В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 28.11.2014 № 14.574.21.0154с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по теме: «Разработка научно-технических решений компонентов мобильных зарядных устройств для аккумуляторных батарей гибридного и электрического приводов городского грузового и пассажирского автомобильного транспорта» на этапе № 2 «Теоретические исследования» в период с 01.01.2015 по 30.06.2015 выполнены следующие работы:

1.Математическое моделирование процессов заряда, разряда и переноса заряда в аккумуляторной батарее.

2.Теоретическое обоснование влияния времени заряда на ресурсные характеристики аккумуляторных батарей грузовых автомобилей и автобусов.

3. Разработка алгоритмов быстрого заряда с автоматическим определением мощности сети.

4. Разработка алгоритмов диагностики состояния аккумуляторных батарей.

5. Разработка эскизной конструкторской документации макета УСЗА.

6. Приобретение контрольно-измерительного и исследовательского оборудования для выполнения работ в 1 полугодии 2015 г.

При выполнении текущего этапа получены следующие основные результаты:

1. Закономерности процессов заряда, разряда и переноса заряда в АБ, полученные в процессе проведенных исследований:

– исследование процессов заряда и разряда единичного аккумулятора;

– исследование распределения энергии между аккумуляторами в батарее при зарядке для различных схем соединения аккумуляторов и различной степени отклонения параметров отдельных аккумуляторов;

– исследование распределения потребляемой от аккумуляторов энергии при разрядке для различных схем соединения аккумуляторов и различной степени отклонения параметров отдельных аккумуляторов;

– исследование влияния мощности питающей сети на процессы заряда АКБ для различных схем соединения аккумуляторов;

– исследование зависимости КПД от режима работы УСЗА;

– определение возможности и условий балансировки непосредственно на стадии заряда;

– определение возможности и условий балансировки после отключения АКБ от зарядного устройства, при отсутствии тока разряда;

– определение возможности и условий балансировки в процессе разряда АКБ;

– определение закономерностей и критериев для определения текущего состояния аккумуляторов, которые будут использованы для разработки алгоритмов диагностики состояния аккумуляторных батарей, а также для определения предаварийных и аварийных ситуаций в ПО СУЗ;

– исследование электромагнитных процессов в зарядном преобразователе, при регулировании напряжения и тока заряда;

– определение закономерностей и характеристик зарядных процессов, необходимых для разработки алгоритмов быстрого заряда с автоматическим определением мощности сети.

2. Качественные и количественные показатели влияния времени заряда на ресурсные характеристики аккумуляторных батарей грузовых автомобилей и автобусов.

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы:

а) основной причиной снижения срока службы (деградации) элементов тяговых АБ электромобилей является внутренний дисбаланс, что вызывается паразитными реакциями внутри элемента. Следовательно, необходима точная диагностика напряжений перед процессом зарядки для вычисления УСЗ, а также постоянный контроль в процессе зарядки-разрядки;

б) мощные зарядные токи снижают срок службы, увеличивая загрязнение электродов и снижая процессы интеркаляция лития в оксид. Рекомендуемые зарядные токи составляют 2С-3С. Максимально допустимый уровень зарядного тока может достигать 10С при жестком контроле УСЗ;

в) капельная зарядка во многих случаях позволяет реанимировать АБ и/или продлить срок службы. Однако для предотвращения перезаряда необходим надежный контроль капельной зарядки, что приводит к удорожанию интеллектуальных АБ;

г) для снижения вероятности повреждения АБ необходимо развивать интеллектуальные системы заряда, контролирующие каждый элемент в АБ.

3. Алгоритмы быстрого заряда с автоматическим определением мощности сети. Основные выводы, сделанные при выполнении работы, следующие:

а) Зарядка LFP аккумуляторной батареи (АБ) традиционными методами приводит к быстрой деградации (сокращению срока службы) элементов АБ;

б) импульсная зарядка с определенной скважностью импульсов, чередующихся с разрядкой, способствует тренировке АБ и увеличивает срок ее службы;

в) капельные тренировочные и конечные зарядки являются в целом опциональными, однако при глубоком разряде и недозаряде АБ постепенно теряет уровень состояния заряда (УСЗ);

г) определение УСЗ возможно по уровню напряжений. Соответственно, при зарядке, состоящий из нескольких стадий, УСЗ определяется по напряжению согласно руководству по эксплуатации (паспорту) АБ;

д) оптимальность и эффективность метода должны проверяться с помощью тестирования модели и проведения экспериментов по соответствующим методикам, что является предметом исследований на этапе 3 настоящих ПНИЭР.

4. Алгоритмы диагностики состояния аккумуляторных батарей.

а) диагностика состояния аккумуляторных батарей является в целом сложнейшей процедурой, требующей наличия широкого спектра дорогостоящей исследовательской измерительной техники;

б) при разработке зарядного устройства возможна реализация алгоритма упрощенной диагностики в ускоренном и нормальном режимах, при условии наличия доступа измерительных и управляющих каналов к каждому элементу АБ;

в) предложенные алгоритмы предлагается протестировать в ходе проекта с ручным измерением температуры и внутреннего сопротивления АБ.

5. Эскизная конструкторская документация макета УСЗА в составе:

– пояснительная записка УСЗА.60.000.00 ПЗ01;

– схема функциональная ЗП в соответствии с ГОСТ 2.701-84 УСЗА.60.001.00 Э2;

– схема функциональная СУЗ в соответствии с ГОСТ 2.701-84 УСЗА.60.002.00 Э2;

– схема принципиальная электрическая ЗП в соответствии с ГОСТ 2.701-84 УСЗА.60.001.00 Э3;

– схема принципиальная электрическая СУЗ в соответствии с ГОСТ 2.701-84 УСЗА.60.002.00 Э3;

– габаритный чертеж ЗП УСЗА.60.001.00 ГЧ;

– габаритный чертеж СУЗ УСЗА.60.002.00 ГЧ;

– чертеж общего вида УСЗА.60.000.00 ВО.

6. Индустриальным партнером закуплено оборудование — электрическое шасси грузового автомобиля, позволившее выполнить исследования текущего этапа и провести испытания макета УСЗА на последующих этапах.

Новизна разрабатываемых научно-технических решений обеспечивается за счет применения комплексных методов исследований, в частности, разработанная математическая модель учитывает процессы, происходящие во всех элементах, участвующих в процессах заряда и разряда (электрохимическая ячейка, зарядный преобразователь, устройство управления)

Полученные результаты полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к выполняемому проекту.

Мировой уровень результатов, достигнутых в данной области, определяется приведенными выше характеристиками выпускаемых устройств скоростной зарядки аккумуляторов.

**Перспективы практического внедрения результатов.**

Коммерциализация результатов проекта планируется при организации на ОАО «КАМАЗ» производства электрифицированных автомобилей, для которых необходимы как мобильные, так и стационарные установки скоростной зарядки аккумуляторов. Запланированный объем производства таких автомобилей до 2020 г. составляет 150 штук. Возможными потребителями результатов также могут быть:

– другие производители транспорта: ОАО «АвтоВАЗ», ОАО «УРАЛАЗ», Горьковский автозавод и другие автопроизводители;

– производители городского и общественного транспорта (троллейбусы и трамваи);

– производители энергетического оборудования и электростанций, как автономного применения, так и систем бесперебойного и резервного питания;

– производители промышленного оборудования, такого, как станки, плавильные индукционные печи, гальванические ванны.

Таким образом, предполагаемые рынки сбыта включают рынок автотранспорта с электротягой, рынки энергетического и промышленного оборудования. Учитывая тенденции развития указанных сегментов рынков сбыта, можно предположить, что результаты проекта будут пользоваться устойчивым спросом. Оценка объемов рынков сбыта на данном этапе не производилась.