

# Переходим на электричество

## Путь к автобусам с нулевыми выбросами

Программный документ



## Выражение признательности

Этот программный документ подготовили Дэвид Лидер и Алок Джайн (консультанты TIL), Ян Дженнингс (старший специалист ЕБРР по городскому транспорту) и Сяолу Ванг (адьюнкт-банкир ЕБРР по инфраструктуре), и Хетиль Тведт (старший экономист ЕБРР).

Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) выражает признательность своим партнерам по публикации, Международному союзу общественного транспорта (UITP) (Арно Керкхоф и Аида Абдула) и Немецкому обществу за международное сотрудничество (GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH) (Кристиан Меттке и Коринна Винтер) за их поддержку и вклад.

ЕБРР также благодарит всех участников и докладчиков конференции Going Electric («Переходим на электричество»), которая состоялась в Лондоне в марте 2019 года, и участников конференции GIZ Berlin Transport and Climate Change Week («Неделя транспорта и изменения климата в Берлине»), состоявшейся в марте 2020 года. Сотрудники Go Ahead London и Transport for London (TfL) любезно предоставили помощь и помогли в организации посещения объектов во время конференции Going Electric.

Публикация данного программного документа является одним из мероприятий в рамках партнерства Mobilise Your City, направленного на обеспечение устойчивой городской мобильности, в работе которого ЕБРР принимает участие в качестве партнера.

Перевод: Наталия Петрова

Редакторы: Юрий Бобров (служба переводов ЕБРР), Эльдар Фотинов

Корректор: Ольга Шахова

## Отказ от ответственности

Содержание данной публикации отражает мнение авторов и не обязательно отражает точку зрения ЕБРР. Гиперссылки на веб-сайты, не принадлежащие ЕБРР, не подразумевают какого-либо официального одобрения или ответственности за мнения, данные или продукты, представленные в этих источниках, и не гарантируют достоверность предоставленной информации. Единственная цель ссылок на сайты, не принадлежащие ЕБРР, – указать на наличие дополнительной информации по соответствующим темам.

© Европейский банк реконструкции и развития  
One Exchange Square  
London EC2A 2JN  
Соединенное Королевство

[www.ebrd.com](http://www.ebrd.com)

Все права защищены. Воспроизведение какой-либо части данной публикации или передача ее в какой-либо форме и каким-либо способом, включая ксерокопирование и запись, без письменного разрешения владельца авторских прав запрещено. Такое письменное разрешение также должно быть получено перед тем, как разместить какую-либо часть этой публикации на хранение в поисковой системе любого характера.

Термины и названия, используемые в этом документе для обозначения географических или иных территорий, политических и экономических групп и единиц, не составляют и не должны рассматриваться как выраженная или подразумеваемая позиция, поддержка, принятое или выраженное мнение Европейского банка реконструкции и развития или его членов в отношении статуса какой-либо страны, территории, группы и единицы, или демаркации ее границ или суверенитета.

Данное русскоязычное издание является переводом документа, первоначально опубликованного Европейским банком реконструкции и развития в июне 2021 года на английском языке под названием *Going electric: A pathway to zero-emission buses*. В случае каких-либо разночтений между текстом первоначального англоязычного издания и данной русскоязычной версией преимущественную силу имеет оригинал на английском языке.

# Оглавление

<b>1. Введение</b>	<b>3</b>
1.1. Часть серии о диалоге ЕБРР с государственными органами	3
<b>2. Цель данного доклада</b>	<b>4</b>
<b>3. Текущее положение с внедрением электробусов</b>	<b>5</b>
3.1. Рост количества электробусов обусловлен множеством факторов	6
3.2. Первая волна внедрения электробусов	7
3.3. Субсидии и стимулы	8
3.4. Конкурентоспособность	9
<b>4. Постановка целей для проектов электробусов</b>	<b>10</b>
<b>5. Варианты технологий для электробусов</b>	<b>13</b>
5.1. Технологии зарядки	15
5.2. Стратегия зарядки: ключевые факторы	16
5.3. Критерии выбора технологии	17
5.4. Разработка стратегии зарядки	18
5.5. Влияние стратегии зарядки и энергоснабжения	19
<b>6. Технология аккумуляторов</b>	<b>20</b>
6.1. Экономические аспекты использования аккумуляторов и учет затрат	20
6.2. Обзор аккумуляторных технологий	21
6.3. Нынешние лидеры на рынке	22
6.4. Управление производительностью аккумулятора	23
6.5. Экономика замкнутого цикла	23
6.6. Планирование и контракты	25
<b>7. Эксплуатационные и технологические факторы</b>	<b>26</b>
7.1. Воздействие на автобусные парки	26
7.2. Воздействие на технологические процессы	27
7.3. Пересмотр и актуализация планов и бюджетов	28
<b>8. Формирование правильных основ управления и финансирования</b>	<b>29</b>
8.1. Реформы, финансирование системы и контракты	29
8.2. Структура управления	31
8.3. Контракт на эксплуатацию	32
<b>9. Модель разработки проекта</b>	<b>33</b>
9.1. Модель разработки проекта типовой схемы электробусных перевозок	33
<b>10. Выявление рисков и управление ими</b>	<b>34</b>
10.1. Выявление рисков и стратегии контроля	34

<b>11. Анализ общей стоимости владения: пример решения</b>	<b>35</b>
11.1. Концепция общей стоимости владения	35
11.2. Предварительная оценка ОСВ	36
11.3. Стратегическая оценка	37
11.4. Анализ ОСВ – пример из практики Соединенного Королевства	38
11.5. Анализ ОСВ – спецификации на автобусы и предполагаемые затраты	39
11.6. Анализ ОСВ и комментариев: образец расчета	40
11.7. Анализ энергопотребления по сравнению с расходом топлива: пример	41
<b>12. Закупки и финансирование</b>	<b>42</b>
12.1. Принципы финансирования схемы и закупки активов	42
12.2. Анализ источников средств и их использования	42
12.3. Применение соответствующих инструкций при проведении тендеров на закупку электробусов	43
12.4. Стратегии проведения тендеров на закупку парков электробусов	45
12.5. Расширенные гарантии и (или) соглашения об использовании аккумуляторов как услуги	46
<b>13. Модели финансирования в течение срока службы</b>	<b>47</b>
13.1. Ключевые моменты переговоров по моделям финансирования активов	47
13.2. Новые модели закупок	47
13.3. Сравнение распределения рисков между различными моделями	48
13.4. Характеристики модели финансирования	49
13.4.1. Стандартная модель финансирования	49
13.4.2. Стандартная модель финансирования плюс расширенная гарантия	52
13.4.3. Стандартная модель финансирования и договор обслуживания	54
13.4.4. Модель по принципу «аккумулятор как услуга»	56
13.4.5. Модель финансирования энергоснабжающей компанией	58
13.4.6. Программы совместных закупок	58
<b>14. Примеры реализуемых программ</b>	<b>59</b>
14.1. Пример использования модели «аккумулятор как услуга»	59
14.2. Модель с расширенной или пожизненной гарантией: ТЕС, Бельгия	61
14.3. Нидерланды – электрические автобусы на рынке аутсорсинговых операций	62
14.4. Внедрение автономного электрического (аккумуляторного и ультраконденсаторного) транспорта при поддержке ЕБРР	63
14.5. Внедрение троллейбусов с увеличенным запасом хода на аккумуляторах при поддержке ЕБРР	64
14.6. Массовое внедрение электробусов в Сантьяго (Чили)	64
14.7. Примеры передовой практики	65
<b>15. Краткое содержание</b>	<b>66</b>
<b>16. Ссылки и информационные материалы</b>	<b>67</b>
<b>17. Дополнительная информация</b>	<b>68</b>
Ссылки	68
Ссылки на веб-сайты	68
Глоссарий	69
Приложение 1.	70
Приложение 2.	72
Приложение 3.	74

# 1. Введение

Электрический транспорт – это давняя технология, переживающая радикальные изменения благодаря стремительному совершенствованию аккумуляторных технологий. Электрический транспорт был впервые создан в 1880-х годах<sup>1</sup> и с тех пор превратился в разветвленные сети метро, трамваев и троллейбусов по всему миру. Такие системы электрической мобильности продолжают оставаться основой многих городских транспортных систем, особенно в крупных мегаполисах. Эти системы подразделяются на сети с постоянным электроснабжением через соответствующую контактную сеть, наземными питающими линиями и подстанциями. Таким образом, технологии электрической тяги — это полностью сформировавшийся рынок со сложившимися технологиями, цепочками поставок и методами работы.

Вместе с тем многие города все еще пользуются городским транспортом, полностью или частично работающим на дизельном топливе. За последние 20 лет у автобусов с дизельными двигателями значительно сократились выбросы в атмосферу<sup>2</sup>. Появление новых аккумуляторных технологий в настоящее время делает электрические автобусы более конкурентоспособными в качестве альтернативы имеющемуся автопарку.

Недавние разработки в области аккумуляторных технологий привели к появлению более дешевых, легких и эффективных аккумуляторных батарей, которые стали ключевым фактором роста производства электрических автобусов. Это изменение теперь способствует распространению электрической мобильности на автономные виды транспорта, при этом городские электробусы находятся в авангарде этого перехода.

Современные электробусы обеспечивают надежные технологии, стабильную рабочую среду, практичный ежедневный запас хода и свободный доступ к множеству надежных систем зарядки как в депо, так и на улицах. Такие автобусные парки называются «аккумуляторными электрическими автобусами (электробусами)», в которых аккумуляторные батареи являются единственным источником энергии.

Во многих городах существуют возможности для более эффективного использования существующей транспортной инфраструктуры, в частности уличных трамваев и троллейбусов, для оптимизации имеющихся технологических решений и адаптации к любым рельефным и климатическим условиям. Такие решения дают возможность зарядки на улице и подзарядки «в движении». Речь идет о так называемых гибридных троллейбусах или аккумуляторных троллейбусах. Такие системы позволяют расширять маршруты за пределы контактных сетей и использовать существующие инвестиции в оборудование для распределения электроэнергии. Эти наработки особенно актуальны в регионе Содружества Независимых Государств (СНГ), где все еще работают многие трамвайные и троллейбусные сети. Предлагая возможности

для оптимизированной и расширенной системы уличных электрических автобусов в виде гибридных троллейбусов (с возможностью подзарядки в движении), новые технологии могут, таким образом, привести нас в новую эру развития электрической мобильности.

Общая стоимость владения (ОСВ) на некоторых рынках постепенно становится равной, с учетом всего срока службы, стоимости автотранспортных средств, работающих на дизельном топливе и сжатом природном газе (СПГ)<sup>3</sup>, но сильно зависит от режима налогообложения ископаемого топлива, спроса на маршруты и частоты движения, гарантированного срока службы актива и надежных схем обслуживания.

Ожидается, что высокая стоимость электрических автобусов будет снижаться по мере того, как производители и операторы достигнут эффекта масштаба, капитальные затраты снизятся, а операторы ищут возможности для сокращения технологических затрат и амортизационных расходов<sup>4</sup>.

Новый рынок электробусов может трансформировать рынок поставок благодаря появлению новых игроков в секторе аккумуляторных батарей и оборудования для электропитания, новых электробусов от существующих производителей и новых производителей автобусов, а также – возможно – вертикальной интеграции компаний по производству аккумуляторных батарей, ходовой части и предприятий по сборке и автобусов.

Электрическая мобильность теперь является ключевым элементом повестки дня в области устойчивой мобильности, призванной соответствовать Парижскому соглашению об изменении климата. ЕБРР готов поддерживать города в части электромобилизации в рамках выполнения ими отвечающих Парижскому соглашению стратегий, в частности, в ходе реализации программы ЕБРР «Зеленые города».

## 1.1. Часть серии о диалоге ЕБРР с государственными органами

Этот документ был подготовлен по итогам программных семинаров, проведенных в Лондоне в штаб-квартире ЕБРР и в Берлине (GIZ). ЕБРР стремится повышать осведомленность о новых методах добросовестной практики и делиться знаниями городскими властями, транспортными операторами и поставщиками.

В этом отчете отражены дискуссии в ходе конференции Going Electric, спонсируемой ЕБРР, UITP и GIZ и состоявшейся в Лондоне 26 и 27 марта 2019 года, а также конференции GIZ по транспорту и изменению климата, проходившей в Берлине 2–5 марта 2020 года. Он предназначен служить руководством по разработке проектов для спонсоров, организаторов и финансовых организаций.

<sup>1</sup> TIL – Giant's Causeway Railway, Ирландия, и Volk's Railway, Англия, 1883 год.

<sup>2</sup> TIL – стандарты выбросов дизельных двигателей ЕС Евро 1–6.

<sup>3</sup> TIL – научные исследования и анализ для ЕБРР: см. раздел по ОСВ.

<sup>4</sup> Исследование TIL для ЕБРР, см. раздел по ОСВ.

Конференция Going Electric собрала вместе операторов перевозок, транспортные ведомства, консультантов, финансистов и экспертов в области энергетики из Европы, Ближнего Востока и Азии, чтобы поделиться новым опытом и передовой практикой в области внедрения электробусов. Обсуждались следующие темы:

- работа автобусов
- проектирование
- технологии для транспортных средств и аккумуляторов

- стратегии зарядки
- экономика и эксплуатационные расходы
- финансирование транспортных средств, аккумуляторов и активов.

Участники посетили автобусный парк Waterloo компании Go-Ahead London и офис Транспортного управления Лондона (TfL). Лондонская конференция была организована TfL от имени и по поручению ЕБРР при поддержке UITP и GIZ. В Приложении 1 представлен список докладчиков на конференции.

## 2. Цель данного доклада

Данный доклад предназначен для оказания содействия в выработке политики и разработке схем работы электрических автобусов, а также для оказания помощи в финансировании проектов. В нем обобщаются новые методы передовой практики по ряду важных тем и географических регионов.

Электробусы сегодня стремительно внедряются в самых разных городах, причем их массовое производство ведет к сокращению удельных затрат и снижению технологических рисков. Теперь можно разработать схемы, которые вносят существенный вклад в достижение типичных целей городского транспорта в рамках реалистичных объемов финансирования. Отчет призван показать, что электробусы вышли за рамки эксперимента, и что у спонсоров есть в распоряжении ряд технологий и вариантов финансирования.

Этот отчет предназначен, в первую очередь, для организаторов и спонсоров схем, в числе которых:

- ответственные регулирующие органы городских агломераций и политики
- представители транспортных органов
- финансовые организации
- городские власти и (или) транспортные операторы, стремящиеся получить кредиты на цели развития.

В отчете представлены:

- обзор состояния новых технологий
- комментарии по эксплуатационным, технологическим и экономическим факторам и рискам
- обзор вариантов реализации схем
- рекомендации по разработке проектов
- рекомендации в отношении связанных с ОСВ факторов
- варианты возможных структур финансирования активов
- тематические исследования и справочные материалы.

# 3. Текущее положение с внедрением электробусов

## Стремительный рост

Количество эксплуатируемых электробусов стремительно возрастает с 2015 года, что обусловлено смещением транспортной политики во многих городских агломерациях в сторону решения экологических проблем и быстрым развитием технологий для автобусов и аккумуляторов. В настоящее время электробусы все чаще используются для активной эксплуатации в городах разных размеров и типов<sup>5</sup>.

## Основные технологии

С точки зрения текущего (2021 г.) состояния освоения рынка, технологии экологически чистых автобусов сегодня можно разделить на следующие категории:

- существующие направления: электробус, подключаемый гибрид, газ, биотопливо, аккумуляторный троллейбус
- новые: водородный топливный элемент.

В качестве переходной технологии между дизельными и автомобилями с нулевым уровнем выбросов возрождаются подключаемые гибридные автобусы. Доля на рынке природного газа различна и зависит от различий в налогообложении и других нормативных условиях, существующих между странами, и такие автопарки, как правило, сосредоточены в определенных городах и регионах.

Прогноз, выполненный комитетом UITP по автомобильному оборудованию в 2017<sup>6</sup> году в рамках проекта ZeEUS в отношении ожидаемой доли автобусных технологий на международном рынке к 2020, 2025 и 2030 годам, предполагает явное сокращение использования чистого дизельного топлива в основном в результате роста применения аккумуляторных электрических технологий как преобладающих технологий для электробусов. Он предполагает:

- стабильный спрос на СПГ и подключаемые гибриды как переходные технологии между дизельными моторами и системами движения с нулевым выбросами;

- постепенный рост использования водородных топливных элементов (ВТЭ).

## Срок службы аккумуляторных батарей неопределенный

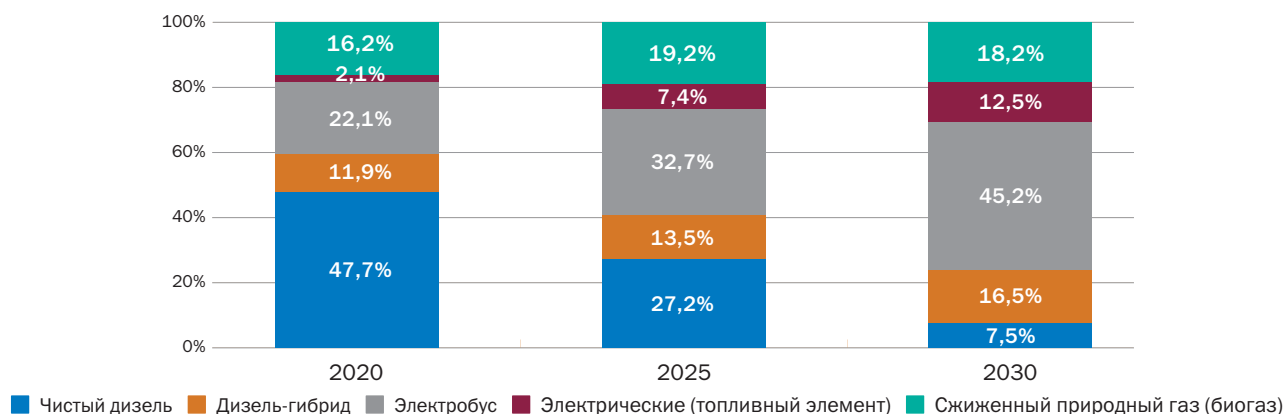
Хотя электробусы и становятся все более зрелой технологией, значительная часть срока службы батарей все еще не проверена практикой, особенно в конце срока эксплуатации, поскольку число электробусов, закончивших свой срок службы, незначительно. Таким образом, управление технологическим риском остается ключевым вопросом (в частности, срок службы батарей, их утилизация и риск затрат на замену батарей).

Эти факторы приводят к появлению новых решений по соглашениям об аренде/обслуживании аккумуляторов, а также расширенным гарантиям на аккумуляторы и автобусы. Более того, появляются явные технологические возможности для взаимосвязанных тем, таких как технология установки аккумуляторов и зарядки автобусов.

## Необходима интеграция с возобновляемыми источниками энергии и планированием энергосистем

Широкомасштабное внедрение электробусов потребует значительного увеличения энергоемкости, и, учитывая цели государственной политики, это, вероятно, потребует соответствующего увеличения мощности источников возобновляемой генерации. Электробусы также могут сыграть полезную роль в балансировании поставок возобновляемой электроэнергии, обеспечивая внепиковый спрос на возобновляемую энергию за счет ночной зарядки и за счет применения частично использованных аккумуляторов, снятых с автобусов, для хранения энергии в другом месте сети («Вторая жизнь батареи»).

Рис. 1. Двигательные установки в разбивке по годам – прогноз UITP (европейские рынки)



Источник: [www.zeeus.eu](http://www.zeeus.eu) и UITP VEI Committee.

<sup>5</sup> Анализ UITP.

<sup>6</sup> Анализ проекта UITP ZeEUS за 2017 г.



### 3.1. Рост количества электробусов обусловлен множеством факторов

Внедрение электробусов обусловлено множеством рыночных, политических и финансовых факторов, и баланс варьируется в зависимости от страны и города. На схеме ниже показаны некоторые из наиболее повторяющихся и важных факторов, отмеченных в успешных схемах.

Рис. 2. Факторы, способствующие внедрению электробусов



Источник: Анализ TIL для ЕБРР.  
Примечание. На схеме показаны способствующие и стимулирующие меры, направленные на использование электробусов, применяемые в проанализированных TIL системах.



Электробус в Нидерландах, осуществляющий автобусное обслуживание по контракту, полученному по итогам открытого тендера, и использующий технологии зарядки от другой сети для пополнения запасов электроэнергии в пути следования.



## 3.2. Первая волна внедрения электробусов

Первая волна внедрения электробусов была вызвана изменениями в законодательстве. На континентальном и страновом уровнях и на уровне городской агломерации появились методы регулирования и стандарты<sup>7</sup>.

Таблица 1. Регламенты и стандарты для электробусов

Уровень регулирования	Уровень ЕС Надгосударственный	Соединенные Штаты Америки Федеральный уровень	Китай Федеральный уровень	Национальный уровень или уровень штата США	Городские агломерации Местный уровень
Сферы регулирования	Производство и применение транспортных средств	Производство и применение транспортных средств	Производство и применение транспортных средств	Производство и применение транспортных средств	Город нацелен на стандарты ТС и автопарк с нулевыми выбросами выше минимального
	Правила субсидирования и подряда на перевозки	Капитальные субсидии для городов	Субсидирование капитала и доходов операторов и городов	Субсидирование капитала и доходов операторов и городов	Налоговая политика и субсидирование в городах Политика регулирования автобусных перевозок Аутсорсинг/своими силами Зоны низких выбросов Приоритет автобусов и организация движения
Влияние налогово-бюджетных факторов	Получение налогово-бюджетных полномочий и программа новых «зеленых» сделок после Covid-19	Налогово-бюджетная политика в отношении топлива и электроэнергии	Налогово-бюджетная политика в отношении топлива и электроэнергии	Налогово-бюджетная политика в отношении топлива и электроэнергии	Политические инициативы избранных мэров и городских районных управ
	Директива по чистым ТС Минимальная цель 50% доли чистых автобусов должна быть достигнута за счет закупки автобусов с нулевыми выбросами – в том числе автобусов на топливных элементах к 2025–2030 годам. Уже используются 4 775 электробусов и 5 048 троллейбусов (последняя собственная оценка указывает на 2062 зарегистрированных автобуса в 2020 году).	Агентство США по охране окружающей среды	Капитальные субсидии производителям аккумуляторов и автобусов, а также автобусным операторам Уже эксплуатируется свыше 400 000 электробусов	Может устанавливать стандарты выше федеральных минимумов Китая, США или ЕС Великобритания: цель – достичь нулевых выбросов углерода к 2050 году Калифорния (США) – с 2029 года все приобретаемые автобусы должны иметь нулевые выбросы Шэньчжэнь (Китай) – крупнейший парк полностью электрических автобусов	Может устанавливать стандарты выше национальных или региональных минимумов Зоны пониженных выбросов (LEZ) или зоны зарядки с чистым воздухом, например: Лондон, Глазго, Лидс в Великобритании
Стандарты по выбросам	Стандарт выбросов евро	Федеральные стандарты выбросов Агентство по охране окружающей среды США	Национальные стандарты выбросов Министерство охраны окружающей среды	Национальные стандарты выбросов Великобритания следовала правилам ЕС до 31 декабря 2020 года	Иногда имеют право устанавливать стандарты выше преобладающего национального или государственного минимума
	Дизель (Евро 6) с 2021 года Директива, устанавливающая максимальные уровни выбросов Регламент (ЕС) 2019/1242, устанавливающий нормы выбросов CO <sub>2</sub> для большегрузных транспортных средств, вступило в силу 14 августа 2019 года	Окончательное правило для Этапа 2 стандартов выбросов парниковых газов и стандартов топливной эффективности для двигателей и транспортных средств средней и большой мощности	Действующий стандарт по всей стране: Китай V (аналог Евро 5)	Штаты США играют важную роль, (например, Калифорнийский совет по воздушным ресурсам)	
			Региональные и местные: Китай VI (аналог Евро 6) в ключевых районах Пекина и Шанхая применительно к тяжелым автомобилям массой более 3500 кг, оснащенным двигателями с воспламенением от сжатия или двигателями с принудительным возгоранием, работающими на природном газе (ПГ) или сжиженном нефтяном газе (СНГ)		
Дополнительная информация	Отчет №2 по электробусам по проекту ZeEUS <a href="https://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-2.pdf">https://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-2.pdf</a>	Регламенты по выбросам от транспортных средств и двигателей <a href="https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines">https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines</a>			

Источник: Анализ TIL и UITP для ЕБПП.

<sup>7</sup> Анализ TIL для ЕБПП.

### 3.3. Субсидии и стимулы

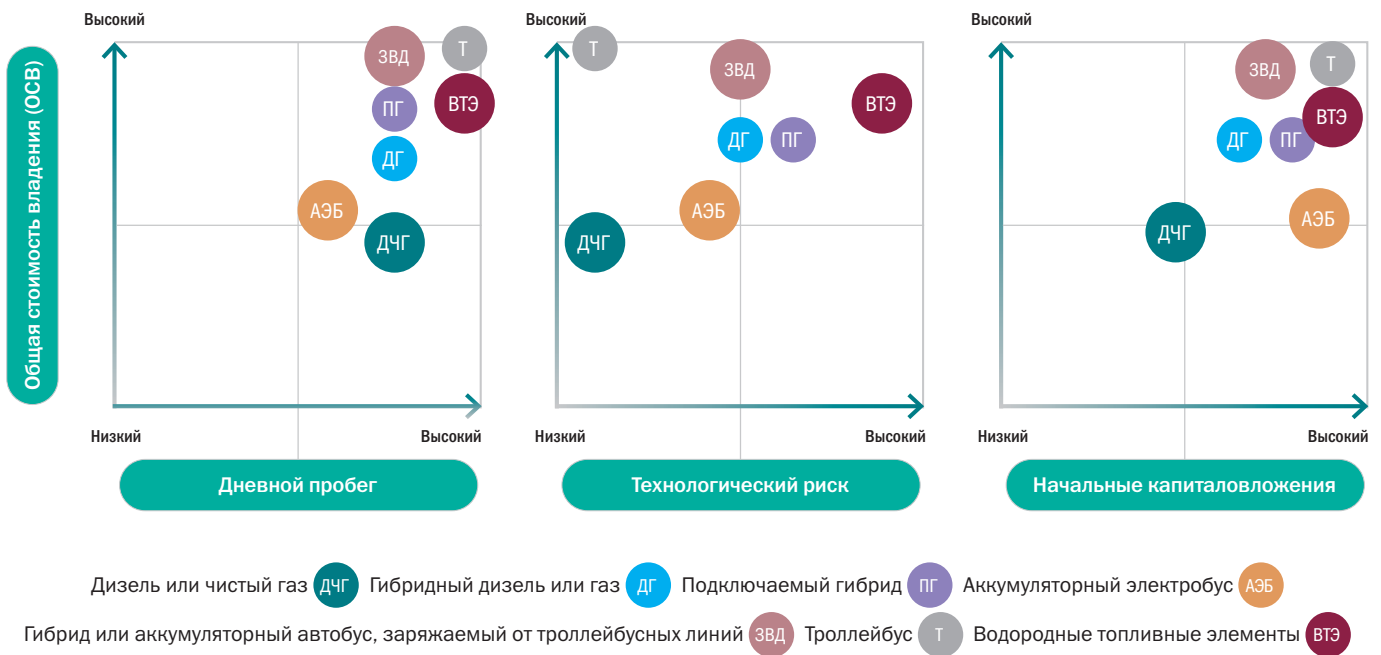
Таблица 2. Капитальные и операционные субсидии, а также налоговые льготы способствовали финансированию многих проектов.

	Германия	Соединенные Штаты Америки	Китай	Индия
<b>Программа</b>	Руководство по стимулированию приобретения электрических автобусов в общественном транспорте	Программа для транспортных средств с низким или нулевым уровнем выбросов («low-po»)	Национальные и местные программы поддержки	Более быстрое внедрение и производство электромобилей (FAME II)
<b>Стимулируемые инвестиции</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>покупка электрических и гибридных автобусов</li> <li>сопутствующая инфраструктура</li> <li>оборудование и обучение персонала</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>покупка или аренда электробусов и автобусов с низкими выбросами</li> <li>приобретение, строительство и аренда вспомогательного оборудования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>покупка новых электробусов</li> <li>ежегодные производственные субсидии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>покупка электробусов индийского производства</li> <li>зарядные станции</li> </ul>
<b>Предлагаемая поддержка</b>	Гранты: <ul style="list-style-type: none"> <li>до 40% разницы в цене для гибридных автобусов</li> <li>до 80% разницы в цене для электробусов</li> <li>до 40% на цеховое оборудование и обучение персонала</li> </ul>	Капитальные субсидии: <ul style="list-style-type: none"> <li>до 85% для автобусов</li> <li>до 90% на автобусное оборудование и объекты</li> </ul>	Государственные субсидии: <ul style="list-style-type: none"> <li>производителям транспортных средств (будут существенно сокращены в 2020 г.)</li> <li>операторам автобусных перевозок</li> </ul>	Государственные субсидии (в зависимости от размера аккумулятора) <ul style="list-style-type: none"> <li>до 40% для автобусов</li> <li>10 млрд. рупий (140 млн. долл. США) на зарядные станции</li> </ul>
<b>Бюджет</b>	300 млн. евро (2018-2022)	85 млн. долл. США (2019) Ежегодное согласование бюджета	Сумма субсидий на приобретение автобусов снижается из года в год с 2017 по 2020 год. Операторы автобусов могут получить операционную субсидию в размере 640 000 юаней (€ 83 858) на электробус длиной более 10 м	100 млрд. рупий (1,4 млрд. долл. США)
<b>Источник финансирования</b>	Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности (BMU)	Федеральная администрация по пассажирским перевозкам	Центральное правительство (Минфин, Министерство промышленности и информационных технологий, Министерство науки и технологий, Национальная комиссия по развитию и реформам и Министерство транспорта) Местные органы государственного управления	Департамент тяжелой промышленности и государственных предприятий
<b>Получатели</b>	Операторы общественного транспорта (в том числе совместные проекты)	Штат, местные органы власти, индейские народы	Производители транспортных средств, операторы общественного транспорта	Производители, поставщики инфраструктуры для электромобилей

### 3.4. Конкуренентоспособность

Суточный пробег (количество пройденных километров автобусом в день) и километраж, которые могут быть пройдены между этапами подзарядки, растут, в то время как технологические риски снижаются по мере увеличения объемов производства, а стоимость начальных капиталовложений падает.

Рис. 3. Электробусы становятся конкурентоспособными с точки зрения километража, затрат и рисков, в зависимости от местных налоговых условий и эксплуатационных расходов (анализ на основе опыта Соединенного Королевства и ЕС).



Источник: Анализ TIL для ЕБПП.

На приведенных выше схемах показана оценка ОСВ за 2020 год, сделанная TIL, в сравнении с ключевыми переменными, такими как суточный пробег (пройденные километры или км), уровень технологического риска и начальные капиталовложения, основанные на анализе данных по Великобритании. Ориентиром является стоимость всего срока службы 12-метрового одноэтажного автобуса с дизельным или газовым двигателем, отвечающего требованиям стандарта Евро 6, который является наиболее распространенным типом автобусов общего пользования для городских и междугородних перевозок в Европе.

По оценкам TIL:

- Автобусы на дизельном топливе или газе продолжают служить эталоном для фиксации базового уровня затрат на весь срок службы и необходимого начального капитала.
- Однако риск остаточной стоимости по дизельному топливу, вероятно, возрастет по мере того, как города станут переходить на автобусы с нулевым уровнем выбросов, что со временем приведет к увеличению капитальных затрат на дизельные автобусы.

- Троллейбусы и автобусы с аккумуляторными батареями, заряжаемые от троллейбусной контактной сети (зарядка в движении, или ЗВД), могут быть экономически выгодными, если существует троллейбусная инфраструктура или ее можно установить с низкими затратами.
- ВТЭ в настоящее время имеют гораздо более высокий уровень технологического риска и капитальных затрат, хотя, по прогнозам, со временем они снизятся<sup>8</sup>.
- Электробусы сопряжены с низким уровнем технологического риска, и их ОСВ теперь сопоставима с дизельными<sup>9</sup>, однако начальные капиталовложения могут быть вдвое выше, чем у дизельных ТС.
- ОСВ электробусов сильно зависит от местных условий в части цен на топливо и электроэнергию, а налогообложение электробусов становится сопоставимым с ОСВ по дизелям в конкретных местных условиях.

<sup>8</sup> Bloomberg New Energy Finance.




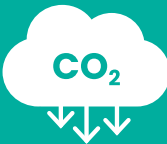

<sup>9</sup> Анализ ОСВ компании TIL для ЕБПП.

## 4. Постановка целей для проектов электробусов

Цели государственной политики в отношении использования электробусов в разных городах различны, и в таблице 3 представлены наиболее типичные из них. Представленный набор целей не является единственно возможным, так как у каждого города существуют свои проблемы и свои приоритеты. Руководители городов и политики должны начать с четкого

определения основных стратегических целей, а затем дать оценку тому, как стратегия использования автобусов с нулевым уровнем выбросов может служить этим целям. Городским властям придется находить компромиссы между этими целями, в том числе теми, которые касаются финансирования и доступности.

Таблица 3. Цели проектов электробусов отличаются, но обычно включают все или некоторые из тех, которые представлены ниже<sup>10</sup>

Цель				
				
Улучшение качества воздуха на местах	Снижение уровня шума от транспорта	Улучшение доступа общественного транспорта к экологически неблагоприятным городским районам и политика поддержки зон с низким уровнем выбросов (ЗНВ)	Содействие достижению целей Парижского соглашения посредством установления целевых показателей сокращения выбросов парниковых газов и CO <sub>2</sub>	Обеспечение разнообразия источников энергии и развитие потенциала для хранения возобновляемых источников энергии
Описание				
<p>Местные целевые показатели для твердых частиц, парниковых газов или CO<sub>2</sub> выше национальных или региональных стандартов, таких как Евро 6</p> <p>Крайние сроки, которые должны быть установлены для транспортных средств с нулевым уровнем выбросов, должны быть реалистичными и согласованными всеми сторонами</p>	<p>Улучшение городской среды за счет снижения шумового воздействия автобусов и повышения комфорта и удобства жителей и пользователей города или другого населенного пункта</p>	<p>Уже очень давно политики и экологи серьезно настаивают на том, что необходимо убрать общественный транспорт из ключевых центров города, включая исторические районы и торговые улицы. Такая политика привела к увеличению эксплуатационных расходов на общественный транспорт и снижению доходов</p> <p>Использование электробусов позволит обеспечить перевозки по экологически чувствительным улицам, тем самым повышая привлекательность общественного транспорта и снижая эксплуатационные расходы</p>	<p>Национальные и региональные органы государственного управления могут устанавливать обязательные целевые показатели по улучшению климата и смягчению последствий его изменения, включая местные и национальные целевые показатели «углеродной нейтральности»</p>	<p>Государственные и городские власти могут пожелать уменьшить свою зависимость от импортируемого ископаемого топлива и повысить разнообразие источников электроснабжения, включая более широкое использование возобновляемых энергоносителей из местных источников</p> <p>Зарядка электробусов в ночное время обеспечит хранение возобновляемой энергии и позволит сбалансировать энергосистему</p>

(Продолжение на следующей странице)

<sup>10</sup> Анализ TIL для ЕБРР.

(продолжение с предыдущей страницы)

<p>Цель</p> 				 <p>Городским властям следует разработать четкие цели, определить наиболее приоритетные задачи, желаемые сроки реализации стратегии и реалистичные источники финансирования капитальных и операционных затрат.</p>
<p>Улучшение имиджа местных автобусов и обновление автопарка</p>	<p>Более эффективное использование существующей троллейбусной инфраструктуры</p>	<p>Увеличение доли рынка общественного транспорта</p>	<p>Снижение операционных затрат</p>	
<p>Описание</p>				
<p>Если выбросы от автобусов будут сведены к нулю в местах их использования, это может позволить политикам получить более широкую поддержку ограничения движения легковых автомобилей и других мер в пользу общественного транспорта, направленных на сокращение доли частных автомобилей</p>	<p>В некоторых городах существует инфраструктура распределения электроэнергии для троллейбусов, но лишь немногие системы обеспечивают всеобщее покрытие всех маршрутов. «Зарядка в движении» позволяет расширить действующие троллейбусные системы за пределы существующих линий, а существующие контактные сети можно использовать для зарядки автобусов на более широкой территории</p>	<p>Сами по себе электробусы вряд ли будут способствовать значительному увеличению пассажирооборота</p> <p>Схемы электробусов должны быть связаны с более широкими мерами по управлению дорожным движением, направленными на сокращение относительного времени нахождения автобусов на маршруте, включая организацию выделенных автобусных полос, автобусные маршруты и политику парковки</p>	<p>Электробусы могут быть дешевле в эксплуатации, в зависимости от динамики капитальных и эксплуатационных затрат, цен на энергоносители и наличия операционных и капитальных субсидий.</p> <p>Городским властям следует разработать многолетние планы расходования средств на капитальные и операционные затраты, а также определить «источники и способы использования» средств</p>	

Многие города захотят провести анализ социальных затрат и выгод (АЗВ), чтобы измерить производительность электробуса в контексте более широких стратегических целей, наряду с финансовым анализом. В рамках разработки и обоснования проекта большинство городов захотят провести анализ социальных затрат и выгод параллельно с «финансовой» оценкой общей стоимости владения (ОСВ) для определения более широких параметров воздействия этой политики.

Анализ затрат и выгод, вероятно, будет учитывать факторы воздействия и эффекты распределения в таких стратегических областях, как:

- шум от автобусов
- загрязнение от использования топлива и энергоносителей
- локальное воздействие на окружающую среду отработанными газами
- вклад в глобальное изменение климата и влияние на структуру производства электроэнергии



**Для АЗВ должны использоваться те же операционные допущения, которые применяются при расчете ОСВ (автобусный парк, количество автобусо-километров, оплачиваемые часы работы персонала, виды используемого топлива и энергии и т. д.).**

- влияние на время в пути пассажиров, напряженность движения и эффект совместного использования разных видов транспорта
- влияние на дорожно-транспортные происшествия и безопасность пассажиров

В некоторых странах и городах уже есть заранее определенные протоколы для проведения такого анализа.

Рис. 4. Анализ финансовых и социальных затрат и выгод должен основываться на едином наборе операционных и финансовых допущений



**Финансовый анализ ОСВ**

Финансовое воздействие  
 Оценка прибыли и убытков  
 Требуемый объем капитала  
 Требуемый объем субсидий и налоговое воздействие  
 В разбивке по участникам системы

**Фактические показатели – финансовые и операционные**

Данные по эксплуатационным расходам  
 Данные о капитальных затратах  
 Границы системы, автобусный парк, км, отработанные часы  
 Климат и топография  
 Маршрутная сеть  
 Пассажиропоток  
 Работники и кадры  
 Электроэнергия и ГСМ  
 и т. д.

**Социальное и экологическое воздействие**

**Анализ выгод и затрат**

Загрязнение  
 Время поездки  
 ДТП  
 Шумовое воздействие  
 Воздействие парниковых газов  
 и т. д.

Источник: Анализ TIL для ЕБРР.



# 5. Варианты технологий для электробусов

Электробусы являются частью более широкого диапазона технологических опций, включая экологически чистый дизельный, гибридный и газовый варианты. В таблице 4 показаны основные наиболее часто используемые технологии зарядки электробусов наряду с техническими факторами по каждой из них. Их следует оценивать как часть разработки стратегии зарядки по каждой системе.

Таблица 4. Варианты технологии

Дизель или чистый газ (СПГ)	Гибридный дизель или СПГ	Отключаемый гибрид	Электробус аккумуляторный	Гибрид или аккумуляторный автобус, заряжаемый от троллейбусных проводов	Троллейбус	Водородные топливные элементы
Соответствует последним стандартам Евро 6 Нет электрической передачи Дизель HVO, 100% дизельное топливо, не содержащее ископаемых углеводородов Автобус на СПГ как отработанная альтернативная технология Биогаз – с использованием переработанного или специального топлива	Бортовой дизельный генератор аккумулятор, позволяющий сбалансировать нагрузку на двигатель Без подключения в сеть	Может работать от батареи в течение значительного периода времени Может заряжаться как от внешнего источника, так и от бортового дизельного двигателя	Нет бортового генератора Вся энергия поступает от бортовых аккумуляторов	Аккумуляторный автобус, заряжаемый от троллейбусных проводов	Аккумулятор отсутствует или минимальный Аккумуляторы используются только для маневрирования на короткие расстояния в депо и на терминалах	Электрический автобус с энергией, вырабатываемой на борту топливным элементом Неограниченный дневной пробег Больше экспериментальных технологий Автобус заправляется на водородной станции в депо
Существующие отраслевые стандартные технологии		В рамках этого отчета			Существующая отраслевая стандартная технология	Более рискованные новые технологии
Примеры городов:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ТЕК, Валлония, Бельгия</li> <li>• Гётеборг, Швеция</li> <li>• Грудзёндз, Польша</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лондон, Великобритания</li> <li>• Харрогейт, Великобритания</li> <li>• Амстердам, Нидерланды</li> <li>• Париж, Франция</li> <li>• Женева, Швейцария</li> <li>• Батуми, Грузия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гдыня, Польша</li> <li>• Прага, Чехия</li> <li>• Бельцы, Молдова</li> <li>• Мехико, Мексика</li> <li>• Монрё, Швейцария</li> <li>• «Умная сеть»</li> <li>• Арнхем Нидерланды</li> <li>• Душанбе, Таджикистан</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Бишкек, Киргизская Республика</li> <li>• Алма-Ата, Казахстан</li> <li>• Ереван, Армения</li> <li>• Белград, Сербия</li> <li>• Киев, Украина</li> <li>• Лион, Франция</li> <li>• Арнхем, Нидерланды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лондон и Абердин, Великобритания</li> </ul>



Дизель или чистый газ (СПГ)



Гибрид дизель или СПГ



Подключаемый гибрид



Электробус на аккумуляторах



Гибридный или аккумуляторный троллейбус



Троллейбус



Водородный топливный элемент

ОСВ каждой конкурирующей технологии следует оценивать, учитывая местные условия, наличие финансирования и готовность к риску.

Дизельное топливо и автобусы становятся чище.

- Воздействие дизельных технологий на окружающую среду постепенно снижается.
- Автобусы, работающие на газе, обладают дополнительными экологическими преимуществами, могут использовать в качестве топлива биогаз и широко используются в некоторых странах.
- Тем не менее, многие города и страны в настоящее время стремятся к нулевым выбросам «в выхлопной трубе».

Доля электробусов на рынке стремительно возрастает.

- Автобусы с аккумуляторными батареями (электробусы) быстро распространяются как проверенное решение, позволяющее оптимизировать ежедневные пробеги и (или) зарядку в соответствии с эксплуатационными требованиями.
- В настоящее время в малых и больших городах развертываются крупные автопарки, что приводит к расширению выбора типов автобусов, технологий зарядки и вариантов финансирования для операторов и городов.

Подключаемые к сети гибридные автобусы и зарядка через троллейбусную сеть – теперь это реальные возможности.

- Там, где протяженность маршрута превышает комфортный пробег для электробусов, мы наблюдаем внедрение гибридов с подключаемым модулем, часто для более протяженных междугородних маршрутов.

- В городах, в которых сохранились трамвайные или троллейбусные системы, троллейбусные провода можно использовать для зарядки аккумуляторов автобусов, что позволит расширить маршруты далеко за пределы контактной сети троллейбусов.
- Сегодня мы наблюдаем создание новых систем, которые используют контактные провода на основных участках для зарядки автобусов в движении.

ВТЭ переходят от технических испытаний к опытно-промышленной эксплуатации.




- Автобусы на водородных топливных элементах (ВТЭ) проходят интенсивные испытания в Европе около 10 лет.
- Эти испытания продвигаются к их более масштабному внедрению, поскольку решаются вопросы автобусной технологии и подачи водорода, хотя эта технология остается пока еще экспериментальной по сравнению с различными вариантами электробусов.

В этой главе рассматриваются варианты электробусов в определенном контексте и излагаются некоторые вопросы оптимизации, которые города, рассматривающие использование электрических автобусов, должны учитывать.



## 5.1. Технологии зарядки

Таблица 5. Типы технологий зарядки автобусов и рассматриваемые вопросы

			
Система зарядки	Зарядка подключением (постоянный или переменный ток)	Возможность зарядки на маршруте (только постоянный ток)	Зарядка от троллейбусных проводов (только постоянный ток)
Местоположение зарядных станций	Зарядка в депо по кабелю	В дороге и (или) в депо через пантографы	Зарядка с помощью контактных проводов См. <a href="#">UITP detailed Knowledge Brief</a>
Аккумуляторы	Аккумуляторы большой емкости	Более низкая емкость аккумулятора	Более низкая емкость аккумулятора
	Аккумуляторы тяжелее	Аккумуляторы легче по весу	Аккумуляторы легче по весу
	Нет необходимости в быстрой зарядке	Зарядка проходит быстрее	Зарядка быстрее по проводам Можно решить проблемы отопления и вентиляции
Планирование	Нет проблем с планированием зарядки в парке	Планирование и бытовые вопросы на уличных зарядных устройствах	Использует существующую троллейбусную инфраструктуру Требуется наличия контактной сети на ключевых участках маршрута
Пробег	Меньший запас хода, чем у дизельных	Решает проблему запаса хода, но требует регулярной зарядки Максимум 190 км без подзарядки в зависимости от установленной емкости аккумулятора	Решает проблему запаса хода + позволяет расширить троллейбусные системы Далеко от провода
Аккумуляторы	До 250 км в сутки	Аккумулятор более низкой емкости	Аккумулятор более низкой емкости
“Живые” крупные и малые города	Лондон > 250 автобусов и их число растет Абердин, Брайтон, Харрогейт, Ноттингем, Солсбери	Нидерланды > 1000 автобусов	Гдыня, Польша; Прага, Чехия Многие города Италии, Восточной Европы и Кавказа, и Центральной Азии, в которых есть троллейбусы, изучают этот опыт
Определение	AC = двигатель переменного тока и тяговый агрегат DC = двигатель постоянного тока и тяговый агрегат	Зарядка на высокой скорости через разъемы, расположенные над или под транспортным средством	Зарядка через контактную сеть троллейбуса во время движения транспортного средства: может использоваться совместно с существующими трамвайными и (или) троллейбусными системами.
Скорость зарядки	40 кВт – 80 кВт (80 кВт предполагает два зарядных устройства на автобус, на BYD) Зарядка от сети	В депо 50–150 кВт На улице 300–600 кВт Подключение или зарядка от другой сети	
Капитальные затраты – зарядное устройство на улице	Отсутствует	280 000 евро – 340 000 евро (цены 2020 года)	
Капитальные затраты – зарядка в депо, без учета затрат на установку	8 000 евро – 13 000 евро	28 000 евро	
Эту опцию предлагают следующие производители автобусов:	BYD/ADL Optare	Volvo Irizar Yutong Caetano Scania Mercedes Heuliez Solaris Белкоммунмаш	SOR Solaris Белкоммунмаш
Время зарядки	3–5 часов на одно транспортное средство	3–3,5 минуты на одно транспортное средство при зарядном устройстве на 100 кВт	Во время обслуживания



Выбор технологии зарядки электробусов является важным стратегическим фактором, влияющим на согласование планов, капитальные затраты и ежедневные эксплуатационные расходы. Эти технологии уже вышли за рамки экспериментальной стадии, и города и (или) автобусные операторы могут выбирать из целого ряда хорошо зарекомендовавших себя технологий для широкого использования. Их следует оценивать с учетом транспортной политики и эксплуатационных характеристик каждого города с использованием коэффициентов оптимизации, разработанных на этапе определения объема работ.

К основным факторам относятся следующие:

- протяженность маршрутов
- количество километров пробега на автобус в день
- расписание и коммерческая скорость
- время зарядки
- воздействие на климат
- наличие троллейбусных контактных сетей
- экономичность зарядки переменным или постоянным током.

## 5.2. Стратегия зарядки: ключевые факторы

Стратегия зарядки должна учитывать баланс между зарядкой в парке и «возможностью» зарядки в пути.

Особенности зарядки от другой сети на улице и в парке:

- решает проблему дневного пробега
- снижает вес транспортного средства
- может обеспечить более длительный срок службы батареи
- требуется питание от постоянного тока.

Такой тип зарядки имеет следующие преимущества:

- позволяет применять батареи меньшего размера и (или) с более длительным сроком службы – некоторые производители указывают 12–15 лет

- вместимость: 12-метровые одноярусные 90–120 кВт/ч
- позволяет осуществлять более быструю зарядку – некоторые производители заявляют, что батареи нуждаются в балансировке с медленной зарядкой каждые 3–4 дня, и поэтому в парке требуется наличие некоторой инфраструктуры (при этом автобусы с медленной зарядкой в парке нельзя быстро заряжать на 300–600 кВт ввиду разного химического состава аккумуляторов)
- более высокая удельная мощность
- позволяет использовать пантографы трамвайного типа для доступа к контактной сети (их можно установить на автобусах или на самих зарядных мачтах)
- пантографы могут быть установлены в автобусных парках вместо подзарядки от розетки, что также может решить некоторые проблемы с пропускной способностью парковых зарядных станций
- можно использовать в депо, которые нельзя переоборудовать для зарядки от сети
- автобусы с медленной зарядкой и большими аккумуляторными батареями могут заряжаться в парке с помощью провода или пантографа
- позволяет заряжать автобусы в ночное время – потенциально используя недорогую энергию из возобновляемых источников
- позволяет автобусному парку хранить излишки возобновляемой энергии
- помогает разряжать электроэнергию при высокой емкости
- автобусы с быстрой зарядкой и небольшими батареями также могут заряжаться на улице или в парке только с помощью пантографа (для этого нельзя использовать провод, поскольку при скорости зарядки в 2020 году и мощности свыше 150 кВт провод будет перегреваться)
- сложный процесс планирования автобусного движения с учетом расширения пунктов зарядки до «уличных», чтобы решить проблему дневного пробега



Зарядка электробуса на маршруте (Нидерланды)

- лишь небольшое количество автобусных остановок могут быть подходящими с точки зрения эксплуатации в качестве пунктов зарядки (предполагается, что эта технология будет использоваться только на конечных остановках, где у автобусов есть не менее 3–4 минут для зарядки); при этом следует рассмотреть следующие вопросы:

- отвод земли
- неэстетичный вид
- природоохранные зоны
- возражения местного населения – свет, парковка, шум
- риск вандализма
- вместимость автобусной остановки
- влияние затворов на дорогах
- мощность местного электроснабжения
- согласование на проектирование зарядных и трансформаторных ящиков
- опасения по поводу здоровья и безопасности, и получение разрешений.

#### Аспекты, которые необходимо учесть

Проблемы с планированием существуют и за пределами автобусных парков и включают следующее:

- визуальная эстетика
- подключение к электросети
- вопросы планирования эксплуатации, требующие изучения (например, время зарядки, графики маршрутов и часы работы водителей)
- согласование планов.

Во многих крупных городах, вероятно, потребуется сочетать маршруты с зарядкой в депо с возможностью зарядки в пути с учетом ежедневного пробега одного автобуса и относительной

стоимости зарядного оборудования, аккумуляторов и различий в энергопотреблении. См. [UITP TUL policy paper](#) «Воздействие электробусов на жизнь в городе»<sup>11</sup>.

Уполномоченный орган по вопросам пассажирских перевозок (см. Программный документ UITP TUL) или операторы (ОПП) должны провести подробный анализ маршрута, чтобы определить оптимальное решение для каждого маршрута.

Компания TfL в Лондоне указала, что, хотя она ожидает, что на большинстве маршрутов будут использоваться автобусы с зарядкой в парке из-за большого пробега / продолжительности рабочего дня, от 10 до 15% транспортной сети будет оснащена для зарядки в пути. Таким образом, зарядка в парке и зарядка на маршруте, вероятно, будут дополнять друг друга в городах с большим количеством электромобилей. По оценке авторов, для получения разрешений и установки зарядных устройств на маршрутах потребуется не менее 12 месяцев. Однако для маршрутов с большим дневным пробегом может потребоваться именно этот вариант – по нашим оценкам, это может составить до 15% автобусного парка в крупных городах, исходя из рабочего цикла в Великобритании.

### 5.3. Критерии выбора технологии

Критерии выбора технологии включают: ОСВ, дневной пробег, наличие инфраструктуры и воздействие на окружающую среду.

Таблица 6. Критерии выбора двигательной установки

	Технология	Тип	Автономный пробег (дальность)	Инфраструктура для зарядки/заправки (инвестиции и работа)	Воздействие на операции	Воздействие на городской ландшафт
	Электрический на аккумуляторах	Нулевой выброс (НВ)	Нулевой выброс (НВ)	Высокие	Сильное	Умеренное (ОС) Низкое(ОН)
	Подключаемый дизель-гибрид	Чистый	Ограниченный	Низкие	Среднее	Низкое
	Природный газ	Чистый	Такой же как у дизеля	Умеренные	Низкое	Низкое
	Топливные элементы	НВ	Такой же как у дизеля	Высокие	Сильное	Низкое
	Аккумуляторный троллейбус	НВ	Неограниченный (как правило, свыше 50% пробега без проводов в зависимости от размера батареи)	Умеренные (при наличии контактной сети)	Умеренное	Среднее

Источник: Учебная программа UITP по электробусам.

<sup>11</sup> См. Комитет UITP по транспорту и городской жизни (2019 г.)

Запас хода автобуса (это расстояние, которое автобус проезжает между станциями заправки или зарядки) – это основной критерий для практической эксплуатации. Недостаточный запаса хода автобуса увеличивает количество необходимых автобусов, требует дополнительного оплачиваемого рабочего времени персонала и может стать причиной ненадежности транспортного обслуживания.

Для дизельных автобусов запас хода практически не является проблемой, поскольку емкость топливного бака обычно превышает протяженность запланированного дневного пробега. Запас хода дизельного автобуса зависит от потребления топлива. У стандартного 12-метрового автобуса он может составлять до 700 км, а дневной пробег редко влияет на эффективность<sup>12</sup>. До настоящего времени дизельные автобусы остаются эталоном, поскольку они имеют меньше всего ограничений по фактическому запасу хода, даже у автобусов, проезжающих большое количество километров в день или в час.

У подключаемых гибридных автобусов запас хода такой же, как у дизельных, но они не решают проблемы загрязнения отработанными газами и их сложнее обслуживать, чем электробусы, поскольку они сочетают в себе две технологии и два комплекта оборудования для обслуживания.

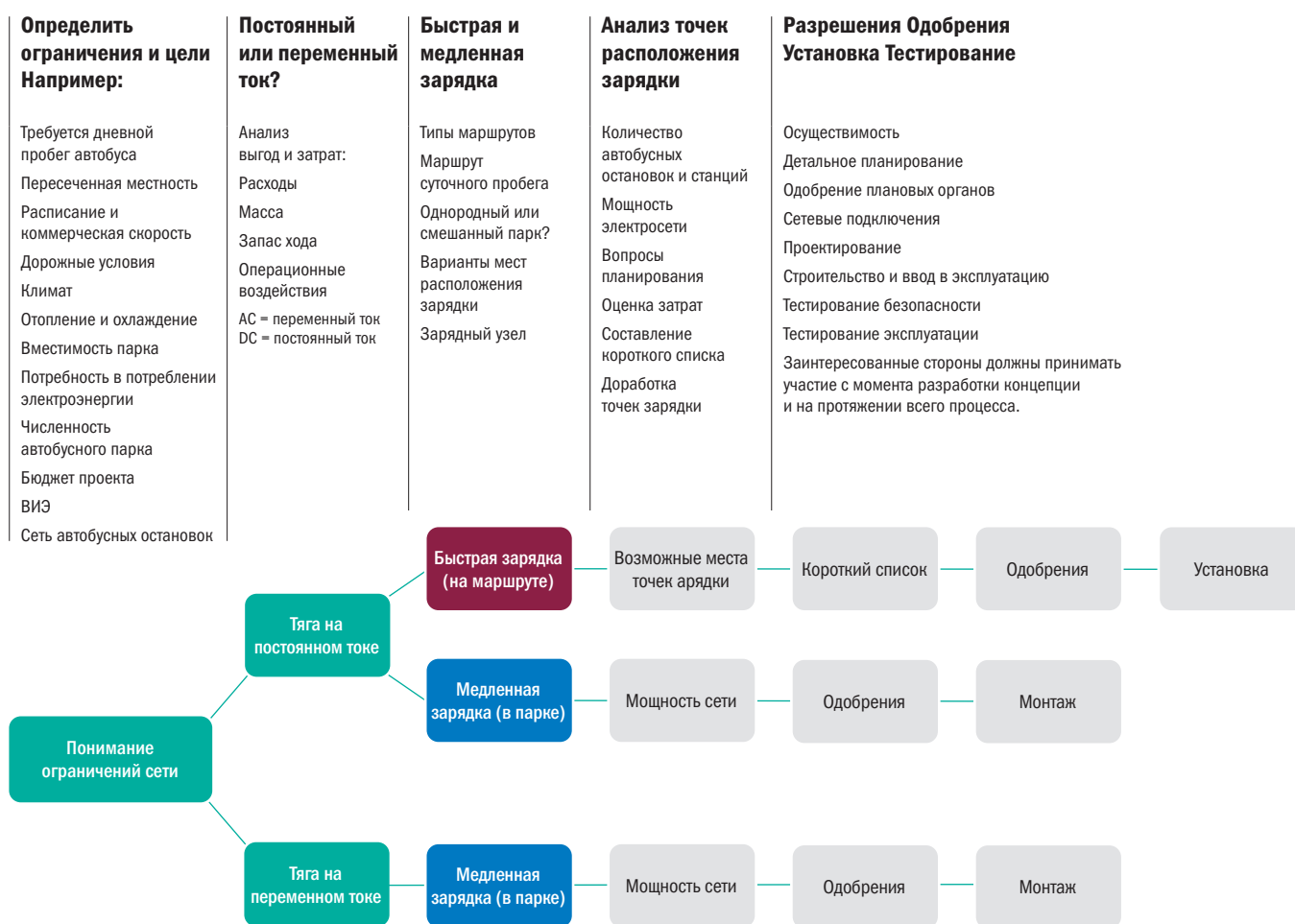
Автобусы на водородных топливных элементах имеют неограниченный дневной запас хода, но в настоящее время остаются гораздо более экспериментальными и дорогими, хотя ожидается, что капитальные затраты будут снижаться по мере поступления транспортных средств в массовое производство.

Троллейбусы с аккумуляторными батареями обычно используются в городах, где уже есть троллейбусные или трамвайные линии, которые можно использовать для зарядки или расширить их сеть. Новейшие аккумуляторные троллейбусы начали появляться в некоторых городах, таких как Прага. Проблемой часто является мощность электросети, а стоимость подключения к сети может быть разной, в зависимости от местоположения парка и (или) пунктов зарядки.

## 5.4. Разработка стратегии зарядки

В рамках анализа ОСВ стратегия зарядки электробусов является ключевым аспектом и должна разрабатываться на этапе планирования проекта наряду с планированием дополнительных вариантов энергоснабжения.

Рис. 5. Вопросы, которые необходимо учесть при разработке стратегии зарядки автобусов



Источник: Анализ TIL для ЕБРР.

<sup>12</sup> Анализ TIL для ЕБРР.



Вопросы энергоснабжения должны быть изучены и спланированы с этапа определения объема работ с учетом:





- увеличения потребности в подводимой мощности
- доли возобновляемых источников энергии
- переговоров с энергокомпанией
- использования умных способов зарядки, таких как зарядка автобусов в ночное время, и активное управление зарядки автобусов в парке
- роли автобусного парка в балансировке использования возобновляемых источников энергии за счет зарядки в ночное время
- «зеленые» сети
- локальное хранение и учет чистого потребления
- сетевое подключение к пунктам зарядки
- возможная роль ЕБРР в содействии проведению планирования и анализа.

Городским властям необходимо разработать систематизированную стратегию зарядки автобусов, которая определит цели и ограничения, а также определит соотношение постоянного и переменного тока, распределение между зарядками в парке и на маршруте, а также наиболее удобные места для расположения точек зарядки, и которая будет разработана и реализована в рамках комплексной программы, с учетом мнений всех соответствующих заинтересованных сторон.

## 5.5. Влияние стратегии зарядки и энергоснабжения

Влияние стратегии зарядки и энергоснабжения на эксплуатационные расходы необходимо оценить как исходные данные для плана проекта, бюджета и анализа ОСВ.

Таблица 7. Стратегия зарядки используется для оценки ОСВ и финансовой оценки

	<p>Количество пунктов зарядки</p> <p>Разделение на зарядку в депо и зарядку на дороге</p>	<p>Количество и расположение точек зарядки – ключевой фактор в расходах</p> <p>От этого будут зависеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• капитальные и эксплуатационные расходы на различные типы зарядных станций</li> <li>• применимый тариф на электроэнергию – например, количество автобусов, заряжаемых в ночное время (обычно по более низкой цене), по сравнению с автобусами, заряжаемыми в течение дня (когда цена на электроэнергию обычно выше)</li> <li>• возможность использовать автобусы для хранения избыточной возобновляемой энергии с помощью зарядки в ночное время</li> </ul>
	<p>Влияние на автобусный километраж, резервный автобусный парк и оплачиваемые часы водителей</p>	<p>Время и место зарядки должны быть расписаны по графику. От этого будет зависеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• количество резервных автобусов, необходимых для зарядки (помимо автобусов, которые можно заряжать ночью)</li> <li>• количество дополнительных километров пробега автобуса до точек зарядки</li> <li>• оплачиваемое время персонала, необходимое для зарядки автобуса, например, время водителя на пунктах зарядки, и прохождение «порожных» километров до/от пунктов зарядки</li> </ul>
	<p>Затраты на обслуживание зарядного оборудования</p>	<p>Расходы на техническое обслуживание оборудования должны быть заложены в бюджет</p> <p>Эта работа, вероятно, будет осуществляться по контрактам с электроэнергетической компанией и (или) производителем оригинального оборудования</p>
	<p>Тариф на электроэнергию</p> <p>Необходимо принять во внимание местные факторы</p>	<p>Разделение между ночным и дневным тарифами</p> <p>Мощность энергосети</p> <p>Стоимость работ по модернизации</p> <p>Возможность выработки электроэнергии солнечными батареями, учета чистого энергопотребления и (или) хранения</p> <p>Топография</p> <p>Температурный диапазон – нагрев и охлаждение оказывают большое влияние на энергопотребление</p> <p>Налогово-бюджетные режимы и режимы субсидирования</p> <p>Запас хода автомобиля между зарядками</p> <p>Цены на электроэнергию</p> <p>Стоимость и доступность высоковольтных источников питания для парков и пунктов зарядки на маршруте</p> <p>Должны быть подтверждены следующие операционные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• водителей, затраты на техническое обслуживание, данные о расходе топлива и потребляемой мощности, парковочные места, затраты на переоснащение парков и т. д.</li> </ul>

Данные из стратегии зарядки должны быть использованы для модели финансовой оценки, включая влияние на автобусный километраж, численность автобусного парка и оплачиваемое время, а также учтены в статьях капиталовложений.

# 6. Технология аккумуляторов

## 6.1. Экономические аспекты использования аккумуляторов и учет затрат

Выбор аккумуляторной технологии и системы управления должен учитывать различные операционные, технологические и экономические факторы, обобщенные в таблице ниже.

<p><b>Стоимость аккумулятора составляет около 30–50% от первоначальной стоимости электробуса<sup>13</sup>.</b> Согласно прогнозам, в период с 2020 по 2025 год цены на батареи НКМ и ЛЖФ упадут примерно на 30% и продолжат снижаться в результате усовершенствованных технологий производства, увеличения плотности энергии внутри элементов и улучшения конструкции блока<sup>14</sup>.</p>	<p><b>Электроэнергия</b> Сильные токи не считаются оптимальными для поддержания работоспособности батареи. Хотя зарядка высокой мощности совместима с большинством типов аккумуляторов, под нее оптимизированы лишь некоторые из них (ЛТ). Постоянная зарядка с использованием мощных силовых зарядок сократит срок службы батареи быстрее, чем режим зарядки с более низким током.</p>
<p><b>Обзор</b> Эксплуатационные качества и характеристики аккумуляторов на автобусе и во время зарядки являются ключевыми факторами при принятии инвестиционного решения. Ключевые проблемы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• химический состав батарей</li> <li>• деградация емкости батареи</li> <li>• влияние зарядки</li> <li>• безопасность (проблемы с перегревом)</li> <li>• стоимость (евро/кВт/ч).</li> </ul>	<p><b>Глубина разрядки батареи (ГРБ)/Состояние зарядки (СУЗ)</b> ГРБ указывает уровень разрядки относительно общего состояния заряда батареи в данном цикле. То, как и когда батарея заряжается для полного цикла, влияет на степень работоспособности батареи и процесс ее старения. ЛЖФ обычно считается лучше, чем НКМ для стратегии ночной зарядки. ЛЖФ допускает большую глубину разряда и, таким образом, больше подходит для автобусов, работающих в течение всего дня; НКМ предпочитает меньшую глубину разряда, что затрудняет выполнение требований по запасу хода без промежуточной подзарядки.</p>
<p><b>Химический состав аккумулятора</b> Химический состав аккумулятора имеет решающее значение для запаса хода и скорости зарядки. НКМ имеет хорошие общие характеристики и высокую удельную энергию (Втч/кг). Его активные вещества – никель, марганец и кобальт – можно смешать для соответствия системам хранения энергии, которые имеют высокие требования к цикличности. ЛЖФ обладает хорошими электрическими характеристиками при низком сопротивлении. Несмотря на то, что он имеет более низкие показатели удельной энергии, чем НКМ, его основными преимуществами являются высокий номинальный ток и длительный срок службы. Имея меньшие ограничения по состоянию заряда (по сравнению с НКМ), ЛЖФ имеет преимущества с точки зрения эксплуатационной гибкости. Ожидается, что к 2025 году в аккумуляторах будет все шире использоваться химический состав катода, который в меньшей степени зависит от кобальта. В сочетании с другими разработками это приведет к увеличению плотности энергии и снижению затрат на батареи.</p>	<p><b>Безопасность – система управления аккумуляторами</b> Система управления аккумуляторами (СУА) – это электронная система, которая контролирует и регулирует отдельные элементы и аккумуляторные модули в аккумуляторном блоке, чтобы оптимизировать их производительность и гарантировать, что система работает в безопасных рабочих условиях. Она играет важную роль в обеспечении безопасности, скорости заряда и в старении батареи. СУА также отвечает за обеспечение максимальной эффективности аккумуляторной батареи, гарантируя, что элементы заряжаются и разряжаются при одном и том же напряжении. Даже при разном химическом составе форм-фактор аккумуляторной батареи и конфигурация СУА могут во многом определять производительность батареи.</p>
<p><b>Деградация емкости батареи (степень работоспособности)</b> Деградация емкости батареи – это естественный процесс в ее использовании, и поэтому, поскольку это самая важная часть автобуса, необходимо за ней следить и ухаживать. Полное управление степенью работоспособности аккумуляторной батареи (СТРАБ) – на автобусе и во время зарядки – на всех уровнях дает представление об уровне заряда элемента, чтобы понять, как сберечь свой актив. Ключевыми факторами, влияющими на износ аккумуляторных батарей в электробусах, являются температура и мощность. Необходимо также учитывать такие факторы, как глубина разряда (ГРБ) и средний уровень заряда (СУЗ).</p>	<p><b>Влияние зарядки</b> Скорость, с которой батарея заряжается или разряжается, влияет на СТРАБ батареи. Следует контролировать ГРБ и поддерживать средний уровень СУЗ, а не эксплуатировать почти до 0% СУЗ, а потом заряжать электробус до максимального уровня, близкого к 100%. Процесс зарядки перемещает ионы вокруг батареи, расходуя часть своей энергии, выделяя тепло, а поскольку для быстрой зарядки требуется более высокий ток, выделяется больше тепла, что может повлиять на деградацию батареи больше, чем при зарядке на более медленных скоростях. Процесс зарядки аккумулятора точно контролируется инструкциями и параметрами системы зарядки и управления аккумулятором, получающим заряд. Сочетание интеллектуальной аппаратной и программной инфраструктуры зарядки с данными по управлению автопарком позволяет управлять всеми действиями и отслеживать их, а также поддерживать оптимальную работу аккумулятора.</p>
<p><b>Температура</b> Поддержание стабильного и оптимального температурного режима, в котором может работать аккумулятор, гарантирует, что химические реакции, происходящие внутри аккумулятора, не будут протекать слишком быстро (при высокой температуре) или слишком медленно (при низкой температуре). При превышении пределов температуры батареи внутри батареи могут запускаться определенные химические реакции, ведущие к внутреннему короткому замыканию и отказу элемента, что приводит к серьезным повреждениям, распространению и риску теплового разгона.</p>	

<sup>13</sup> Анализ TIL для ЕБРР.

<sup>14</sup> Bloomberg New Energy.

## 6.2. Обзор аккумуляторных технологий

В электробусах обычно используются литий-ионные аккумуляторы трех типов (ЛЖФ, НКМ и ЛТ) из-за их длительного срока службы, высокой удельной мощности и (или) плотности энергии, а также высоких тепловых характеристик и характеристик безопасности.

Таблица 8. Обзор химического состава аккумуляторов и технологических характеристик

	LiFePO <sub>4</sub> (ЛЖФ)	LiNiMnCoO <sub>2</sub> (НКМ)	Li <sub>4</sub> Ti <sub>5</sub> O <sub>12</sub> (ЛТ)
Название	Литий-железо-фосфатный	Литий-никель-марганец-кобальт-оксидный	Литий-титанатный
Общие характеристики	Длительный срок службы при хороших параметрах мощности	Более длительный срок эксплуатации	Может заряжаться/разряжаться при очень высоких токах, не влияя на срок службы
Термостойкость	Высокая		Отличная; хорошие характеристики при низких температурах делают их идеальными для холодного пуска
Цена	Конкурентоспособная цена за счет легкой доступности материалов	Содержит кобальт и поэтому дороже ЛЖФ	Дорогая технология из-за высокой цены на титан
Плотность энергии	Более низкое напряжение (3,2 В/элемент) и меньшая плотность энергии (90–120 Вт*ч/кг), в связи с этим большой размер и вес аккумуляторов	Лучшая плотность энергии (150–220 Вт*ч/кг), следовательно, большой запас хода или более легкий и компактный аккумулятор	Низкое напряжение элементов (2,40 В/элемент) и, соответственно, большой размер и вес аккумуляторных блоков
Безопасность	Низкая токсичность (безопаснее, чем НКМ, что жизненно важно для больших аккумуляторных электробусов)	В случае аварии может произойти серьезная утечка токсичных и легковоспламеняющихся веществ	
Скорость зарядки	Нормальная	Нормальная	Возможна сверхбыстрая зарядка, что значительно сокращает необходимое время зарядки, причем может применяться рекуперативное торможение без каких-либо проблем, что повышает эффективность автобуса
Циклы зарядки	Около 3 500	Около 3 500	Может пройти десятки тысяч циклов
Прочие	Более высокий саморазряд (может вызвать проблемы с балансировкой из-за старения и, следовательно, более короткий срок службы аккумуляторной батареи)		
Пользователи	BYD, автобусы Nova или Volvo	Автобусы Proterra	Автобусы Proterra и Vectia

Источник: См. Iclodean et al. (2017) и анализ TIL для ЕБПП.

## 6.3. Нынешние лидеры на рынке

Таблица 9. Эксплуатационные характеристики лидирующих на рынке аккумуляторных технологий

Тип аккумулятора	НКМ (литий-никель-марганец-кобальт-оксидный)	ЛЖФ (литий-железо-фосфатный)	ЛТ (литий-титанатный)
Мощность зарядки	√ √	√ √	√ √ √
Запас хода в эксплуатации	√ √	√ √ √	√
ВОВ Срок службы	√ √	√	√ √ √
Циклы зарядки	3 500	3 500	10 000+
Максимальная скорость зарядки (по сравнению с ЛЖФ)	1x	1x	5x
Удельная энергоёмкость (Втч/кг)	85-120	150-230	50-80
Типовая мощность (кВт/ч) на блок	180	350	60-150
Цена (евро/кВт/ч)	380-440	380-440	900-1 100
Комментарии	Хороший компромисс между запасом хода и скоростью зарядки	Более низкая удельная энергия (большой вес для данного диапазона) и более медленная зарядка, чем у НКМ. Без содержания кобальта	Идеально подходит для стратегии зарядки на маршруте с меньшим диапазоном и пунктами быстрой зарядки 80% мощности за 5 минут. Хорошие характеристики при низких температурах

Источник: Анализ TransConsult для ЕБПП.

Технологическое решение для аккумуляторов тесно интегрировано со стратегией зарядки и должно рассматриваться вместе. Для управления технологией зарядки электромобиля используется одноцелевая оптимизация, чтобы определить оптимальный размер зарядных устройств как на борту, так и снаружи автобуса, а также для определения подходящей емкости аккумулятора<sup>15</sup>.

НКМ и ЛЖФ в настоящее время являются лидерами на рынке. Производители оригинального оборудования и специализированные финансовые организации могут взять на себя риск, связанный с аккумулятором, в рамках долгосрочных гарантий или договоров аренды.

Конфигурация аккумулятора – это ключевой параметр выбора технологии, который тесно связан с вопросом стратегии зарядки автобусов. В таблице 9 указаны наиболее часто используемые типы батарей. Срок службы батареи можно измерить двумя способами:

- количество лет, в течение которых батарея может работать;
- количество циклов перезарядки, которое может выполнить аккумулятор.

Обычно считается, что срок службы батареи истек, когда ее емкость составляет менее 80% от первоначальной. Многие гарантии на аккумуляторы теперь определяют окончание срока службы моментом, когда емкость аккумулятора упадет до 60–80% от первоначальной емкости.

Предлагаемые на рынке аккумуляторы отличаются в основном по следующим параметрам:

- срок службы (количество циклов зарядки или лет службы)
- максимальная скорость зарядки (C-rate)
- удельная энергоёмкость (Втч/кг)
- плотность энергии (Втч/л)
- безопасность (проблемы с перегревом)
- стоимость (евро/кВт/ч).

В настоящее время рынок использует две основные аккумуляторные технологии: ЛЖФ и НКМ (на китайском рынке доминирует ЛЖФ). Литий-железо-фосфатные (ЛЖФ) аккумуляторы безопасны и имеют длительный срок службы, но при этом имеют низкую объемную плотность энергии (Втч/л). Аккумуляторы НКМ (оксид лития, никеля, кобальта, алюминия) имеют более высокую плотность энергии, занимая меньше места в автобусе для данного размера блока (кВт/ч), но при этом характеризуются более коротким сроком службы.

Следует учитывать «вторую жизнь» аккумулятора:

- необходима его чистая и безопасная утилизация
- аккумуляторы могут быть переработаны поставщиком аккумуляторов
- их можно продать для использования в коммерческих аккумуляторных батареях
- их можно использовать в автобусной или сетевой системе для хранения возобновляемой энергии
- закупочная цена – с учетом снижения цен на сверхмощные аккумуляторы
- уровень гарантий.

Появляются новые возможности для управления этими рисками:

- 1) долгосрочные контракты на поставку аккумуляторов по принципу «ежемесячная стоимость на милю», когда компания-поставщик берет на себя риск, связанный со сроком службы аккумулятора и стоимостью его замены (иногда это называется «аккумулятор как услуга»), и 2) долгосрочные гарантии на аккумуляторы от оригинального производителя на 5–15 лет.

<sup>15</sup> См. Brennan et al (2020).

## 6.4. Управление производительностью аккумулятора

В таблице ниже представлены основные факторы, которые влияют на срок службы и, соответственно, стоимость аккумуляторов.

			
<b>Температура</b>	<b>(Высокая) мощность</b>	<b>Глубина разрядки батареи (ГРБ)</b>	<b>Среднее состояние заряда (СУЗ)</b>
Оптимальный температурный диапазон для батареи составляет примерно от 15 до 30 градусов Цельсия. Очень высокие или очень низкие температуры могут отрицательно сказаться на состоянии аккумулятора.	Высокая мощность/ток для быстрой зарядки не являются оптимальными для аккумуляторов – как при зарядке, так и при разрядке аккумулятора. В настоящее время разрабатываются специальные аккумуляторы, которые оптимизированы под зарядку высокой мощности, но при этом необходимо соблюдать скорость зарядки.	Полный цикл – это либо переход от пустого к полному и опять к пустому, либо от полного к пустому и снова к полному. Оба варианта считаются полными циклами. Эти разные циклы зарядки по-разному влияют на старение аккумулятора. Тенденция такова, что чем ниже продолжительность цикла, тем это лучше для батареи. Это означает, что в качестве руководящего принципа лучше заряжать примерно ее с 30 до 70%, а не с 0 до 100%.	Батареи плохо переносят полную разрядку или зарядку на 100% или около 0% СУЗ. Как правило, предпочтительно работать в рамках динамичного диапазона от 20 до 80% в среднем или при 50-процентном уровне заряда, что может стать проблемой при подзарядке на маршруте.

Источник: TIL для ЕБРР.

Операторы пассажирских перевозок должны приобрести навыки управления аккумуляторными батареями либо внутри компании, либо в рамках контрактов на техобслуживание, заключаемых с поставщиками автобусов или аккумуляторов.

## 6.5. Экономика замкнутого цикла

Электробусы могут являться частью экономики замкнутого цикла, а автобусные аккумуляторы должны быть интегрированы в сети возобновляемых источников энергии, использоваться для балансировки нагрузки и активно утилизироваться после применения их в автобусах.







### Большой автобусный парк можно интегрировать в процесс планирования с использованием возобновляемых источников энергии

- Автобусы заряжаются в ночное время для хранения возобновляемой энергии, вырабатываемой в дневные периоды низкого потребления
- Автобусные батареи помогают сбалансировать сеть, так как зарядка происходит тогда, когда мощность выработки от ВИЭ высока, а потребление низкое
- Необходимо тесное взаимодействие с операторами сети, с тем чтобы правильно планировать дополнительные работы по модернизации источников электроэнергии
- Тарифы на электроэнергию могут быть запланированы заранее, чтобы стимулировать зарядку автобусов в периоды низкого общего потребления (например, в ночное время)
- Большому автобусному парку может потребоваться дополнительная мощность возобновляемых источников энергии.



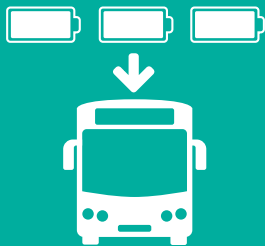
### Батареи, снятые с автобусов, могут быть перепрофилированы для использования в стационарных батареях, с тем чтобы сбалансировать емкость сети

- Автобусные батареи разряжаются до такой степени, что их характеристики хранения становятся неэффективными для дальнейшего использования в автобусах
- Такие батареи могут быть повторно использованы в стационарных устройствах в автобусной сети (для балансировки зарядной емкости) или где-либо еще
- Некоторые операторы «батарей как услуги» активны на обоих рынках, помогая управлять рисками ОС
- Сетевые операторы также могут быть активными на этом двойном рынке.

### «Умная зарядка» использует технологию, позволяющую управлять зарядной мощностью, стоимостью подключения к сети и ценой на электроэнергию

- ИТ контролируют:
  - скорость зарядки для минимизации затрат на электроэнергию
  - скорость зарядки каждого автобуса, чтобы максимально увеличить срок службы аккумулятора
- Может использовать батареи в парках для хранения энергии до тех пор, пока она не понадобится
- Позволяет избежать дорогостоящей модернизации подключения к электросети.

Оператор «аккумулятора как услуги»



### Финансирование коммерческих аккумуляторов – новая категория активов

- Специализированные аккумуляторные фонды создаются банками, инфраструктурными фондами и в качестве публичных инвестиционных механизмов
- Они нацелены на решение некоторых или всех из указанных проблем:
  - упрощение финансирования аккумуляторных и (или) энергетических активов, начиная с начальных капитальных затрат до ежемесячных платежей за км или кВт/ч
  - снятие части или всех активов с баланса автобусных операторов
  - использование специальных знаний и масштаба для управления такими рисками, как: техобслуживание аккумуляторов, цены на аккумуляторы, остаточная стоимость аккумуляторов после снятия с автобусов, утилизация батарей, изменение целевого применения аккумуляторов на «стационарное» использование после снятия с транспортных средств
- Это новая категория активов, но основными финансирующими организациями и (или) производителями электроэнергии на этот рынок направляются значительные капитальные ресурсы.

Источник: Анализ TIL, Bloomberg New Energy, UITP, <https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/2018/05/Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF-C40-Citi.pdf>  
Примечание: <https://www.sustainable-bus.com/parts/volvo-buses-and-second-life-batteries-a-new-project-in-gothenburg>.



Подключаемый гибрид, Валлония









## 6.6. Планирование и контракты

Подключение к электросети, электроснабжение, ценообразование на электроэнергию и экономические характеристики аккумуляторных батарей должны быть спланированы и закреплены в контрактах, насколько это возможно. Подключения к электросети, цена на электроэнергию и нормы потребления энергии являются важными компонентами ОСВ и представляют существенные риски. Эти вопросы следует изучить в ходе определения

объема работ с привлечением на начальном этапе сетевых компаний и потенциальных поставщиков оборудования. Следует разработать контракты, в которых должным образом распределяются риски, а для установки оборудования может потребоваться поддержка в виде управления проектом со стороны энергоснабжающих предприятий и (или) производителей оборудования.

Таблица 10. Аспекты подключения к сети и поставки аккумуляторов

	Вопрос	Комментарий
	Сетевое подключение пунктов зарядки	Растущие потребности в электроэнергии должны планироваться и обеспечиваться заранее совместно с соответствующими энергоснабжающими предприятиями Может потребоваться дополнительная выработка электроэнергии из возобновляемых источников Массовая поставка аккумуляторов должна быть правильно спланирована, чтобы сбалансировать спрос «Умную зарядку» можно использовать для оптимизации энергопотребления и времени автономной работы аккумулятора
	Срок службы батареи Вариант – «аккумулятор как услуга»	«Мощность по часам» Прямая покупка Покупка с гарантией на срок службы батареи и (или) с учетом расходов на обслуживание батареи Появляются специализированные компании, которые со временем будут управлять этими рисками
	Риск энергопотребления	Следует запросить у производителей расчет энергопотребления и допущения Операторы пассажирских перевозок должны принимать на себя риски энергопотребления
	Тарифы на электроэнергию	Организаторы должны изучить варианты тарифов, включая более низкие цены на оплату в непиковый период, например, зарядка автобусов ночью и хранение энергии в автобусных аккумуляторах для разряда в течение дня
	Требуемый срок службы зарядного и другого оборудования	Зарядные устройства для автобусов Электрораспределительное оборудование
	Сроки гарантии должны быть четко определены, при этом желательны длительные гарантии	При проведении закупок следует попросить поставщиков оценить изменчивость цен в течение гарантийного срока Гарантия может быть предоставлена отдельно на кузов автобуса, аккумуляторы и основные электрические и механические узлы
	Гарантия на остаточную стоимость	Следует попросить поставщиков предоставить гарантии на ОС и (или) возможность обратного выкупа активов, если предлагаемый период эксплуатации намного меньше проектного срока службы активов Пассажирская компания может взять на себя риск ОС, если она решит оформить владение автобусными активами, а период эксплуатации для оператора пассажирских перевозок (ОПП) меньше запланированного срока службы актива Появляются специализированные компании, которые готовы управлять ОС аккумуляторов и обеспечивать им вторую жизнь

Источник: TIL для ЕБПП.

Сетевые подключения, затраты на установку и цены на электроэнергию должны быть заранее спланированы и согласованы, насколько это возможно, чтобы избежать нехватки мощности и перерасхода средств.

# 7. Эксплуатационные и технологические факторы

## 7.1. Воздействие на автобусные парки

Электробусы потребуют значительных изменений в автобусных парках, в том числе подключение к электросети, планы размещения стоянок и оборудование для технического обслуживания.

Автобусные парки должны быть полностью перепланированы под эксплуатацию электробусов. Ключевые аспекты включают следующее:

- подключения к электросети
- оборудование для зарядки аккумуляторов
- безопасное хранение аккумулятора
- изменение планов размещения стоянок
- новое ремонтное оборудование
- измененные системы безопасности с учетом:
  - передвижения очень тихих транспортных средств
  - наличия высоковольтного оборудования.

Эти изменения повлияют на капитальные и эксплуатационные расходы. Стоимость подключения к электросети может сильно различаться между объектами в зависимости от ограничений местной сети. В некоторых местах использовались стационарные аккумуляторные батареи для балансировки нагрузки, если существует такая проблема. План тарификации парков должен быть интегрирован в более широкую стратегию взимания платы за проезд в автобусах.

Таблица 11. Перепланировка и перестройка работы автобусных парков



Зарядка в парке с подключением

План стоянок дизельных автобусов (12 автобусов)



План стоянки электробусов (на той же территории размещаются только 9 автобусов – при зарядке в парке)



Аккумуляторы	90 000–120 000 евро за комплект (в ценах 2020 года)  Срок службы – стандарт по отрасли в настоящее время составляет около 7–8 лет для автобусов с ночной (медленной) зарядкой, поэтому требуется одна замена аккумулятора в течение срока службы автомобиля в 15 лет.  Емкость аккумулятора: Одноярусный – 240–350 кВт/ч Двухъярусный – 300–400 кВт/ч
Зарядка в парках	Зарядным устройствам постоянного тока на 100 кВт требуется 3–3,5 часа для зарядки автомобиля, а зарядным устройствам переменного тока более низкой мощности (50–80 кВт) требуется больше времени.  В настоящее время операторы обычно планируют по одному зарядному устройству на автобус, но по мере расширения автопарка может возникнуть некоторая экономия масштаба, что позволяет использовать дешевые ВИЭ в ночное время.
Трансформатор и подключение к сети	Зарядка обычно производится в диапазоне от 50 до 150 кВт.
Проблемы стоянки и вместимость	Сильно варьируется и зависит от мощности сети депо. Большая разница в стоимости.  Автобусы с дизельным двигателем обычно ставятся близко друг к другу рядами: здания хорошо подходят для такой планировки.  Для электробусов, размещаемых в парках, вероятно, потребуются другие условия стоянки, чтобы обеспечить ночную зарядку и подход для обслуживания; кроме того, резервные автобусы на зарядке требуют дополнительного места.

Источник: Анализ TIL для ЕБРР.

Необходимо рассчитать потребности в капитале и операционные затраты на переоборудование депо, а также влияние на эксплуатационные расходы депо.

## 7.2. Воздействие на технологические процессы

Технологические процессы изменятся, и, вероятно, произойдет сокращение общих затрат на техническое обслуживание по сравнению с дизельными автобусами в связи с сокращением требуемого рабочего времени и изменением набора специалистов. Затраты на технические работы составляют около 10–12% от общих затрат для дизельных автобусов и обычно распределяются следующим образом<sup>16</sup>:

- работа – 50%
- запчасти – 30%
- покупаемые услуги – 20% (напр., аварийный ремонт, замена стекол, капитальный ремонт узлов и агрегатов и т. д.).

Автобусные операторы обычно сами обслуживают собственные автобусы, а подрядчиков или услуги производителей для обслуживания используют редко. Переход на электробусы кардинально изменит технологические операции.

- Потребуется гораздо меньше обслуживания механизмов.
- В автобусе с ДВС примерно в 8 раз больше движущихся частей, чем у электробуса.
- Потребуется существенные изменения в структуре обслуживающего персонала, при этом потребуется больше электриков и меньше «механиков».
- В целом, следует ожидать сокращения численности персонала ремонтных служб.
- Электротехнические работы будут более обширными и специализированными, в том числе с высоковольтным силовым оборудованием.
- Дизельные гибридные автобусы и троллейбусы уже позволили операторам получить некоторый опыт обслуживания систем высокого напряжения.
- Электрооборудование и зарядное оборудование потребуют технического обслуживания, и его, возможно, надо будет передать на аутсорсинг.
- Процессы «заправки и уборки» в парках тоже сменятся на «уборку и зарядку», а сами технологии изменятся коренным образом.
- Цепочка поставок для многих компонентов будет совершенно иной.

Срок службы многих компонентов в настоящее время неясен – «пока рано говорить». Техническое обслуживание зарядного оборудования в большинстве случаев поручают производителю-поставщику, учитывая его специфичный характер и отсутствие у большинства операторов автобусов собственных электриков. Для целей расчета ОСВ авторы предположили 10-процентное снижение технологических затрат, причем это довольно консервативная оценка.

**«Допущения по технологическим затратам необходимо актуализировать, и есть веские основания полагать, что возможно существенное сокращение затрат на 10–30%, в зависимости от допущений на местах. Однако программы управления преобразованиями имеют важное значение для обеспечения потенциальной экономии за счет переподготовки кадров и сокращения численности персонала».**





<sup>16</sup> Анализ TIL для ЕБРР (по рынку Великобритании).

### 7.3. Пересмотр и актуализация планов и бюджетов

Операторам необходимо будет пересмотреть и актуализировать планы эксплуатации, технического обслуживания и безопасности, а также бюджет в свете новых задач и моделей работы. Использование электробусов в корне меняет многие аспекты эксплуатации, управления безопасностью, технического

обслуживания и эксплуатационных характеристик транспортных средств и потребует активного управления зарядкой и состоянием аккумуляторных батарей. Планы и бюджеты по эксплуатации и обеспечению безопасности должны быть актуализированы в рамках разработки проекта по внедрению электробусов.

**Таблица 12. Факторы, которые следует учитывать при актуализации финансового плана и бюджета для электробусов**

	<p><b>Потребуется новый операционный план и расписание</b></p>	<p>Корректировки коснутся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• необходимости планирования зарядки</li> <li>• изменений километража «пустого пробега» до парка и пунктов зарядки и от них</li> <li>• последующих изменений автобусного километража, парка резервных автобусов и оплачиваемого рабочего времени персонала</li> </ul> <p>Финансовые планы должны быть построены с учетом изменений в основных вводимых ресурсах, вытекающих из операционного плана:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• автобусный парк, парк резервных автобусов, количество автобусо-километров, оплачиваемые часы персонала и т. д.</li> </ul>
	<p><b>Управление батареями должно быть запланировано как ключевая текущая операционная задача</b></p>	<p>Необходимо разработать протоколы управления аккумуляторами, чтобы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• управлять зарядкой автобуса в режиме реального времени</li> <li>• следить за состоянием батареи</li> <li>• осуществлять мониторинг и контролировать состояние зарядки автобуса</li> <li>• своевременно проводить обслуживание и замену аккумуляторной батареи</li> </ul>
	<p><b>Планы по безопасности необходимо актуализировать, т. к. электробусы сопряжены с новыми рисками</b></p>	<p>Внедрение электробусов сопряжено со значительными, но управляемыми рисками, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• низкий уровень шума на автовокзалах и улицах города</li> <li>• повышенный риск аварий с участием автобусов и пешеходов</li> <li>• наличие высоковольтного силового оборудования</li> <li>• наличие оборудования для зарядки на улицах и в депо</li> <li>• разные характеристики работы (при разгоне и торможении) электробусов</li> </ul> <p>Их необходимо смягчить путем актуализации планов безопасности, определения новых безопасных рабочих процессов и соответствующего обучения персонала</p> <p>Для новых процессов и рисков необходимо разработать актуальные оценки рисков маршрута.</p> <p>Обеспечить безопасность для пожарных и сторонних служб реагирования в случае пожара / аварии автобуса (в автобусах, полностью отвечающих стандарту ISO 17840, должны иметься соответствующие объявления)</p>
	<p><b>Обучение персонала необходимо запланировать и заложить в бюджет</b></p>	<p>Необходимо провести переподготовку водителей, чтобы они понимали характеристики электробусов, в части:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• безопасной эксплуатации</li> <li>• процедуры зарядки</li> <li>• отличий в характеристиках торможения и вождения</li> <li>• экологичного вождения для экономии энергии</li> </ul> <p>Программа технологической переподготовки и повышения квалификации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• например, навыки обнаружения неисправностей и обслуживания электрооборудования</li> </ul>
	<p><b>Численность инженерного персонала и состав специалистов должны быть актуализированы</b></p>	<p>Для электробусов потребуются специалисты совершенно иного профиля:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• меньше персонала, учитывая простоту транспортных средств (меньше движущихся частей)</li> <li>• возможность того, что некоторые процессы технического обслуживания будут переданы производителям и поставщикам электрического оборудования (например, зарядных устройств).</li> <li>• потребуется меньше механиков.</li> <li>• потребуется больше электриков.</li> <li>• принципиально разные силовые и тормозные системы</li> </ul>
	<p><b>Управление операционными службами и деятельность депо. Стратегия зарядки повлияет на километраж автобуса и количество резервных автобусов</b></p>	<p>Для электробусов потребуются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• мониторинг состояния и заряда аккумулятора в режиме реального времени</li> <li>• изменение расписания с учетом необходимости зарядки автобусов</li> <li>• замена персонала, занимающегося заправкой автобусов, персоналом, занимающимся зарядкой автобусов</li> <li>• более длинный пробег, чтобы автобусы могли вернуться к пунктам зарядки и (или)</li> <li>• больше резервных автобусов, чтобы можно было заряжать автобусы в периоды, установленные расписанием.</li> </ul>

Источник: Анализ TIL для ЕБРР.

Планы эксплуатации и безопасности должны быть пересмотрены и актуализированы в качестве исходных данных при разработке плана проекта, бюджета и для анализа ОСВ.

# 8. Формирование правильных основ управления и финансирования

## 8.1. Реформы, финансирование системы и контракты

Крупные капиталовложения и длительный срок службы оборудования для электробусов могут потребовать реформы операционного управления, финансирования системы и контрактов для создания стабильной структуры, приемлемой для инвестирования. Электробусы требуют больших начальных капиталовложений в транспортные средства, энергетическое

оборудование и инфраструктуру с длительным сроком амортизации. Неформальные структуры управления могут сдерживать необходимые инвестиции, препятствовать финансированию со стороны частного сектора или увеличивать стоимость капитала. Поэтому тщательный анализ систем управления и регулирования является необходимым аспектом планирования использования электробусов. В таблице ниже изложены некоторые из ключевых вопросов, касающихся управления и заключения контрактов на эксплуатацию, которые следует учитывать при планировании системы электробусов.

Рис. 6. Переход от неформальной сетевой организации к системе подрядов<sup>17</sup>



Источник: Mettke (2018).

<sup>17</sup> Концептуальная основа GIZ для реформ в области автобусных перевозок.

**Таблица 13. Факторы, которые необходимо учесть при определении организационной основы и схемы финансирования для электробусов**

	Вопрос	Комментарий
	Тяга и зарядка	Внедрение электробусов потребует крупномасштабных инвестиций в инфраструктуру для зарядки автобусов, распределительные электросети и реконструкцию автобусных парков, а также в новый парк автобусов. Для этого потребуются хорошо спланированная масштабируемая программа развертывания системы, реализуемая через управление проектом, и города должны взять на себя обязательства по переходу на электробусы и действовать в соответствии с ними.
15 > 20 > 25 лет?	Неопределенность срока службы актива	У электробусов может быть более длительный экономический срок службы, чем у дизельных автобусов, которые они заменяют, причем это относится и к некоторому силовому оборудованию. Этот срок службы может не соответствовать периоду концессии на эксплуатацию.
	Финансирование замены аккумуляторов	В течение срока службы автобуса и зарядных устройств может потребоваться многократная замена аккумуляторов. (На 2020 год срок службы аккумуляторов обычно составлял 5-8 лет, срок службы автобуса – 15-20 лет). Учитывая быстрое развитие этой технологии, не исключено, что срок службы аккумуляторов и их эффективность будут продолжать значительно улучшаться с точки зрения веса, запаса хода, срока службы и затрат.
	Эксплуатационные затраты переходного периода	Для плавного перехода с дизельного топлива потребуются инвестиции в операционные расходы, в том числе в обучение персонала, переподготовку и инструктаж водителей, бригад по обслуживанию автобусов и другого персонала.
	Структура управления и финансирования	В силу всех этих причин желательно, чтобы все инвестиции в электробусы осуществлялись на базе надежной договорной структуры управления с заинтересованными сторонами на рынке, которые способны выполнять стратегические задачи и обеспечивать устойчивость инвестиций.
15 > 20 > 25 лет?	Стратегия Контрактные отношения Финансирование	Для этого может потребоваться: <ul style="list-style-type: none"> <li>• формирование определенной транспортной политики и финансовых целей для транспортных властей</li> <li>• определение операционных и договорных обязательств оператора(ов) общественного транспорта (который может быть подразделением ООТ) и (или) частных операторов</li> <li>• определение срока действия прав на эксплуатацию, который должен соответствовать сроку инвестиций, вкладываемых в парк электрических автобусов, и работ по переоборудованию, которые планируется профинансировать.</li> </ul>
	Регулятивная основа Долгосрочное финансирование Стабильный режим работы	Реформированная структура, скорее всего, затронет такие направления, как: <ul style="list-style-type: none"> <li>• эксклюзивные права на эксплуатацию</li> <li>• регулирование расписания и автобусной сети</li> <li>• требуемые транспортные средства – количество, вместимость, нормы выбросов, средний или максимальный возраст и т. д.</li> <li>• срок службы активов и обязательства по замене</li> <li>• субсидии и субвенции к оплате</li> <li>• владение активами и режимы зарядки</li> <li>• кто оплачивает операционные затраты по транспортным средствам и оборудованию и на чем балансе они находятся?</li> </ul> <p>Таким образом, договорные модели должны четко определять обязанности и роли каждой стороны, распределять риски той стороне, которая лучше с ними справится, и укреплять сотрудничество между сторонами. По возможности настоятельно рекомендуется участие в процессе различных сторон на раннем этапе.</p>

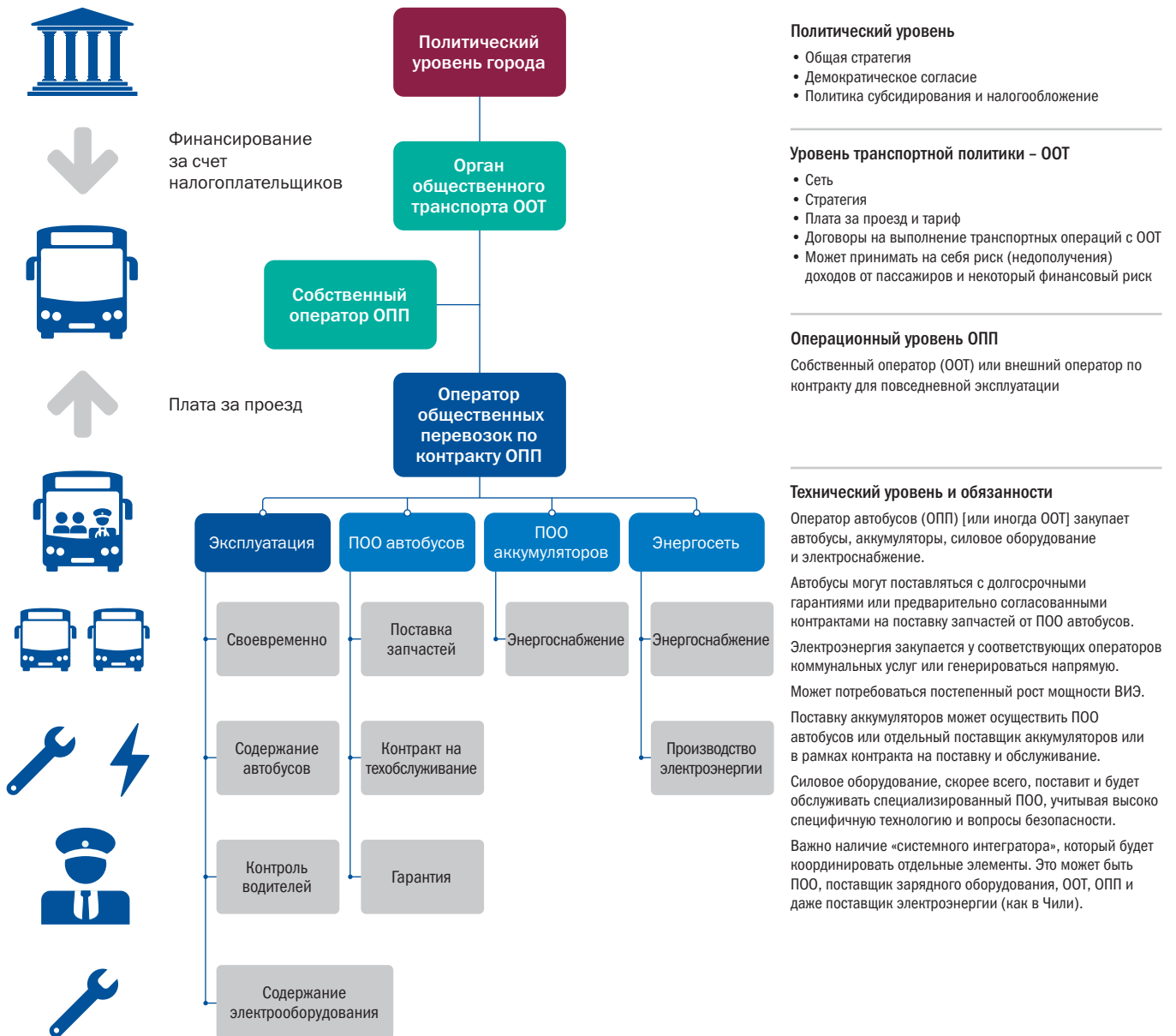
Источник: Анализ TIL для ЕБПП.



## 8.2. Структура управления

Структура управления электробусами должна четко определять обязанности и распределение рисков в рамках проекта развития электробусов на весь прогнозируемый срок службы активов.

### Типичная архитектура управления и финансирования для местных автобусных систем



Источник: Анализ TIL для ЕБРР.

В типичной структуре городской орган общественного транспорта (ООТ):

- берет на себя ответственность за стратегию и финансирование
- обеспечивает как демократическое согласование, так и финансирование из налоговых поступлений
- обычно также является «органом планирования» и отвечает за повседневное управление дорожной инфраструктурой
- должен согласовать проектные решения и установку всей уличной инфраструктуры
- может быть владельцем ОПП или заключать договоры или выдать лицензию одному или нескольким частным ОПП для работы.

В некоторых городах энергокомпания может принадлежать муниципальным властям или регулироваться ими.

Оператор пассажирских перевозок (ОПП) отвечает за:

- автобусные перевозки
- техобслуживание автобусов
- сбор платы за проезд
- системный маркетинг.

#### Направления совместной работы

Уличная инфраструктура – например, контактная сеть или зарядное оборудование – скорее всего, будет зоной совместной ответственности, при этом разрешение на установку должны выдавать городские власти, а установкой и обслуживанием будут заниматься соответствующие энергокомпании, а также

автобусный оператор (ОПП). За инфраструктуру автобусных парков, вероятно, будет отвечать энергокомпания, а также оператор парков (ОПП), планирующий орган (город) и соответствующие землевладельцы. Передовая практика в этой области кратко изложена в публикации ЕБРР «Движущая сила изменений: реформирование городских автобусных перевозок»<sup>18</sup>, опубликованной совместно с UITP и GIZ. Городские власти должны актуализировать методы управления и договорные отношения в сфере автобусных перевозок, прежде чем вкладывать средства в электробусы.

### 8.3. Контракт на эксплуатацию

Контракт на эксплуатацию электробуса должен отражать цели, экономические аспекты, обязанности и риски в рамках проекта внедрения электробусов, в том виде, в каком он будет согласован после фазы планирования.

Учитывая потребность в больших капиталовложениях и высокую стоимость перехода на эксплуатацию электробусов, контракты на эксплуатацию должны быть предварительно согласованы и предусматривать распределение всех рисков, связанных с эксплуатацией и финансовыми средствами.

Таблица 14. Элементы, необходимые для Контракта на эксплуатацию автобусов между ОПП и ООТ

<b>Определение требуемых объемов капитальных вложений</b>	Автобусный парк Электрическая инфраструктура Стоимость подключения Зарядные устройства Контактная сеть (ЗВД)
<b>Определение рабочих результатов</b>	Автобусные перевозки Обслуживание электрической системы Соблюдение расписания Минимальные уровни обслуживания Требования к возрасту автобусного парка Программа перехода и сроки Обязательства по передаче активов в момент прекращения контрактов
<b>Согласование срока действия контракта с потребностями в капиталовложениях</b>	Должен быть связан с требуемыми капитальными вложениями и выбранным распределением рисков. Механизмы продления и прекращения контракта должны быть определены в самом начале. Это может быть увязано с достижением контрольных показателей и целей предоставления услуг. Распределение риска остаточной стоимости – если ООТ принимает на себя больший риск операционных затрат и (или) владеет большим количеством активов, контракт на эксплуатацию может быть короче.
<b>Четкое распределение рисков</b>	Доходы от пассажирских перевозок Операционная деятельность Стоимость технического обслуживания Электроэнергия – тарифы Потребление электроэнергии Стоимость рабочей силы – ставки заработной платы Стоимость рабочей силы – рабочее время Стоимость технического обслуживания Остаточная стоимость активов электробуса
<b>Определение механизмов оплаты операторов</b>	Режим индексации затрат: <ul style="list-style-type: none"> <li>• затраты на оплату труда</li> <li>• цены на электроэнергию</li> <li>• общая инфляция</li> <li>• налоговые корректировки</li> </ul> Режимы сбора платежей Частота оплаты

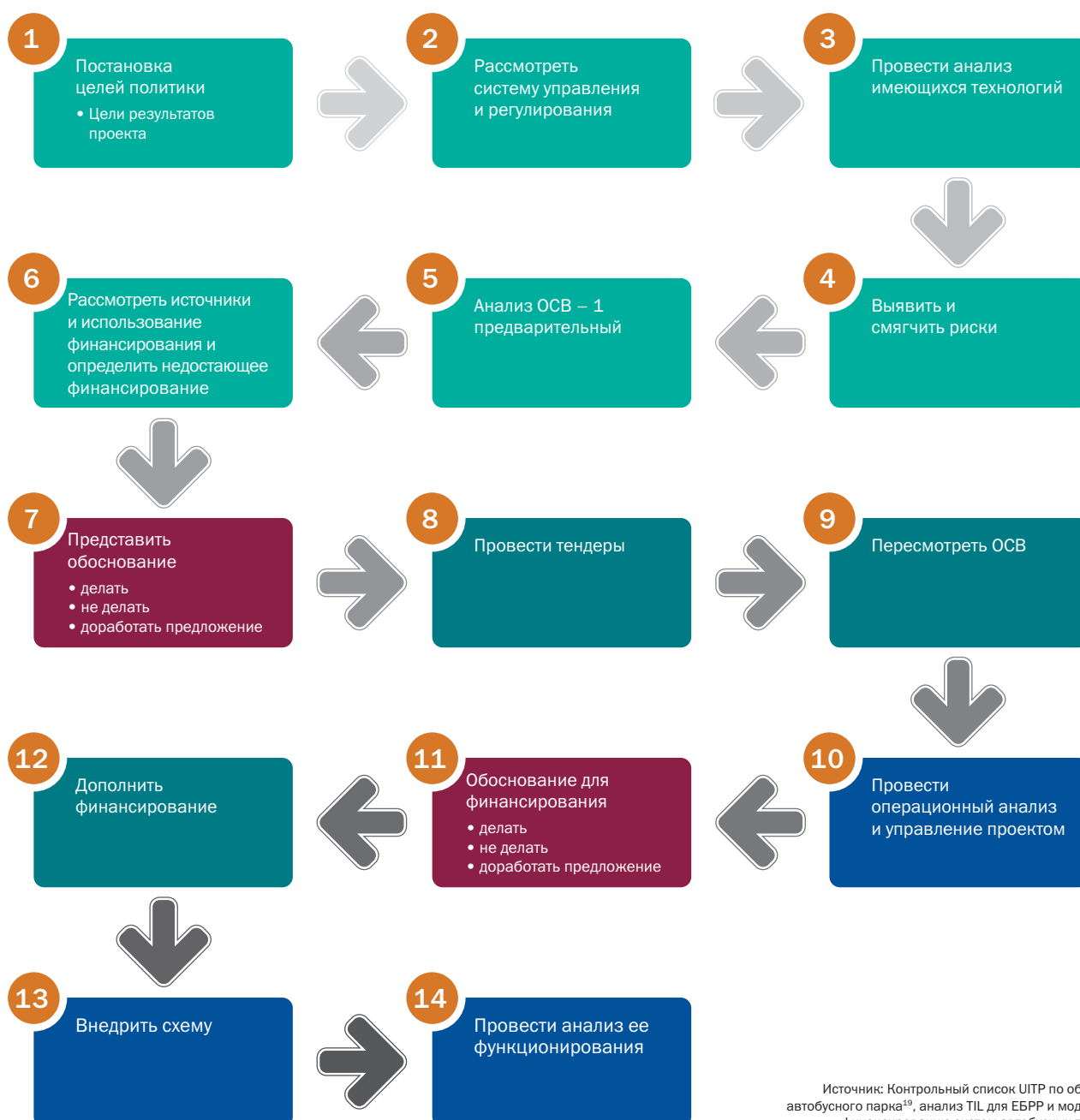
<sup>18</sup> См. [https://www.changing-transport.org/wp-content/uploads/EBRD\\_bus-sector-reforms\\_Mar2019.pdf](https://www.changing-transport.org/wp-content/uploads/EBRD_bus-sector-reforms_Mar2019.pdf)

# 9. Модель разработки проекта

## 9.1. Модель разработки проекта типовой схемы электробусных перевозок

Схемы следует разрабатывать поэтапно. Каждый шаг на рисунке 8 рассматривается отдельно в разных разделах этого отчета. После реализации схемы мы рекомендуем проведение анализа функционирования схемы, в ходе которого можно извлечь уроки для последующих этапов внедрения электробусов.

Рис. 8. Поэтапная модель разработки проекта по электробусам



Источник: Контрольный список UITP по обновлению автобусного парка<sup>19</sup>, анализ TIL для ЕБРР и модель GIZ по финансированию систем автобусных перевозок.

<sup>19</sup> См. отчет Автобусного комитета UITP (2019).

# 10. Выявление рисков и управление ими

## 10.1. Выявление рисков и стратегии контроля

Стратегии выявления и контроля рисков необходимо разработать на самой ранней стадии подготовки проекта. В таблице ниже представлены некоторые риски, которыми необходимо управлять в типичных проектах распространения электробусов. Данный перечень не претендует на то, чтобы быть исчерпывающим или применимым в каждой ситуации,

но он включает основные риски, которые должны быть учтены в схеме на ранней стадии разработки проекта. Организаторам данной схемы следует рассмотреть стратегии снижения рисков, соответствующие местным условиям и основанные на опыте успешных схем в других странах.

Таблица 15. Контрольный список типовых рисков и стратегий снижения рисков<sup>20</sup>

	Кто может взять на себя риск?	Стратегии снижения рисков
Срок службы батареи и производительность батареи с течением времени	Поставщик аккумуляторов напрямую или производитель + поставщик аккумуляторов или автобусов + фонд финансирования аккумуляторов	<ul style="list-style-type: none"> <li>Батареи могут поставляться по контракту с «почасовой оплатой» или в рамках предварительно согласованного долгосрочного контракта с указанием условий и стоимости замены аккумуляторов</li> <li>Может включать обслуживание или замену аккумуляторов</li> <li>В некоторых регионах появляются специализированные компании, которые могут финансировать конверсию и риски, связанные с аккумуляторами, и управлять ими</li> </ul>
Риск техобслуживания автобусов	Производитель или оператор автобусных перевозок ОПП	<ul style="list-style-type: none"> <li>Длительная гарантия производителя или договор на полное техническое обслуживание или третья сторона контракта берет на себя риск технического обслуживания</li> </ul>
Риск, связанный с доходом от пассажирских перевозок («кассовый аппарат для оплаты»)	ОПП или ООТ, или совместно	<ul style="list-style-type: none"> <li>Риск дохода должен быть определен с самого начала</li> <li>Требуются четкие правила для определения риска недополучения доходов, например, разные тарифные планы и сетки</li> </ul>
Риск, связанный с обслуживанием энергетического оборудования	Производитель зарядного оборудования или ОПП, или энергосистема	<ul style="list-style-type: none"> <li>Матчасть должна поставляться на условиях «поставка + обслуживание», согласованных с производителем</li> <li>ОПП вряд ли сможет поддерживать эти активы</li> <li>Часть оборудования может обслуживать энергоснабжающее предприятие</li> </ul>
Риск энергопотребления	ОПП	<ul style="list-style-type: none"> <li>Экономичное вождение существенно сказывается на энергопотреблении, и его может контролировать оператор</li> <li>Потребление может сильно меняться при работающих отоплении и вентиляции, в зависимости от климатических условий, а также от интенсивности и эффективности работы матчасти</li> <li>Гарантии производителя по энергопотреблению могут быть заложены в контракт поставки</li> </ul>
Риск тарифа на электроэнергию	ОПП и энергоснабжающее предприятие, но ОПП следует подписать такое соглашение с энергокомпанией, которое позволит контролировать волатильность цен	<ul style="list-style-type: none"> <li>Договор на эксплуатацию должен правильно распределять риск тарифа на электроэнергию</li> <li>Если ООТ контролирует тариф, сеть и т. д., ему, скорее всего, придется принять на себя риск изменения цен на электроэнергию через механизм индексации договорных тарифов, связанный с изменением цен на электроэнергию</li> </ul>
Риск установки оборудования	Производитель и оператор сети ОПП или ООТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проектный риск управления установкой оборудования должен быть отнесен на производителя оборудования и сетевое предприятие</li> <li>ОПП может взять на себя роль управления проектом</li> <li>Появляются специализированные финансовые компании, которые могут управлять этим риском</li> </ul>
Риск неполучения разрешений на зарядку на улице	ООТ и городские органы планирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>Риск управления проектом должен взять на себя ООТ или ОПП</li> <li>Ответственность за установку должна быть возложена на производителя оборудования и сетевые компании</li> </ul>
Экономический срок службы автобуса	Производитель и компания по техобслуживанию автобусов	<ul style="list-style-type: none"> <li>Срок эксплуатации транспортных средств должен быть указан на &gt; 15 лет.</li> <li>Следует попросить производителя оборудования оценить долгосрочную гарантию на кузов и основные узлы автобуса</li> <li>Электробусы, вероятно, будут иметь более длительный срок службы, чем их дизельные эквиваленты</li> </ul>
Остаточная стоимость автобуса	Компания по техобслуживанию автобусов Производитель и (или) ОПП	<ul style="list-style-type: none"> <li>Режим обслуживания в соответствии с рекомендациями производителей оборудования</li> <li>Режим инспекционного контроля</li> <li>Может потребоваться, чтобы ООТ взял на себя риск остаточной стоимости, если срок контракта на эксплуатацию окажется короче срока службы актива</li> </ul>
Остаточная стоимость аккумулятора и обеспечение его второй жизни	Производители аккумуляторов или автобусов Специализированная компания по финансированию аккумуляторных батарей	<ul style="list-style-type: none"> <li>Изготовители автобусов или аккумуляторов могут заключить договор, где будет указана гарантированная цена и условия замены, а также обеспечить «вторую жизнь» аккумулятора</li> <li>Появляется новый рынок компаний, специализирующихся на финансировании аккумуляторов из расчета за киловатт-час, за км или в месяц, которые берут на себя риск, связанный с затратами на замену, безопасную утилизацию и повторное использование или переработку аккумуляторов</li> <li>Городской или автобусный оператор должен предварительно согласовать условия гарантии, при которых можно будет использовать замененные батареи и (или) установить сроки замены батарей</li> </ul>
Расходы на персонал и эксплуатационные расходы	ОПП – эффект масштаба ООТ – индексы общей инфляции	<ul style="list-style-type: none"> <li>Основная ответственность ОПП, но режим ежегодной индексации стоимости контракта должен компенсировать базовую инфляцию в затратах на рабочую силу.</li> </ul>

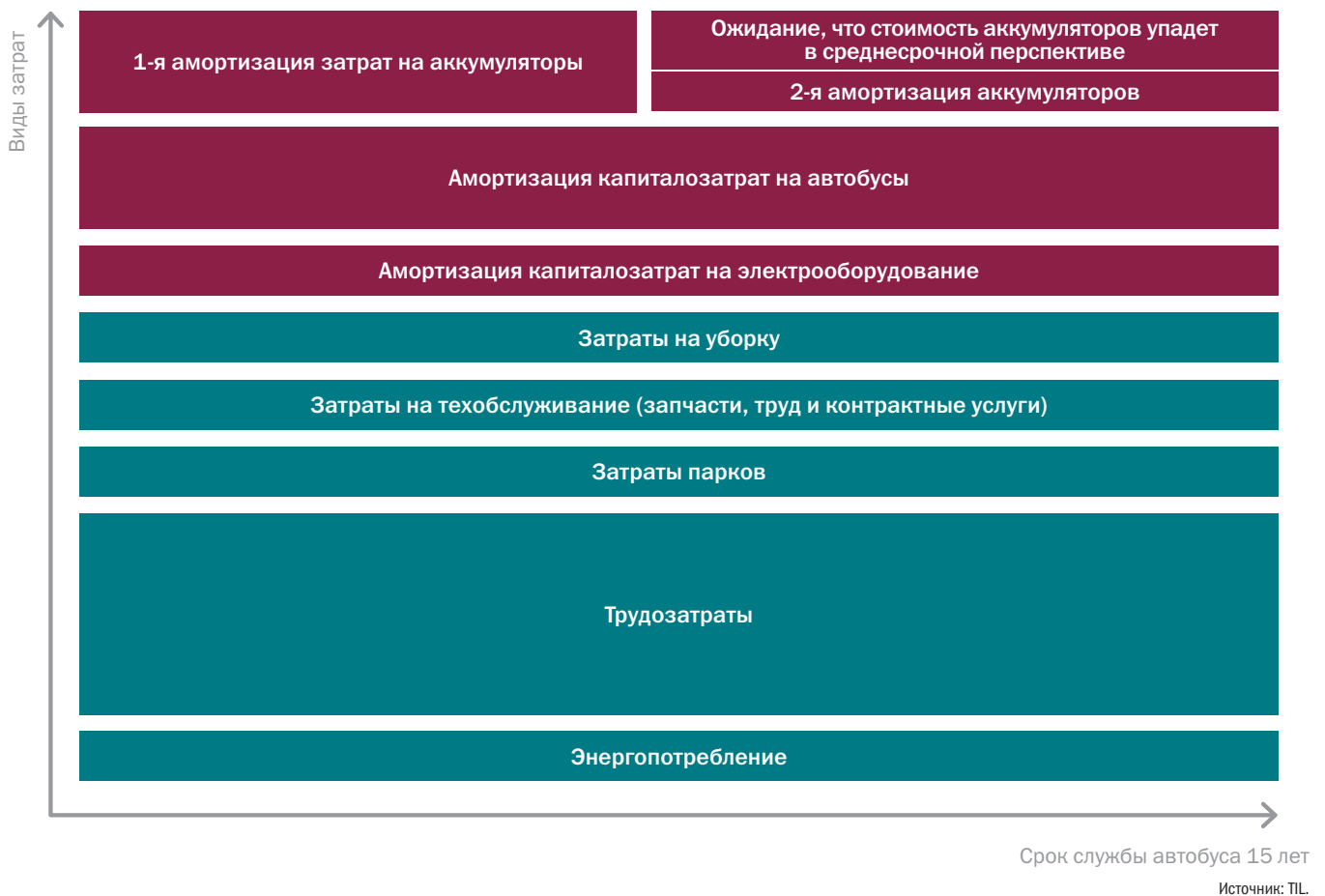
<sup>20</sup> Анализ TIL для ЕБРР.

# 11. Анализ общей стоимости владения: пример решения

## 11.1. Концепция общей стоимости владения

Приведенная ниже схема раскрывает основные элементы ОСВ на протяжении всего срока службы активов. Мы предполагаем, что стоимость батарей со временем снизится и что капитальные затраты амортизируются в течение срока службы каждого актива.

Рис. 9. ОСВ – Общая стоимость владения за весь срок службы актива



Цель анализа общей стоимости владения (ОСВ) (иногда называемого анализом стоимости всего срока службы) состоит в том, чтобы зафиксировать все эксплуатационные расходы в течение срока службы актива. Границы системы могут отличаться в зависимости от места и страны, а также в зависимости от того, учитываются ли внешние факторы. Цель концепции ОСВ также состоит в том, чтобы иметь общий определенный метод ОСВ, используемый всеми заинтересованными сторонами в проекте внедрения электробусов (общий язык).

Рассматриваемый период времени, как правило, равен экономическому сроку службы автобуса – примерно 15 лет и зависит от национальных или местных правил бухгалтерского учета.

Срок службы электробусов является неопределенным, но троллейбусные системы убедительно свидетельствуют о том, что электрические автобусы могут пережить дизельные автобусы,

если они прочны и поддерживаются в хорошем состоянии, учитывая их фундаментальную простоту и преимущества, вытекающие из отказа от двигателей внутреннего сгорания и, как следствие, из-за отсутствия вибрации.

Для эксплуатации любого автобуса требуются как капитальные вложения, так и эксплуатационные расходы. На практике некоторые затраты могут со временем расти или падать, например, затраты на техническое обслуживание часто увеличиваются с возрастом актива, в то время как вполне вероятно, что затраты на аккумуляторные батареи в ближайшем будущем снизятся.

На практике, на уровне сети, весь процесс логистики перехода на электробус может повлиять на общее количество необходимых автобусов. Поэтому в рамках общего анализа ОСВ на «системном уровне» необходимо учесть численность автопарка.

Капитальные вложения должны включать такие факторы, как (показаны **красным** цветом на рисунке 9):

- кузов и шасси автобуса
- аккумуляторы
- электрическое и зарядное оборудование
- стоимость преобразования парков в формат парков с автобусами с нулевыми выбросами, а также затраты на дополнительную площадь.

Денежные потоки будут неравномерными, но капитальные затраты обычно амортизируются в течение соответствующего срока службы активов. В среднесрочной перспективе вполне вероятно, что стоимость аккумуляторов со временем снизится в результате изменений в технологиях.

Операционные расходы включают такие факторы, как (показаны **зеленым** цветом на рисунке 9):

- заработная плата водителей
- затраты на техническое обслуживание (рабочая сила, запчасти и технологическое обслуживание по контракту)
- прочие расходы на рабочую силу – социальное обеспечение, пенсии сотрудникам, производственный персонал, менеджмент и т. д.
- потребление энергии (электробусы) и топлива (дизельные и газовые автобусы), за вычетом налогов
- налоги на топливо и электроэнергию
- расходы на уборку
- аренда депо и т. д.

Сумма этих затрат в течение срока эксплуатации и есть ОСВ. ОСВ во многом зависит от местных факторов и условий, в том числе от:

- местных налогов на топливо и электроэнергию
- капитальных грантов и субсидий
- факторов, влияющих на потребление электроэнергии и расход топлива (холмистая местность, отопление, вентиляция)
- местных расценок на оплату труда.

## 11.2. Предварительная оценка ОСВ

Необходимо провести предварительную оценку ОСВ, чтобы изучить те плюсы и минусы, которые влияют на работу электробусов в каждом конкретном городе. Каждый город должен оценить возможности для внедрения электробусов с учетом своей ситуации с помощью предварительного расчета ОСВ. Наиболее важные факторы показаны на рисунке 10.

Не у всех городов будут высокие баллы по каждому из критериев. При планировании следует учитывать факторы, которые можно улучшить, и возможности для оптимизации, включая договорную реформу рынка автобусов и достижимое увеличение мощности возобновляемых источников. Часто решающим фактором для ОСВ являются уровень и характер налогов на топливо.

В некоторых городах есть трамвайные и (или) троллейбусные контактные сети, которые можно использовать для зарядки электробусов в движении. Расчет ОСВ следует актуализировать и уточнять по мере развития проекта и появления новой информации. Более подробная информация о расчетах ОСВ представлена в разделе 11.5.

Рис. 10. Факторы, способствующие получению более благоприятных результатов ОСВ по электробусам



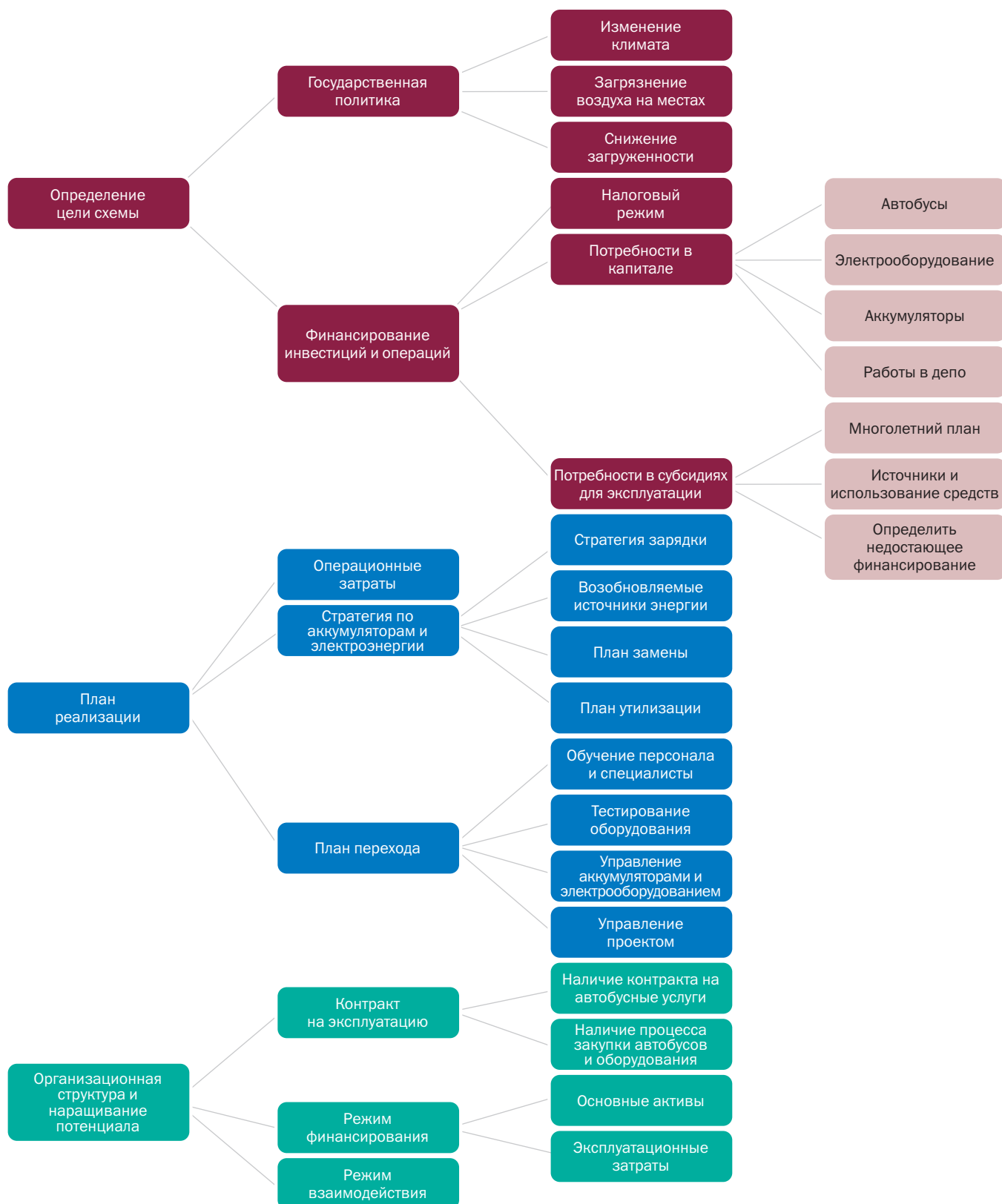
Источник: Анализ TIL для ЕБРР.



### 11.3. Стратегическая оценка

Организаторы должны сформировать обоснование для своего проекта, которое можно будет доработать по мере развития проекта.

Рис. 11. Стратегическая оценка



Источник: Анализ ТП для ЕБРР.

Необходимо обобщить весь проведенный ранее анализ, чтобы решить:

- отвечает ли проект целям, предусмотренным для данной схемы
- реально ли получить для него финансирование
- является ли электробус наиболее подходящей технологией для местных условий
- можно ли достичь приемлемого уровня ОСВ
- были ли выявлены и должным образом смягчены все риски.

Большинство организаторов проекта, прежде чем перейти к следующему этапу, перепроверяют и уточняют свое предложение посредством повторного рассмотрения.

В некоторых случаях становится понятно, что электробусы не являются наиболее рентабельным решением, и более приемлемым может быть альтернативный вариант. В разделе 11.4 представлены вопросы, наиболее часто рассматриваемые на данном этапе.

## 11.4. Анализ ОСВ – пример из практики Соединенного Королевства

Электробусы приближаются к ОСВ почти равной ОСВ дизельных автобусов, даже при консервативных оценках затрат.

Рис. 12. Сравнение ОСВ по автобусам на дизельном топливе стандарта Евро 6 с электробусами (допущения по Великобритании)<sup>21</sup>

Стоимость электроэнергии, по всей вероятности, будет ниже стоимости дизельного топлива и должна быть скорректирована с учетом налога на топливо и стимулов к внедрению электромобилей.

Уровень потребления сильно зависит от местной топографии и потребности в отоплении/охлаждении.

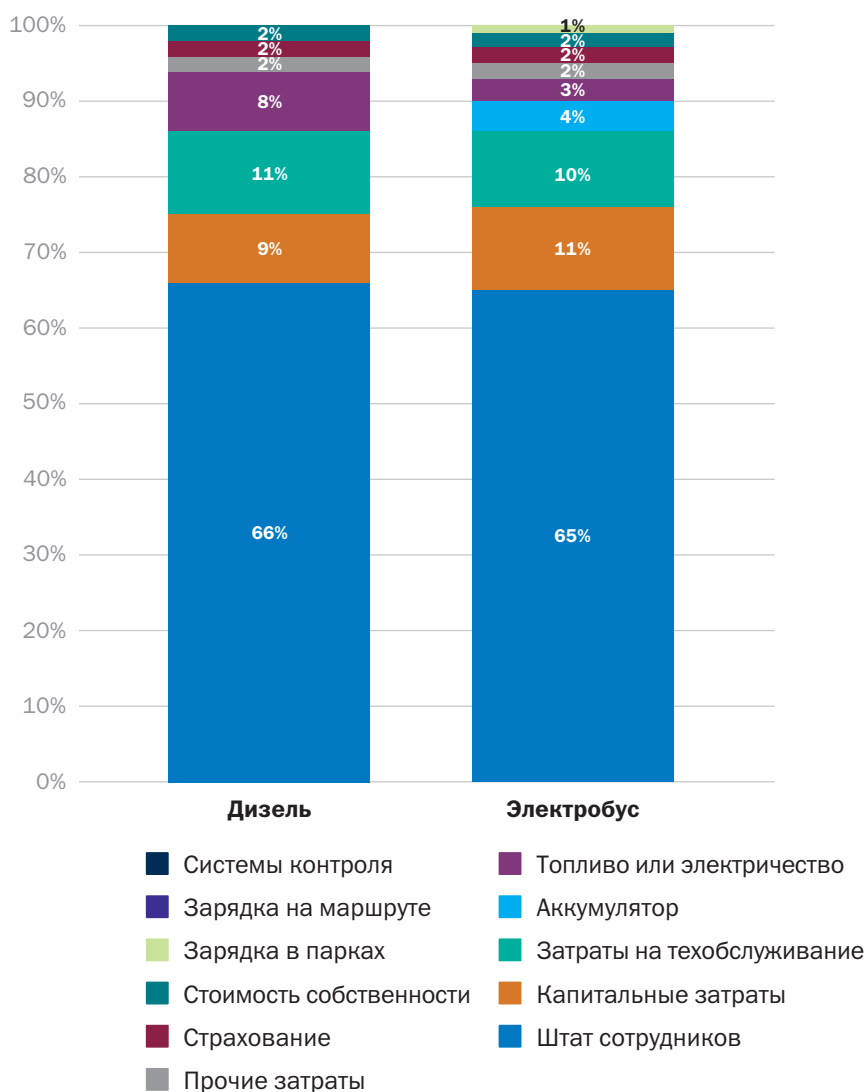
Затраты на техническое обслуживание электробусов могут быть на 5–30% ниже, в зависимости от местных условий.

Капитальные затраты на техобслуживание электробусов выше из-за более высоких удельных затрат на автобусы и оборудование. Эти затраты можно снизить, если можно продлить срок службы активов.

Затраты на рабочую силу остаются основным элементом затрат. Но их можно сократить за счет снижения рабочего времени технических специалистов.

Эти затраты зависят от возможного воздействия времени зарядки на затраты на оплату работы водителя.

Но их можно сократить за счет снижения рабочего времени технических специалистов.



Источник: Анализ TIL для ЕБПП.

<sup>21</sup> Анализ TIL для ЕБПП с использованием обезличенных данных по Великобритании по состоянию на 2020 год для городских автобусных сетей.

## 11.5. Анализ ОСВ – спецификации на автобусы и предполагаемые затраты

Таблица 16. Подробные допущения по ОСВ– пример решения компании TIL по Великобритании

		Дизель	Электробус
Стандарт выбросов	Евро 10	Евро 6	не применимо
Размер парка	автобусов	110	113
Пробег (км/год)	км	7 646 589	7 646 669
Км/автобус/год	км	69 200	67 970
Затраты на персонал (кроме инженерного)	евро	12 157 216	12 303 390
Длина	м	12	12
Мест (сидячих + стоячих)	X + Y	85	85
Вес	кг	10 500	12 500
Стоимость топлива	цена/л	1,2208	0
Тариф на электроэнергию	евро/кВт/ч	0	11 центов за 1 кВт, зарядка в депо
Ожидаемый срок службы	лет	15	15
Капитальные затраты, автобус	евро	212 800	369 600
Срок амортизации	лет	15	15
Капитальные затраты, аккумуляторы и их замена	евро	-	112 000
Срок амортизации	лет	15	15
Итого капитальных затрат на автобус	евро	212 800	481 600
Пиковая потребность в транспорте	автобусов	100	100
Резервные автобусы	автобусов	10	13
Страхование	на автобус/год	3 000	3 000
Точки зарядки в депо	кол-во	0	84
Точки зарядки в депо	цена за единицу	-	28 000
Электросеть в депо	кол-во	0	84
Электросеть в депо	цена за единицу	0	11 200
Срок амортизации	лет	0	15
Точки зарядки на маршруте	кол-во	0	2
Точки зарядки на маршруте, подключение и пр.	цена за единицу	0	448 000
Срок амортизации	лет	0	15
Время заправки/зарядки	мин	10	210
Пробег между заправками/зарядками	км	1 149	250
Площадь парковки на автобус	кв. м	34,8	40
Примерная стоимость аренды в год	евро	279 816	287 257
Техобслуживание в год (автопарк)	евро	2 051 680	1 879 933
Техобслуживание в год (зарядка и пр.)	евро	-	20 918
Количество техперсонала на 1 автобус	человек	8	8
Водителей на 1 автобус	человек	2	2
Двигатель		дизель	аккумуляторная батарея
Общая стоимость владения (ОСВ)			
Общие затраты на эксплуатацию	евро	18 345 557	18 936 667

Источник: Анализ TIL для ЕБРР.

Примечание. Пример решения, который следует актуализировать применимыми локальными данными. В таблице 16 представлены допущения, использованные в примере решения. Они основаны на примерах городов Великобритании и указаны в фунтах стерлингов. Налоговые льготы Великобритании и льготы для электрических автобусов показаны только в качестве иллюстрации. Обменный курс, используемый в этом примере, составляет 1 фунт стерлингов = 1,12 евро (на 30 марта 2020 г.). Каждый город должен тщательно изучить все факторы и допущения для своей сети и ситуации.

В этом анализе используется пример модели затрат в Великобритании с налоговыми и капитальными грантами, и его необходимо скорректировать с учетом соответствующих оценок диапазона по каждому проекту.

В таблице 16 представлены эксплуатационные характеристики, технические характеристики автобусов и допущения относительно стоимости, использованные в данном анализе. По каждому проекту необходимо моделировать применимые требования, и данный пример является лишь иллюстрацией.

В данном примере сравнивается стандартный 12-метровый дизельный автобус стандарта Евро 6 с электробусом аналогичного размера и вместимости. Приведенный пример расчета предполагает высокую интенсивность работы в одном из городов Великобритании, с высоким годовым километражем, низкой скоростью движения и высокой долей водителей на автобус, которые работают 18 часов в день, 7 дней в неделю по расписанию, а также налоговыми ставками и субсидиями, применимыми в Великобритании.

В этом примере сделано допущение, что автобусы заменяются через 18 лет и амортизируются в течение 15 лет.

Эта тема должна быть изучена в ходе реализации проекта с учетом ОСВ.

Как это принято в сфере автобусных перевозок, затраты определяются базовыми данными, касающимися:

- количества автобусо-километров в год
- размера автобусного парка
- рабочего времени и затрат на рабочую силу в час.

## 11.6. Анализ ОСВ и комментарий: образец расчета

См. ниже пример расчета для 12-метрового автобуса на дизельном топливе стандарта Евро 6 по сравнению с 12-метровым электробусом с использованием данных по городским автобусам в Великобритании и налогового режима.

Таблица 17. Свод финансовых расчетов ОСВ

На 1 автобус/год	Ед. изм.	Дизель	Э/э
Стоимость персонала	евро	110 020	109 363
Стоимость топлива	евро	13 817	8 401
Стимулы	евро	-	4 078
Капиталозатраты	евро	14 187	24 640
Стоимость аккумуляторов	евро	-	7 467
Гранты на электрические ТС	евро	-	6 005
Зарядка в депо	евро	-	1 944
Зарядка на маршруте	евро	-	224
Системы контроля	евро	-	20
Затраты на техобслуживание	евро	18 567	16 896
Страхование	евро	3 000	3 000
Затраты, связанные с владением	евро	2 532	2 553
Прочие затраты	евро	3 900	3 900
Операционные затраты (среднегодовые)	евро	166 023	168 326
Операционные затраты на автобусо-км	евро	2,40	2,48
Потребление на автобусо-км	л или кВт/ч	0,32	1,12
Операционные затраты (на один автобус в течение 15 лет)	€	2 490 347	2 524 889

Источник: Анализ TIL для ЕБРР. Примечание. Пример Великобритании, в фунтах стерлингов. Показаны налоговые льготы и льготы для электробусов, представлены только как иллюстрация. Обменный курс, используемый в этом примере, 1 фунт стерлингов = 1,12 евро (30 марта 2020 г.).



### Анализ ОСВ

В этом примере ОСВ электробуса почти полностью соответствует ОСВ дизельного автобуса в течение 15 лет.

К такому же выводу пришли и другие исследования, которые прогнозируют, что ОСВ составит плюс-минус 10%, в зависимости от таких факторов, как холмистая местность, автобусный пробег и применение отопления/охлаждения.

В таблице 17 приведены оценки авторов ОСВ для 12-метрового автобуса с дизельным двигателем, отвечающего требованиям стандарта Евро 6, по сравнению с аналогичным электрическим автобусом для городского оператора. Данные основаны на обезличенных реальных цифрах операционных данных и данных о затратах и были подготовлены в марте 2020 года. Этот анализ предусматривает 15-летний период амортизации для обоих типов транспортных средств. Срок службы активов считается ключевой переменной в этом примере. Следует отметить отсутствие реального опыта эксплуатации электробусов в течение более чем 20 лет, но, исходя из опыта работы с троллейбусами и многими дизельными автобусами, 20-летний срок службы автобусов должен быть достижимым, но для этого потребуется некоторое увеличение первоначальных капитальных затрат для продления срока службы кузова и среднесрочное «омоложение» в возрасте 6 и 14 лет для улучшения внешнего вида и комфорта.

Предполагается, что замена аккумуляторов будет производиться каждые восемь лет. Коррозия кузова часто является определяющим фактором срока службы автобуса. Для 20-летнего срока службы автобусов, вероятно, потребуются автобусные кузова на основе сплавов, которые уже широко используются в Великобритании и некоторыми производителями кузовов автобусов из ЕС. Производители оригинального оборудования обычно предоставляют гарантию на дизельные автобусы сроком до 5 лет, но были случаи подписания более длительных сделок. ООТ должны стремиться к получению более длительных гарантий на электробусы, но неясно, как они будут оцениваться рынком. Авторы заложили в сумму некоторое изменение технологических затрат; может быть получена гораздо большая экономия в зависимости от:

- срока службы и стоимости заменяемых компонентов
- возможности переосмыслить процессы техобслуживания без учета стоимости работы
- возможность отказа от техосмотров транспортных средств по мере роста уверенности в надежности технологии (большая часть потребностей Великобритании в рабочей силе связана с регулярными – обычно ежемесячными в Великобритании – осмотрами автобусов).

Считается, что по рыночной стоимости автобус можно признать «ломом» – скажем, при стоимости 2 тысячи за автобус – через 15 или 20 лет. В этом примере предполагается, что капитальных субсидий для электробусов выделяться не будет, а на чистые затраты на электроэнергию в Великобритании предоставляется субсидия в размере 6 пенсов за автобусо-километр. Городские власти должны подготовить свой собственный анализ, с учетом своей собственной сети, климатических и рельефных условий, а также оценки местных затрат на подключение к инженерным сетям и цен на электроэнергию.

## 11.7. Анализ энергопотребления по сравнению с расходом топлива: пример

Анализ потребления энергии в сравнении с расходом топлива следует скорректировать с учетом преобладающих местных налоговых режимов и стимулов для электробусов, если таковые имеются. На показатели энергопотребления и расхода топлива влияют:

- рельеф – холмистость автобусных маршрутов
- характеристики расписания = скорость, ускорение, пассажирская нагрузка и т. д.

- температура – городам, где требуется кондиционирование воздуха или интенсивное отопление в зимний период, потребуется на 20–40% больше энергии, при прочих равных условиях, в зависимости от потребностей в обогреве и охлаждении
- поведение водителя – «экологичное вождение», другими словами, более плавное ускорение и торможение может снизить энергопотребление на 5–10%.

Используя выборочные данные по Великобритании, авторы оценили вероятную экономию топлива при переходе с дизельного парка на электрический. Переход с дизельного топлива на электричество потенциально приведет к значительной экономии затрат на топливо. Текущая стоимость дизельного топлива составляет около 15 000–17 000 евро за автобус в год (за вычетом скидки на топливо в Великобритании, называемой BSOG)<sup>22</sup>.

Во многих странах действуют аналогичные налоговые льготы, поэтому расчеты необходимо скорректировать, чтобы отразить чистую стоимость дизельного топлива после уплаты налогов. Ожидается, что после перехода с дизельного топлива на электроэнергию в условиях Великобритании эта сумма снизится до 4 000–5 000 евро на автобус в год, что более чем вдвое сократит годовые затраты на энергоносители для транспортного средства. Также будет получена экономия капитальных и операционных затрат за счет того, что больше не нужно будет поставлять резервуары для хранения топлива и заправочное оборудование.

**Таблица 18. Пример расчета для 12-метрового автобуса на топливе Евро 6 по сравнению с 12-метровым электробусом (среднегодовой)**

Потенциальная экономия энергопотребления	Одноэтажный
Литров на 100 км	32,5
кВт/ч/км	1,2
Средний пробег в год	69 200
ф. ст. за литр – дизель	1,09
Возврат за счет BSOG = топливный налог в Великобритании	0,38
ф. ст. за кВт/ч	0,1
<b>Стоимость дизельного топлива</b>	
Литров в год	22 470
Затраты в год (ф. ст.)	15 948
<b>Стоимость э/энергии для электробуса</b>	
кВт/ч в год	83 040
Затраты в год (ф. ст.)	8 304
Стимул для нулевых выбросов @ 6 пенсов за км	-4 152
<b>Итого экономия</b>	
В год на автобус (ф. ст.)	11 796
15 лет на автобус (ф. ст.)	176 935

Источник: Анализ TIL экономических показателей операторов городских автобусов в Великобритании с учетом налогового режима.  
Примечание: Пример основан на данных, предоставленных оператором из Великобритании.

<sup>22</sup> Анализ TIL для ЕБРР с использованием операционных данных по Великобритании и налоговые ставки для операторов городских автобусов за 2020 год.

# 12. Закупки и финансирование

## 12.1. Принципы финансирования схемы и закупки активов

Разрабатывая проекты, организаторы данной схемы должны учитывать следующие руководящие принципы.

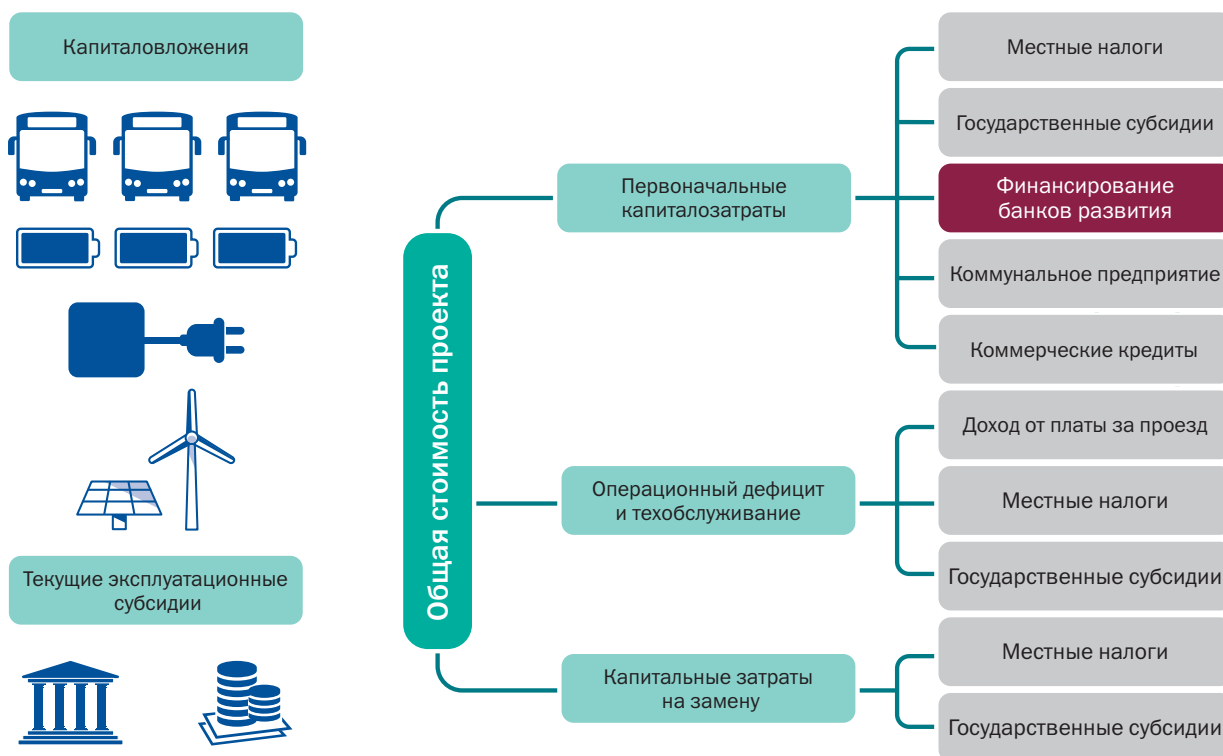
1. Должен быть четкий план в отношении источников и использования средств, необходимых для финансирования капитала и операционной деятельности на протяжении всего срока службы актива.
2. Организаторы должны стремиться к тому, чтобы согласовать срок гарантии со сроком службы активов, который может быть более длительным, чем у традиционных автобусов с дизельным двигателем.
3. Стратегии закупок также должны учитывать текущие затраты, такие как:
  - поставки и цены на компоненты большого объема
  - поставки и цены на «крупные узлы», которые не требуют частой замены
  - вспомогательные услуги, такие как обучение персонала и подрядные услуги на производство технических работ (например, капитальный ремонт и повторное использование компонентов).

4. Особое внимание следует уделить финансированию и управлению аккумуляторными батареями, которые, вероятно, потребуют замены в течение срока службы автобусных активов.
5. Необходимо рассмотреть вопрос об утилизации и повторном использовании аккумуляторных батарей для автобусов, а также предусмотреть для этого средства.

## 12.2. Анализ источников средств и их использования

Финансирование транспортных средств, аккумуляторов и других активов должно быть основано на многолетнем анализе «источников финансирования и использования средств», который следует уточнять по мере реализации проекта.

Рис. 13. Анализ источников средств и их использования



Источник: Анализ ТП для ЕБРР.



После того, как будет составлен общий бюджет для схемы и проведена оценка предварительной ОСВ, организаторы схемы должны провести анализ «источников и использования средств».

Его цель состоит в том, чтобы раскрыть стоимость проекта с течением времени и определить реальные источники финансирования, доступные на протяжении всего срока службы актива. Системы электробусов требуют финансирования для различных капитальных вложений. Они включают в себя некоторые или все из перечисленных ниже:

- автобусный парк
- аккумуляторы
- зарядное оборудование и сетевое подключение
- дополнительная генерирующая мощность.

Потребности в капитале должны быть заложены в бюджет, а также должен быть составлен анализ источников и использования средств с указанием различных категорий расходов в течение срока действия проекта и возможных источников доступных средств. Скорее всего, они будут включать некоторые или все из указанных ниже статей:

- плата пассажиров за проезд
- местное налогообложение
- субсидии правительства на капитальные затраты
- банковские кредиты
- коммерческая аренда
- контракты на поставку аккумуляторов – оплачиваются за кВт/ч или в месяц и т. д.
- налоговые льготы для транспортных средств с низким уровнем выбросов.

Анализ источников и использования средств должен включать поправки на текущие и будущие расходы:

- начальные и переходные затраты (некапитальные), такие как обучение и смена персонала
- предполагаемый операционный дефицит:
  - убыточные маршруты
  - пропускная способность в час пик
  - превышение затрат над платой за проезд
- периодический ремонт автобусов и другого оборудования
- периодическая замена аккумуляторов
- текущие цены на топливо или электроэнергию и (или) налоговые льготы, которые могут предоставляться государством с течением времени в форме субсидий или налоговых льгот.

На рисунке 13 **зеленые** прямоугольники обозначают активы или операции, которые необходимо профинансировать, включая замену активов (таких как аккумуляторы) и повседневные эксплуатационные расходы (включая заработную плату персонала и электроэнергию). Серые прямоугольники обозначают типичные источники финансирования, в том числе доходы от продажи билетов пассажирам, местные налоги, государственные субсидии (субсидии, выплачиваемые правительством местным органам власти) и коммерческие ссуды. Красный прямоугольник обозначает обычное финансирование банком развития для восполнения дефицита средств.

При анализе источников и использования средств следует учитывать весь срок службы активов и, следовательно, такие вопросы, как техническое обслуживание активов, замена аккумуляторов и долгосрочные соглашения о финансировании работ по повседневной эксплуатации, которые будут учтены и согласованы в виде официально подписанного контракта на эксплуатацию между ООТ и ОПП.

### 12.3. Применение соответствующих инструкций при проведении тендеров на закупку электробусов

При подаче заявок на тендеры на автобусы, аккумуляторы и силовое оборудование участники должны пользоваться соответствующими инструкциями по закупкам.

Для схемы с использованием электробусов необходимо будет произвести закупку:

- автобусов
- аккумуляторов
- зарядного оборудования
- сетевого подключения
- услуг по техническому обслуживанию
- запасных частей
- поставки электроэнергии.

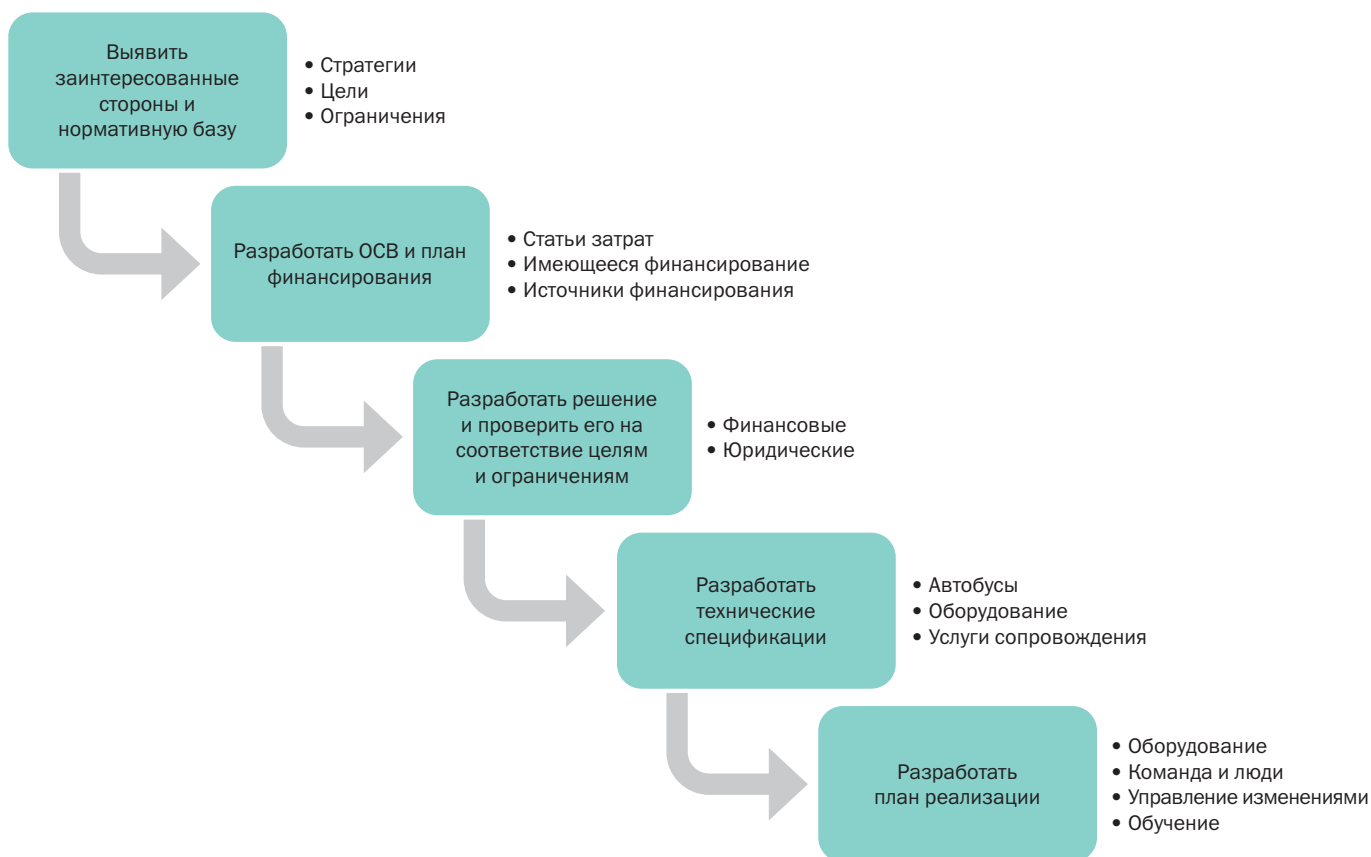
Этим процессом следует управлять как проектом с использованием руководства по передовой практике закупок. ОСВ и обоснование необходимо актуализировать по мере появления новой информации и согласования заявок, чтобы допущения, сделанные на более ранних этапах в отношении затрат, рисков и финансирования, всегда были обоснованы.

Учитывая масштаб необходимых технологических изменений, многие города захотят реализовать структурированные пилотные проекты для изучения практических вопросов, связанных с выбором технологий, эксплуатацией, финансированием активов и распределением рисков. Пилотные схемы необходимы для сбора объективных данных и получения знаний для широкомасштабного внедрения в дальнейшем.

Городские власти могут пожелать опробовать несколько альтернативных производителей оригинального оборудования и технологических решений. Внедрение автобусов может осуществляться на пилотной основе или в рамках проектов «радикальной реформы»:

- по одному маршруту или парку
  - 15–50 автобусов
  - напр., Батуми, Приштина, Амман
- целыми парками или городами
  - 50–200 автобусов
  - например, Сантьяго.

Рис. 14. Проверочный список по обновлению автопарка UITP



Источник: Анализ TIL для ЕБРР.

Автобусный комитет UITP разработал подробный контрольный список для обновления автопарка для транспортных операторов<sup>23</sup>. В нем даны рекомендации на основе передовой практики в отношении факторов, которые следует учитывать при проведении процесса закупки автопарка.

Участникам автобусной системы (городским властям, ООТ, ОПП и т. д.) рекомендуется ознакомиться с контрольным списком UITP перед тем, как приступить к процессу обновления/на ранней стадии планирования проекта.

Контрольный список применяется ко всем типам силовых установок и охватывает следующие параметры:

- участники системы, постановка целей и ограничения
- планирование проекта (местный контекст, риски) и бюджет
- спецификации и закупки (транспортные средства, инфраструктура)
- организация работы и персонал (план действий, план управления изменениями и мониторинга).

Городским властям рекомендуется связаться с UITP напрямую, чтобы получить доступ к последней доступной информации: [info@uitp.org](mailto:info@uitp.org)

Контрольный список для проведения комплексного обследования, который также представлен в Приложении 2, раскрывает потребности в данных и структуру анализа инвестиций ЕБРР в электрические автобусы для финансирования банка развития. В контрольном списке представлены 1) потребности в данных и диагностика, а также 2) оценка финансовых решений для электробусов.

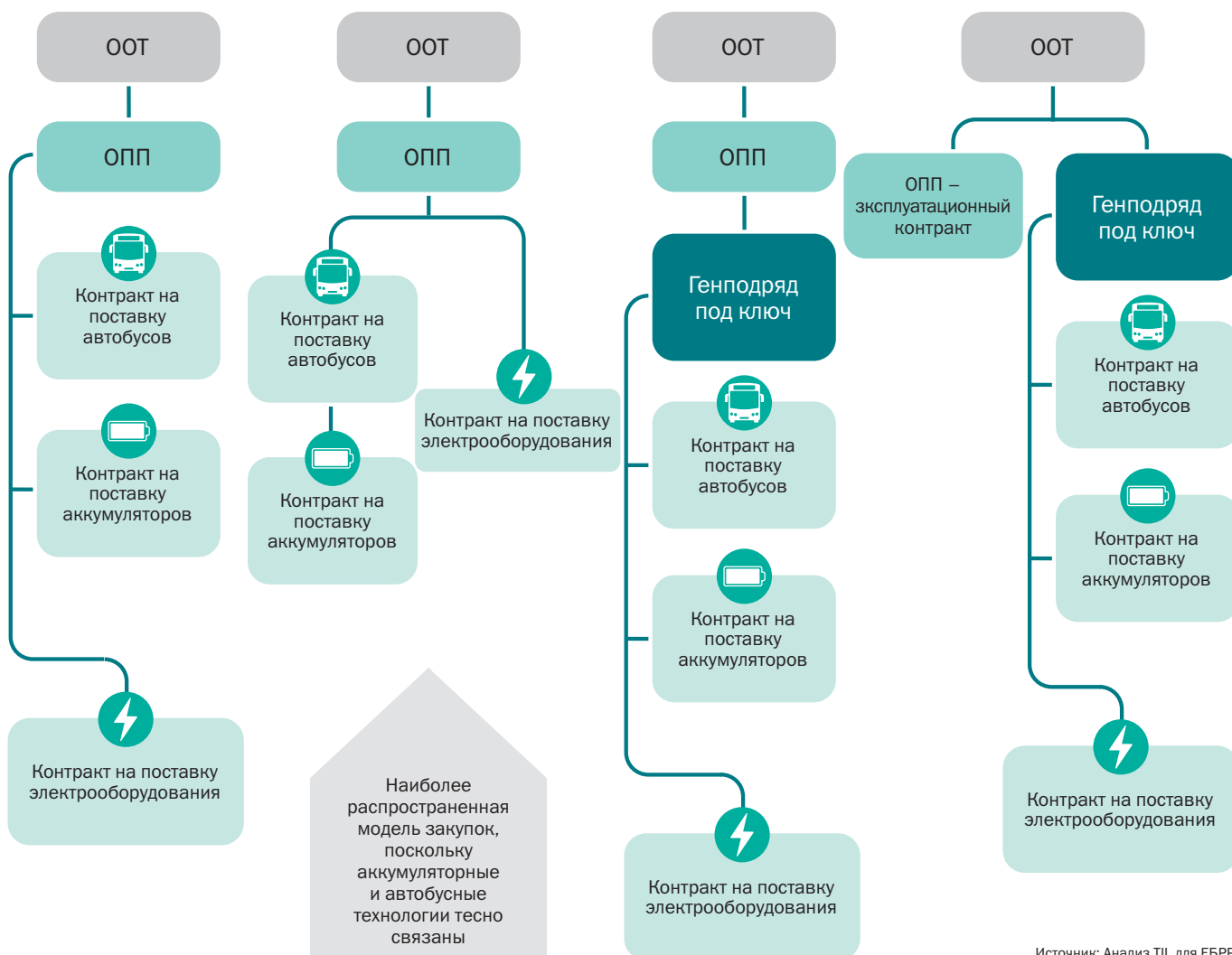
<sup>23</sup> См. <https://www.uitp.org/publications/bus-fleet-renewal-checklist/>

## 12.4. Стратегии проведения тендеров на закупку парков электробусов

Для всех моделей требуются долгосрочные гарантии, подробные технические характеристики продукции и согласованность основных контрактов.

Рис. 15. Стратегии проведения тендеров

Несколько контрактов	Отдельные контракты	Интегрированный контракт под ключ	Контракт на актив под ключ Лизинг парка и эксплуатация по аутсорсингу
ООТ – стратегический уровень	ООТ – стратегический уровень	ООТ – стратегический уровень	ООТ – стратегический уровень
РОПП может быть собственным или сторонним подрядчиком	ОПП может быть собственным или сторонним подрядчиком	ОПП может быть собственным или сторонним подрядчиком	ОПП может быть собственным или сторонним подрядчиком
Автобусы, аккумуляторы и оборудование закупаются по отдельным, но согласованным контрактам	Автобусы, аккумуляторы и оборудование закупаются по отдельным, но скоординированным контрактам	Заключается генеральный контракт на все системные активы	Заключается генеральный контракт на все системные активы, а контроль активов осуществляется ООТ и отдельным ОПП на аутсорсинге
Наиболее традиционные и часто используемые, но с ограниченным переносом риска		Почти все риски по эксплуатации и оборудованию передаются другим сторонам, но за это придется платить	Большая степень передачи риска по оборудованию



Источник: Анализ TIL для ЕБПП.

## 12.5. Расширенные гарантии и (или) соглашения об использовании аккумуляторов как услуги

Спонсоры проекта должны стремиться к тому, чтобы получить расширенные гарантии и (или) соглашения об использовании аккумуляторов как услуги. Срок службы аккумулятора и срок службы автобуса не совпадают, что создает проблемы для городов и операторов, пытающихся перейти на модель с использованием электробусов. Затраты на аккумуляторы составляют значительную часть общих капитальных и эксплуатационных затрат за весь срок службы. Срок службы аккумулятора в настоящее время составляет от пяти до восьми лет по сравнению со сроком службы автобуса не менее 12 лет при нормальных условиях эксплуатации.

Существует риск того, что в нужное время может отсутствовать финансирование или что автобусным операторам предложат справляться с непредсказуемыми рисками и расходами. Сегодня появляются новые подходы к управлению этими рисками. Все это требует предварительного планирования, чтобы эффективно управлять рисками и обеспечить наличие

финансовых средств для обслуживания автобусов в течение всего срока службы активов.

Производители иногда готовы вести переговоры о предоставлении гарантии на весь срок службы автобусов и аккумуляторов. Крайне важно с самого начала договориться о стоимости замены батареи и (или) закрепить в договоре право на замену аккумуляторами другого типа без аннулирования гарантий производителя. Это необходимо согласовать на этапе закупки.

Появляются специализированные компании по финансированию электрических автобусов и аккумуляторов, которые берут на себя риск остаточной стоимости и могут управлять некоторыми аспектами перехода на новые технологии, в том числе:

- риск замены аккумуляторов
- преобразование парков
- финансирование приобретения зарядных устройств, автобусов и аккумуляторов.

Применение принципа «аккумулятор как услуга» может позволить снять аккумуляторы с баланса ООТ или ОПП.

Таблица 19. Сравнение стратегий закупок активов

Владение активом	Стандартная покупка автобусов (возможно вместе с договором о техническом обслуживании)	Гарантия на весь срок службы/ расширенная гарантия	Аккумулятор как услуга
Автобус	Город или оператор автобусных перевозок	Город или оператор автобусных перевозок	Город или оператор автобусных перевозок Защищено гарантией
Аккумулятор	Город или оператор автобусных перевозок	Город или оператор автобусных перевозок	Поставщик аккумуляторов как услуги через оплату за кВт/ч, км или в виде ежемесячных платежей
Зарядное оборудование	Город или оператор автобусных перевозок	Город или оператор автобусных перевозок	Город или оператор автобусных перевозок или оператор аккумуляторов как услуги
Эксплуатационный риск автобуса	Город или оператор автобусных перевозок	Производитель автобусов через гарантию по контракту	Производитель автобусов через гарантию по контракту
Эксплуатационный риск аккумулятора	Город или оператор автобусных перевозок	Производитель автобусов и (или) аккумуляторов через гарантию по контракту	Поставщик аккумуляторов как услуги
Риск, связанный с утилизацией и «второй жизнью» аккумуляторов	Город или оператор автобусных перевозок	Производитель автобусов и (или) аккумуляторов через гарантию по контракту	Поставщик аккумуляторов как услуги
На балансе оператора	Аккумулятор и автопарк	Аккумулятор и автопарк	Только автопарк
Не на балансе оператора			Аккумулятор

# 13. Модели финансирования в течение срока службы

## 13.1. Ключевые моменты переговоров по моделям финансирования активов

Все модели, описанные в разделе 13, требуют ясности по определенным ключевым элементам, которые перечислены ниже.

Таблица 20. Факторы, которые следует учитывать при заключении контрактов на закупку автобусов и аккумуляторов

Темы переговоров	Параметр	Комментарий
Капитальная стоимость автобуса	Валюта	
Капитальная стоимость аккумуляторной батареи	Валюта	Первый аккумуляторный блок
Капитальные затраты на замену аккумуляторных блоков	Валюта	
Гарантийный срок	Годы и масштаб	Зачастую определяется для отдельных элементов: <ul style="list-style-type: none"><li>кузовные конструкции</li><li>ходовая часть</li><li>аккумулятор</li><li>и т. д.</li></ul>
Срок службы актива	Годы	Добейтесь компромисса между ценой и количеством лет Относится к предлагаемому гарантийному сроку
Пакет услуг по аккумуляторам	Капитальные затраты Альтернативные варианты финансирования	
Гарантия цены на ключевые детали	Валюта Указанные детали Указанные сроки	Производителю предлагается указать в тендере будущие цены как на крупносерийные, так и на дорогостоящие детали с течением времени
Обратный выкуп или гарантии ОС	ОС в определенный момент времени	Производителя просят предложить гарантию обратного выкупа и условия на определенные моменты времени Они могут быть связаны с датами прекращения действующих контрактов
Стоимость финансирования	Процентная ставка	Фиксированная или переменная
Соотношение кредита и стоимости	Процент	Может различаться в зависимости от типа активов

## 13.2. Новые модели закупок

В этом разделе рассматриваются пять новых моделей, в рамках которых предпринимается попытка преодолеть несоответствие срока службы аккумулятора и автобуса, чтобы должным образом управлять сроком службы активов на уровне оператора. Несовпадение между сроком службы аккумулятора и сроком службы автобуса создает множество проблем для городских властей и операторов, пытающихся перейти на модель с использованием электробусов, поскольку это создает дополнительные риски и ответственность помимо обычных операций по эксплуатации автобусного парка.

- В нормальных условиях эксплуатации срок службы аккумуляторной батареи в автобусе в настоящее время составляет 5–8 лет<sup>24</sup> по сравнению со сроком службы самого автобуса не менее 12 лет, а возможно, и свыше 20 лет. Таким образом, оператор столкнется с высокими затратами, связанными с заменой аккумулятора, спустя годы после

первоначальных вложений. Это значительная часть общих капитальных и эксплуатационных затрат за весь срок службы – до 30–50% от общих затрат за весь срок службы.

- Остаточную стоимость аккумулятора необходимо контролировать и заранее планировать, но ее часто не учитывают, поскольку самым простым и предпочтительным решением является утилизация. Аккумуляторы можно повторно использовать в стационарных устройствах, но в любом случае их необходимо утилизировать безопасно.
- Существующая модель финансирования парка электробусов не учитывает затраты, связанные с решением вопроса об аккумуляторах (например, ремонт, модификации и замену аккумуляторов). Это приводит к риску нехватки финансирования, когда это необходимо во время эксплуатации, а также к тому, что финансирование не всегда доступно в нужное время, или к тому, что у операторов автобусов сохраняется чрезмерный уровень

<sup>24</sup> Срок службы аккумуляторов для автобусов в настоящее время намного короче, чем срок службы аккумуляторов новейших бытовых электромобилей (который дольше, чем срок службы самого транспортного средства) ввиду гораздо большего среднего годового расстояния в пути. В среднем пробег автобусов составляет от 40 000 до 65 000 км в год, что в два-три раза превышает среднее расстояние, которое проезжает средний легковой автомобиль. Более того, в отличие от большинства легковых автомобилей, городские автобусы работают весь день, что еще больше разряжает аккумуляторы.

непредсказуемых рисков и затрат спустя годы после внедрения и эксплуатации электрических автобусов.

- Кроме того, гарантийные сроки обычно намного короче, чем срок службы актива. Очень немногих производителей автобусов можно попросить предоставить долгосрочные или пожизненные гарантии. Это означает, что затраты на техническое обслуживание автобусов и аккумуляторных батарей трудно оценить в течение всего периода эксплуатации, и они могут варьироваться.

Появляются новые подходы к преодолению этих недостатков. Они являются результатом упреждающих переговоров и стратегического предварительного планирования со стороны оператора автобусов, направленных на то, чтобы гарантировать справедливое распределение ответственности между различными вовлеченными сторонами, и чтобы этого было достаточно на протяжении всего срока службы автобуса.

В зависимости от контекста и рыночных условий, некоторые элементы каждой из представленных моделей могут присутствовать в окончательной структуре, которая будет согласована в результате динамичных и многократных переговоров с известными или новыми поставщиками и специализированными компаниями.

- Соглашение с производителем аккумуляторов о предоставлении «аккумулятора как услуги» должно быть согласовано заранее (во время покупки автобуса) в рамках стандартной покупки электробуса.
- Многие производители готовы предоставить гарантии, охватывающие как транспортное средство, так и аккумулятор, однако, поскольку это еще не распространенная практика в отношении электробусов (в отличие от легковых электромобилей), крайне важно заранее согласовать гарантию на этапе закупки.
- Новые специализированные компании, финансирующие электрические автобусы и аккумуляторы, готовы взять на себя риск остаточной стоимости и могут управлять некоторыми аспектами перехода на новые технологии, включающие:
  - финансирование зарядных устройств, автобусов и аккумуляторов
  - риск замены аккумуляторов
  - преобразование парков
  - управление проектами
  - повторное использование аккумуляторов после снятия с автобусов.

### 13.3. Сравнение распределения рисков между различными моделями

Таблица 21. Сравнение распределения рисков по моделям закупок

	1. Стандартная модель покупки	2. Пожизненная / расширенная гарантия	3. Стандартные договоры на покупку и обслуживание автобусов	4. Аккумулятор как услуга	5. Финансирование за счет энергоснабжающего предприятия
<b>Владение активами (автобус, аккумулятор и зарядная инфраструктура)</b>	Городские власти или автобусный оператор покупает все активы в полную собственность и напрямую инвестирует в инфраструктуру зарядки	Городские власти или автобусный оператор покупает все активы в полную собственность и напрямую инвестирует в зарядную инфраструктуру	Городские власти или автобусный оператор покупает все активы в полную собственность и напрямую инвестирует в зарядную инфраструктуру	Автобус: автобусный актив принадлежит городским властям или автобусному оператору Аккумуляторы: принадлежит специализированной компании, предлагается оператору в качестве услуги через ежемесячную арендную плату или лизинг Зарядная инфраструктура: может принадлежать городским властям/ оператору или предлагаться той же специализированной компанией в рамках пакета «аккумулятор как услуга»	Автобус: автобусный актив принадлежит городским властям или автобусному оператору Аккумуляторная и зарядная инфраструктура: первоначальные инвестиции энергоснабжающей компании; право собственности переходит к городу/ оператору после полного возмещения инвестиционных затрат
<b>Риски эффективности активов и затрат, связанных с ремонтом активов</b>	Стандартная гарантия на автобус и аккумулятор в течение ~2 лет, после чего город / оператор сохраняет полную ответственность за эксплуатационные характеристики и все расходы, связанные с ремонтом / заменой активов (включая 2–3-кратные затраты на замену аккумулятора в течение срока службы автобуса) Более длительные гарантии на заранее согласованные основные узлы, такие как двигатели, коробки передач и т. д.	Расширенная / пожизненная гарантия на автобус и аккумулятор оговаривается на этапе закупки Дополнительные расходы, связанные с расширенной гарантией, могут быть оплачены авансом или также посредством ежегодных платежей в течение всего периода эксплуатации	Автобус: стандартная ограниченная гарантия на ~2 года, фиксированная годовая плата в обмен на ремонт и техническое обслуживание в дальнейшем по соглашению об обслуживании Аккумулятор: стандартная ограниченная гарантия на ~2 года, фиксированная годовая плата в обмен на ремонт, техническое обслуживание и последующую замену	Автобус: на него может распространяться (расширенная) гарантия или соглашение об обслуживании от производителя автобуса Аккумулятор: риски и расходы переносятся на специализированную компанию Инфраструктура зарядки: может быть включена в то же соглашение «аккумулятор как услуга» с последующей передачей рисков	Автобус: покрывается (расширенной) гарантией или соглашением об обслуживании от производителя автобуса Аккумулятор и инфраструктура зарядки: более длительная гарантия может быть согласована с поставщиком Энергоснабжающая компания отвечает за эти риски в течение гарантийного срока, а затем они остаются за городом / оператором после передачи права собственности

(Продолжение на следующей странице)



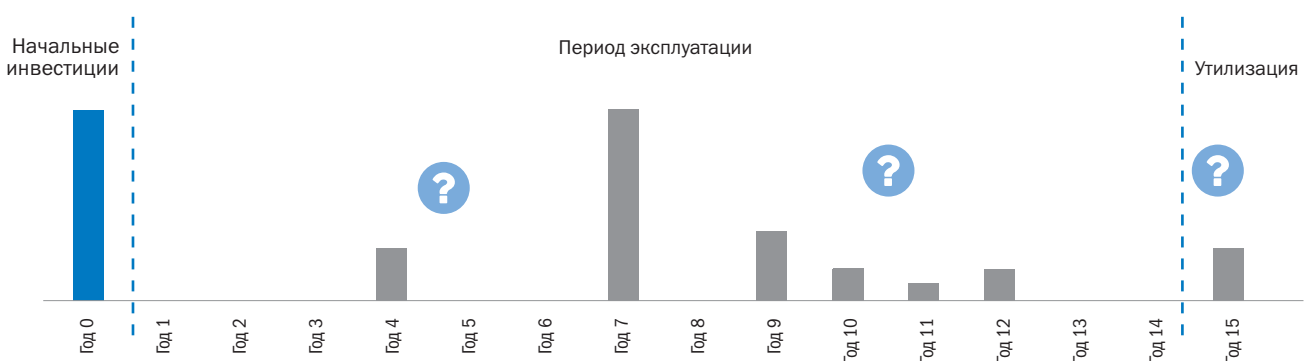
(Продолжение с предыдущей страницы)

	1. Стандартная модель покупки	2. Пожизненная / расширенная гарантия	3. Стандартные договоры на покупку и обслуживание автобусов	4. Аккумулятор как услуга	5. Финансирование за счет энергоснабжающего предприятия
<b>Риск взаимодействия активов</b>	Нет риска взаимодействия между автобусом и аккумулятором Риск взаимодействия с инфраструктурой зарядки сохраняется за городом / оператором Основной риск заключается в том, что программное обеспечение и гарантия могут привязать оператора к конкретному производителю в случае необходимости замены аккумулятора	Гарантийные соглашения на автобусы и аккумулятор могут включать механизмы управления рисками взаимодействия Риск сопряжения между зарядной инфраструктурой и производительностью автобуса сохраняется за городом / оператором	Основанная на стандартной модели финансирования автобусов, эта модель предполагает, что и автобус, и аккумулятор будут предоставляться одним и тем же поставщиком / производителем оригинального оборудования, который сохраняет все риски взаимодействия, связанные с обоими активами Риск сопряжения с зарядной инфраструктурой сохраняется за городом / оператором	Соглашение по принципу «аккумулятор как услуга» может включать механизмы управления рисками взаимодействия между автобусами и аккумуляторами Если в соглашении об обслуживании также предлагается инфраструктура взимания платы, механизмы управления рисками взаимодействия между инфраструктурой взимания платы в автобусе также могут быть согласованы заранее	Гарантийные соглашения на автобусы и аккумуляторы могут включать механизмы управления рисками взаимодействия между ними Риск взаимодействия между зарядной инфраструктурой и производительностью автобуса сохраняется за городом / оператором
<b>Утилизация и вторая жизнь аккумуляторов</b>	Берет на себя город / оператор Это одновременно и безопасность, и финансовый риск.	Могут быть переданы изготовителю автобуса и (или) аккумулятора в соответствии с условиями контракта	Берет на себя город / оператор	Передается провайдеру «аккумулятора как услуги»	Сохраняется за городом / оператором, если энергоснабжающей компании не удастся заранее договориться о втором сроке службы аккумулятора
<b>Учет остаточной стоимости</b>	Ограничен, особенно в странах, где ограничен спрос на использованные аккумуляторы или запасные части для электромобилей	В соответствии с соглашением об обслуживании, город / оператор может заключить договор о перепродаже активов обратно производителю автобуса / аккумулятора	В соответствии с соглашением об обслуживании, город / оператор может заключить договор о перепродаже активов обратно производителю автобуса / аккумулятора	Полностью и качественно учитывается	Ограничен, в зависимости от соглашения с энергоснабжающей компанией

## 13.4. Характеристики модели финансирования

### 13.4.1. Стандартная модель финансирования

Рис. 16. Обзор срока службы: стандартное финансирование электробуса



Источник: Анализ ЕБРР.

Примечание: Данный обзор является примером, предоставленным только в качестве иллюстрации.

В рамках распространенной в настоящее время стандартной модели финансирования внедрения аккумуляторных электрических автобусов мы наблюдаем следующее.

- затраты на приобретение автобусов и аккумуляторов (закупаются у одного поставщика)
- инвестиции в зарядную инфраструктуру и подключение к сети
- стандартная гарантия на автобус и аккумулятор, включенная

в договор купли-продажи, составляет ~ 2 года, после чего все затраты на техническое обслуживание / ремонт подлежат финансированию.

В течение периода эксплуатации, по истечении стандартного гарантийного срока, город / оператор берет на себя ответственность за все расходы на техническое обслуживание / ремонт парка электронных автобусов помимо других эксплуатационных расходов. Точный

характер и сумма непредвиденных расходов, которые будут понесены, малоизвестны.

- Учитывая текущее состояние технологий, ожидается, что расходы на замену аккумуляторов будут периодическими (~ каждые пять-восемь лет) – не менее двух-трех раз в течение полезного срока службы автобусов, в зависимости от состояния каждого автобуса / автопарка, но точные сроки заранее оценить невозможно.
- Так как вышеуказанные расходы обычно не оговариваются с назначенными поставщиками, доступность требуемой услуги и связанные с ней затраты зависят от рыночной конъюнктуры (например, наличие специализированных услуг по ремонту автобусов в той же стране; способности оператора найти подходящего поставщика новых совместимых аккумуляторов по приемлемым ценам и так далее). Эти факторы трудно оценить, пока не придет соответствующий срок.

Это вполне может подорвать способность некоторых муниципалитетов или операторов осуществлять многолетнее финансовое и операционное планирование и стать дополнительным препятствием для внедрения автобусов в систему городского транспорта, когда есть политическая готовность и желание перейти к более экологичным решениям.

По окончании полезного срока службы автобуса город / оператор также несет ответственность за утилизацию имущества.

- В частности, для пилотных проектов (внедрение автобусов в стране / регионе впервые), вторичный рынок для бывших в употреблении транспортных средств или аккумуляторных батарей для автобусов, возможно, отсутствует. Любая остаточная стоимость активов, скорее всего, будет потеряна, потому что это самый простой способ для города / оператора ликвидировать активы.
- В этом случае выбытие активов не только не позволит сохранить остаточную стоимость, но и является дорогостоящим, вызывая дополнительные расходы для бюджета города / оператора, которому в то же время необходимо реинвестировать средства в обновление парка электробусов.



Зарядка в парке в Нидерландах

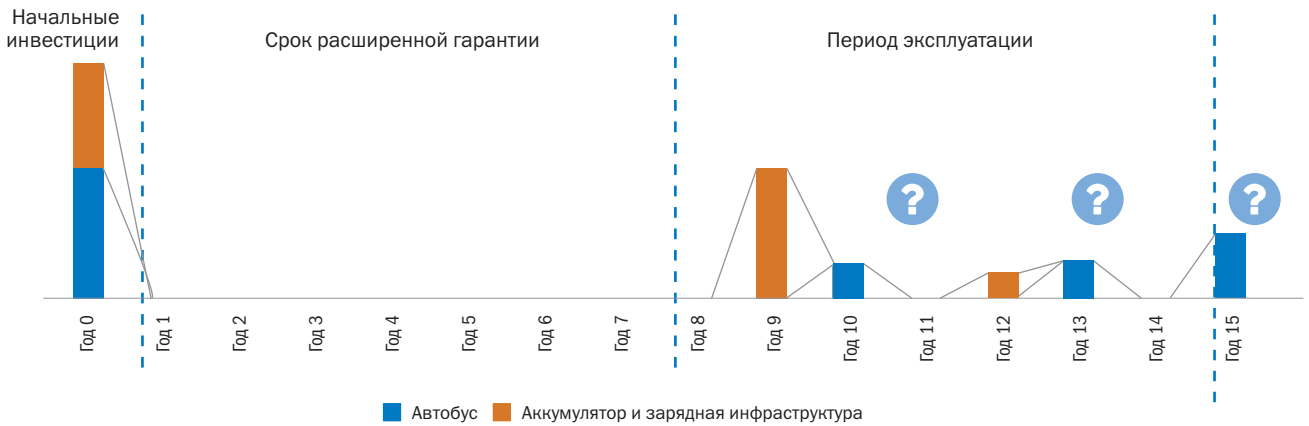
Таблица 22. Обзор финансирования затрат: стандартная модель финансирования электробусов

Этап эксплуатации	Затраты	Срок	Сумма	Ответственная сторона		Финансирование
				Город / оператор	Третья сторона	
Предварительные инвестиции (~ 1 год)	Технико-экономическое обоснование и комплексное обследование	Точный (до капиталовложений)	Сумма точная на момент финансирования	✓	✓	Донорские средства или субсидии
Этап начальных инвестиций (~ 1-2 года)	Капиталовложения в автобусы	Точный (начальные инвестиции)	Сумма точная на момент финансирования	✓		Большая часть финансируется из бюджета города / оператора Частично финансируется за счет кредитов городу / оператору (плюс, возможно, субсидия от центрального правительства / доноров)
	Капиталовложения в аккумуляторы и зарядную инфраструктуру	Точный (начальные инвестиции)	Сумма точная на момент финансирования	✓		
Период эксплуатации (не менее 12 лет)	Обычные эксплуатационные расходы	Постоянный и определенный	В рамках расчетного диапазона	✓		Доходы оператора
	Обслуживание кредита	Постоянный и определенный	Точная	✓		Доходы оператора и (или) субсидии из городского бюджета (в рамках контракта на оказание государственных услуг или ежегодных бюджетных дотаций)
	Обслуживание и ремонт автобусов	Неопределенный	Высокая степень неопределенности, не поддающийся оценке диапазон	✓		Доходов автобусного оператора обычно недостаточно для финансирования затрат на техническое обслуживание и ремонт: они могут финансироваться за счет резервов оператора, если таковые имеются. Если их нет, то финансирование должно быть обеспечено за счет средств городского бюджета по мере поступления доходов в бюджет
	Замена и утилизация аккумуляторов	Неопределенный, в зависимости от использования / условий эксплуатации, возникает до 2-3 раз за период эксплуатации	Неопределенная, в зависимости от рыночных условий на момент замены	✓		То же, что и выше – с учетом высоких затрат на замену (до 33-50% от общих капитальных вложений); они должны финансироваться за счет ассигнований из городского бюджета по мере поступления доходов в бюджет
Конец срока службы автобуса	Утилизация автобусов	Неопределенный в зависимости от использования / условий эксплуатации	Неопределенная, в зависимости от рыночных условий	✓		Резервы операторов и (или) субсидии из городского бюджета
	Утилизация аккумуляторов (окончательная)	Неопределенный (так же, как и в случае утилизации автобусов), потенциально несущественное ухудшение состояния аккумуляторов после последней замены	Неопределенная, в зависимости от рыночных условий	✓		Резервы операторов и (или) субсидии из городского бюджета

Источник: Анализ ЕБРР.

### 13.4.2. Стандартная модель финансирования плюс расширенная гарантия

Рис. 17. Обзор жизненного цикла: стандартное финансирование электробуса плюс расширенная гарантия



Источник: Анализ ЕБРР.

Примечание: Данный обзор является примером, представленным только в качестве иллюстрации.

Это вариант стандартной модели, обычно используемый, когда два разных производителя комплектного оборудования отдельно поставляют автобусы и аккумуляторы. Эти два производителя должны согласовать технические параметры и совместимость на этапе торгов. Затраты, финансируемые в течение периода первоначальных капиталовложений, такие же, как и в стандартной модели. Поскольку дополнительный продленный гарантийный период оговаривается с производителями автобусов и аккумуляторов, период эксплуатации включает в себя:

- срок действия расширенной гарантии: он может варьироваться от 6 до 12 лет в зависимости от рынка и производителей комплектного оборудования. Производителей следует попросить «предложить» условия и сроки гарантии.
- непокрытый гарантийный период эксплуатации: когда затраты на техническое обслуживание, ремонт и замену не поддаются оценке как по срокам, так и по сумме, так как это можно сделать для стандартной модели.

Эта модель может в некоторых случаях обеспечить более выгодную реализацию активов по заранее согласованным ценам в конкретные даты в будущем – например, через пять, восемь или десять лет – по заранее согласованным ценам, если автобус возвращается в заранее определенном состоянии и (или) с пробегом в пределах определенного диапазона. Эти сделки часто предусматривают одновременное погашение кредита.

Факторы расширенной / пожизненной гарантии, которые следует учитывать.

- Расширенная / пожизненная гарантия должна быть согласована заранее, на этапе тендера, поскольку она является частью пакета, предлагаемого производителем (-ями). Соответствие условий гарантии существующим требованиям может стать одним из критериев оценки при присуждении контракта, по которому производители оригинального оборудования могут конкурировать за получение данного контракта.

- Гарантия может быть предоставлена в отношении дополнительных первоначальных затрат или платежей в первый год (годы) периода эксплуатации. Учитывая относительно высокие первоначальные затраты на парк электробусов (по сравнению с парком дизельных автобусов), город / оператор может договориться о том, чтобы платежи производились в несколько этапов позже (во время эксплуатации). Это также может быть критерием конкурентного преимущества при закупке.
- Поскольку автобусы и аккумуляторы приобретаются отдельно, предоставляемые гарантии распространяются отдельно на каждый актив. Это приводит к возможному возникновению риска совместимости (при котором некоторые расходы могут не покрываться ни тем, ни другим). Городу / оператору необходимо внимательно изучить оба контракта одновременно, чтобы обеспечить полное покрытие сделки в течение гарантийного периода и тем самым избежать дополнительных затрат.
- Необходимо, чтобы городские власти / оператор понимали и обеспечивали соответствующий контроль в отношении конкретных технических параметров, в пределах которых применяется гарантия (в частности, гарантия на аккумулятор). Эти параметры могут включать такие понятия, как температура батареи, состояние заряда, потребляемая энергия и полные циклы в пределах максимального процента деградации батареи. Если у городских властей / оператора нет технических знаний относительно таких автобусов (особенно в пилотных проектах), они могут включить систему мониторинга аккумуляторной батареи в свои первоначальные инвестиции.

**Таблица 23. Обзор финансирования затрат: стандартная модель финансирования электробусов плюс расширенная или пожизненная гарантия**

Этап эксплуатации	Затраты	Срок	Сумма	Ответственная сторона		Финансирование	
				Город / оператор	Третья сторона		
<b>Предварительные инвестиции (~ 1 год)</b>	Технико-экономическое обоснование и комплексное обследование	Точный (до капиталовложений)	Сумма точная на момент финансирования	✓	✓	Донорские средства или гранты	
<b>Этап начальных инвестиций (~ 1-2 года)</b>	Капиталовложения в автобусы	Точный (начальные инвестиции)	Сумма точная на момент финансирования	✓		Большая часть финансируется из бюджета города / оператора. Частично финансируется за счет кредитов городу / оператору (плюс потенциальный грант от центрального правительства / доноров)	
	Капиталовложения в аккумуляторы и зарядную инфраструктуру	Точный (начальные инвестиции)	Сумма точная на момент финансирования	✓			
	Стартовые операционные затраты	Обучение сотрудников Утверждения Затраты на переоборудование	Включается в бюджет на стадии планирования	✓		Бюджет города / оператора и (или) грант / заем	
<b>Период эксплуатации (не менее 12 лет)</b>	Обычные эксплуатационные расходы	Постоянный и определенный	В рамках расчетного диапазона	✓		Доходы операторов от пассажирских перевозок и субсидии	
	Обслуживание кредита	Постоянный и определенный	Точная	✓		Доходы оператора и (или) субсидии из городского бюджета (в рамках контракта на оказание государственных услуг или ежегодных бюджетных дотаций)	
	Обслуживание и ремонт автобусов	Фиксируется на определенный период для определенных задач Ежедневное обслуживание, как правило, является риском оператора	Определенная и минимальная (при авансовых и (или) ежегодных платежах)			✓	Этот элемент (особенно первоначальные затраты) может быть включен в первоначальный пакет финансирования
		Неопределенный после истечения срока расширенной гарантии	Неопределенная Риск снижается по мере увеличения парка	✓		Доходы / резервы оператора и (или) субсидии из городского бюджета Оператор стремится минимизировать непокрытый гарантийный период	
	Замена и утилизация аккумуляторов	Определенный на покрываемый период (авансовая или постоянная годовая плата)	Определенная			✓	Этот элемент (особенно первоначальная стоимость) может быть включен в первоначальный пакет финансирования.
		Неопределенный после истечения срока расширенной гарантии	Неопределенная	✓		Доходы / резервы оператора и (или) субсидии из городского бюджета. Оператор стремится минимизировать непокрытый гарантийный период	
<b>Конец срока службы автобуса</b>	Утилизация автобусов	Неопределенный в зависимости от использования / условий эксплуатации	Определенная, если включена в гарантийный договор		✓	Резервы операторов и (или) субсидии из городского бюджета	
	Утилизация аккумуляторов (окончательная)	Неопределенный (так же, как и в случае утилизации автобусов)	Определенная, если включена в гарантийный договор		✓	Резервы оператора и (или) субсидии из городского бюджета (плюс донорские средства или гранты, если вторая жизнь аккумуляторов способствует достижению целей энергоэффективности)	

Источник: Анализ ЕБРР.

Примечание: Данный обзор является примером, предоставленным только в качестве иллюстрации.

### 13.4.3. Стандартная модель финансирования и договор обслуживания

Рис. 18. Обзор жизненного цикла: стандартное соглашение о финансировании и договор на обслуживание электробуса



Источник: Анализ ЕБРР.

Примечание: Данный обзор является примером, предоставленным только в качестве иллюстрации.

Данная модель немного отличается от стандартной модели, так как в нее включен дополнительный договор на обслуживание автобусов / аккумуляторов и на управление производительностью. Затраты, финансируемые в течение первоначального инвестиционного периода, такие же, как в стандартной модели. В течение периода эксплуатации с поставщиком актива заключается дополнительный договор обслуживания. Как правило, в рамках стандартной модели один производитель оригинального оборудования (ПОО) поставляет и автобусы, и аккумуляторы, в результате чего подписывается единый договор обслуживания, включающий техническое обслуживание, ремонт и замену обоих активов. Неопределенность непредвиденных затрат здесь намного ниже, учитывая, что большая часть из них преобразована в фиксированные годовые платежи. Однако некоторые расходы могут не покрываться договором обслуживания. Текущее обслуживание (уборка, замена лампочек, шин, масла, проверка безопасности) будет скорее всего выполняться оператором автобуса, либо ПОО может предоставлять полный спектр услуг силами собственной бригады техобслуживания.

Эта модель также может обеспечить более выгодную утилизацию активов в конце полезного срока службы автобусов, если городу / оператору удастся договориться о перепродаже активов обратно ПОО, которое сможет лучше оценить остаточную стоимость актива.

#### Основные характеристики договора обслуживания

Договор обслуживания необходимо согласовать заранее, на стадии закупки, поскольку он является частью пакета, предлагаемого ПОО. Соответствие договора обслуживания

установленным условиям может стать одним из критериев присуждения подряда на закупку, на основании которого ПОО смогут конкурировать за контракт.

Договор обслуживания должен охватывать исчерпывающий и разумный перечень покрываемых расходов, чтобы обеспечить нормальную работу автопарка. Они должны включать, как минимум, обычные проверки и техническое обслуживание матчасти, а также замену аккумуляторов по мере необходимости в течение всего периода эксплуатации автобуса.

Необходимо будет четко определить границы между задачами, возложенными на каждую сторону. Автобусный оператор вряд ли передаст на подряд ответственность за безопасность, поскольку, вероятно, его ответственность будет условием получения им лицензии на эксплуатацию. Услуги будут предоставляться за фиксированные годовые платежи в течение периода эксплуатации после истечения срока стандартной гарантии.

Это теоретическая модель, не имеющая пока практического применения. Однако она учитывает опыт работы в других сферах и может стать обычной практикой при наличии достаточного интереса со стороны рынка, но при должной организации закупочного процесса.



**Таблица 24. Обзор финансирования затрат: стандартная модель финансирования электробуса и договор обслуживания (теоретический)**

Этап эксплуатации	Затраты	Срок	Сумма	Ответственная сторона		Финансирование
				Город / оператор	Третья сторона	
<b>Предварительные инвестиции (~ 1 год)</b>	Технико-экономическое обоснование и комплексное обследование	Точный (до капиталовложений)	Сумма точная на момент финансирования	✓	✓	Донорские средства или гранты
<b>Этап начальных инвестиций (~1-2 года)</b>	Капиталовложения в автобусы	Точный (начальные инвестиции)	Сумма точная на момент финансирования	✓		Большая часть финансируется из бюджета города / оператора. Частично финансируется за счет кредитов городу / оператору (плюс возможная субсидия от центрального правительства / доноров)
	Капиталовложения в аккумуляторы и зарядную инфраструктуру	Точный (начальные инвестиции)	Сумма точная на момент финансирования	✓		
	Стартовые операционные затраты	Обучение сотрудников Утверждения Затраты на переоборудование	Включается в бюджет на стадии планирования	✓		Бюджет города / оператора и (или) грант / заем
<b>Период эксплуатации (не менее 12 лет)</b>	Обычные эксплуатационные расходы	Постоянный и определенный	В рамках расчетного диапазона	✓		Доходы операторов
	Обслуживание кредита	Постоянный и определенный	Точная	✓		Доходы оператора и (или) субсидии из городского бюджета (в рамках контракта на оказание государственных услуг или ежегодных бюджетных дотаций)
	Обслуживание и ремонт автобусов	Постоянный и определенный (ежегодные платежи)	Определенная		✓	Этот элемент может быть включен в контракт на оказание государственных услуг (или ежегодные бюджетные трансферты), учитывая определенность суммы
	Замена и утилизация аккумуляторов	Постоянный и определенный (ежегодные платежи)	Определенная		✓	Этот элемент может быть включен в контракт на оказание государственных услуг (или ежегодный бюджетный трансферт), учитывая определенность суммы
<b>Конец полезного срока службы автобуса</b>	Утилизация автобусов	Неопределенный (в зависимости от степени использования / условий эксплуатации)	Определенная, если включена в договор оказания услуг		✓	Резервы операторов и (или) субсидии из городского бюджета
	Утилизация аккумуляторов (окончательная)	Неопределенный (так же, как и в случае утилизации автобусов)	Определенная, если включена в договор оказания услуг		✓	Резервы оператора и (или) субсидии из городского бюджета (плюс донорские средства или гранты, если «вторая жизнь» аккумуляторов способствует достижению целей энергоэффективности)

Источник: Анализ ЕБРР.

Примечание: Данный обзор является примером, представленным только в качестве иллюстрации.

### 13.4.4. Модель по принципу «аккумулятор как услуга»

Рис. 19. Обзор жизненного цикла: аккумулятор как услуга



Источник: Анализ ЕБРР

Примечание: Данный обзор является примером, представленным только в качестве иллюстрации.

Эта модель обеспечивает более высокую гибкость для города / оператора, поскольку она предусматривает финансирование аккумуляторов (а также инфраструктуры зарядки и питания в некоторых случаях) только в течение периода эксплуатации, отдельно от первоначального пакета покупки, что способствует снижению начальных инвестиционных затрат, связанных с парком электробусов (в настоящее время одна из основных трудностей при внедрении электробусов).

При такой модели затраты, финансируемые в период первоначальных инвестиций, включают только затраты на покупку автобусов. Эта модель лучше всего подходит для городов, у которых уже есть опыт инвестирования в электробусы, и у них уже создана сеть зарядной инфраструктуры. На этом этапе поставщику «аккумулятора как услуги» необходимо будет выполнить все работы для обеспечения совместимости зарядного устройства с эксплуатируемым автобусным парком и соответствия его потребностям. В случаях, когда зарядные устройства отсутствуют, необходимо убедиться, что поставщик «аккумулятора как услуги» вложит средства в их установку в самом начале действия контракта. В зависимости от конкретной структуры контракта городу / оператору, возможно, потребуются внести часть первоначальных инвестиций в инфраструктуру зарядки.

#### На этапе эксплуатации

В идеале на автобусные активы должна распространяться расширенная или пожизненная гарантия, которая помогает преобразовать неопределенные затраты, связанные с обслуживанием или ремонтом автобусов в течение срока эксплуатации, в фиксированные ежегодные платежи. Аккумуляторы предоставляются в виде постоянной услуги (может принимать форму операционного или финансового лизинга) за счет ежегодных платежей. В результате расходы на аккумуляторные батареи для оператора автобуса будут «забалансовыми», в зависимости от формы бухгалтерского учета.

Поставщик аккумуляторных услуг — это специализированная компания, способная полностью оценить остаточную стоимость активов на конец срока службы автобуса.

#### Основные характеристики услуги

- Как и в предыдущих моделях, договор обслуживания необходимо согласовать заранее, на этапе закупок, чтобы обеспечить соответствующее планирование всего срока эксплуатации.
- В идеале договор обслуживания на аккумулятор должен включать все затраты на техническое обслуживание и замену аккумулятора, чтобы обеспечить четкое понимание и определенность затрат, которые предстоит понести в течение периода эксплуатации.
- Риск взаимодействия между поставщиком автобусов и поставщиком аккумуляторных услуг необходимо тщательно контролировать, чтобы минимизировать оставшиеся риски на уровне оператора.

Таблица 25. Обзор финансирования затрат: модель «аккумулятор как услуга»

Этап эксплуатации	Затраты	Срок	Сумма	Ответственная сторона		Финансирование
				Город / оператор	Третья сторона	
Предварительные инвестиции (~ 1 год)	Технико-экономическое обоснование и комплексное обследование	Точный (до капиталовложений)	Сумма точная на момент финансирования		✓	Донорские средства или гранты
Этап начальных инвестиций (~ 1-2 года)	Капиталовложения в автобусы	Точный (начальные инвестиции)	Сумма точная на момент финансирования	✓		Большая часть финансируется из бюджета города / оператора
	Капиталовложения в аккумуляторы и зарядную инфраструктуру	Точный	Сумма точная на момент финансирования		✓	Частично финансируется за счет кредитов городу / оператору (плюс возможная субсидия от центрального правительства / доноров)
	Стартовые операционные затраты	Обучение сотрудников Утверждения Затраты на переоборудование	Включается в бюджет на стадии планирования	✓		Бюджет города / оператора и (или) грант / заем
Период эксплуатации (не менее 12 лет)	Обычные эксплуатационные расходы	Постоянный и определенный	В рамках расчетного диапазона	✓		Доходы операторов
	Обслуживание кредита	Постоянный и определенный	Точная	✓		Доходы оператора и (или) субсидии из городского бюджета (в рамках контракта на оказание государственных услуг или ежегодных бюджетных трансфертов)
	Обслуживание и ремонт автобусов	Зависит от пакета услуг по автобусам	Зависит от пакета услуг по автобусам		✓	Если на автобусный актив предоставляется пожизненная гарантия (в отношении первоначальных затрат), она может быть включена в первоначальный пакет финансирования При наличии договора обслуживания (фиксированные годовые платежи) эти затраты могут быть включены в контракт на оказание государственных услуг (или ежегодные бюджетные трансферты), учитывая определенность суммы
	Замена и утилизация аккумуляторов	Постоянный и определенный (ежегодные платежи)	Определенная		✓	Этот элемент может быть включен в контракт на оказание государственных услуг (или ежегодные бюджетные трансферты), учитывая определенность суммы
Конец полезного срока службы автобуса	Утилизация автобусов	Неопределенный (в зависимости от степени использования / условий эксплуатации)	Определенная		✓	Резервы операторов и (или) субсидии из городского бюджета
	Утилизация аккумуляторов (окончательная)	Неопределенный (так же, как и в случае утилизации автобусов)	Определенная		✓	Резервы оператора и (или) субсидии из городского бюджета (плюс донорские средства или гранты, если «вторая жизнь» аккумуляторов способствует достижению целей энергоэффективности).

Источник: анализ ЕБРР.

Примечание: Данный обзор является примером, представленным только в качестве иллюстрации.

### 13.4.5. Модель финансирования энергоснабжающей компанией

Модель финансирования энергоснабжающей компанией является альтернативным инструментом финансирования, позволяющим ускорить рост инвестиций в электрификацию транспорта. Эта модель внедряет принцип взаимодействия с энергоснабжающей компанией как потенциальный подход к снижению высоких первоначальных затрат, с которыми сталкивается город / оператор при переходе на парк электрических автобусов.

Подобно модели «аккумулятор как услуга» затраты, финансируемые в течение первоначального инвестиционного периода городом / оператором, здесь тоже включают только затраты на покупку автобусов. Город / оператор заключает долгосрочное соглашение с энергоснабжающей компанией (скорее всего, крупной и кредитоспособной), которая соглашается профинансировать первоначальные затраты на аккумуляторы и зарядную инфраструктуру парка электробусов за счет собственных средств (внутренних или внешних).

В период эксплуатации город / оператор берет на себя расходы по аренде и несет ответственность за контроль за автобусными активами, что в идеале должно покрываться расширенной / пожизненной гарантией. Это поможет преобразовать неопределенные затраты, связанные с обслуживанием / ремонтом автобусов в течение срока эксплуатации, в фиксированные ежегодные платежи. Данная модель не решает проблему утилизации / получения остаточной стоимости в конце полезного срока эксплуатации автобуса. Тем не менее, энергоснабжающая компания может заключить соответствующие соглашения на этапе закупки аккумуляторной батареи и зарядной инфраструктуры.

#### Основные преимущества этой модели

- Модель финансирования энергоснабжающей компанией направлена на то, чтобы решить основную проблему высоких первоначальных затрат (по сравнению с дизельными автобусами), с которыми сталкивается каждый город / оператор при рассмотрении вопроса о переходе на парк электрических автобусов. При наличии кредитоспособной энергоснабжающей компании, которая согласится профинансировать аккумуляторы и зарядные устройства, оставшиеся расходы для города / оператора, с учетом экономии эксплуатационных затрат, будут сопоставимы с расходами на дизельные автобусы.
- Кроме того, энергоснабжающее предприятие не только получит более выгодные условия финансирования – платежи от города / оператора энергоснабжающей компании будут осуществляться в форме эксплуатационных расходов (включенных в основной бизнес оператора), что способствует более легкому возмещению затрат.
- Такая модель также может способствовать расширению программ закупок электробусов, гарантируя при этом достаточное участие энергоснабжающей компании в электрификации транспорта, что приводит к снижению зависимости от грантов или субсидий на электрификацию транспортной системы.

#### Возможные проблемы и другие факторы

Для данной модели необходимо наличие частных или автономных энергетических компаний, способных и желающих инвестировать средства в транспортные активы, чтобы обеспечить начальное развитие рынка электрических автобусов. Можно ожидать, что такие энергоснабжающие предприятия уйдут с рынка, как только операторы смогут напрямую финансировать покупку транспортных средств, в том числе посредством аренды автобусов и (или) контрактов BaaS. Для данной модели необходимо точно определить сферу ответственности за аккумуляторы и зарядную инфраструктуру после начального этапа инвестирования. Важно понимать, когда и при каких условиях ответственность и затраты, связанные с этими объектами, перейдут к компании, и сочетать эту структуру с одним из ранее введенных механизмов (расширенная гарантия или договор оказания услуг), чтобы снизить неопределенный характер затрат в течение периода эксплуатации.

#### Примеры

Энергетическая компания может сдать в аренду или в лизинг как автобусные активы, так и аккумуляторные и зарядные устройства (что теоретически возможно для частных операторов). Такая система была внедрена в Сантьяго (Чили) где частная энергетическая компания предоставила электрические автобусы по схеме финансового лизинга с платежами, обеспеченными государственной гарантией, и ежемесячной оплатой услуг оператора.

### 13.4.6. Программы совместных закупок

При наличии высокой готовности перейти на парк электрических автобусов на национальном уровне, можно проводить совместные закупки двумя или более операторами автобусов для повышения покупательной способности и снижения первоначальных затрат (например, Муниципальные железные дороги Сан-Франциско и графство Кинг разместили совместный заказ).

Совместные программы закупок, поддерживаемые региональными или национальными правительствами, могут иметь особое значение для внедрения электробусов на начальном этапе, обеспечивая больший визуальный эффект для рынка, экономию масштаба, применение стандартов и методов закупок, а также возможности для наращивания потенциала.

# 14. Примеры реализуемых программ

В данном разделе представлено несколько успешных моделей внедрения автобусов, аккумуляторов, а также финансирования активов, в рамках различных схем эксплуатации и в разных странах.

## 14.1. Пример использования модели «аккумулятор как услуга»

В этой модели ОПП финансирует автобусы (кузов и шасси) напрямую в рамках лизинга. Аккумуляторы и система зарядки для электробусов финансируются в рамках контрактов на предоставление аккумуляторов как услуги (BaaS) и зарядки как услуги (CaaS), соответственно, и предоставляются на основании договоренности о финансировании и управлении обслуживанием с ОПП с ежемесячной оплатой. Оператор аккумулятора как услуги также:

- управляет рисками ОС и сроком службы аккумуляторов
- заменяет аккумуляторы
- утилизирует аккумуляторы для получения ими «второй жизни»
- оптимизирует и управляет подключением к сети и системой зарядки на проектной основе
- помогает в закупке электроэнергии и реализации стратегии зарядки автопарка, используя программную платформу динамической зарядки
- может включать в себя использование ВИЭ на объекте (фотоэлектрические батареи) и аккумуляторы (в основном в зависимости от наличия и стоимости электричества из местной электросети); также предлагает отдельные соглашения о покупке электроэнергии, обеспечивающие получение энергии из экологически чистых источников.



### Аккумулятор как услуга

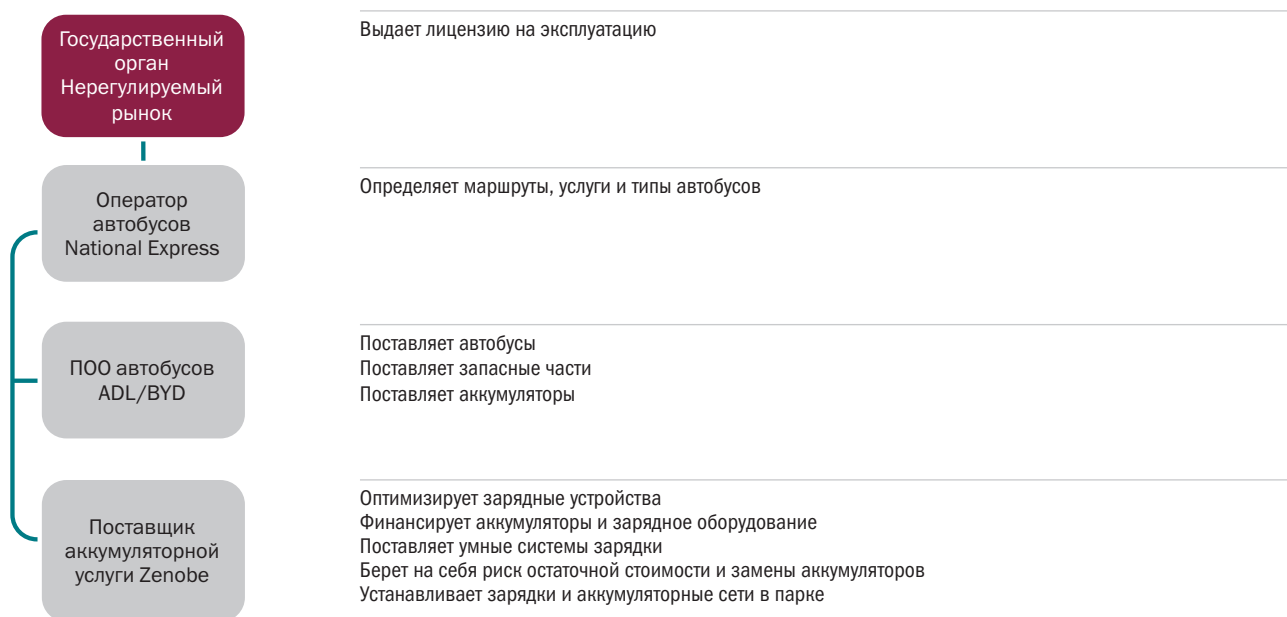
На рынке появляются специалисты по финансированию аккумуляторов, которые сдают аккумуляторы в аренду оператору из расчета работы за кВт/ч, за км или в месяц, принимая на себя риск остаточной стоимости. Они управляют установкой и зарядкой в соответствии с 5–15-летним контрактом и могут повторно использовать аккумуляторы со средним сроком службы для хранения энергии на местах и взимать плату за оптимизацию или их использование не на транспорте, например, в сетях возобновляемых источников энергии.

Таблица 26. Распределение обязанностей в примере National Express (15-летний контракт)

Описание	Ответственная сторона	Комментарии
Расходы на эксплуатацию автобуса	ОПП: National Express	
Риск доходов от пассажиров	ОПП: National Express	Нерегулируемый рынок, Великобритания (за пределами Лондона)
Поставщик (автобус, аккумулятор, система зарядки)	Электробусы ADL / BYD Enviro400 (двухэтажный)	Находятся в парке National Express, Яртли-Вуд, Великобритания
Владелец автобуса (кузов, шасси, электродвигатель)	ОПП: National Express	
Владение аккумуляторами с пунктами зарядки в парке	Аккумулятор как услуга: Zenobe	Финансируется Zenobe в рамках управляемой услуги с ОПП, из расчета за каждую батарею электробуса
Замена, повторное использование и (или) утилизация аккумуляторов	Аккумулятор как услуга: Zenobe	В соответствии с требованиями договора оказания услуг
ОС автобуса (кузов и шасси)	ОПП: National Express	

Источник: Zenobe.

Рис. 20. Пример: National Express – модель аккумулятора как услуги на рынке аутсорсинговых операций



Источник: Анализ TIL для ЕБPP.



Зарядная станция, электробус 900 компании National Express



## 14.2. Модель с расширенной или пожизненной гарантией: ТЕС, Бельгия

Компания ТЕС в Валлонии (Бельгия) предоставила расширенную гарантию на «подключаемые гибридные» автобусы на региональных маршрутах, обслуживаемые внутренним операционным подразделением ООТ. ООТ в данном случае также является ОПП и имеет прямой контракт на эксплуатацию.

- 16-летний договор на оказание услуг для обеспечения надежной работы в течение всего срока эксплуатации проекта.
- 15 электрических подстанций и распределительных устройств от АВВ для питания зарядных устройств.
- Зарядная мощность каждого зарядного устройства 150 кВт.

### Описание схемы

- Целевой контракт с региональным транспортным управлением Валлонии ТЕС в рамках контракта с собственным дочерним предприятием ТЕС (ТЕС также привлекает многочисленных сторонних подрядчиков).
- Более 100 электрических гибридных автобусов заряжаются устройствами быстрой зарядки АВВ в городах Намюр и Шарлеруа в Бельгии.
- В Намюре и Шарлеруа установлено 15 быстрых зарядных устройств постоянного тока на базе открытого интерфейса OppCharge (пантограф, установленный на имеющуюся инфраструктуру).

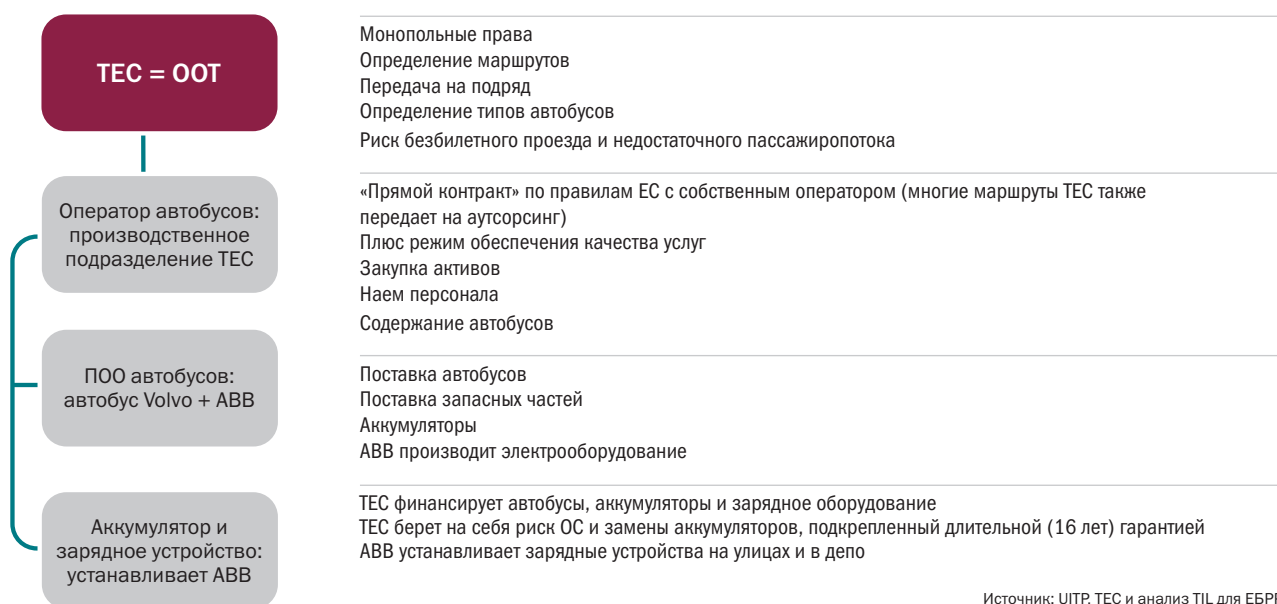


### Долгосрочная гарантия ПОО

ПОО автобусов и (или) аккумуляторов гарантирует срок службы аккумулятора.

В идеале это соглашение должно придать определенность в отношении стоимости их замены.

Рис. 21. Структура распределения ответственности в примере ТЕС (Бельгия)



Источник: UITP, ТЕС и анализ TIL для ЕБРР.



### 14.3. Нидерланды – электрические автобусы на рынке аутсорсинговых операций

Нидерланды – полезный пример того, чего можно быстро достичь при наличии сильной политической поддержки инвестиций в электробусы на рынке, где автобусные перевозки осуществляются как с привлечением внешних подрядчиков, так и силами муниципальных автобусных предприятий.

#### Лидер на рынке

Нидерланды стали лидером по внедрению электробусов в Европе. В 2016 году правительство Нидерландов подписало соглашение со всеми поставщиками услуг общественного транспорта об отказе от закупки новых дизельных автобусов с 2025 года и заявило о намерении перевести весь свой парк (в настоящее время около 5000 автобусов) на нулевые выбросы к 2030 году.

Прогресс был стремительным: к концу 2019 года на электробусы приходилось 15% парка (когда на «электричку» приходился 41% новых заказов). Ожидается, что в 2020 году добавится еще не менее 618 электробусов, а общее их число достигнет 1 388.

#### Операционная модель сочетает привлечение собственных компаний и сторонних организаций

Обслуживание осуществляется в рамках 34 региональных концессионных договоров, причем сроки контрактов сильно влияют на схемы обновления парка, которые являются предметом периодических конкурсных торгов.

Городские перевозки в Амстердаме, Роттердаме и Гааге осуществляются независимыми операторами городского транспорта (ОПП = ООТ). Операторы обязуются предоставлять и финансировать свои собственные автобусы, которые находятся в собственности или в лизинге. Территории парков берутся в аренду у органов власти или предыдущих концессионеров.

На севере страны (Гронинген-Дренте) почти половина автобусов (47%) – электрические. Лимбург (37%) и Северная Голландия (31%) занимают второе и третье места.

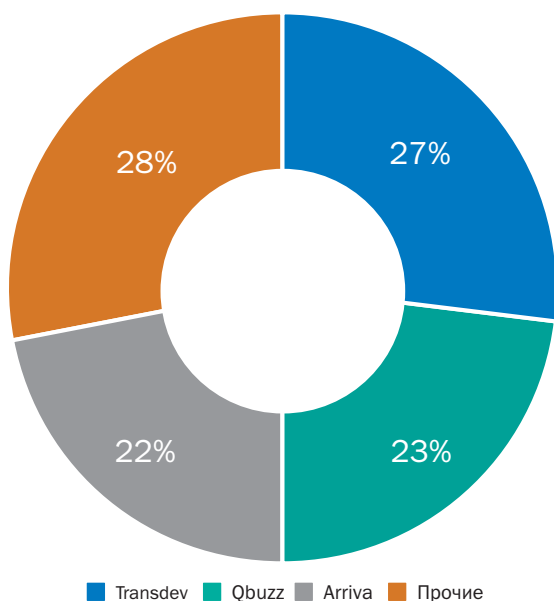
#### Основные задачи на будущее

Сейчас электрифицируются относительно простые маршрутные сети. Большинство линий относительно короткие. Впереди ожидают новые вызовы, не в последнюю очередь связанные с пропускной способностью сети и значительными затратами на модернизацию.

Электросетевое хозяйство испытывает все большую нагрузку. Относительно высокие затраты связаны с созданием в парках электрической инфраструктуры, необходимой для зарядки автобусов. По мере электрификации частного легкового автотранспорта проблемы в энергосистеме будут возрастать.

На рынке электробусов присутствует множество игроков, и вопрос стандартизации инфраструктуры зарядки остается проблемой.

Рис. 22. Доля операторов электробусов на рынке Нидерландов – концессии, переданные на аутсорсинг



Источник: Анализ TIL для ЕБРР, 2019 г.



## 14.4. Внедрение автономного электрического (аккумуляторного и ультраконденсаторного) транспорта при поддержке ЕБРР



### София, Болгария (завершение в 2019–2020 гг.)

- 15 низкопольных электробусов с быстрой зарядкой (суперконденсатор), 6 зарядных станций
- Льготный кредит при поддержке Специального фонда «зеленой» энергетики (GESF), Тайбэй, Китай
- Проект был реализован как пилотный в рамках Плана действий «Зеленый город» для Софии, который уже принят
- Также одобрен второй этап по закупке еще 15 автобусов и 6 зарядных станций с целью увеличения количества электробусов, что стало продолжением проекта, соответствующим рекомендациями ПДЗГ



### Батуми, Грузия (завершение в 2020 г.)

- 8 электрических компактных низкопольных электробусов, зарядка в парке
- Грантовая поддержка от фонда ЕБР (Восточноевропейское партнерство в сфере энергоэффективности и экологии (Е5Р))
- Первый аккумуляторный электробус в Кавказском регионе



### Амман, Иордания (завершение ожидается в 2022 г.)

- 15 электрических автобусов в Иордании в рамках пилотного проекта с дальнейшим расширением парка в Аммане до 151 электробуса
- Софинансируется за счет кредита ЕБРР и ЗКФ
- Является следующим этапом Плана действий «Зеленый город» после внедрения первых электрических автобусов в Иордании

### Поддержка ЕБРР

- Комплексное обследование, подготовка проекта и сопровождение тендера
- Семинар по рынку и ознакомительная поездка (Брюссель, совместно с УИТР)
- ДОО и программа корпоративного развития (автобусный оператор)
- Планы действий в рамках программы «Зеленые города»
- Участие в семинаре ЕБРР по политике в области внедрения электробусов (март 2019 г.)

## 14.5. Внедрение троллейбусов с увеличенным запасом хода на аккумуляторах при поддержке ЕБРР



### Душанбе, Таджикистан (в эксплуатации с мая 2019 г.)

- 4 низкопольных троллейбуса увеличенной дальности
- Автономный (без сети) запас хода – 15 км.
- Инвестиционный грант ЕБРР (страна на начальном этапе перехода)
- Последующие инвестиции в троллейбусные подстанции и контактные сети



### Бельцы, Молдавия (окончание в 2021 г.)

- 10 троллейбусов
- Повышение автономности работы, восстановление старой сети и инфраструктуры
- Проект был реализован как пилотный в рамках Плана действий «Зеленый город», выполняемого в настоящее время в Бельцах

### Поддержка ЕБРР

- Комплексное обследование, подготовка проектов и сопровождение тендеров
- Планирование устойчивой сети общественного транспорта
- План корпоративного развития (Душанбе)
- План действий «Зеленый город» (Бельцы)

## 14.6. Массовое внедрение электробусов в Сантьяго (Чили)

- Самый большой парк электробусов в Латинской Америке: 676 электробусов в Сантьяго (первоначально в 2018 году их было более 200, остальные закуплены в 2020 году)
- Сильная политическая воля:
  - Муниципальные власти Сантьяго продвигают процесс внедрения электробусов с помощью мер политики и стимулов для операторов (например, гарантий возврата займов)
  - Город взял на себя обязательство после 2025 года закупать автобусы только с нулевым уровнем выбросов
  - Правительство страны поставило перед собой цель электрифицировать общественный транспорт к 2040 году:
    - нормативно-правовая база
    - национальная стратегия электромобилизации.

### Дорожная карта электрификации транспорта на 2018–2022 гг.

- Снижение рисков за счет новых бизнес-моделей и диверсификации:
  - новые участники – энергоснабжающие предприятия Enel X и Engie инвестировали средства в электрические автобусы и зарядные станции
  - кредитные гарантии от национальных банков
  - размер парка операторов ограничен
  - управление общественного транспорта гарантирует лизинговые платежи оператора энергоснабжающим предприятиям.



## 14.7. Примеры передовой практики

Таблица 27. Примеры передовой практики по состоянию на июнь 2020 г.

Зарядка в движении	ПКТ Гдыня (Польша)
Зарядка на маршруте от существующей контактной сети	Transdev, Амстелланд-Мерланден (Нидерланды) Connexxion, Эйндховен (Нидерланды) Qbuzz, Дордрехт (Нидерланды) В Нидерландах в настоящее время в эксплуатации находятся 907 автобусов с нулевыми выбросами. В декабре 2020 года к ним должен добавиться еще 281 автобус, а общее число единиц в электропарке приближается к 1 300
Зарядка в ночное время с большим парком автобусов	TfL Лондон (Великобритания) TEC-Валлония, Намюр и Шаролеруа (Бельгия) RATP, Париж (Франция)
Контракт по принципу «аккумулятор как услуга»	FirstGroup (Великобритания) (8 лет) Ньюпорт, Уэльс (5+2+5 лет) TEC-Валлония (Бельгия) (5+2+5 лет) National Express, Ярдли-Вуд (Великобритания) (15 лет) – поставщик – BaaS Zenobe Abellio, Лондон (Великобритания) (5+2+5 лет), поставщик – BaaS Zenobe
Расширенная гарантия – автобус	TEC – Валлония (Бельгия) (10 лет)
План эксплуатации – передовая практика	Go-Ahead London (Лондон, Гонконг)
Внедрение в малых городах	Go South Coast, Солсбери (Великобритания)
Гарантия и условия контракта	Ходовая часть автобуса – шасси, кузов, аппаратура управления – до 15 лет Аккумуляторы – «аккумулятор как услуга» – теперь имеются предложения по непрерывной поставке, обслуживанию и замене; с оговорками о прекращении действия через 5–8 лет Зарядное оборудование – договоры на поставку «аренды и обслуживания» сроком до 15 лет

Источник: TIL и UITP.

Дополнительные данные и ресурсы доступны на платформе Clean Bus Europe, управляемой UITP.  
<https://www.uitp.org/projects/clean-bus-europe-platform/>

## 15. Краткое содержание

Городским властям необходимо поставить четкие цели, включающие соотношение различных задач, желательные сроки реализации политики и реалистичную оценку имеющихся источников финансирования основных фондов и операционных расходов. Следует изучить стратегические плюсы и минусы ключевых факторов, таких как возмещение затрат за счет взимания платы за проезд и субсидий, и влияние коммерческих скоростей на доходы пассажиров и эксплуатационные расходы в рамках планирования внедрения электробусов. Результатом этого процесса должна стать стратегия распространения «чистых автобусов» – генеральный план или видение.

Городские власти должны будут актуализировать свои методы управления и договорные отношения с операторами автобусных перевозок, прежде чем инвестировать средства в электробусы. Передовой опыт в этой области кратко изложен в публикации ЕБРР «Управление переменами: реформирование городских автобусных перевозок», опубликованной совместно с UITP и GIZ.

Во многих крупных городах потребуются сочетание маршрутов с зарядкой в парках и возможностью зарядки в пути, с учетом ежедневного пробега автобусов и относительной стоимости зарядного оборудования, перепланировки автопарков, аккумуляторов и различий в потреблении энергии.

Необходимо рассчитать потребности в капитале для переоборудования автопарков и влияние на их эксплуатационные расходы.

Необходимо принять ключевое решение – какой ток, переменный или постоянный, использовать для электрической тяги: постоянный ток дороже, но может заряжать аккумуляторы быстрее при 100–150 кВт, в то время как переменный ток дешевле, но дает более медленную зарядку.

Городские власти должны будут разработать систематизированную стратегию зарядки автобусов, которая определит цели и ограничения, а также соотношение постоянного и переменного тока, разделение между зарядкой в парке и на маршруте, а также наиболее подходящие места для станций зарядки.

Выводы из стратегии зарядки следует использовать для модели финансовой оценки, включая ее влияние на пробег автобусов, размер автобусного парка и оплачиваемое время, а также на капитальные затраты, в ходе регулярного пересмотра на стадии разработки проекта (технико-экономическое обоснование).

Риски необходимо выявить и четко распределить на стадии планирования проекта. Контракты на эксплуатацию автобусов и контракты на закупку активов должны отражать этот анализ, и оператор автобусов совместно с государственными органами должен определить факторы оптимизации.

В процессе закупки следует оценить все возможные варианты – например, срок службы автобуса, и устранить выявленные риски.

Учитывая большие потребности в капитале и высокие затраты на изменение методов эксплуатации, контракт на эксплуатацию необходимо предварительно согласовать и привести его в соответствие с выбранным распределением операционных рисков и рисков для основных фондов.

Необходимо актуализировать предположения по технологическим затратам, и есть веские основания полагать, что возможно их существенное снижение – на 10–30%, в зависимости от местных условий.

Организаторы проекта должны запланировать и оценить финансовые последствия необходимых изменений в работе депо, режимах технического обслуживания и безопасности, а также последствия для пробега автобусов, количества резервных автобусов и оплачиваемых часов работы персонала.

Инициаторы решения должны оценить свои проекты на основе общей стоимости владения, рассчитанной с учетом местного дорожного движение и условий эксплуатации.

Примеры расчетов и анализов подготовлены и показаны в этом отчете для иллюстрации.



# 16. Ссылки и информационные материалы

ЕБРР	Проекты софинансирования UITP и ЕС	GIZ
<p>«Варианты эффективной политики для «зеленых» городов» В этом отчете ЕБРР представлены варианты городской политики и соответствующие тематические исследования, которые могут помочь городам ускорить переход к «зеленой» экономике и рост. В настоящее время разрабатывается цифровой инструмент, включающий все содержание отчета. В Разделе «Т5. Электрификация городского транспорта» в отчете представлена информация об электромобилизации в городах. Эффективные варианты политики для «зеленых» городов <a href="https://ebrdgreencities.com/assets/Uploads/PDF/beadcf2147/Effective-policy-options-for-green-cities.pdf">https://ebrdgreencities.com/assets/Uploads/PDF/beadcf2147/Effective-policy-options-for-green-cities.pdf</a></p>	<p>Проект ZEEUS: <a href="https://zeeus.eu/">https://zeeus.eu/</a></p> <p>Проект ASSURED: <a href="https://assured-project.eu/">https://assured-project.eu/</a></p> <p><a href="#">ASSURED 1.0 Interoperability Reference</a></p> <p>Платформа Clean Bus Europe: <a href="http://www.cleanbusplatform.eu">www.cleanbusplatform.eu</a></p> <p><a href="#">UITP Bus Committee Bus Fleet Renewal Checklist</a></p>	<p>Платформа знаний об изменяющемся транспорте GIZ – содействие климатическим действиям в сфере мобильности <a href="https://www.changing-transport.org/publications/?_sft_category=electric-mobility">https://www.changing-transport.org/publications/?_sft_category=electric-mobility</a></p>
<p>Программа ЕБРР «Зеленые города» Программа, направленная на построение лучшего и более устойчивого будущего для городов и их жителей через работу с городами с целью выявления, определения приоритетов и увязки экологических проблем с инвестициями в устойчивую инфраструктуру и политическими мерами. У программы есть специальный веб-сайт, на котором публикуются планы мероприятий «Зеленые города» и основные параметры города, в качестве платформы для обмена знаниями для других городов, которые находятся на ранних этапах процесса перехода, и городов, заинтересованных в присоединении к программе. <a href="https://ebrdgreencities.com/">https://ebrdgreencities.com/</a></p>	<p>Обзор развития европейского рынка Платформа Clean Bus Europe <a href="https://cleanbusplatform.eu/">https://cleanbusplatform.eu/</a> <a href="https://cleanbusplatform.eu/toolkit/market-monitoring">https://cleanbusplatform.eu/toolkit/market-monitoring</a></p>	<p>Платформа содействия электромобилизации на португальском языке <a href="http://www.promobe.com.br/biblioteca/">http://www.promobe.com.br/biblioteca/</a></p>
<p>Сеть специалистов ЕБРР по «зеленым» городам Сеть специалистов по «зеленым» городам, создающая множество возможностей для городов, входящих в программу «Зеленые города», для общения, обмена опытом и взаимного обучения по разным темам.</p>	<p><a href="#">UITP TSD Тендерный документ v3.1</a> Международное руководство по структуре тендерных документов при закупке новых автобусов, в котором отдельная глава 17 посвящена электромобилизации</p> <p>TSD ANNEX IV Полный калькулятор выбросов в окружающую среду в Excel для этапа использования дизельных автобусов, электробусов и др. (обычные загрязняющие вещества, CO<sub>2</sub>, потребление энергии) <a href="https://www.uitp.org/publications/bus-tender-structure-report-2020/">https://www.uitp.org/publications/bus-tender-structure-report-2020/</a></p>	<p>Архивы инструментария по обновлению автопарков <a href="https://www.changing-transport.org/toolkits/bus-fleet-renewal">https://www.changing-transport.org/toolkits/bus-fleet-renewal</a></p>
<p>Партнерство MobiliseYourCity ЕБРР является партнером программы MobiliseYourCity (MYC), которая пропагандирует экологичный транспорт и поддерживает города в декарбонизации транспорта. Сюда входит множество информационных продуктов, программных документов и практических примеров решений по городскому транспорту. MobiliseYourCity website: <a href="https://www.mobiliseyourcity.net/">https://www.mobiliseyourcity.net/</a></p>	<p><a href="#">Буклеты UITP SORT и E-SORT/</a> Справочник по измерению энергопотребления Международно принятый стандарт, используемый в спецификациях для тендерных документов</p> <p><a href="#">Хартия по проектированию электрических автобусов следующего поколения</a> (области спецификаций, принципы и концепции проектирования с иллюстрациями)</p> <p><a href="#">Академия UITP</a> предлагает различные виды программ обучения, посвященные электробусам, как открытые, так и внутренние.</p>	<p>Инициатива по трансформации городского транспорта (TUMI) Контрольный список для электробусов <a href="http://www.transformative-mobility.org">www.transformative-mobility.org</a></p>

# 17. Дополнительная информация

Тема	Источник	Ссылка
Перестройка автобусного хозяйства, регулирование и финансирование системы	Документ GIZ о перестройке и модернизации автобусного хозяйства	<a href="#">Китай: автобусы на новой энергии</a> <a href="#">Филиппины: реформа сектора мини-автобусов</a> <a href="#">Филиппины: Улучшение работы автобусного коридора</a> <a href="#">Индия: автобусные перевозки</a>
	UITP: Обучение в сфере тендеров и контрактов на оказание услуг общественного транспорта	<a href="https://www.uitp.org/trainings/tendering-and-contracting-of-public-transport-services/">https://www.uitp.org/trainings/tendering-and-contracting-of-public-transport-services/</a>
	Документ ЕБРР о перестройке автобусного хозяйства (при поддержке UITP и GIZ)	<a href="https://www.ebrd.com/documents/municipal-infrastructure/driving-change-reforming-urban-bus-services.pdf">https://www.ebrd.com/documents/municipal-infrastructure/driving-change-reforming-urban-bus-services.pdf</a>
Руководство по закупкам и внедрению	UITP SORT и E-SORT <sup>25</sup>	<a href="https://www.uitp.org/publications/uitp-sort-e-sort-brochures/">https://www.uitp.org/publications/uitp-sort-e-sort-brochures/</a>
	ASSURED 1.0 Ссылка на операционную совместимость  Набор инструментов для обновления автобусного парка	<a href="https://assured-project.eu/storage/files/assured-10-interoperability-reference.pdf">https://assured-project.eu/storage/files/assured-10-interoperability-reference.pdf</a> <a href="https://www.uitp.org/publications/bus-fleet-renewal-checklist/">https://www.uitp.org/publications/bus-fleet-renewal-checklist/</a> <a href="https://www.changing-transport.org/toolkits/bus-fleet-renewal">https://www.changing-transport.org/toolkits/bus-fleet-renewal</a>
Автобусные технологии	UITP: Краткая информация о троллейбусах	В серии <a href="#">информационных бюллетеней</a> представлены преимущества внедрения троллейбусов с ЗВД в городах и преимущества модернизации существующей троллейбусной системы с технологией ЗВД, сочетающей проезд под воздушной контактной сетью с зарядкой аккумуляторных батарей при работе в автономном аккумуляторном режиме  <a href="https://www.uitp.org/publications/in-motion-charging-innovative-trolleybus/">https://www.uitp.org/publications/in-motion-charging-innovative-trolleybus/</a>
Экономические характеристики аккумулятора и «зеленые» города	Bloomberg New Energy Finance	<a href="https://about.bnef.com">https://about.bnef.com</a>
	ЕБРР: «Зеленые города»	<a href="https://www.EBPPgreencities.com">https://www.EBPPgreencities.com</a>
Контакты ЕБРР и поддержка	Ян Дженнингс, отраслевой специалист по городскому транспорту	<a href="mailto:jenning@ebrd.com">jenning@ebrd.com</a>

## Ссылки

Автобусный комитет UITP (2019), “UITP Bus Fleet Renewal Checklist”.

Доступен на <https://www.uitp.org/publications/bus-fleet-renewal-checklist/> (последний доступ 30 апреля 2021 г.).

Комитет по транспорту и городской жизни UITP (2019), The Impact of Electric Buses on Urban Life. Доступен на <https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/06/UITP-policybrief-June2019-V6-WEB-OK.pdf> (последний доступ 13 мая 2021 г.).

UITP and ARUP (2020), *Zero Emissions Bus Forum*, Discussion Paper

## Ссылки на веб-сайты

<https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/2018/05/Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF-C40-Citi.pdf>

<https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines>

<https://www.sustainable-bus.com/parts/volvo-buses-and-second-life-batteries-a-new-project-in-gothenburg>

<https://www.uitp.org/clean-bus-europe-platform>

<https://zeus.eu/uploads/publications/documents/zeus-ebus-report-2.pdf>

## Обменный курс

Валютные эквиваленты в этом докладе были рассчитаны на основе обменного курса 1,12 евро за 1 ф. ст., где это уместно.

<sup>25</sup> SORT – единственный эффективный инструмент, который разрабатывает воспроизводимые циклы дорожных испытаний для автобусов с целью измерения расхода топлива и используется в секторе пассажирского транспорта на этапе закупки автобусов.

## Глоссарий

Понятие	Сокращение	Значение
Автобус с нулевым уровнем выбросов	ZEB	автобус с нулевыми выбросами в выхлопную трубу – обычно это электробус, троллейбус или автобус на ВТЭ
Автопарк		Количество автобусов в автобусном парке – всегда больше, чем ППТ
Аккумуляторный троллейбус		Троллейбус, оснащенный аккумуляторными батареями большой емкости, позволяющими перевозить пассажиров за пределами контактной сети, и заряжаемый по контактной сети
Анализ выгод и затрат	АВЗ	Экономическая оценка финансовых и социальных последствий вариантов политики, включая такие факторы, как влияние на загрязнение, время в пути, шум, удобство для граждан и т. д.
Водородный топливный элемент	ВТЭ	Источник для выработки электроэнергии через блок питания, установленный на автобусе
Евро 6	Евро 6	Стандарт выбросов, установленный ЕС
Европейский банк реконструкции и развития	ЕБРР	Спонсор и соавтор данного отчета
Зарядка в движении	ЗВД	Зарядка аккумуляторной батареи троллейбуса от контактных проводов
Зарядка на маршруте	ОС	Скоростная зарядка электробусов в пунктах зарядки, расположенных вдали от депо – например, на улице или в конечных пунктах маршрута.
Зарядка постоянным током	DCC	Преобразователь переменного тока в постоянный, который устанавливается в пункте зарядки или на станции и обеспечивает быструю зарядку
Зона пониженных выбросов	LEZ	Территория, определенная законом, где выбросы от транспортных средств ограничены более строгим уровнем, чем действующий национальный стандарт
Контактная сеть		Система контактных троллейных проводов для подачи тягового тока в автобус, трамвай или поезд
Общая стоимость владения	ОСВ	Сумма всех капитальных и операционных затрат в течение запланированного срока службы активов
Оператор пассажирских перевозок	ОПП	Организация, предоставляющая услуги пассажирского транспорта – может принадлежать ООТ или быть частью ООТ или регулироваться им
Орган, отвечающий за транспорт	ООТ	Правительство или орган местного самоуправления, наделенный стратегической ответственностью за местный транспорт в регионе
Остаточная стоимость	ОС	Остаточная стоимость (рыночная цена) актива на момент выбытия
Парниковый газ	ПГ	Парниковый газ (иногда сокращенно ПГ) – это газ, который поглощает и излучает лучистую энергию в тепловом инфракрасном диапазоне, вызывая парниковый эффект
Переменный ток	АС	Переменный ток
Пиковая потребность в транспорте	ППТ	Максимальное количество автобусов, необходимое для обслуживания перевозок в любое время в рамках рабочего расписания / плана
Постоянный ток	DC	Постоянный ток
Производитель оригинального оборудования	ПОО	Понятие может применяться к производителю автобусов, поставщику аккумуляторов или любому другому поставщику инженерного оборудования или услуг.
Сжатый природный газ	СПГ	СПГ – сжатый природный газ, сжатый примерно до 200 бар
Стандартизированное дорожное испытание		UITP разработала циклы для создания общего стандарта тестирования производительности и расхода топлива автобусов. SORT 1 – тяжелый городской цикл, а SORT 2 – легкий городской цикл. Доступность этих данных позволяет избегать повторных испытаний каждый раз, когда предлагается или присуждается контракт, что позволяет экономить время и средства
Троллейбус		Автобус с питанием от электричества от контактной сети
Электробус		Автобус, работающий от электричества, с питанием от батарей и (или) подвесной контактной сети
Электробус аккумуляторный	ВЕВ	См. электробус
АС зарядка	ACC	Преобразователь переменного тока в постоянный, установленный на борту транспортного средства
GIZ	GIZ	Немецкое общество за международное сотрудничество – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
TIL	TIL	Transport Investment Ltd – консалтинговая фирма, подготовившая данный доклад
Union Internationale des Transports Publics	UITP	Международная ассоциация общественного транспорта: всемирная сеть, объединяющая всех участников общественного транспорта и все устойчивые виды транспорта

## Приложение 1. Конференция EBPP Going Electric, Лондон, март 2019 г.

Таблица А.1.1. Конференция Going Electric: участники и обсуждаемые темы

26 марта 2019 г.	Участники	Мероприятия	Организация
	Все	Посещение парка электробусов Go Ahead	Go Ahead, Лондон, Великобритания
	Все	Встреча в Транспортном управлении Лондона	TfL, Великобритания
	Все	Прием и рабочий ужин	
27 марта 2019 г.	Имя	Должность	Организация
Вступительное слово	Нандита Паршад	Управляющий директор, группа устойчивой инфраструктуры	EBPP
Цели и государственная политика	Ян Дженнингс	Старший специалист по городскому транспорту	EBPP
	Хетиль Тведт	Старший экономист	EBPP
	Аида Абдула	Старший руководитель проекта, отдел HOT - знания и инновации	UITP
	Кристиан Меттне	Руководитель проекта, департамент изменения климата, экологии и инфраструктуры	GIZ
	Дэвид Лидер	Управляющий партнер	TfL
	Арно Керкхоф	Начальник отдела HOT - знания и инновации	UITP
	Алок Джайн	Генеральный директор, TransConsultAsia (TCA)	TfL - TCA
<b>Электробус – этап планирования и внедрение</b>			
<b>Дискуссионная группа 1. Технологические решения: поставщики (Председатель: Алок Джайн (TCA))</b>			
	Стефан Багетт	Управляющий по группе продукции	Alexander Dennis Ltd, Великобритания
	Матеуш Фигашевский	Директор по развитию электрических перевозок и связям с общественностью	Solaris Bus & Coach, Польша
	Исбранд Хо	Директор по продажам в Европе	BYD, Нидерланды
	Ричард Харрингтон	Проектный инженер	Go Ahead London, Великобритания
	Юсуп Хазиев	Глава представительств в Москве и Астане, секретарь Комитета по троллейбусам	UITP
	Владимир Король	Генеральный директор	Белкоммунмаш, Беларусь
	Сергей Чистов	Заместитель главного проектировщика	Белкоммунмаш, Беларусь
	Боб Бухуэйс	Вице-президент по вопросам умной сети и виртуальных силовых установок	Heliox, Нидерланды
	Удай Хемка	Заместитель председателя группы SUN	Sun Mobility, Индия
<b>Дискуссионная группа 2. Отзывы операторов: города и операторы (Председатель: Арно Керкхоф, UITP)</b>			
	Дэвид Лидер	Старший партнер	TfL
	Клэр Манн	Директор автобусных перевозок	TfL, Великобритания
	Том Каннингтон	Директор автобусных перевозок	TfL, Великобритания
Стоимость всего срока эксплуатации (ОСВ)	Арно Керкхоф	Начальник отдела автобусов-знания и инновации	UITP
Основные уроки электробусной программы EC ZeEUS (Европейский союз участвовал в софинансировании)	Марта Воронович	Руководитель проекта	PKT Gdynia Trolleybus Co, Польша
Отзывы операторов из Китая, Нидерландов, Польши	Джо Ма	Заместитель генерального директора	Shenzhen Bus Group, Китай
	Джош Кармайкл	Эксперт по технологиям с низким выбросом (аккумуляторы и водород)	Transdev (Connexion), Нидерланды
<b>Дискуссионная группа 3. Разработка проектов по электробусам (Председатель: Мэтью Джордан Тэнк, EBPP)</b>			
Подготовка проектов, GCAP, наращивание потенциала	Лин О'Грейди	Заместитель директора, руководитель отдела по подготовке и реализации инфраструктурных проектов и «зеленым» городам	EBPP
	Питер Хирш	Заместитель директора, стратегические продукты, энергоэффективность и изменение климата, EBPP	EBPP

(Продолжение на следующей странице)

**Таблица А.1.1. Конференция Going Electric: участники и обсуждаемые темы** (Продолжение с предыдущей страницы)

«Зеленое» финансирование, интеграция поставок электроэнергии, политика			
	Мефодий Аврамов	Советник, департамент изменения климата, экологии и инфраструктуры	Центр городского транспорта Софии, Болгария
Подведение итогов и дальнейшие шаги (Председатель: Дэвид Лидер, TIL)			
	Аида Абдула	Старший руководитель проекта, отдел НОТ-знания и инновации	UIP
	Филип Гуд	Старший экономист	ЕБРР
Чему мы научились?	Арно Керкхоф	Начальник отдела НОТ-знания и инновации	UIP
	Кристиан Меттне	Руководитель проекта, департамент изменения климата, экологии и инфраструктуры	GIZ
Схема документа	Ян Дженнингс	Старший специалист по городскому транспорту	ЕБРР

## Приложение 2. Контрольный список комплексного обследования ЕБРР по обновлению парка электробусов

Таблица А.2.1. Комплексное обследование – потребности в данных и диагностика

<b>Определение целей проекта</b>	<p>Качество местного воздуха</p> <p>Перегруженность</p> <p>Изменение климата / цели Парижского соглашения</p> <p>Поддержка</p> <p>Снижение перегруженности</p>
<b>Подготовка планов для парка новых электробусов</b>	<p>Поддержка планов и политики в области устойчивой городской мобильности и электрической мобильности</p> <p>Планируемые приоритетные меры для автобусов (автобусные полосы и коридоры, управление движением с определением приоритетов и т. д.)</p> <p>Бизнес-план для нового автобусного парка (предлагаемые маршруты, графики обслуживания и т. д.)</p>
<b>Сбор рыночных и операционных данных</b>	<p>Маршрутная сеть – маршруты автобусов, частота движения, расписание, скорость движения, загрузка (пассажиры)</p> <p>Состав автобусного парка, включая резервные автобусы</p> <p>Количество эксплуатационных км</p> <p>Суточный диапазон – средний и максимальный</p> <p>Уровни укомплектованности персоналом, разбивка</p>
<b>Оценка топографических и климатических данных</b>	<p>Топография, диапазон температур</p> <p>Расход топлива</p> <p>Потребности в отоплении и охлаждении</p>
<b>Определение доходов и финансирования</b>	<p>Тип операторского контракта - договор оказания муниципальных услуг с указанием валовой / чистой стоимости услуг, операционная лицензия</p> <p>Доходы (продажа билетов, реклама и т.д.), система сбора платы за проезд</p> <p>Операционные субсидии</p> <p>Субсидии и гранты на приобретение основных фондов</p> <p>Местное налогообложение</p>
<b>Расчет затрат</b>	<p>Распределение операционных затрат</p> <p>Расходы на топливо (существующий парк: дизельное топливо, СПГ и т. д.)</p> <p>Тарифы на электроэнергию (дневное время, ночное время)</p> <p>Затраты на техническое обслуживание (включая силовое оборудование)</p> <p>Затраты на замену аккумуляторов</p>
<b>Оценка доступной инфраструктуры уличной зарядки</b>	<p>Есть ли в городе существующая трамвайная или троллейбусная сеть или другая уличная зарядная инфраструктура (подстанции)?</p> <p>В каком состоянии находятся подстанции и воздушные провода и требуются ли ремонтные работы?</p> <p>Есть ли в сети резервная мощность для поддержки зарядки в движении и (или) на маршруте?</p> <p>Есть ли возможности для оптимизации и (или) расширения троллейбусной сети?</p> <p>Каково влияние на стратегию зарядки?</p> <p>Как это повлияет на требуемые типы автобусов?</p>
<b>Изучение потребностей в электроэнергии и возобновляемых источниках энергии</b>	<p>Местный источник выработки электроэнергии и пороговые значения доступности (параметры сети электропитания) в пунктах зарядки, особенно в парках</p> <p>Стоимость подключения к сети</p> <p>Возможность выработки возобновляемых источников энергии на месте (солнечные фотоэлектрические батареи) с чистым измерением или хранением батарей в парках</p> <p>Роль батарейных отсеков в обеспечении непрерывной подзарядки (чтобы избежать высоких затрат на подключение к сети)</p> <p>Возможная роль автобусного парка в балансировке сети</p> <p>Оценка затрат на электроэнергию</p>
<b>Проведение оценки технического и коммерческого уровня развития и рисков</b>	<p>Доступность на рынке (транспортные средства и запасные части) – какие производители представлены на соответствующем рынке?</p> <p>Как конкретное решение было опробовано и протестировано на рынке в других странах?</p> <p>Каковы были производственные показатели?</p> <p>Как это соотносится с планируемой работой?</p> <p>Предлагаются ли гарантии и гарантийное обслуживание?</p> <p>Существует ли устоявшаяся модель или она нова для рынка (необходимо оценить риски)?</p>



Таблица А.2.2. Комплексное обследование – оценка решения для электробуса на предмет финансирования

<b>Изучение и определение стратегии зарядки</b>	Переменный или постоянный ток Зарядка в парках или на маршруте Расположение зарядных устройств Дополнительные потребности в электроэнергии Затраты на подключение к электросети Требуемый запас хода на день Время зарядки, указанное в расписании ночью, в конечных пунктах маршрута и т. д. Требуется разрешения и согласования (особенно для зарядки на маршруте)
<b>Определение требований к автобусам</b>	Количество сидячих и стоячих мест Запас хода на день Требуемый срок службы актива Скорость и ускорение Отопление и охлаждение (кондиционирование) Требуемая емкость аккумулятора Цены на «основные узлы» (ключевые агрегаты) Цены на «расходные материалы» (крупносерийные детали)
<b>Проведение оценки безопасности</b>	Выявление рисков (например, очень низкий уровень шума от транспортных средств, управление аккумуляторами, высоковольтное электричество, быстрое ускорение) Актуальные оценки рисков Планы по снижению рисков Потребности в обучении
<b>Изучение плюсов и минусов разных технических вариантов</b>	Срок службы актива по сравнению с первой ценой Соответствие спецификации Данные по эксплуатационным расходам Срок службы аккумуляторов и транспортных средств Емкость аккумулятора Гарантийные сроки в сопоставлении с ценой
<b>Определение источника финансирования аккумуляторов и их утилизация</b>	Определите вариант приобретения и зарядки аккумулятора: приобретение на баланс; «электропитание по часам» или «аккумулятор как услуга»; гарантии работоспособности ПОО; метод утилизации аккумуляторных батарей; прогноз гарантированного срока службы батареи; утилизация использованных батарей
<b>Перепланировка парков</b>	Влияние на вместимость стояночных зон Переоборудование ремонтных мастерских Переподготовка кадров Оценка безопасности и рисков Стоимость и работы по подключению к сети Управление проектом монтажных работ
<b>Проведение оценки операционных затрат</b>	Автобусный парк – например, автобусы, необходимые для зарядки Затраты на техническое обслуживание Количество сотрудников и часы работы Пробег автобуса до пункта зарядки Затраты на электроэнергию Финансовые последствия – налог на топливо по сравнению с налогом на электроэнергию Требования к управлению проектом и затраты Затраты на финансирование активов Прочие вопросы
<b>Анализ вариантов финансирования</b>	Оценка общей стоимости владения (ОСВ) Финансовые оценки в сравнении "как есть" с альтернативами Оценка источников и использования средств – как будет оплачиваться схема?
<b>Реестр рисков и план снижения рисков</b>	Риски затрат Риск срока службы актива Риски финансирования активов Риски безопасности Гарантии на автобусы, аккумуляторы, силовое оборудование. Договоры электроснабжения Режим эффективности активов – например, штрафы за неисполнение обязательств
<b>Оценка соответствия Парижскому соглашению и принципам перехода к «зеленой» экономике</b>	Оценка сокращения выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха (особенно NOx и твердых частиц) в результате изменения вида транспорта, повышения энергоэффективности, экономии ресурсов и других экологических выгод (в абсолютных величинах и процентах) Оценка количества бенефициаров Сравнительная оценка с эталоном «Зеленый город» ЕБРР, в зависимости от ситуации
<b>Проведение анализа экономических затрат и выгод (государственное финансирование)</b>	Оценка пассажиропотока, стоимости времени, эксплуатационных расходов, воздействия на местное загрязнение, влияния выбросов и других социальных выгод (сравнение «проекта» со сценарием «ничего не делать»)

Источник: Составлено с участием консультантов TIL, WSP и Motts.

## Приложение 3. Сотрудничество с ЕБРР

ЕБРР помогает своим клиентам в разработке проектов городского транспорта, которые являются осуществимыми, приносят выгоду пользователям и государственным органам и оптимизируют эффективность частного сектора. Он поддерживает эффективные способы реализации проектов как государственными, так и частными субъектами, включая контракты на оказание государственных услуг, контракты на маршруты / территорию, модели «проектирование-строительство-эксплуатация-обслуживание» (DBOM) и контракты ГЧП.

### Обзор политики ЕБРР

Поддерживая проекты городского транспорта, как отдельные, так и в составе более крупных проектов, ЕБРР придерживается определенных общих критериев (см. рисунок А.3.1).

### Финансирование

ЕБРР финансирует только те схемы, которые являются рентабельными и основаны на хорошо продуманной экономической модели. Финансирование предоставляется в рамках кредитного соглашения, которое обсуждается отдельно от контракта и содержит требования в отношении авансовых платежей и погашения кредита. Хотя финансирование должно покрывать все или часть необходимых капитальных затрат, часть расходов, такие как планирование и регулирование отрасли, планирование маршрутов, обеспечение соблюдения требований и сбор платы за проезд, коммуникации и финансовые модели, клиент должен покрыть сам.

ЕБРР предоставляет финансирование по всему спектру, от кредитов под государственную гарантию, когда этого требует юридическая процедура, до муниципальных кредитов, кредитов муниципальным предприятиям, обеспеченных муниципальной гарантией, операционных концессий (DBOM) и ГЧП на основе проектирования-строительства-финансирования-эксплуатации (DBFO) вплоть до полной приватизации.

Поддержка проектов городского транспорта часто предоставляется на субнациональной основе, в том числе в виде кредитов городским властям, компаниям и частным подрядчикам в рамках специальных механизмов по реализации проекта.

Предоставление финансирования ЕБРР утверждается кредитным комитетом и требует подписания отдельного кредитного соглашения.

Также может быть предоставлена техническая и операционная поддержка для подготовки и реализации проекта с учетом конкретных потребностей клиента и характеристик проекта.

Рис. А.3.1. Общие требования ЕБРР к проектам

**Методы работы должны соответствовать национальным и европейским стандартам, где применимо**

**Финансово-хозрасчетный проект (погашение кредита за счет денежных потоков с соответствующими коэффициентами покрытия)**

**Цель – повышение качества операций при поддержке заранее определенных инвестиций**

- Улучшение финансовых и операционных показателей
- Коммерциализация и привлечение частного сектора
- Энергетическая и другая эффективность

**Цель – поддержка реформ**

- Переход к «зеленой» экономике
- Демонстрационный эффект
- Реформа тарифов и сборов

### Стратегия и подготовка проекта

ЕБРР следует привлекать к участию на раннем этапе подготовки проекта, основной фазой которого является технико-экономическое обоснование (ТЭО), проводимое городом, и (или) комплексное обследование, проводимое ЕБРР. В рамках этой работы разрабатывается экономическое обоснование проекта на основании глубокого анализа юридических, операционных и технических аспектов, а также экономического и финансового анализа, и предлагаются рекомендуемые технические и операционные решения, которые следует принять. Экономическое обоснование составляет основу любого запроса на финансирование со стороны ЕБРР.

Ключевым требованием для получения поддержки ЕБРР является то, что проект должен предусматривать самую высокую степень открытой конкуренции для частных подрядчиков на основе принятых в отрасли стандартов и доступных решений и технологических платформ.

Более того, часто законодательные, институциональные и организационные изменения, направленные на продвижение процесса реформ, имеют решающее значение для реализации проекта, и их влияние следует учитывать при планировании сроков реализации проекта. ЕБРР может предоставить консультации в отношении требуемых изменений и, при необходимости, помочь городским властям в продвижении таких изменений.

### **Проведение тендеров и управление контрактами**

В отношении проектов, финансируемых ЕБРР, применяются Принципы и правила закупок Банка, которые имеют приоритет над местными правилами и принципами. Для четко определенных продуктов обычно применяется одноэтапный открытый тендер. Однако для сложных систем может быть более подходящим двухэтапный тендер. Первый раунд предназначен для предоставления технического решения без указания цены и служит для определения правомочных участников торгов и окончательных технических требований по тендеру. Второй раунд предназначен для предоставления окончательного технического и ценового предложения, и победившим подрядчиком становится правомочный участник торгов, предложивший самую низкую цену. Полный текст руководства по Принципам и правилам закупок размещен на сайте: [www.ebrd.com](http://www.ebrd.com).

Для того, чтобы оценить достигнутый прогресс и увидеть, как решаются имеющиеся проблемы, необходимо проводить регулярные совещания. По крупным и (или) сложным проектам назначается надзорный орган кредитора для наблюдения за ходом их реализации от имени ЕБРР, оценки отклонений и изменений в контракте и регулярных обсуждений с клиентом хода исполнения контракта. Также важно в соответствии с добросовестной практикой информировать кредитора о ходе работы и о возникающих проблемах, поскольку кредитор, который не получает регулярную информацию о том, как продвигается проект, часто предполагает худшее, даже если это не так.

### **За дополнительной консультацией обращайтесь:**

Ян Дженнингс, старший специалист, отдел подготовки и разработки проектов устойчивой инфраструктуры городского транспорта, группа устойчивой инфраструктуры, Европейский банк реконструкции и развития  
Тел.: +44 20 7338 8517. Эл. почта: [jenningi@ebrd.com](mailto:jenningi@ebrd.com)

Европейский банк  
реконструкции и развития  
One Exchange Square  
London EC2A 2JN  
Соединенное Королевство  
Тел.: +44 20 7338 6000  
[www.ebrd.com](http://www.ebrd.com)