

УДК 656.13

Сулейманов Э. С. Абдулгасис А. У., Сулейманов Э. Э.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ г. СИМФЕРОПОЛЯ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРОЛЛЕЙБУСОВ С ЧАСТИЧНЫМ АВТОНОМНЫМ ХОДОМ

Аннотация. В статье предложены пути совершенствования системы троллейбусного транспорта г. Симферополя, варианты модернизации троллейбусного парка, а также охарактеризованы преимущества использования асинхронных тяговых двигателей, позволяющих удлинять существующие маршруты за счет автономного хода, а также даны финансово-эксплуатационные сравнительные характеристики различных видов подвижного состава.

Ключевые слова: троллейбус с автономным ходом, сетевой ход, литий-ионные аккумуляторные батареи, контактная сеть, асинхронный тяговый двигатель, «Славянка», электробус, рекуперация электроэнергии.

Сулейманов Е. С. Абдулгасис А. У., Сулейманов Е. Е.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПАСАЖИРСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ м. СИМФЕРОПОЛЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ТРОЛЕЙБУСІВ ІЗ ЧАСТКОВИМ АВТОНОМНИМ ХОДОМ

Анотація. У статті запропоновано шляхи вдосконалення системи троллейбусного транспорту м. Симферополя, варіанти модернізації троллейбусного парку, а також охарактеризовано переваги використання асинхронних тягових двигунів, що дозволяють подовжувати існуючі маршрути за рахунок

автономного ходу, а також подано фінансово-експлуатаційні порівняльні характеристики різних видів транспорту.

Ключові слова: троллейбус із автономним ходом, мережевий хід, літій-іонні акумуляторні батареї, контактна мережа, асинхронний тяговий двигун, «Слов'янка», електробус, рекуперація електроенергії.

Suleymanov E. S., Abdulgazis A. U., Suleymanov E. E.

PROSPECTS OF SIMFEROPOL PASSENGER TRANSPORT SYSTEM DEVELOPMENT THROUGH USING TROLLEYS WITH PARTIALLY INDEPENDENT COURSE

Summary. There are two variants of development of transport trolleybus system on the example of Simferopol. In the first embodiment, it is proposed to replace the rolling stock on modern samples of vehicles capable of traveling modes trolley and electric bus powered by lithium-ion batteries. In the second embodiment, a deep modernization of the obsolete models trolley, to reduce energy consumption and to enable partial independent course for the transport of peripheral neighborhoods is revealed.

Prospects expected by the implementation of the proposals: the elimination of transport congestion at breakage of wires; extension of trolleybus routes in remote districts without energy supply arrangement wire system; creation of the trolley park upgraded with partial autonomous way and providing infrastructure and operation of future electric vehicles, electric buses.

Key words: trolley with an autonomous course, network speed, lithium-ion rechargeable batteries, contact network, asynchronous traction motor, «Slavjanka», electric bus, recovery of electricity.

Постановка проблемы. Частые энергетические кризисы, рост цен на углеводородные источники энергии, сбои в их поставках, более низкий коэффициент полезного действия, снижение запасов углеводородного топлива и проблемы загрязнения воздушной среды являются главными причинами ведения ведущими мировыми флагманами автомобилестроения США, Японии, Германии, Франции, Китая и Кореи интенсивных разработок по созданию транспортных средств массового спроса, работающих на электрической тяге.

Основной задачей при создании электромобилей и электробусов является изготовление мощных и ёмких накопителей энергии и зарядных электростанций. Промежуточным транспортным средством между автобусом и электробусом должен стать троллейбус с частичным автономным ходом, который и при массовом использовании электробусов будет применяться по причине экономической целесообразности, так как всегда будет дешевле электробусов. На первом этапе появления электробусов функции зарядных станций могут выполнять существующие контактно-кабельные линии городского электрического транспорта.

Анализ последних исследований и публикаций. Энергетические затраты автобуса на 1 км пробега в 2,5–3 раза больше, чем у троллейбуса на литий-ионных аккумуляторных батареях (ЛИА), который тратит на 1 км пробега 1,8 кВт·ч с учётом потерь в линиях, или 1,2 кВт·ч по счётчику, установленному на троллейбусе, в то время как на современных троллейбусах расход электроэнергии составляет 2,5 кВт·ч на 1 км пробега

[1; 2].

В мире распространены три вида возможных источников автономного энергопитания электромобилей и троллейбусов с частичным автономным ходом: супераккумуляторы, суперконденсаторы и дизельэлектростанции.

1. Электробусы на суперконденсаторах быстро заряжаются и быстро разряжаются. Удаление от зарядной станции возможно в пределах 2–3 км [3].

2. Электробусы на литий-ионных аккумуляторах имеют высокую стоимость (500–700 тыс. долларов). Вес батареи составляет 3,5 т, дальность поездки без подзарядки примерно 150–180 км. Время зарядки большими токами – 1,5–2 часа, что требует развитых мощных электрокабельных линий [4].

3. Электробусы с дизельэлектростанцией не решают проблему экологии и малоэффективны с энергетической точки зрения, так как повышение КПД сжигания дизельного топлива уничтожается потерями за счёт КПД электростанции [5].

Тем не менее, по мнению большинства экспертов, будущее автомобилестроения – за электрическими видами транспорта. С открытием в начале этого века высоких показателей проводимости у железософосфата лития в совокупности с нанотехнологиями нанесения углерода на катод открылись новые перспективы в развитии электромобилестроения [6]. Обладая такими свойствами, как частичный автономный ход и повышенная маневренность, электроподвижной состав может проезжать спецучастки контактной сети (стрелки, пересечения) на большой скорости с опущенными токоприемниками, что, в свою

очередь, позволяет убрать контактную сеть и ее спецучастки с отдельных улиц и площадей.

Цель работы – обосновать перспективы использования троллейбусов с частичным автономным ходом в расширении транспортной системы г. Симферополя.

Изложение основного материала. До конца 2010 года подавляющую часть парка КРПП «Крымтроллейбус» составляли машины «Škoda» 9Tr и 14Tr [7]. Троллейбусы всех остальных моделей поставлялись на предприятие в количестве не более 4–5 машин. Государственное предприятие КРПП «Крымтроллейбус» получило диплом «Книги рекордов Украины» как компания, эксплуатирующая самые старые троллейбусы в Украине. Большинство машин «Škoda» были произведены ещё в 1970-х годах, их средний возраст составлял в 2010 году 25,7 лет при том, что заводом-изготовителем срок службы ограничен 14 годами. Всего на 2010 год в парке числилось 287

троллейбусов, ещё 200 находились в разобранном, не подлежащем восстановлению виде. Изношенность парка составляла 96,8%.

В 2010–2011 годах КРПП «Крымтроллейбус» получил 103 современных троллейбуса «Богдан» (модификации «Богдан» Т701.10 и «Богдан» Т601.11 для города и «Богдан» Т701.15 для междугородних перевозок) производства Луцкого автозавода.

На 2014 год, по информации сайта «Городской электротранспорт» [8], в списочном составе парка находятся 103 современных троллейбуса «Богдан» и 129 старых троллейбусов «Škoda», которые обслуживают 21 маршрут в г. Симферополе, а также Алуштинский и Ялтинский филиалы.

Анализ баланса и отчетов КРПП «Крымтроллейбус» за 2013 год [9] позволил обобщить финансовые результаты за этот период (см. табл. 1 и 2).

Таблица 1.

Распределение поступлений по статьям доходов КРПП «Крымтроллейбус» за 2013 г.

№ п/п	Наименование статьи доходов	Условное обозначение	Сумма, тыс. грн.	Удельный вес, %
1.	Доходы от эксплуатации	Д(э)	42416,6	34,7
2.	Компенсация за льготный проезд	Д(лп)	46024,6	37,6
3.	Дотации по государственному регулированию	Д(гр)	4872	4,0
4.	Доходы от безвозмездно полученных основных средств	Д(бос)	22093,7	18,1
5.	Доходы от неосновной производственной деятельности	Д(нпд)	6900,6	5,6
	Итого:	Д(вал)	122307,5	100

Таблица 2.

Распределение затрат по статьям расходов КРПП «Крымтроллейбус» за 2013 г.

№ п/п	Наименование статьи расходов	Условное обозначение	Сумма, тыс. грн.	Удельный вес, %
1.	Расходы на оплату труда	З(фот)	82635,3	63,0
2.	Расходы электроэнергии на тягу	З(эт)	8910,2	6,8
3.	Амортизационные отчисления на восстановление	А(в)	21433,8	16,3
4.	Налоги и платежи в бюджет	З(нп)	2975,9	2,3
5.	Затраты на ремонт контактной сети и ТО, ТР троллейбусов	З(то.тр)	6993,1	5,3
6.	Прочие хозяйственные и накладные расходы	З(пр)	8258,2	6,3
	Итого:	З(общ)	131206,5	100

Как видно из табл. 1 и 2, общие затраты превышают валовый доход на 8899 тыс. грн. В статьях расходов основными являются затраты на заработную плату 63%, в то время как на других производствах она составляет от 20–40%. Это говорит о низкой производительности труда, содержание большого штата работников и нерациональной организации труда. Необходимо сокращать общий фонд заработной платы предприятия.

За 2013 год КРПП «Крымтроллейбус» было

перевезено $P_{\text{пасс}} = 129788,8$ тыс. пассажиров. Общий пробег парка составил $L_{\text{общ}} = 13674,5$ тыс. км. На балансе предприятия состоит среднесписочное количество троллейбусов $T_{\text{сс}} = 232$ шт., коэффициент выпуска парка составил $\alpha_v = 0,7$

Для определения структуры себестоимости определим финансовые затраты на перевозку 1 пассажира и на пробег в 1 км, в том числе составляющую по расходам на электротягу [10].

$$S_{\text{пас}} = \frac{Z_{\text{общ}}}{P_{\text{пасс}}} = \frac{131206,5}{129788,8} = 1,011 \text{ грн./пасс.} \quad (1)$$

$$S_{\text{км}} = \frac{Z_{\text{общ}}}{L_{\text{общ}}} = \frac{131206,5}{13674,5} = 9,6 \text{ грн./км} \quad (2)$$

$$S_{\text{эт}} = \frac{Z_{\text{эт}}}{L_{\text{общ}}} = \frac{8910,2}{13674,5} = 0,65 \text{ грн./км (по электротяге)} \quad (3)$$

Для вычисления среднесуточного пробега одного троллейбуса $L_{\text{с.сут}}$ вначале определим их эксплуатационное количество на протяжении года $D_{\text{рт}} = 365$ дней. С учетом коэффициента выпуска ежедневно в эксплуатации находятся 163 троллейбуса, среднесуточный пробег которых составляет 230 км. На основе полученных данных суточные затраты по эксплуатации троллейбуса составляют 2208 грн., а затраты электроэнергии на тягу – 150 грн.

Варианты развития транспортной троллейбусной системы г. Симферополя.

Вариант 1. Смена подвижного состава на современные образцы транспортных средств, способные передвигаться в режимах троллейбуса и электробуса с питанием от батареи литий-ионных аккумуляторов [1].

Пробег опытных образцов в режиме электробуса составляет 30–50 км при снаряжённой массе и 20–40 км при полной массе троллейбуса. После пробега в режиме электробуса троллейбус, двигаясь под контактной сетью, производит подзарядку аккумуляторов. При торможении в режиме троллейбуса и электробуса кинетическая энергия превращается в электрическую и идёт на подзарядку аккумуляторов.

Большой частичный автономный ход троллейбуса обеспечивается установкой под полом батареи ЛИА, состоящей из 168 аккумуляторов. Ёмкость аккумуляторов – 90 А·час. Вес комплекта батареи колеблется от 480 до 1000 кг. Цена комплекта аккумуляторов – 229–300 тыс. грн. (870–1000 тыс. рублей). Ориентировочная цена такого троллейбуса, например, СТ-6217 с энергетической установкой производства ОАО «Сибэл-транссервис», составляет 1,975–2 млн. грн. (7,5–8 млн. руб.) [2].

Срок службы аккумуляторов зависит от количества циклов, а количество циклов – от степени разрядов во время циклов. При условиях эксплуатации, когда разряд аккумуляторов достигает до 60% (возможное отклонение от контактной сети на 15 км), срок службы составляет 8000–10000 циклов, или 7 лет из расчёта протяжённости обратного рейса $l_{\text{об}} = 30–40$ км (в том числе 15 км без контактной сети) при средней продолжительности смены $t_{\text{см}} = 12$ часов и скорости сообщения $v_{\text{с}} = 16–20$ км/ч, количество зарядки за день составит 5 циклов.

Указанные расчёты произведены для полной массы троллейбуса в период срока службы ЛИА, то есть реальные условия эксплуатации значи-

тельно легче. Все эксплуатационные показатели могут быть увеличены за счёт выбора более ёмких аккумуляторов, но это приведёт к удорожанию транспортного средства.

Важно отметить и то, что изготовленный опытный образец троллейбуса СТ-6217 имеет наиболее оптимальные показатели веса и стоимости за 1 т·км пробега транспортного средства.

Вариант 2. Глубокая модернизация парка устаревших троллейбусов моделей Škoda-9Tr и Škoda-14Tr КРПП «Крымтроллейбус» с целью снижения потребления электроэнергии и обеспечения возможности частичного автономного хода для транспортного обслуживания периферийных микрорайонов г. Симферополя.

По этой программе достигнута договоренность с компанией ООО «КОМТРАНС» (Россия) [11], занимающейся разработкой и производством модельных типов пассажирского, легкового и грузового электроавтотранспорта, о внедрении её продукции и научно-технических разработок в Крыму. Участниками этой программы выступают Крымская Академия Наук, Правительство Крыма, КРПП «Крымтроллейбус», КП СГС «Сев-ЭлектроАвтоТранс». Суть её заключается в следующем.

Этап 1. Реконструкция старой модели троллейбусов Škoda-9Tr и Škoda-14Tr (остаточная стоимость которых составляет 15–25 тыс. грн.) с заменой двигателя постоянного тока на асинхронный с совмещенной обмоткой («Славянка») в комплекте с преобразователем дает преимущества перед традиционным асинхронным двигателем: пусковой момент выше на 20–100%, пусковые токи ниже на 20–50%; кратность максимального момента до пяти-семи по отношению к номинальному; КПД преобразования электроэнергии в механическую работу достигает 95% с сохранением этого значения в диапазоне нагрузок 25–120%; перегрузочная способность значительно выше; снижение потребления электроэнергии на 30%; меньший нагрев двигателя на форсированных режимах.

Этап 2. Модернизация троллейбусов Škoda-9Tr и Škoda-14Tr в варианте возможности автономного хода 20–30 км с комплектацией блоком ЛИА и рекуперацией электроэнергии при смене режимов движения позволяет возвращать в контактную сеть до 20% электроэнергии.

Общая стоимость работ на комплекс оборудования для одного троллейбуса, транспортировки оборудования, контрольные стендовые и маршрутные испытания, запуск в коммерческую эксплуатацию составит 1250 тыс. грн.

Перспективы:

а) исключение заторов транспорта при обрыве проводов, аварийных ситуациях и т. д.;

- б) продление троллейбусных маршрутов в районы улиц Героев Сталинграда, Маршала Жукова, Леси Украинки, в микрорайоны Агроуниверситет, Чистенькое, Хошкельды и др. без устройства высокозатратной энергопитающей проводной системы;
- в) создание парка модернизированных троллейбусов Škoda-9Tr и Škoda-14Tr с автономным ходом как элемент реставрации историко-рекреационного и туристического имиджа Симферополя, трассы Симферополь-Ялта, ЮБК.

Этап 3. Диверсификация существующего пассажирского транспорта с ДВС на модельный ряд электробусов различной вместимости на основе ЛИА. Разработка, производство и внедрение электрозарядных систем для коммунального, коммерческого и индивидуального электро-транспорта.

Преимущества:

- резкое снижение выбросов токсичных газов и теплоты в окружающую среду, что весьма важно для городов и курортно-санаторных комплексов Крыма;
- значительное (в 2,3–2,4 раза) снижение энергетических затрат вследствие более высокого КПД преобразования электрической энергии в механическую работу (0,9–0,95) в сравнении с КПД традиционных ДВС (0,35–0,4);
- значительное снижение эксплуатационных расходов (в 4 раза) ввиду более низкой стоимости электроэнергии адекватной мощности при ночном режиме зарядки.

При этом дополнительно исключаются затраты на смазочные материалы и техобслуживание, упрощается конструкция автомобиля. По мере неуклонного удорожания сырьевых углеводородов преимущество электробусов будет возрастать.

Перспективы развития городской электротранспортной сети г. Симферополя.

1. Развитие троллейбусной сети с ЛИА на базе Škoda-9Tr мы предлагаем начать с одного пилотного маршрута, например, «Агроуниверситет-Маршала Жукова», общая длина которого составляет 20 км, включая плечи автономного хода (Агроуниверситет-Московское кольцо – 6,7 км и ул. Аэрофлотская-М. Жукова – 5,8 км).

При сложившейся скорости транспортного потока в г. Симферополе 20 км/ч время обратного рейса будет составлять 2 часа. Для соблюдения интервала 10–12 мин. необходимое эксплуатационное количество троллейбусов составит 10–12 шт.

2. На втором этапе предлагается продление 11-ти маршрутов, итоговая обратная протяженность которых составляет ≈ 330 км, сетевого хо-

да – ≈ 249 км (75,5%), автономного хода – $\approx 81,0$ км (24,5%). При условной средней скорости троллейбуса по маршруту 20 км/час и усредненном интервале движения 10 мин. итоговый парк машин составит 100–130 шт.

Для сравнения, на сооружение аналогичной по объёму троллейбусной контактной сети автономного хода с соответствующей инфраструктурой потребуется по современным ценам 300 млн. грн. и 10–15 лет на их строительство. Сэкономленные средства можно направить на обновление троллейбусного парка машинами с самым современным энергоэффективным электроприводом и возможностью автономного хода.

Экономическая эффективность.

В настоящий момент троллейбусы могут рекуперировать энергию в сеть, превращая кинетическую энергию движения в электрическую [2]. Однако потребление этой энергии возможно только при временном совпадении процесса потребления энергии другим троллейбусом, находящимся на данном участке контактной сети (фидере). Практическая экономия в расчётах с применением вероятностных методик оценивается в 15–20% от всей рекуперированной энергии. В троллейбусах с реостатно-контакторными системами управления рекуперирование энергии в сеть вообще невозможно, и при гашении кинетической энергии троллейбуса, приобретённой им при разгоне, генерируемые двигателем токи гасятся на тормозных сопротивлениях и превращаются в тепло. Тормозные токи в существующих моделях троллейбусов составляют от 0 до 200 А. Учитывая, что троллейбус с ЛИА потребляет ток 45 А, можно сказать, что находящийся в единственном числе на фидере троллейбус с ЛИА экономит 5–6% потреблённой самим на разгон электроэнергии. В случае отсутствия негативного воздействия на катоды пиковых зарядных токов или нахождения на фидере 5–6 троллейбусов эта экономия может быть доведена до 25–30%.

Экономия энергоресурсов осуществляется за счёт замены части автобусов на троллейбусы с большим автономным ходом. Замена автобуса, имеющего на 50–60% общую трассу с троллейбусной маршрутной сетью, на троллейбус позволит снизить себестоимость перевозки пассажиров, сэкономить электроэнергию путём использования рекуперированной энергии при торможении, снизить эксплуатационные затраты на ТО и ТР.

Только за счёт сэкономленной электроэнергии аккумуляторы окупятся за 2,6 года, а общие затраты на удорожание троллейбуса за счёт установки ЛИА в размере 0,5 млн. грн. (1,6 млн. руб.) окупятся за 4,75–5 лет [1].

Преимущество использования различных видов городского пассажирского транспорта наглядно видно при сравнении их характеристик (табл. 3).

Таблица 3.

Сравнительные характеристики городских пассажирских транспортных средств.

№ п/п	Наименование показателей	Автобус с ДВС ЛиАЗ 5256	Троллейбус «Богдан» Т70115 с двигателем постоянного тока	Модернизированный троллейбус Škoda-9Tr с двигателем «Славянка»	Новый троллейбус СТ-6217 с системой автономного хода
1	Цена ТС	1100 тыс. грн. 4180 тыс. руб.	2500 тыс. грн. 9500 тыс. руб.	1300 тыс. грн. 4680 тыс. руб.	2500 тыс. грн. 9500 тыс. руб.
2.	Полная вместимость	100	110	70	110
3.	Максимальная масса	16,4 т	14,5 т	15,6 т	19,2 т
4.	Мощность двигателя	177 кВт	170 кВт	180 кВт	150 кВт
5.	Себестоимость на 1-го пасс.	2,1 грн./пасс.	1,011 грн./пасс.	0,8 грн./пасс.	0,75 грн./пасс.
6.	Себестоимость на 1 км пути	15,4 грн./км	9,6 грн./км	4,05 грн./км	5,9 грн./км
7.	Среднесуточный пробег	230–300 км			
8.	Годовой доход на 1 ТС	1543,0 тыс. грн.	701,3 тыс. грн.	490,9 тыс. грн.	701,3 тыс. грн.
9.	Годовые затраты на 1 ТС	1178,1 тыс. грн.	622,7 тыс. грн.	314,2 тыс. грн.	420,8 тыс. грн.
10.	Прибыль балансовая за год на 1 ТС	364,9 тыс. грн.	78,6 тыс. грн.	176,7 тыс. грн.	280,5 тыс. грн.
11.	Рентабельность	31%	12,6%	56%	66,7%
12.	Срок окупаемости	3,02 года	34,2 года	7,4 года	8,9 лет

Приведённые расчётные величины не учитывают экономии, достигаемой за счёт повышения эффективности использования энергосистем и основных производственных фондов. По мере прироста электроподвижного состава себестоимость перевозок будет падать за счёт повышения эффективности использования основных производственных фондов ГЭТ.

Выводы и предложения.

1. Электроподвижной состав приобретает свойство частичного автономного хода и повышенную маневренность, что позволит убрать контактную сеть и её спецучастки с отдельных площадей и улиц, проезжать повреждённые участки, продлить существующие маршруты на 10–15 км без дополнительных затрат, расширить троллейбусную маршрутную сеть за счёт возможности перехода с одной контактной линии на другую.

2. На автобусных маршрутах, имеющих частичный общий участок до 50% с троллейбусами, автобусы можно заменить на троллейбусы с автономным ходом.

3. Во время движения троллейбус с ЛИА постоянно потребляет энергию из контактной сети на движение и зарядку аккумуляторов. При автономном ходе используется энергия ЛИА. А

при торможении троллейбус рекуперировывает электроэнергию в сеть. Это позволяет экономить до 20% тяговой электроэнергии. Общая экономия электроэнергии с учётом экономии на ликвидации балластных пуско-тормозных сопротивлений, по предварительным подсчётам, составит около 50%.

4. Развитие маршрутной сети экологически чистого вида транспорта не потребует дополнительных финансовых затрат на содержание и ремонт контактно-кабельной линии, а также на тяговые подстанции на участках автономного хода. Предоставляется возможность повысить энергетическую и экономическую эффективность использования существующих контактно-кабельных линий и сооружений ГЭТ.

5. Предоставляется возможность создания и развития инфраструктуры, обеспечивающей эксплуатацию будущих электромобилей и электробусов.

6. Установка асинхронных электродвигателей с совмещенной обмоткой на троллейбусах с автономным ходом по сравнению с электродвигателем постоянного тока создаст ряд преимуществ: вес уменьшается на 230 кг, мощность увеличивается со 100 до 180 кВт, расход элек-

троэнергии на 1 км пути сокращается с 2,6 до 1,4 кВт·ч, простота конструкции уменьшает трудоёмкость ТО и ТР.

7. Стоимость модернизированного троллейбуса Škoda-9Tr соизмерима со стоимостью нового автобуса такого же класса, и в два раза дешевле нового троллейбуса СТ-6217 с системой автономного хода.

Хотя срок окупаемости автобуса в два раза меньше (3–3,5 года), чем у троллейбусов, рентабельность использования в 2 раза ниже, что уравнивает их преимущества и недостатки. А если учесть экологический ущерб для окружающей среды в финансовом выражении, то преимущество троллейбуса возрастает многократно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проект организации серийного производства троллейбусов с большим автономным ходом на литий-ионных аккумуляторных батареях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://market.ru/technology/troll_ST6217/.
2. Троллейбус с автономным ходом [Электронный ресурс] / С. И. Парфенов ; ОАО «Сибэлтранссервис». – Режим доступа : [http://yandex.ru/clck/jsredir?from=yandex.ru%](http://yandex.ru/clck/jsredir?from=yandex.ru%20)
3. Разработано устройство, поддерживающее напряжение ионисторов постоянным [Электронный ресурс] // Nano News Net. – Режим доступа : <http://www.nanonewsnet.ru/news/2012/razrabotano-ustroistvo-podderzhivayushchee-napryazhenie-ionistorov-postoyannym>.
4. Электробус НЕФАЗ на литий-ионных аккумуляторах [Электронный ресурс] // Startbase. – Режим доступа : <http://www.startbase.ru/knowledge/articles/141/>.
5. Электробусы с дизельэлектростанцией [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://copy.yandex.net/?fmode=envelope>.
6. Литий-ионные батареи [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki/Литий-ионные_батареи.
7. Крымский троллейбус [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki/Крымский_троллейбус.
8. КРПП «Крымтроллейбус» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://krpmology.info/index.php>.
9. Отчет о финансовых результатах (форма № 2), балансовый отчет о финансовом результате (Приложение 1) КРПП «Крымтроллейбус» за 2013 г. – 8 с.
10. Организация пассажирских автомобильных перевозок : методические указания / сост. Э. С. Сулейманов, А. У. Абдулгасис. – Симферополь : НИЦ КИПУ, 2008. – 112 с.
11. Концепции электроснабжения и электрификации транспорта Крыма / В. С. Тарасенко, Г. П. Подзноев ; Крымская Академия Наук. – Симферополь, 2013. – 10 с.