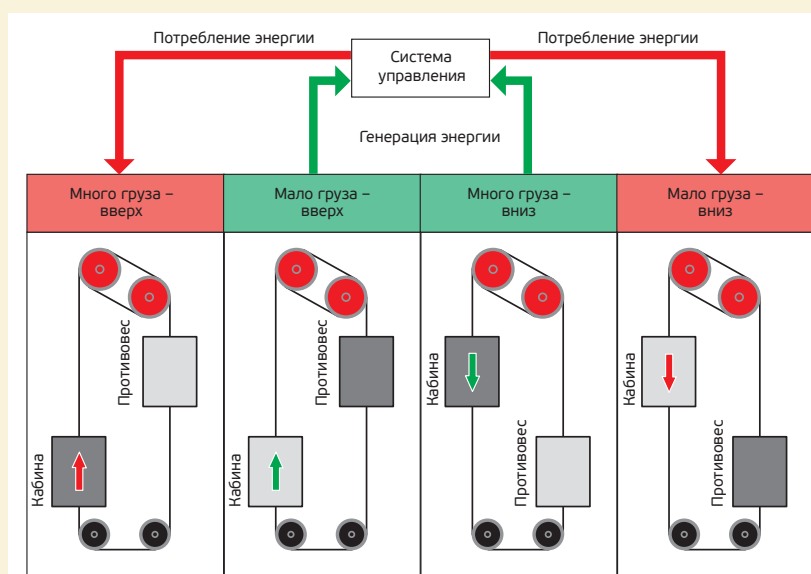
## Применение высокоэффективных приводов

Одним из основных мероприятий, к которым прибегают для сокращения энергопотребления систем вертикального транспорта, является использование высокоэффективных приводов лифтов. Это имеет особое значение для высотных зданий, поскольку с увеличением скорости движения лифтовых кабин возрастает и требуемая мощность привода.

На данный момент наиболее эффективными считаются приводы, оборудованные системой рекуперации. Их энергопотребление по сравнению со стандартными приводами снижено на 35%. Изначально эту технологию применяли для крупногабаритных скоростных лифтов с мощными приводами, поскольку они потребляют значительное количество электроэнергии и экономия в этом случае наиболее существенна в абсолютном выражении. Сейчас такие системы используют и на не столь мощных приводах. Современные тенденции свидетельствуют в пользу дальнейшего оснащения этой системой всех видов приводов.

Принцип работы такого элемента следующий. Привод лифта можно представить как индуктивную рамку в магнитном поле, которая, перемещаясь, вырабатывает электроэнергию. И, наоборот, за счет электроэнергии рамка может приводиться в движение. Существует две ситуации, при которых лифт может получить «бесплатную» электроэнергию. Во-первых, когда незагруженная кабина движется вверх. При этом противовес, который при обычных условиях должен быть равен массе загруженной кабины, фактически тянет кабину вниз, для чего не требуется затрачивать энергию. Наоборот, за счет появления дисбаланса привод лифта под действием массы противовеса работает в режиме генерации электроэнергии. Во-вторых, когда

### ПОТРЕБЛЕНИЕ И ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИВОДОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ЛИФТА





# КОНСУЛЬТАЦИОННО-ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР НП «АВОК»

Более 30 % серьезных проблем, возникающих в ходе строительства и после него, приходится на просчеты в проектировании. Всесторонняя предварительная проверка проектной документации призвана поставить заслон на пути некачественного проектирования. При отсутствии системного государственного контроля в строительстве, которое ведут частные компании, экспертиза проектной документации и технадзор – единственная возможность контролирования строительства.

Консультационно-инжиниринговый центр НП «АВОК» создан с целью содействия в повышении качества проектной документации и уровня технических решений, закладываемых в нее, а также проведения экспертной оценки на предмет соответствия техническим регламентам, требованиям пожарной безопасности, национальным стандартам, стандартам организаций, требованиям энергоэффективности.

## НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРА:

- ✓ экспертиза проектной документации на соответствие действующим нормативным документам;
- ✓ подготовка проектов к прохождению государственной экспертизы;
- ✓ проектирование инженерных систем зданий и сооружений;
- ✓ подготовка архитектурно-строительного раздела проекта вновь строящихся и реконструируемых зданий;
- ✓ составление энергетического паспорта здания;
- ✓ консультационные услуги по оптимизации энергопотребления и обеспечения требуемого микроклимата;
- ✓ консультационные услуги по оптимизации технических решений с целью минимизации затрат инвестора без снижения качества.

Реклама



полностью загруженная кабина движется вниз. Тогда масса кабины больше массы противовеса, что также влечет за собой появление дисбаланса. За счет превышения массы полностью загруженной кабины над массой противовеса при движении кабины вниз привод лифта также работает в режиме генерации электроэнергии.

### Схемы организации

Снизить количество требуемых лифтов в здании и, соответственно, уменьшить эксплуатационные расходы позволяет правильный выбор схемы организации вертикального транспорта.

Классическая схема для высотных зданий предполагает следующее:

выделяют главный посадочный этаж (чаще всего это 1-й этаж здания), все лифты разделяют на группы, обслуживающие только часть этажей. Например, первая группа обслуживает этажи с 1-го по 20-й включительно; вторая – с 21-го по 40-й включительно, а зону со 2-го по 20-й этажи лифтовые кабины этой группы проходят транзитом, без остановок (так называемая «слепая» зона). Это позволяет реализовать преимущество высокой скорости движения лифтовых кабин, и чем выше обслуживаемая зона, тем с большей скоростью кабины могут проходить «слепую» зону.

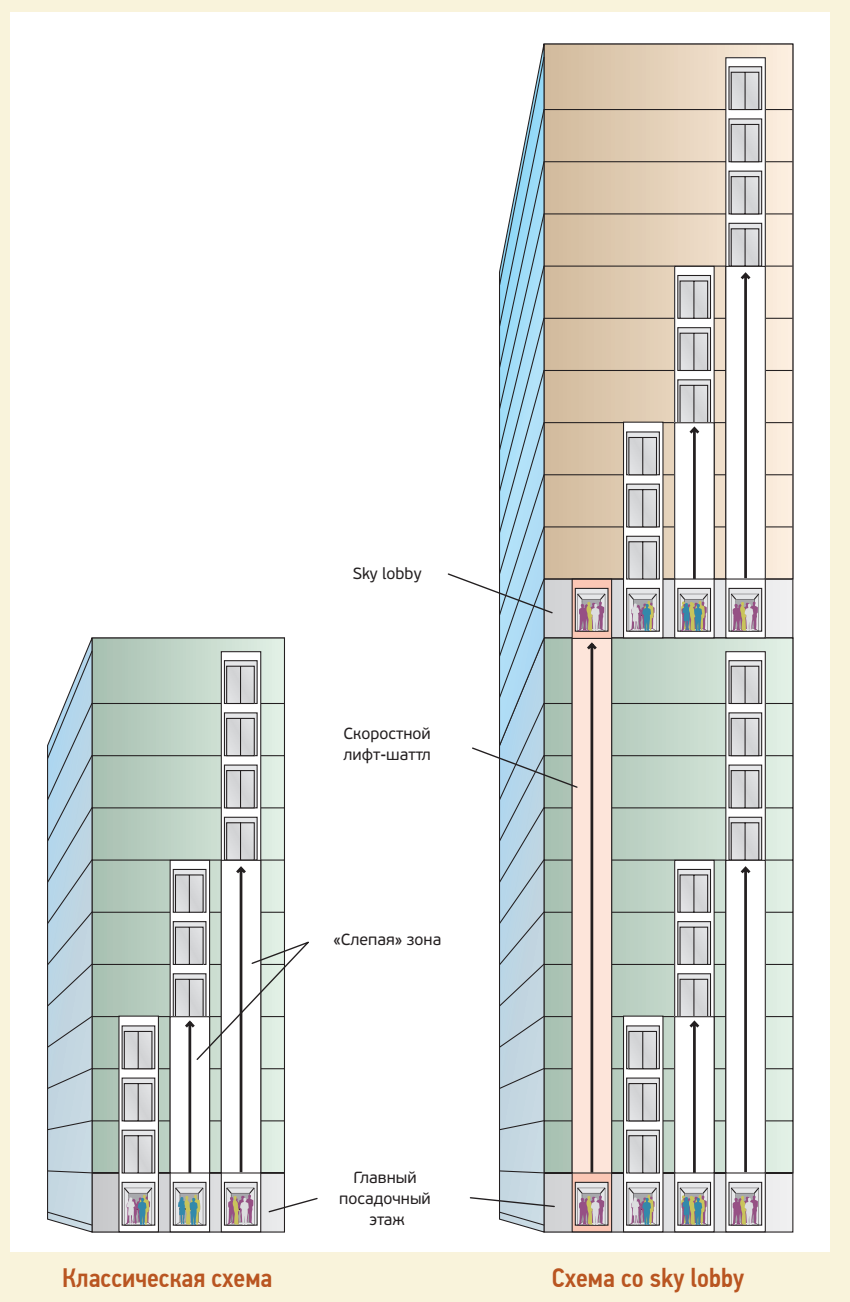
Недостатки такой схемы начинают проявляться в зданиях выше 50 этажей, главный из них – увеличение количества лифтов. Простой расчет вероятностными методами показывает, что при такой схеме в некоторых случаях площадь, потребная для размещения лифтовых шахт, вообще превышает площадь этажа.

В связи с этими обстоятельствами в зданиях, превышающих 50 этажей, часто применяют схему с так называемыми sky lobby. К настоящему времени такая схема реализована в ряде известных во всем мире высотных зданий – Willis Tower в Чикаго, Petronas Twin Towers в Куала-Лумпуре, Taipei-101 на Тайване и т. д.

Суть схемы со sky lobby состоит в том, что здание делится по вертикали на зоны, обслуживаемые независимой группой лифтов, шахты которых проложены только в пределах обслуживаемой зоны и не затрагивают остальные части здания. Как правило, в пределах зоны лифты группируются по классической схеме, со «слепыми» зонами.

Между собой зоны объединяют скоростными лифтами-шаттлами. Шахты лифтов-шаттлов действуют по всей высоте здания, но имеют всего две–четыре остановки, по числу обслуживаемых зон. Лифты-шаттлы позволяют быстро доставить большое

## СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ВЫСОТЫХ ЗДАНИЯХ



количество людей на промежуточные посадочные узлы – нижние этажи зон. Эти промежуточные посадочные узлы и получили название sky lobby.

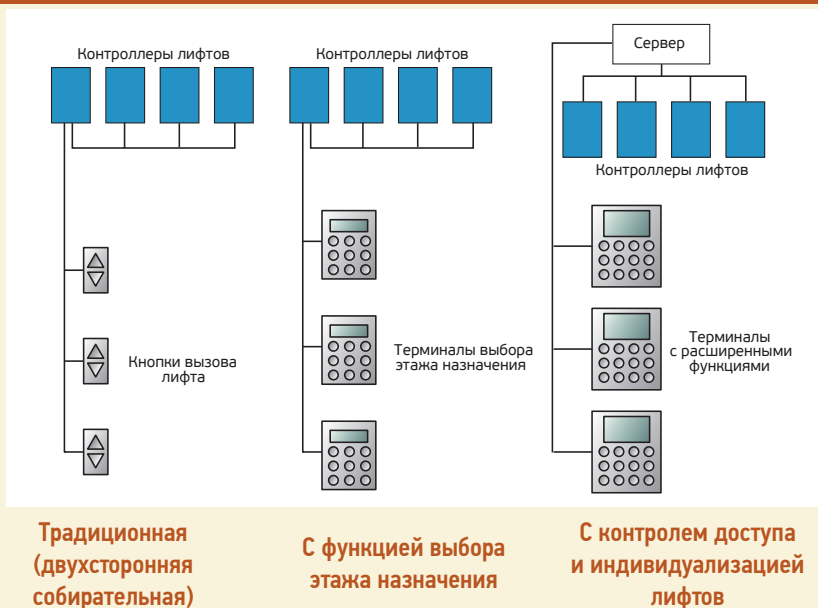
Лифтовые шахты разных зон располагают в плане одна над другой, в результате чего в пределах каждой зоны общее число шахт и, соответственно, занимаемая шахтами площадь уменьшаются.

### Управление движением

Оптимизировать систему с точки зрения экономии энергии позволяют также интеллектуальные схемы управления движением лифтов.

К настоящему времени практически стандартом для высотных зданий является схема управления с выбором этажа назначения. В отличие от традиционной «собирающей» схемы, где задаются только исходный этаж и желаемое направление движения, в данной схеме в ходе запроса системе сообщается этаж, на который необходимо попасть. Для этого на каждом этаже устанавливается приказная панель (терминал), аналогичная той, которая находится в кабине лифта. В данном случае в кабине лифта кнопки могут вообще отсутствовать. Это, казалось бы, незначительное изменение сразу дало огромные возможности по оптимизации. При решении оптимизационной задачи в качестве целевой функции принимают количество остановок, которое делает лифтовая кабина, – эту величину необходимо минимизировать. Чем меньше кабина делает остановок, тем быстрее она возвращается на главный посадочный этаж – тем меньше время ожидания лифта. Используемый в этой схеме промышленный компьютер хоть и имеет ограниченный набор функций и небольшие вычислительные мощности, тем не менее позволяет решить, например, достаточно сложную планировочную ситуацию с восьмью лифтами в группе.

## РАЗНОВИДНОСТИ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ



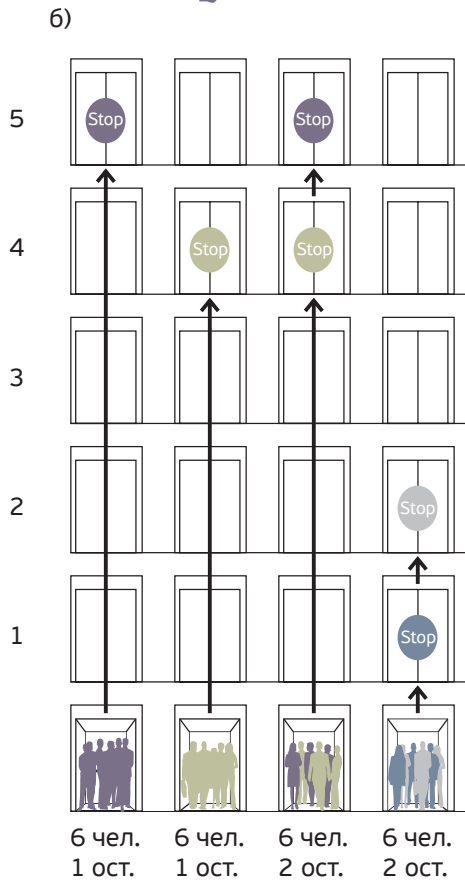
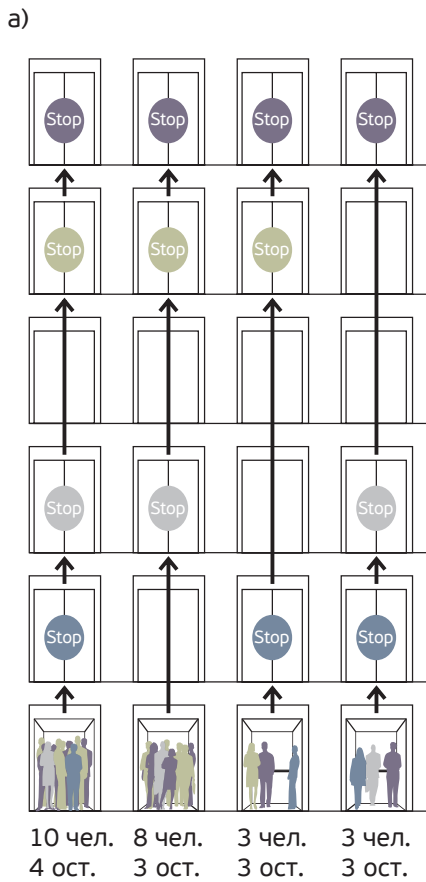
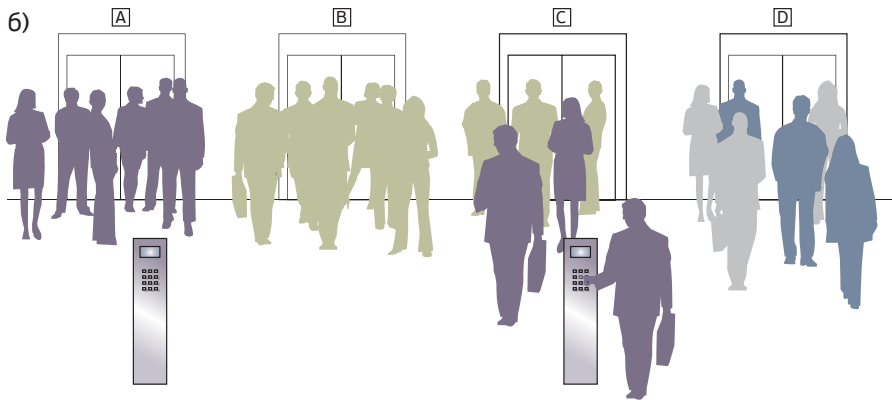
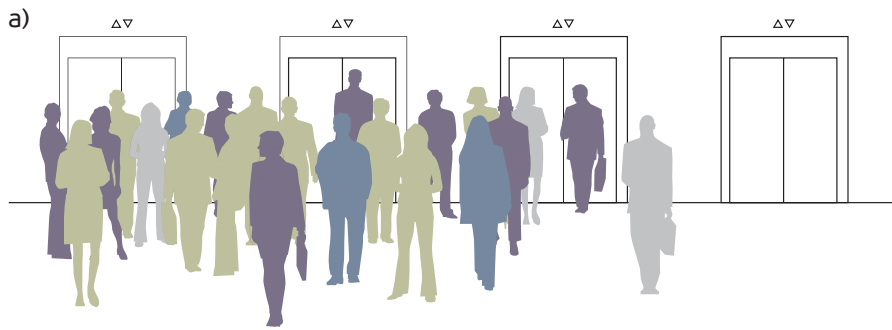
Сейчас существует возможность применения серверов для управления лифтовыми группами. Благодаря этому возможны гибкое планирование здания, индивидуальный подход к обработке вызова, персонализация и контроль доступа и т. д. Кроме того, управление с помощью программного обеспечения дает возможность интеграции в единую автоматизированную систему управления зданием. В высотных зданиях зачастую

одновременно размещаются офисы нескольких компаний. Если в одном здании оказываются офисы конкурирующих компаний, посредством функции контроля и разграничения доступа можно сделать так, чтобы их сотрудники никогда не могли оказаться в одной кабине – лифт проезжает этаж без остановки, игнорируя вызов сотрудника корпорации, если в это время в кабине находится сотрудник компании-конкурента.

## МНОГОКАБИННЫЕ РЕШЕНИЯ

Существуют два подхода к организации многокабинных лифтов. При первом подходе в одну шахту помещаются две лифтовые кабины, конструктивно выполненные в виде единой двухъярусной кабины, размещенной на одной раме и одновременно обслуживающей два смежных этажа. Каждая кабина может производить посадку и высадку пассажиров на любом этаже. При таком подходе увеличивается грузоподъемность и сокращается количество остановок лифтов, соответственно, уменьшается площадь, требуемая для размещения шахт. Хотя с экономической точки зрения данное решение достаточно затратно, инвесторы охотно применяют его, поскольку все дополнительные затраты окупаются за счет высвобождения полезной площади. Эта система известна под названием Double-Deck или Multi-Deck. Альтернативным этому решению является система Twin – новая система, пока еще не получившая широкого распространения. Принципиальным отличием от системы Double-Deck является то, что единой рамы в этом случае нет, и лифтовые кабины перемещаются в единой лифтовой шахте независимо друг от друга. Это позволяет более гибко обслуживать этажи здания при той же самой площади шахты. Каждая кабина действует по своей кинематической схеме, имеет собственный противовес и т. д.

## СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ВЫСОТЫХ ЗДАНИЯХ



а) Традиционная система управления б) Система управления с выбором этажа назначения

Технологии продолжают развиваться в сторону интерактивного общения с пассажиром. Теперь это не одностороннее общение и не всего лишь идентификация пассажира. Современная система управления может сообщать пассажиру о проблемах с лифтами, предлагать альтернативные пути перемещения, сканировать QR-коды гостей, указывать посадочные этажи и просто здороваться с конкретным человеком.

Интеллектуальные схемы управления позволяют не только уменьшить время ожидания лифта и, соответственно, повысить проходную способность лифтовой группы, но и сократить количество стартов. При старте лифта расходуется большое количество электроэнергии, что очень сильно сказывается на энергоэффективности лифтовой группы. Сокращение количества вызовов и поездок позволяет значительно уменьшить расход электроэнергии.

Кроме того, при использовании системы выбора этажа назначения, в отличие от традиционной схемы управления, появляется возможность ставить лифты меньшей грузоподъемности и скорости. Зарубежные исследования показывают, что снижение скорости с 7 до 6 м/с помогает сократить электропотребление как минимум на 14 %.

В системах управления вертикальным транспортом возможна реализация функции «режим ожидания» (stand by), использование которой позволяет экономить в определенных ситуациях значительное количество электроэнергии. Например, если лифт используется всего несколько раз в день или не эксплуатируется в определенное время (как правило, ночью).

## Модернизация существующих систем

Современные технологии модернизации в области вертикального транспорта позволяют при относительно небольших капитальных затратах сделать эту систему энергоэффективной.

Преимущества этого мероприятия заключаются в том, что систему можно модернизировать по частям, а также в любой последовательности. При этом у служб, производящих модернизацию, как правило, не возникает проблем, даже если используется оборудование разных производителей.

Большинство металлических конструктивных компонентов системы к моменту замены не успевают выработать свой срок. Это, например, различные направляющие (для кабин, противовеса), кронштейны, разградительные балки, используемые для перетока воздуха в общих шахтах. Они составляют большую долю металлических конструкций, особенно в случае возведения высотных зданий.

Опыт эксплуатации показывает, что направляющие со временем работают в системе даже лучше, чем работали бы только что установленные детали. За время работы они прикатываются и становятся идеально гладкими, имеют ровные стыки. Вместе с тем со временем собственно лифт физически изнашивается и морально устаревает (имеет релейное управление, старый привод, изношенную кабину).

Переход на многокабинные лифты можно косвенно отнести к мероприятиям по энергосбережению, поскольку это ведет к сокращению необходимого количества лифтов. Единственное ограничение – для этого в здании должны быть предусмотрены два посадочных этажа (1-й и 1-й или 1-й и 2-й) с переходами между ними.

Не только при модернизации лифтов, но в новом строительстве попу-

лярно и такое энергосберегающее решение, как переход на светодиодное освещение (LED-светильники) вертикального транспорта.

В заключение приведем в пример высотное общественное здание Hearst Tower в Нью-Йорке, получившее оценку «Золотой» по стандарту LEED – первым из всех высотных зданий Нью-Йорка. Это 46-этажное здание высотой 182 м со сплошным остеклением запроектировано знаменитым британским архитектором сэром Норманом Фостером. Потребление энергии в здании Hearst Tower на 26 % меньше, чем у современного высотного здания традиционной конструкции аналогичного назначения, и во многом этому способствуют эксплуатируемые в нем энергоэффективные системы вертикального транспорта. В здании смонтировано 15 скоростных лифтов, в которых максимально использованы энергосберегающие технологии, в частности пассажиропоток регулируется интеллектуальной системой управления движением лифтов.

### ОБ АВТОРАХ

**Алексей Михайлов** – менеджер по работе с ключевыми клиентами компании Philips Lighting.  
**Николай Шилкин** – канд. техн. наук, доцент МАрХИ.

### Литература

1. Инженерное оборудование высотных зданий / под. общ. ред. М. М. Бродач. 2-е изд., испр. и доп. М.: АВОК-ПРЕСС, 2011.
2. Гуткин А. LEED – рейтинговая система для энергоэффективных и экологически чистых зданий // АВОК. 2008. № 6.
3. Рынок зеленого строительства в России / М. Бродач, Г. Имз // Здания высоких технологий. 2013. Зима.
4. Transportation Systems in Buildings. CIBSE Guide D. 2010. ●