

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт энергетики и машиностроения
Кафедра «Энергетика»

Сапарбек Аян Ғалымжанұлы

«Разработка системы зарядки электромобиля от солнечной электростанций»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6B07101– «Энергетика»

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт энергетики и машиностроения
Кафедра «Энергетика»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ кандидатом кафедры «Энергетика»
НАО «КазНТУ им. К.И.Сатпаева» профессор
Институт энергетики и машиностроения Е.А.Сарсенбаев
« 8 » 06 2023г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

на тему: «Разработка системы зарядки электромобиля от солнечной
электростанций»

6В07101– «Энергетика»

Выполнил

Сапарбек А.Ф.

Рецензент
канд. техн. наук,
доцент НАО «АУЭИС им. Г.Даукеева»

 И.Т. Алдибеков
« 8 » 06 2023г.

Научный руководитель
канд. техн. наук, ассоц. профессор

 Р.М. Утебаев
« 8 » 06 2023г.

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт энергетики и машиностроения
Кафедра «Энергетика»

6B07101– "Энергетика"

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «Энергетика»
PhD, ассоц. профессор

 Е.А.Сарсенбаев
«16» 01 2023г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Сапарбек Аян Галымжанұлы

Тема: Разработка системы зарядки электромобиля от солнечной электростанций

Утверждена приказом Проректора по академическим вопросам

Приказ №434-б от «15» марта 2023г.

Срок сдачи законченной работы «25» мая 2023г.

Краткое содержание дипломной работы:

а) Теоритическая часть;

б) Расчет и выбор основных оборудования СЭС;

в) Сравнение эффективности;

Перечень графического материала: представлены 10 слайдов презентации работы

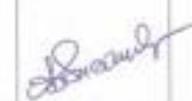
Рекомендуемая литература: из 10 наименований

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименования разделов, перечень рассматриваемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Теоритическая часть,	февраль 17 2023	нет
Расчет и выбор основных оборудования СЭС	16.01.2023	нет
Сравнение эффективности	17.05.2022	нет

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Теоритическая часть,	Р.М. Утебаев Ассоц. профессор, кандидат наук	8.06.2023	
Расчет и выбор основных оборудования СЭС	Р.М. Утебаев Ассоц. профессор, кандидат наук	8.06.2023	
Сравнение эффективности	Р.М. Утебаев Ассоц. профессор, кандидат наук	8.06.2023	
Нормоконтроль	А.О. Бердибеков, магистр техн.наук, ст. преподаватель	07.06.2023	

Научный руководитель _____  Р.М. Утебаев
(подпись)

Задание принял к исполнению обучающийся _____  А.Ф. Сапарбек
(подпись)

Дата _____ «16» 01 _____ 2023г.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс күн электр станциясынан электромобильді зарядтау жүйесін жасауға арналған. Электромобильдердің танымалдылығының артуына және жаңартылатын энергия көздеріне деген қызығушылықтың артуына байланысты күн электр станциялары көлік құралдарының энергетикалық қажеттіліктерін қамтамасыз етудің перспективалы шешімін ұсынады.

Жұмыстың мақсаты-күн электр станциясын қолдана отырып, электромобильді тиімді және тұрақты зарядтау жүйесін құру. Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды: электромобильдер мен күн электр станцияларының жұмыс принциптерін зерттеу, эксперименттік зерттеулер жүргізу үшін зарядтау жүйесінің моделін құру.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа посвящена разработке системы зарядки электромобиля от солнечной электростанции. В свете растущей популярности электромобилей и повышенного интереса к использованию возобновляемых источников энергии, солнечные электростанции представляют собой перспективное решение для обеспечения энергетических потребностей транспортных средств.

Целью работы является разработка эффективной и устойчивой системы зарядки электромобиля с использованием солнечной электростанции. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: изучение принципов работы электромобилей, анализ существующих технологий зарядки, создание модели системы зарядки для проведения экспериментальных исследований.

ANNOTATION

This thesis is devoted to the development of an electric vehicle charging system from a solar power plant. In light of the growing popularity of electric vehicles and the increased interest in the use of renewable energy sources, solar power plants represent a promising solution to meet the energy needs of vehicles.

The aim of the work is to develop an efficient and sustainable electric vehicle charging system using a solar power plant. To achieve this goal, the following tasks were set: to study the principles of operation of electric, analyze existing charging technologies, to develop an algorithm for controlling the charging system.

СОДЕРЖАНИЕ

	Аннотация	5
	Введение	7
1	Постановка задачи	9
1.1	Характеристика солнечного излучения	9
1.2	Потенциал солнечной энергетики	11
2	Электромобили, структура и принцип работы	12
2.1	Преимущества и недостатки электродвигателей	16
2.2	Структура электромобиля	17
2.3	Процесс зарядки электромобиля	17
3	Интеграция солнечной энергии с двунаправленными зарядными устройствами для электромобилей	19
3.1	Применение двунаправленных зарядных устройств для электромобилей	20
3.2	Преимущества использования двунаправленных зарядных устройств для владельцев электромобилей	22
3	Интеграция солнечной энергии с электромобилями	23
3.4	Действующие примеры использования двунаправленной зарядки для электромобилей	24
3.5	Безопасность двунаправленной зарядной станции для аккумуляторной батареи	25
4	Расчеты	27
4.1	Выбор мощности зарядки и частоты использования	27
4.2	Выбор инвертора	27
4.3	Расчет аккумуляторной батареи	28
4.4	Расчет количества и выбор солнечных панелей	30
4.5	Выбор солнечного контроллера	31
4.6	Итог расчётов	33
4.7	Срок окупаемости	33
5	Сравнение затрат машин с электро двигателем и двигателем ДВС	35
5.1	Расчет годового расхода на машину с ДВС	35
5.2	Расчет годового расхода на машину с электродвигателем	36
	Заключение	38
	Список использованной литературы	39

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время главной задачей в рамках приоритета развития Казахстанской энергетики является наращивание энергетической базы и обеспечение растущих потребностей населения и экономики необходимыми энергетическими ресурсами на основе развития современных энергетических комплексов и альтернативных источников энергии в увязке с реализуемыми и планируемыми макропроектами.

Повышение энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии, необходимое для надежного, устойчивого и долгосрочного энергообеспечения экономического развития, способствует вовлечению инновационных наукоемких технологий и оборудования в энергетическую сферу и является одним из значимых мероприятий, связанных с выполнением международных обязательств по ограничению выбросов парниковых газов.

В настоящее время электромобили представляют собой одно из самых перспективных направлений в развитии автомобильной индустрии. С их помощью, возможно, снизить зависимость от нефтепродуктов, улучшить качество окружающей среды и сократить выбросы вредных веществ. С развитием технологий аккумуляторных батарей и увеличением дальности хода электромобилей, их популярность стремительно растет. Однако, одной из основных проблем, с которыми сталкиваются владельцы электромобилей, является ограниченная энергетическая автономия и необходимость постоянной зарядки.

В настоящее время существует несколько методов зарядки электромобилей, таких как зарядка, от сети переменного тока (АС) и зарядка от постоянного тока (DC), но данные методы требуют наличия инфраструктуры зарядных станций, которая не всегда доступна и может быть недостаточно развита в некоторых регионах. Кроме того, вопросы, связанные с использованием источников энергии, имеющих низкий уровень выбросов, остаются актуальными.

В этом контексте солнечная энергия представляет собой привлекательный и экологически чистый источник энергии для зарядки электромобилей. Солнечные электростанции позволяют преобразовывать солнечное излучение в электрическую энергию, которая может быть использована для зарядки электромобилей. Этот подход имеет ряд преимуществ, включая возобновляемость и доступность солнечной энергии, а также снижение выбросов вредных веществ и зависимости от традиционных источников энергии.

Целью данной дипломной работы является разработка системы зарядки электромобиля от солнечных электростанций. Основными задачами работы являются:

- 1) Изучение существующих методов зарядки электромобилей и

преимуществ использования солнечной энергии для их зарядки.

2) Проектирование системы зарядки электромобиля, включая выбор компонентов и интеграцию солнечных электростанций.

3) Моделирование и анализ работы разработанной системы для оценки ее эффективности и производительности.

4) Оценка результатов и обсуждение достигнутых выводов, а также предложение рекомендаций для дальнейшего совершенствования системы зарядки электромобиля от солнечных электростанций.

В результате успешной разработки и внедрения такой системы можно ожидать увеличение энергетической автономии электромобилей и снижение их негативного воздействия на окружающую среду.

Актуальность темы - целевой показатель объема производства и потребления электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии определяется как доля производства электрической энергии на генерирующих объектах, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии.

Цель дипломной работы – разработка системы зарядки электромобиля от солнечной электростанции использующих возобновляемые источники энергии.

1 Постановка задачи

1.1 Характеристика солнечного излучения

В ходе исторического развития человечество всегда стремилось обнаружить новые источники энергии, которые могли бы удовлетворить его растущие потребности в бытовой, энергетической и производственной сферах. Одним из первых источников энергии, на котором человек начал основывать свою деятельность, была солнечная энергия. Первобытные люди научились добывать огонь путем сжигания растительности, таким образом, используя энергию, полученную с помощью фотосинтеза. В своих различных занятиях, таких как строительство, земледелие, изготовление орудий, человек полагался главным образом на собственную мускульную силу, которая, в значительной степени, питалась преобразованной солнечной энергией, содержащейся в пище (мясо, растительная пища). Однако с течением времени энергии этих источников стало недостаточно, и люди начали обращаться к другим, более очевидным источникам, таким как текущая вода и ветер. Они использовали их в первую очередь для судоходства под парусами и для приведения в движение ветряных и водных мельниц. Например, в Голландии, где территория расположена ниже уровня моря, ветряные мельницы стали основой систем откачки воды и осушения земли.

Водяные колеса были изобретены уже очень давно, более пяти тысяч лет назад в различных странах, таких как Египет и Китай, где они использовались для поднятия воды для орошения полей. Позднее водяные мельницы начали приводить в движение станки и кузнечные меха. Конечно, все эти источники энергии также были связаны с солнечной энергией. Более 20% солнечной энергии, попадающей на землю, обеспечивает гидравлический цикл планеты, включающий испарение, конвекцию, осадки и поверхностный сток. Солнечное излучение, нагревающее землю и воду, вызывает механизмы атмосферной циркуляции, создавая ветер, океанические течения и ветровые волны. Таким образом, образуются вторичные возобновляемые источники солнечной энергии, такие как ветровая и волновая энергия, а также энергия океанических течений. С развитием промышленности, транспорта, появлением станков и машин требовалось все больше энергии. Водяные и ветряные колеса уже не могли удовлетворить энергетические потребности человечества.

Появление паровой машины сопровождалось первой промышленной революцией. Так началась эпоха тепловой энергетики, которая продолжается уже более двух с половиной веков. Сегодня мы до сих пор живем в эпоху тепловой энергетики, основанной на 80-85% сжигании угля, нефти и газа, которые являются невозобновляемыми источниками топлива. Эти виды топлива представляют собой солнечную энергию, запасенную в органических веществах за многие тысячи и миллионы лет и заключенную в недрах земли.

Современная тепловая энергетика использует накопленную солнечную энергию, хранящуюся в земле. Основные источники первичной энергии, используемые человеком в настоящее время, приведены на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1-Основные источники энергии

История развития энергетики показывает, что человечество уже давно использует солнечную энергию. Однако в основном мы использовали ископаемые источники энергии, такие как уголь, нефть и газ, которые оказывали серьезное негативное воздействие на человека и окружающую среду. Однако сегодня можно утверждать, что эра ископаемых источников энергии подходит к концу, о чем свидетельствует энергетический, экологический и экономический кризис в мировом энергетическом секторе.

Основные причины и движущие силы этого кризиса связаны со следующими аспектами:

1) Неминуемый срок истощения ископаемых ресурсов. Запасы ископаемых ресурсов на планете ограничены, и их точная величина зависит от наших знаний, инженерных исследований и конечных экономически выгодных условий, при которых добыча останется эффективной и рентабельной. В настоящее время ископаемые ресурсы являются основой энергетического сектора в большинстве стран мира, включая Казахстан, но они по определению не возобновляемы, конечны и будут истощены в ближайшем будущем. Быстрому истощению ископаемых ресурсов способствует так же их неэффективное и не экономичное использование. Анализ процесса преобразования химической энергии ископаемых ресурсов в электрическую

энергию показывает, что общая эффективность этого процесса через добычу, транспортировку, концентрацию и сжигание составляет всего 10-15%.

2) Обострение глобальных экологических проблем, связанных с деятельностью топливно-энергетических комплексов. Тепло энергетические объекты загрязняют окружающую среду продуктами сгорания в виде соединений азота, серы, углерода, выбросов пыли и золы, усугубляя глобальный экологический кризис, который с каждым годом становится все хуже. В 1999 году произошло 700 крупных экологических катастроф, но за последнее десятилетие их число неуклонно растет, а масштабы и экономический ущерб от этих катастроф неуклонно возрастали.

В связи с этой ситуацией человечество изучает и предлагает технологии по снижению загрязнения окружающей среды. В Повестке дня на 21 век, одним из самых важных политических заявлений, принятых ООН, есть четкое заявление об энергии: "Энергия важна для экономического и социального развития и для улучшения качества жизни". Однако если технологии останутся прежними, а общий объем производства и использования энергии существенно возрастет, большая часть мирового потребления энергии не сможет быть устойчивой. Сокращение выбросов парниковых газов и других газов и веществ в атмосферу должно все больше достигаться за счет повышения эффективности производства, передачи, распределения и потребления энергии, а также за счет использования экологически чистых энергетических систем, особенно основанных на новых и возобновляемых источниках энергии".

1.2 Потенциал солнечной энергетики

Казахстан обладает значительным потенциалом солнечной энергии. Солнце является избыточным источником энергии в стране благодаря ее обширной территории и большому количеству солнечных часов.

В Казахстане количество солнечных часов колеблется от 2200 до 3000 часов в год, а общая дневная радиация при фактической облачности в республике составляет от 3,8 до 5,2 кВтч/м². Для сравнения, во Вьетнаме средняя солнечная радиация составляет 2200 часов (от 2,4 до 5,9 кВтч/м²), в Китае - 2500 часов (от 4,5 до 6 кВтч/м²), а в Германии, Великобритании, Норвегии и Японии - менее 1000 часов в год. Такое сравнение позволяет четко определить перспективные природные условия для развития солнечной энергетики в Казахстане.

Потенциал для развития различных форм солнечной энергетики в Казахстане высок, включая установку фотоэлектрических панелей и солнечных тепловых систем. Солнечная энергия может использоваться для выработки электроэнергии в отдаленных районах, особенно в сельской местности, не имеющей доступа к электросети. Она также может быть использована в

больших масштабах для создания солнечных электростанций и снижения зависимости от традиционных источников энергии, таких как уголь и газ.

Развитие солнечной энергетики в Казахстане дает значительные экологические и экономические преимущества. Она может снизить выбросы парниковых газов и других вредных веществ и уменьшить зависимость от импорта энергоносителей. Солнечная энергия также является возобновляемым ресурсом и способствует устойчивому, долгосрочному развитию энергетической системы страны.

В целом, Казахстан имеет все возможности для развития солнечной энергетики и использования ее потенциала для достижения энергетической независимости, сокращения выбросов и содействия устойчивому развитию.



Рисунок 1.2-Фотоэлектротепловая станция (ФЭТС)
для автономного энергоснабжения

2 Электромобили, структура и принцип работы

В последние годы электродвигатели становятся все более популярными. Интересным аспектом электродвигателей является то, что они могут использоваться самостоятельно или в сочетании с двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Автомобили, в которых сочетаются эти две технологии (электродвигатель и двигатель внутреннего сгорания), называются гибридными. Однако следует отметить, что электродвигатель, используемый на производственном предприятии, отличается от электродвигателя, установленного непосредственно в электромобиле. Последний требует большей мощности. Ученые все чаще проводят различие между электромобилями и другими электрическими устройствами. Помимо типа двигателя, основными показателями электромобиля являются мощность, крутящий момент, напряжение, скорость и сила тока. Эти факторы определяют способ обслуживания транспортного средства. Существуют различные типы двигателей для электромобилей, и группируются соответствующим образом.

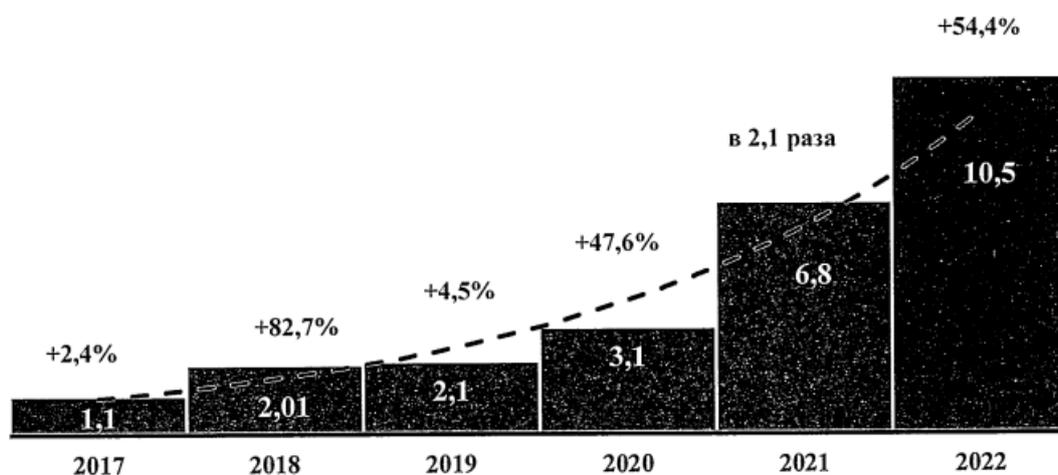


Рисунок 2.1-Динамика мировых продаж электромобилей (млн ед)

Принцип работы двигателей электромобилей основан на преобразовании электрической энергии во вращающуюся механическую энергию. Статор и ротор являются основными участниками процесса преобразования энергии.

Как работают обычные электродвигатели? Магнитное поле статора воздействует на катушки ротора. Возникает вращающий момент. Ротор начинает двигаться. Важной особенностью обычных электромобилей является отсутствие дифференциала, коробки передач, зубчатых колес или шестерен. Энергия от электродвигателя передается непосредственно на колеса. Многие "гибридные автомобили" с электродвигателем и двигателем внутреннего сгорания также не имеют коробки передач. Исключением является "гибридный

автомобиль", который передает крутящий момент на колеса в параллельной системе. Это объясняется в разделе "Гибридный автомобиль" данной статьи.

Принцип работы электродвигателя заключается в том, что магнитные полюса магнитов ротора и статора притягиваются и отталкиваются друг от друга. Движение происходит за счет самого магнитного поля и инерции.

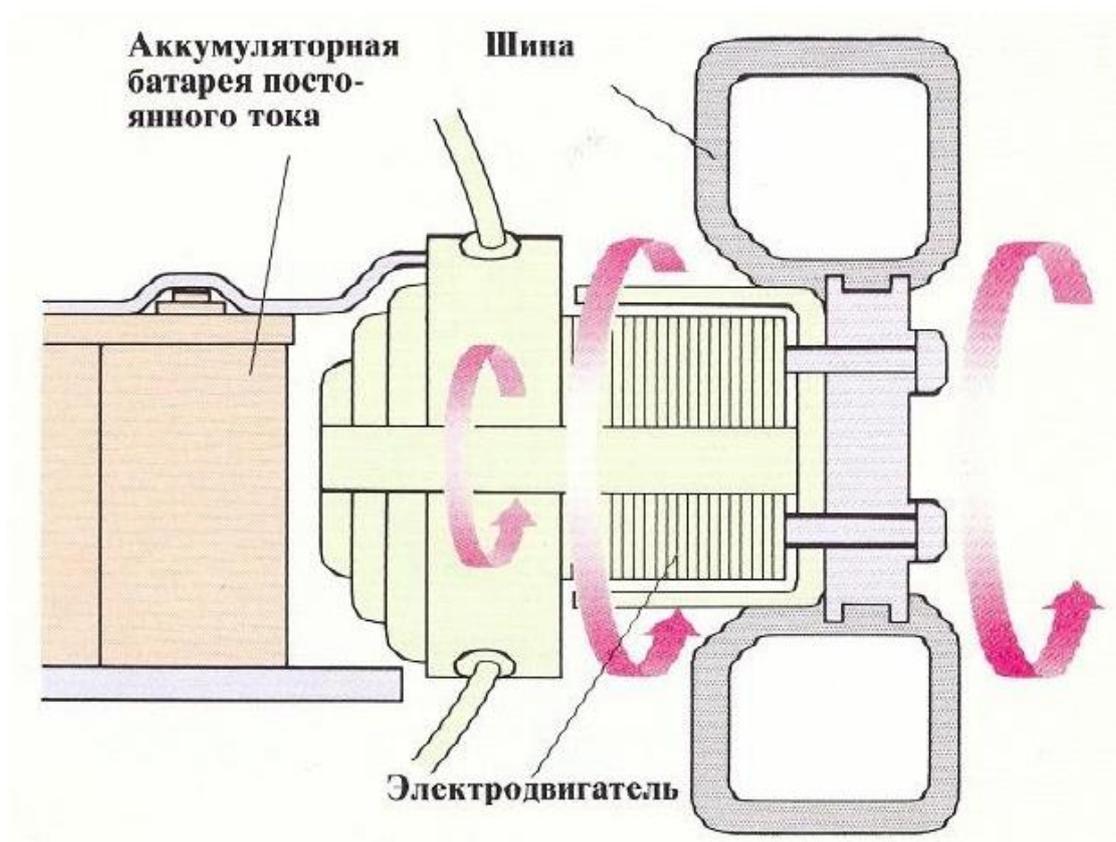


Рисунок 2.2-Принцип работы электродвигателя

При объяснении принципа работы электродвигателя уже упоминалось, что основными компонентами электродвигателя автомобиля являются «ротор» и «статор». «Ротор» - это вращающийся компонент двигателя. «Статор» является неподвижным. Отвечает за создание постоянного магнитного поля.

1) «Ротор» автомобильного двигателя состоит из сердечника, обмоток и вала. В некоторых электродвигателях частью ротора также является коллектор.

«Сердечник» представляет собой металлический стержень с расположенными вокруг него обмотками. Магнитная цепь двигателя замыкается непосредственно через сердечник. Сердечник изготовлен из круглой стальной пластины. Он имеет слоистую структуру, напоминающую пирог. При изготовлении сердечника используются листы изоляционной стали с добавлением кремния. При этом достигается повышение КПД

электродвигателя, снижение удельных потерь металла на единицу массы и уменьшение значения Фуко размагничивающих вихревых токов, возникающих при перемагничивании сердечника. Поверхность сердечника имеет продольные пазы. Через них проходят обмотки.

«Вал» - это металлический стержень, непосредственно передающий вращающий момент. Он также изготавливается из электротехнической стали. Он служит основанием для крепления сердечника. На конце вала находятся винты, пазы для шестеренок, подшипники качения и шкивы.

«Коллектор» - это узел, соединенный с валом. Он состоит из системы медных пластин. Он отделен от вала. Он действует как выпрямитель переменного тока и дивертор тока (в зависимости от типа электродвигателя).

2) «Статор состоит из каркаса статора, сердечника и обмоток:

Опорой статора является корпус статора. Корпус обычно изготавливается из алюминия или чугуна. Алюминиевые статоры обычно используются в двигателях легковых автомобилей, а чугунные - в специальных машинах, которые должны работать в условиях повышенной вибрации. Рама служит основанием для крепления главного и вспомогательного полюсов.

Сердечник статора имеет цилиндрическую форму и изготовлен из профилированного стального листа. Он крепится болтами к внутренней стороне рамы. Пазы для намотки.

Обмотка. Генерирует магнитный поток. Генерирует электродвижущую силу при пересечении проводников ротора.

Электродвигатели классифицируются в зависимости от типа источника питания привода, конструкции щеточно-коллекторного узла и количества фаз, на которые подается напряжение:

1) По типу источника питания привода. Агрегаты можно разделить на двигатели переменного и постоянного тока: Двигатели постоянного тока обеспечивают более точное и плавное регулирование скорости и более высокий КПД; Двигатели переменного тока полезны там, где важна высокая перегрузочная способность; Двигатели постоянного тока могут использоваться в самых разных областях, например, в пищевом производстве, в оборудовании для обработки пищевых продуктов и в другом оборудовании. Они подходят для погрузочно-разгрузочных машин. Однако существуют универсальные двигатели, которые могут работать на переменном и постоянном токе.

Со щеточно-коллекторной структурой. Двигатели могут быть бескоммутаторными и коллекторными. Бескоммутаторные двигатели работают с использованием постоянных магнитов для привода ротора. В этой конструкции отсутствует щеточно-коллекторный узел. Такое решение обеспечивает достаточный крутящий момент, широкий диапазон скоростей и высокий КПД. Важными преимуществами бескоммутаторных двигателей являются надежность, самосинхронизация и возможность питания переменным напряжением. Ресурс бескоммутаторных двигателей ограничен только ресурсом подшипников. Коллекторные двигатели оснащены щелочным коллектором в сборе. Он может использоваться и как выключатель тока для

обмотки, и как датчик положения ротора, что удобно и не требует контроллера. Проблема коллекторных моделей заключается в том, что они основаны на постоянных магнитах, которые, к сожалению, известны тем, что со временем теряют свои свойства.

По количеству питаемых фаз. В зависимости от того, как подается питание на обмотки, электродвигатели могут быть однофазными или трехфазными. Трехфазные решения широко используются в автомобильной промышленности благодаря своим многочисленным техническим характеристикам (мощность, перегрузочная способность, скорость холостого хода).

2.1 Преимущества и недостатки электродвигателей

Преимущества электродвигателей значительно перевешивают недостатки. Более того, развитие как конструкции электропривода, так и инфраструктуры зарядки означает, что многие вещи, которые вчера казались критическими, сегодня уже не актуальны.

2.1.1 Преимущества.

1) Отсутствие необходимости в "блокировке". Крутящий момент достигает своего максимального значения непосредственно при запуске. Поэтому электродвигателям не нужен стартерный двигатель или сцепление, которые необходимы для двигателей внутреннего сгорания.

2) Удобство. Реверсивное вращение (для корректировки направления вращения двигателя), просто меняя полярность, не требует сложной коробки передач.

3) Эффективность. Достигает 95% в автомобилях с электродвигателями.

4) Высокая независимость. Максимальный крутящий момент на любой скорости.

5) Двигатели легкие. Производители могут позволить себе выпускать компактные автомобили.

6) Возможна полная рекуперация энергии торможения. В автомобилях с двигателями внутреннего сгорания кинетическая энергия просто поступает в колодки (и стирается), в то время как в электромобилях двигатель может работать как генератор в режиме рекуперации. В режиме рекуперации электроэнергия просто преобразуется в другую форму и сразу же накапливается в аккумуляторе. Это решение особенно эффективно для автомобилей с большим тормозным путем. Количество вырабатываемой и накапливаемой электроэнергии сильно зависит от маршрута (рельеф местности, особенно наличие холмов на дороге и уклон дороги).

7) Эксплуатационные расходы автомобиля могут быть снижены. Зарядка может осуществляться от сети. Значительно дешевле, чем использование

дизельного топлива или бензина. По сравнению с бензиновыми автомобилями эконом-класса преимущества очевидны.

8) Низкий уровень шума.

9) В большинстве случаев двигатель не требует принудительного охлаждения.

10) Экологичность. Использование электродвигателей снижает количество выхлопных газов в атмосфере.

2.1.2 Недостатки

Долгое время считалось, что главным недостатком электродвигателей является их зависимость от аккумуляторов, которые быстро выходят из строя. Однако это уже не так. Современные серийно выпускаемые батареи электромобилей гарантируют запас хода в 150 000-200 000 км. То, что электромобили уступают бензиновым по мощности, также потеряло свою актуальность. Электрический привод современных электродвигателей больше не уступает двигателю внутреннего сгорания.

Поэтому правильно предположить, что недостатки электромоторов - это не конструктивные недостатки, а отсутствие адекватной инфраструктуры для зарядки электромобилей. В США и Скандинавии электромобили легко заряжаются, но в Западной и Центральной Европе до недавнего времени существовали проблемы с инфраструктурой для зарядки.

2.2 Структура электромобиля

При оценке электродвигателей важно обратить внимание на общую структуру электромобиля. Если анализировать электродвигатель не изолированно, а как часть системы электропривода, становится ясно, что электродвигатель - это "сердце", один из основных строительных блоков. Однако электромобиль может работать только тогда, когда все остальные "органы" - компоненты системы электропривода - находятся на своих местах:

1) Блок аккумуляторов - это бортовое зарядное устройство. Он позволяет заряжать аккумулятор от бытовой электросети.

2) Коробка передач. Наиболее распространенная и простая одноступенчатая коробка передач и бесступенчатая трансмиссия с гидротрансформатором (для пуска), которая плавно изменяет соотношение скорости и крутящего момента между двигателем и ведущими колесами автомобиля во всем диапазоне скоростей и тяги.

3) Инверторы. Назначение инвертора - преобразование высокого постоянного напряжения батареи в трехфазное переменное напряжение.

4) Электронная система управления (блок управления). Отвечает за управление функциями, связанными с энергосбережением, безопасностью и комфортом. Отвечает за оценку заряда батареи, оптимизацию режимов

движения, управление тягой, контроль потребляемой энергии и напряжения, ускорение и рекуперативное торможение.

2.3 Процесс зарядки электромобиля

Зарядные устройства для электромобилей работают по принципу индуктивной зарядки. Здесь для передачи энергии между двумя проводниками используется электромагнитное поле. Первый конец подключается к источнику питания, а другой - к аккумулятору. Зарядное устройство создает магнитное поле вокруг катушки, и это поле проводит ток в катушку. Этот ток поступает в аккумулятор и заряжает электромобиль.

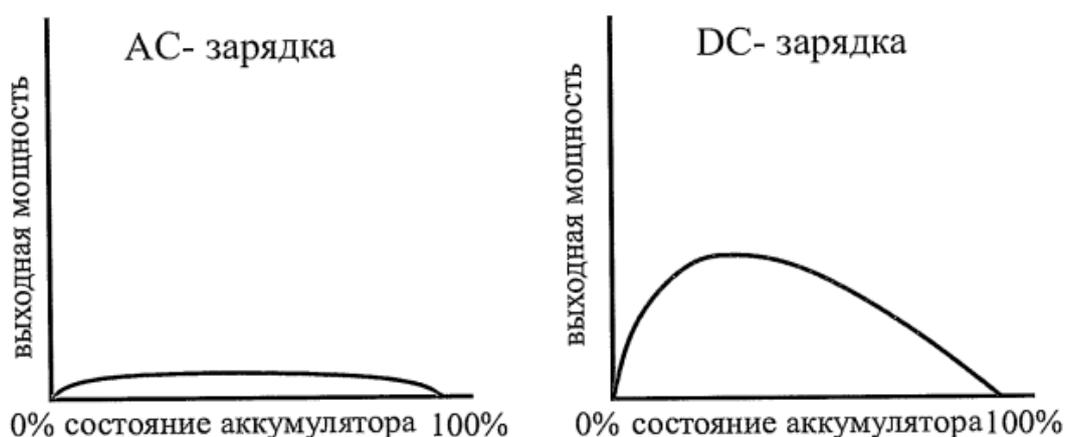


Рисунок 2.3-Процесс зарядки аккумулятора при постоянном и переменном токе

Блок управления: контролирует подачу электроэнергии в зарядное устройство и регулирует процесс зарядки. Источник питания: накапливает электроэнергию, используемую для зарядки. Источник питания подключен к блоку управления, который регулирует подачу электроэнергии в зарядное устройство. Источник питания подает ток на зарядное устройство, который передается на аккумулятор через катушку. Когда электромобиль подключен к точке зарядки, энергия из сети поступает от точки зарядки к аккумулятору автомобиля. В точке зарядки имеется контроллер, который регулирует поток энергии, поступающей в аккумулятор автомобиля. Контроллер заряжает батарею безопасно и эффективно и предотвращает перегрев зарядного устройства. Он также может контролировать состояние батареи и предоставлять информацию о полном заряде.

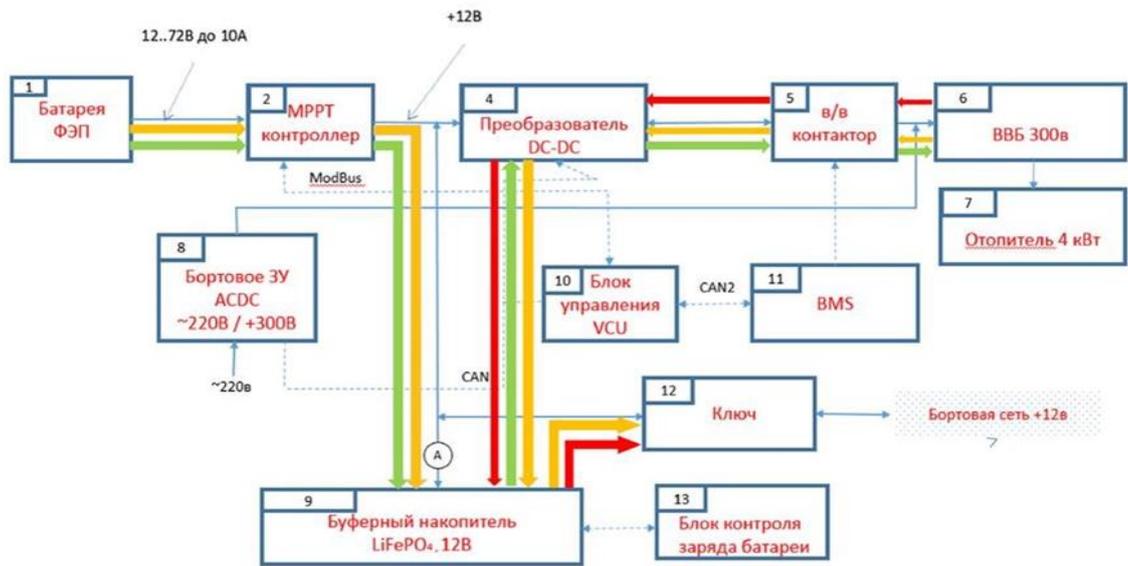


Рисунок 2.1-Режим работы энергообеспечения электромобиля

3 Интеграция солнечной энергии с двунаправленными зарядными устройствами для электромобилей

Поскольку все больше водителей переходят на электромобили, электрическая мобильность быстро становится новой нормой. Станции зарядки электромобилей увеличивают потребление электроэнергии. В прошлом году продажи электромобилей выросли на 65% в Европе и более чем в два раза в США по сравнению с 2020 годом.

Развитие технологии подключаемых электромобилей (PEV) стало очень популярным за последние несколько лет. Недавние исследования показали, что если электромобили заменят половину всех автомобилей на дорогах, то количество вырабатываемой электроэнергии увеличится всего на 8%. Эти результаты способствуют дальнейшему развитию PEV. Несмотря на такое небольшое увеличение выработки электроэнергии, нерегулярная зарядка, особенно в летний пиковый период, перегружает существующую электросеть. Хотя в будущем количество электромобилей будет расти по всему миру экспоненциально, следует признать, что электромобили увеличат общий спрос на электроэнергию и потребуют значительной модернизации инфраструктуры передачи и распределения электроэнергии.

В данном документе рассматривается возможность использования двустороннего зарядного устройства от транспортного средства к сети в сочетании с фотоэлектрическими системами для электромобилей. Двусторонняя зарядка аккумулирует солнечную энергию от фотоэлектрической системы электромобиля и возвращает ее в бытовую сеть вечером или когда она необходима электроприборам. Эта технология защищает окружающую среду, экономит финансовые ресурсы и предлагает новые стимулы для перехода к "зеленой" энергетике.



Рисунок 2.7-Шкаф заправки электромобиля от защите окружающей среды

3.1 Применение двунаправленных зарядных устройств для электромобилей

Все больше водителей осознают преимущества электромобилей и удобство зарядки в домашних условиях. Естественно, все больше людей интересуются функциями интеллектуальной зарядки электромобилей, которые обладают рядом интеллектуальных функций, позволяющих оптимизировать процесс зарядки. Хотя популярность электромобилей неоспорима, их батареи по-прежнему считаются скорее недостатком, чем преимуществом. Но что если бы батареи электромобилей могли не только потреблять энергию, но и служить в качестве накопителя и источника питания? Функции интеллектуальной зарядки делают это возможным (см. рис. 2.7). Эти новые технологии подают большие надежды, поскольку они способны изменить принцип работы электросети и способ использования электромобилей.

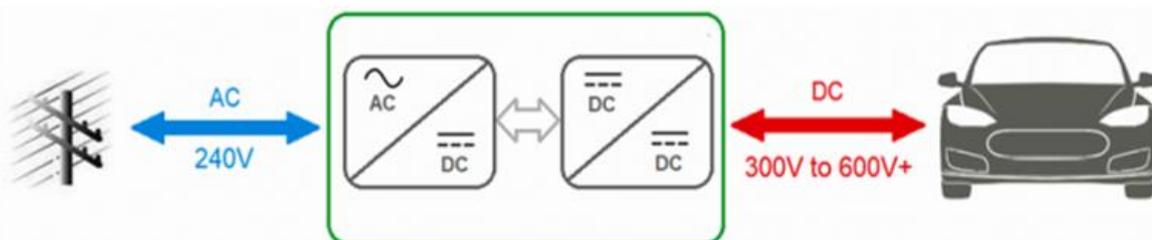


Рисунок 2.7-Аккумулятор электромобиля – как актив

Статистика показывает, что в среднем автомобили проводят за рулем только 4 процента своего времени. Остальные 96 процентов времени тратятся на холостой ход, что означает, что большую часть дня автомобиль проводит на холостом ходу. В отличие от автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, электромобили оснащены большой батареей, которая может хранить значительное количество электрической энергии. Эта емкость батареи может быть использована для хранения электроэнергии из сети и обеспечения дополнительной мощности для стабилизации колебаний потребления энергии. Интеллектуальные зарядные устройства используют аккумуляторы электромобилей для обеспечения двусторонней связи между автомобилем и электросетью (технология vehicle-to-grid, V2G). Зарядное устройство позволяет электромобилям временно подавать электроэнергию в сеть в соответствии с потребностью в электроэнергии в данный момент. Для электросети это большое преимущество, поскольку батареи электромобилей могут быть использованы для удовлетворения пикового спроса на электроэнергию без необходимости увеличения количества вырабатываемой электроэнергии. Это также важный инструмент для сглаживания колебаний в производстве возобновляемой энергии путем компенсации времени, когда солнце не светит или ветер не дует. По мере распространения и развития электромобилей

электросети должны будут принимать быстрое увеличение числа электромобилей, требующих зарядки от индивидуальных потребителей или коммерческих сетей. Двусторонняя зарядка (Vehicle-to-Grid, V2G) помогает снизить нагрузку на электросеть, обеспечивая временное резервное питание и поставляя энергию в сеть для стабилизации пиков спроса. Чем больше водителей электромобилей согласны питать сеть, тем легче сети удовлетворять пики спроса. Таким образом, электросетевые компании могут минимизировать крупные инвестиции в более мощную инфраструктуру и оборудование.



Рисунок 2.8-Растущий спрос на подключаемые электромобили и многие другие технологии, требующие электрической энергии, могут увеличить нагрузку на электрические сети на 38% к 2050 году

3.2 Преимущества использования двунаправленных зарядных устройств для владельцев электромобилей

Владельцы электромобилей также могут получить выгоду от электросети различными способами. Владельцы электромобилей могут получать стимулы непосредственно от электросетевых компаний. Например, можно договориться о том, чтобы владельцы электромобилей получали компенсацию за электроэнергию, которую они возвращают в сеть, или о снижении тарифов на электроэнергию. В настоящее время тарифы на электроэнергию оплачиваются

по дифференцированной тарифной структуре. Более высокие тарифы применяются в пиковые периоды, когда спрос на электроэнергию высок и электроэнергетическим компаниям необходимо увеличить производство. В эти пиковые периоды двунаправленная зарядка электромобилей может стать решающим инструментом для снижения нагрузки на электросеть и действовать как децентрализованное решение для хранения энергии, уменьшая объем необходимой выработки электроэнергии и снижая цены на нее. Кроме того, электрическая энергия из аккумуляторов электромобилей может использоваться для питания дома, а не возвращаться в электросеть. Поскольку ежедневные поездки на работу редко бывают продолжительными, владельцам электромобилей не придется ежедневно пополнять заряд аккумуляторов. Электромобили для домашнего использования могут контролировать потребление энергии и передавать часть энергии из сети в непиковые периоды, когда цены на энергию низкие. Электромобили заряжаются, когда люди находятся дома. В это время многие приборы в доме включены и потребляют большое количество электроэнергии из сети. При использовании двунаправленного зарядного устройства часть энергии, накопленной в электромобиле, может быть использована для электроприборов, что позволяет снизить потребление электроэнергии из сети. Когда электроприборы выключены, аккумуляторы электромобиля заряжаются ночью электроэнергией из сети и пользуются преимуществами низких в непиковых тарифах. Таким образом, перевод части потребляемой электроэнергии в непиковые тарифы может напрямую снизить счета за электричество. Это может быть очень выгодно, поскольку пиковое потребление электроэнергии в типичном домохозяйстве составляет от 5 до 15 кВт. Полностью заряженный автомобильный аккумулятор емкостью 30-100 кВт·ч теоретически может работать в течение нескольких дней. Он также может выступать в качестве резервного источника питания в случае отключения электроэнергии и обеспечивать дом электричеством без генератора или аккумулятора. Это не только экономически эффективный источник энергии, но и обеспечивает большую независимость от электросети. Помимо экономии средств, двунаправленные зарядные устройства позволяют предотвратить перегрузки по току, обеспечивая дополнительный источник энергии, когда спрос на электричество превышает возможности, которые может предоставить электросеть.

3.3 Интеграция солнечной энергии с электромобилями

Двунаправленные зарядные устройства для электромобилей могут дополнительно улучшить энергопотребление дома за счет выработки дополнительной солнечной энергии с помощью солнечных панелей. Солнечные (фотоэлектрические) панели вырабатывают электроэнергию только тогда, когда

светит солнце, а это может быть не то время, когда вы используете больше всего энергии. Например, больше электроэнергии можно использовать вечером, когда солнце садится и готовится ужин. В бытовых электромобилях возобновляемая энергия, вырабатываемая солнечными панелями, может накапливаться и использоваться для зарядки электромобиля в течение дня, а часть энергии используется для удовлетворения спроса на электричество в ночное время. В ночное время электромобили сами обеспечивают себя энергией, поэтому нет необходимости покупать электроэнергию у электрокомпаний. Также можно установить порог зарядки, чтобы электромобиль оставался полностью заряженным на следующий день и не потреблял больше энергии, чем ему необходимо для обычных поездок.

Солнечная энергия также снижает потребность в капитальных инвестициях в инфраструктуру передачи и распределения электроэнергии для удовлетворения растущего спроса на зарядку электромобилей. Как правило, спрос на электроэнергию возрастает около 7 часов утра, остается относительно стабильным, затем снова возрастает около 8 часов вечера и достигает пика около 9 часов вечера. Когда солнечные электростанции интегрируются в общий энергобаланс, спрос на электроэнергию из традиционных источников (тепловых, атомных и гидроэлектростанций) снижается в течение дня, поскольку солнечная энергия вырабатывается в период между восходом и заходом солнца. Основной проблемой при интеграции возобновляемых источников энергии в электросеть является быстрое увеличение мощности электростанций в вечерние часы для поддержания баланса спроса и предложения. В то время как электростанции базовой нагрузки работают в течение всего дня, электростанции промежуточной и пиковой нагрузки работают только часть дня. Быстрое включение и выключение электростанций приводит к неэффективности и высоким затратам. Поэтому решения по снижению пиков и впадин и выравниванию нагрузки могут помочь интегрировать больше возобновляемой энергии в сеть..

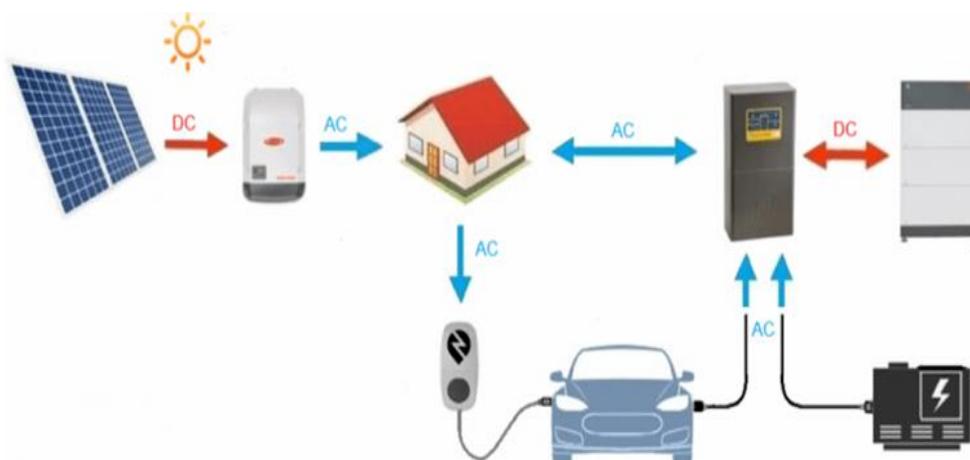


Рисунок 2.9-Интеграция солнечной энергии с электромобилями

3.4 Действующие примеры использования двунаправленной зарядки для электромобилей

До настоящего времени большинство установок для двунаправленной зарядки EV находились на экспериментальной стадии или представляли собой небольшие проекты, направленные на обеспечение энергией конкретных мест или объектов. Однако в последние годы интерес к этой новой технологии быстро растет, и в настоящее время в 24 странах мира существует множество проектов, использующих зарядные устройства этого типа. Европейские рынки продемонстрировали наибольшее признание технологии V2G, особенно благодаря различным проектам НИОКР. Основными рынками являются Франция, Великобритания, Нидерланды и Германия. На североамериканском рынке лидером является Канада. США также имеют тенденцию быть сильным рынком в этом секторе. В других странах основные возможности сосредоточены в Японии, Китае и Южной Корее. Китай также имеет относительно закрытый энергетический рынок. Однако это второй по величине автомобильный рынок в мире, с высокой плотностью электромобилей в некоторых городах (поэтому, когда рынок начнет развиваться, количество устройств V2G будет пропорционально выше). Стадион Йохана Кройфа в Амстердаме, домашний стадион футбольного клуба "Аякс", является интересным примером. На этом стадионе посетители могут активно участвовать в энергоснабжении стадиона путем интеллектуальной интеграции своих электромобилей в энергосистему стадиона. Некоторые производители, такие как Ford F-150 Lightning и Nissan Leaf, уже начали разработку двусторонних зарядных устройств для электромобилей. Однако функция двусторонней зарядки будет работать только с этими моделями, специализированными зарядными станциями и программным обеспечением. Компания Nissan North America в партнерстве с компанией Fermata Energy, специализирующейся на подключении транспортных средств, запустила новую пилотную программу по частичному переоснащению своей североамериканской штаб-квартиры во Франклин, штат Теннесси, технологией двусторонней зарядки в рамках инициативы "Nissan Energy Share". Отсутствие стандартизированных протоколов двунаправленной зарядки EV и типов разъемов препятствует массовому внедрению двунаправленных зарядных станций. Ожидается, что такие станции зарядки EV станут широко доступны в ближайшие три-пять лет.

3.5 Безопасность двунаправленной зарядной станции для аккумуляторной батареи

Наиболее важным вопросом для любой батареи, особенно для электромобилей, является срок службы батареи. Каждый водитель хочет, чтобы его автомобиль прослужил долго, и работа аккумулятора имеет для этого решающее значение. Как и многие другие компоненты, аккумулятор в электромобиле изнашивается в процессе эксплуатации. С каждым циклом зарядки аккумулятор изнашивается все больше, и в конечном итоге количество энергии, которое он может вместить, уменьшается, что может сократить дальность хода автомобиля. Однако этот показатель очень мал: по оценкам, скорость уменьшения емкости батареи электромобиля составляет около 2-3 процентов в год. Это означает, что если электромобиль с первоначальным запасом хода 240 км используется в течение пяти лет, то запас хода сократится всего на 27 км. На практике длительное неиспользование полностью заряженного аккумулятора оказывает более пагубное влияние на срок службы батареи, чем обычное ежедневное использование. По этой причине большинство производителей рекомендуют поддерживать уровень заряда батареи в пределах 20-80% для поддержания оптимальной производительности. Это подтверждается анализом деградации батарей EV при использовании двунаправленного зарядного устройства для подачи энергии в сеть. Результаты показали, что при управлении зарядкой с помощью интеллектуальных алгоритмов не происходит значительной потери емкости батареи по сравнению с обычным режимом работы.

4 Расчеты

4.1 Выбор мощности зарядки и частоты использования

Для начало надо выбрать с какой мощностью будет заряжаться электромобиль. В данное время минимальная мощность является 3,7 кВт, а вот средняя идет 6 до 22 кВт. Так же в новых моделях той же Tesla, Zeekr, Audi и т.д. мощность зарядки может достигать 60 кВт и больше. Но они идут как быстрозаряжающиеся зарядки. Такие зарядки могут испортить качество и длительность работы аккумулятора.

В данном расчете выбираем мощность зарядки **6 кВт**, так как он очень распространен в Казахстане.

По статистикам по электромобилям говорится, что в среднем каждый владелец электромобиля заряжает машину около **4 часа**, так как в городе невозможно полностью разрядить аккумулятор машины.

Машину мы используем 7 раз в неделю, потому что это средство передвижения. Получается в неделю тратиться 28 часов для зарядки машины:

$$6000 \text{ Вт} \cdot 28 \text{ ч} = 168000 \text{ Втч/нед}$$

В итоге каждую неделю нам нужно вырабатывать 168 кВт энергий в неделю, чтобы стабильно заряжать и использовать электромобиль.

4.2 Выбор инвертора

Существует два основных критерия выбора инвертора:

- 1) По номинальной мощности
- 2) По перегрузочной мощности

Мощность зарядки электромобиля в данном расчете является 6 кВт, и смотря на мощность выбирается инвертор модели МАП SIN 48 – 220 9 кВт



Рисунок 4.2-Инвертор модели МАП SIN 48 – 220 9 кВт

Таблица 4.2-Характеристики инвертора

Максимальная мощность Вт.	9 000
Пиковая мощность, 5 сек. Вт.	13 000
Номинальная мощность Вт.	6 000
Аккумуляторное напряжение В.	48
Максимальная суммарная ёмкость АКБ А\ч	3 200 (100% заряд 24 часа)
Минимальная суммарная ёмкость АКБ А\ч	400
Выходное напряжение В.	220
Частота выходного напряжения Гц.	50 (+0,1%)
Время переключения инвертор - сеть	= 0 мс
Сеть – инвертор	2-4 мс.
Защита при перегрузке\перегреве	Да
Работа с К в т.ч. в качестве мощного UPS	Да
Стабилизация сетевого напряжения	Да
Умощнение электросети	Да
Температурный диапазон	-25 С ... +35 С
Вес Кг.	46
Габариты дл.\гл.\выс.\(См.)	56\46\21

Вычислим нагрузку постоянного тока на аккумуляторы, в неделю, для питания инвертора.

Коэффициент полезного действия инвертора принимается 90 процентов. Поэтому общее потребление нагрузки умножается на 1,1:

$$168000 \cdot 1,1 = 184800 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$$

Чтобы получить полную токовую нагрузку через АКБ (аккумуляторная кислотная батарея) нужно нагрузку постоянного тока на аккумулятора разделить на входное напряжение инвертора. Входное напряжение инвертора по характеристике равно 48 В.

$$\frac{184800}{48} = 3850 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

Общее количество А · ч в неделю потребляемое всей нагрузкой равно 3850 А · ч или же 184,8 кВт · ч/неделю.

Разделить на 7 дней, получим 550 А · ч или 26,4 кВт · ч/сутки.

4.3 Расчет аккумуляторной батареи

По полученным данным в разделе 4.2 мы знаем что потребность электричества в день равно 550 А · ч/сутки. Но также есть и дни когда не бывает солнца, то есть пасмурные дни. В такие дни солнечная энергия не вырабатывается, получается нам нужно запасаться энергией. По данным Kazhydromet.kz в Алматы пасмурные дни бывают в среднем 2-3 дня. По этим данным получим, что число дней автономного электроснабжения без подзаряда равно 2 дням. То есть:

$$550 \cdot 2 = 1100 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

1100 А · ч это минимальное количество электричества, которое нужно запасти в АБ (аккумуляторная батарея).

У всех АБ бывают глубины разряда. Глубина разряда это минимальное значение напряжения, до которого может быть разряжен аккумулятор без ухудшения его технических параметров. У АБ при разрядах на 70% срок службы бывают огромными. То есть 0,7.

$$1100 \cdot 0,7 = 770 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

770 А · ч это реальная энергия с учетом того глубины разряда.

По полученным данным был выбран АБ 200Ач Senrgy (12В, 200Ач)



Рисунок 4.3-АБ 200Ач Senrgy (12В, 200Ач)

Таблица 4.3-Характеристики АБ

Тип аккумуляторной батареи	AGM – аккумулятор
Номинальное напряжение В.	12
Количество ячеек	6
Емкость А · ч.	200
Внутреннее сопротивление мОм.	4,2
Максимальный ток разряда А.	1200 (5 Сек)
Саморазряд А.	30

Чтобы определить сколько АБ нужно для нашей станций, нужно поделить реальную энергию на номинальную емкость аккумулятора:

$$\frac{770}{200} = 3,85 \approx 4$$

4 это число цепочек аккумуляторных батареи соединенных параллельно с запасом.

Разделить номинальное напряжение на напряжение одного АКБ, это число батарей, соединенных последовательно:

$$\frac{48}{12} = 4$$

Находим общее количество аккумуляторных батарей:

$$4 \cdot 4 = 16$$

В итоге, после соединения одиночных аккумуляторный блок ёмкостью:

$$200 \cdot 4 = 800 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

Посчитаем общую энергоёмкость нашей системы:

$$800 \cdot 48 = 38400 \text{ Вт} \cdot \text{ч/сутки}$$

4.4 Расчет количества и выбор солнечных панелей

Нужно учитывать потери на заряд-разряд аккумуляторной батареи. Эти потери равняются 20%:

$$26,4 \cdot 1,2 = 31,68 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сутки}$$

Так же нужно учитывать среднее количество пиковых солнечных часов в нашей местности. Пиковые солнечные часы это – промежуток времени в котором вырабатывается максимальная часть энергий. В Алматы оно равно 5 дням.

$$\frac{31,68}{5} = 6,336 \text{ кВт}$$

6,336 кВт это требуемая мощность солнечной батареи.

Приняв все выше полученные значения и сравнив качество и цену, была выбрана солнечная панель 550Вт TH550PMB6-58SC TWsolar Shingled. Пиковая мощность равна 550 Вт



Рисунок 4.4-Солнечная панель 550Вт TH550PMB6-58SC TWsolar Shingled

Для определения количества модулей нужно разделить требуемую выработки мощность на мощность панелей:

$$\frac{6336}{550} = 11,52 \approx 12$$

12 панелей с немного лишней энергией нужно чтобы обеспечивать дневную потребность станций.

Теперь нужно вычислить число модулей, соединенных последовательно, для обеспечения требуемого выходного напряжения постоянного тока. При последовательном напряжении будет максимальным. По характеристикам фотоэлектрического модуля его напряжение ровно 48 В:

$$\frac{48}{48} = 1$$

Упираясь полученным данным в пункте 4.4.5. чтобы определить количество цепочек:

$$\frac{12}{1} = 12$$

4.5 Выбор солнечного контроллера

Для мощных систем (более 500 Вт солнечных панелей), наиболее рациональным является использование контроллеров с МРРТ (maximum power point tracking - Отслеживание Точки Максимальной Мощности) так как его КПД выше, чем у обычного недорогого контроллера на 20%.

У нас по расчету в одной цепочке получилось 12 шт. Их общее напряжение при последовательном напряжений суммируется:

$$48 \cdot 12 = 576 \text{ В}$$

Следовательно, подойдет солнечный контроллер выдерживающий не менее 576 В напряжения на своём входе

Для определения тока заряда, который должен обеспечить солнечный контроллер, надо сначала посчитать общую мощность всех солнечных панелей:

$$550 \cdot 12 = 6600 \text{ Вт}$$

Общую мощность солнечных панелей делим на выбранное напряжение блока аккумуляторов и инвертора и получаем ток, который должен обеспечить солнечный контроллер:

$$\frac{6600}{48} = 137,5 \text{ А}$$

Надо выбирать контроллер с запасом по току, т.к. в некоторых случаях, солнечные панели способны выдать мощность выше паспортной.

Наиболее подходящим по этим параметрам является солнечный контроллер Conext XW-MPPT 80-600 контроллер солнечный высоковольтный 80А 600В х 2.



Рисунок 4.5-Солнечный контроллер Conext XW-MPPT 80-600

Таблица 4.4-Характеристики солнечного контроллера

Тип контроллера	MPPT
Номинальное напряжение В.	24/48
Номинальный ток заряда АКБ А	80
Макс. Мощность СБ, Вт.	2560/4800
Мин. Напряжение СБ, В.	600
Класс защиты	IP20
Температурный режим, С.	-20...+65
Размеры, мм.	760/220/220
Вес, кг	13,5

4.6 Итог расчётов

Таблица 4.5-Полученные данные входе расчетов

Наименование	Марка	Количество	Цена	Сумма
Солнечные панели	TH550PMB6-58SC TWsolar Shingled	12	128 102	1 537 228
Аккумуляторные батареи	200Ач Senrgy (12В, 200Ач)	16	135 000	2 160 000
Инвертор	МАП SIN 48 – 220 9 кВт	1	891 824	891 824
Солнечный контроллер	Conext XW-MPPT 80-600	2	878 924	1 757 849
Всего				6 346 901 тенге

4.7 Срок окупаемости

В данной стадий расчетов будут рассчитана срок окупаемости по двум тарифам электроэнергии:

- 1) 19 тг за кВт (физические лица)
- 2) 70 тг за кВт (коммерческие)

Таблица 4.6-Сравнение срок окупаемости при разных тарифах

	19	70
Потребление энергий в неделю, кВт	168	168
Потребление энергий в год, кВт	8736	8736
Экономия денег в год, тг	165 984	611 520
Время окупаций всей станций, лет	38	11
Время окупаций с периодичным обслуживанием, лет	-	14

Для полного сравнения выгоды данной электростанций, ниже приведено средние цены тарифов на электроэнергию:

Таблица 4.7-Средние цены в странах Европы на 2022 год в тенге

Страны	Для физических лиц	Для коммерческих
Дания	252	183
Бельгия	191	126

Продолжение таблицы 4.7

Страны	Для физических лиц	Для коммерческих
Ирландия	167	134
Чехия	166	97
Италия	163	166
Румыния	139	170
Германия	155	117

Возьмем для примера две страны Данию и Германию:

Таблица 4.8-Сравнение срок окупаемости при разных тарифах в Даний

Стоимость электроэнергии, тг	252	183
Потребление энергии в неделю, кВт	168	168
Потребление энергии в год, кВт	8736	8736
Экономия денег в год, тг	2 201 472	1 598 688
Время окупаций всей станций, лет	3	4
Время окупаций с периодичным обслуживанием, лет	1	2

Таблица 4.9-Сравнение срок окупаемости при разных тарифах в Германий

Стоимость электроэнергии, тг	155	117
Потребление энергии в неделю, кВт	168	168
Потребление энергии в год, кВт	8736	8736
Экономия денег в год, тг	1 354 080	1 022 112
Время окупаций всей станций, лет	5	7
Время окупаций с периодичным обслуживанием, лет	2	3

В заключений сравнений хочется сказать, что данная разработанная станция очень выгодно в странах где тарифы на электроэнергию высокая. В такие страны входят: США, Канада, страны Южной Америки и также страны Европы.

5 Сравнение затрат машин с электро двигателем и двигателем ДВС

5.1 Расчет годового расхода на машину с ДВС

Таблица 5.1-Годовой пробег машины с ДВС

Маршруты				
Маршрут	Длина, км	Кол-во поездок	Периодичность	Итого
Институт	25	5	В неделю	6 500
Магазин и покупки	5	3	В неделю	780
В гости	20	2	В неделю	2 080
На природу	50	2	В год	100
Работа	100	4	В неделю	20 800
			Годовой пробег, км	30 260

Таблица 5.2-Расход топлива за год

Средний расход топлива, л/100 км	Итого расход, л.	Стоимость 1л.	Итого затраты на топливо, тг
9,8	2965	208	616 720

Таблица 5.3-Расход на обслуживание

Действие	Стоимость	Количество	Период	Итого
Замена масла и фильтров	40 000	2	В год	80 000
Смена шин	8 000	2	В год	16 000
Полная мойка	3 000	24	В год	72 000
Страховка	27 000	1	В год	27 000
Налог	14 000	1	В год	14 000
Тормозные колодки	20 000	1	В год	20 000
Непредвиденные расходы	25 000	1	В год	25 000
Обслуживание всего автомобиля	50 000	1	В год	50 000

В итоге среднее статистический водитель кроссовера с двигателем ДВС в год тратит около 780 736 тг в год на содержание своего автомобиля

5.2 Расчет годового расхода на машину с электродвигателем

Таблица 5.4-Годовой пробег машины с электродвигателем

Маршруты				
Маршрут	Длина, км	Кол-во поездок	Периодичность	Итого
Институт	25	5	В неделю	6 500
Магазин и покупки	5	3	В неделю	780
В гости	20	2	В неделю	2 080
На природу	50	2	В год	100
Работа	100	4	В неделю	20 800
			Годовой пробег, км	30 260

Таблица 5.5-Расход топлива за год

Средний расход топлива, кВт*ч/100 км	Итого расход	Стоимость 1 кВт*ч	Итого затраты на топливо
15	4539	19	86 241
15	4539	70	317 730

Таблица 5.5-Расход на обслуживание

Действие	Стоимость	Количество	Период	Итого
Замена масла и фильтров	0	2	В год	0
Смена шин	8 000	2	В год	16 000
Полная мойка	3 000	24	В год	72 000
Страховка	27 000	1	В год	27 000
Налог	14 000	1	В год	0
Тормозные колодки	20 000	1	В год	20 000
Непредвиденные расходы	25 000	1	В год	25 000

Продолжение таблицы 5.5

Действие	Стоимость	Количество	Период	Итого
Обслуживание	10 000	1	В год	10 000
Итого затраты на обслуживание, тг				170 000

В итоге получается два ответа:

1) При зарядание электромашины дома, при тарифе 19 тг за кВт*ч. Затраты составили 256 241 тг.

2) При зарядание электромашины в зарядных станциях, при тарифе 70 тг за кВт*ч. Затраты составили 487 730 тг.

По итогам расчетов и сравнений было выявлено что в данный момент в Казахстане выгоднее использовать машину с электродвигателем, по причине того что электро энергия в стране является очень дешевой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение дипломной работы, посвященной разработке системы зарядки электромобиля от солнечных электростанций, можно сделать следующие выводы.

Исходя из проведенного исследования и разработки системы зарядки, можно с уверенностью сказать, что использование солнечной энергии в качестве источника питания для электромобилей является перспективным и эффективным решением. Солнечная электростанция позволяет генерировать чистую и возобновляемую энергию, что снижает негативное влияние на окружающую среду и помогает бороться с проблемой климатических изменений.

Разработанная система зарядки обладает рядом преимуществ, таких как автономность, независимость от сети электропитания и экономическая выгода. Путем эффективного использования солнечных панелей и аккумуляторных систем удалось создать устойчивую и энергоэффективную систему, которая может обеспечивать электромобиль надежной энергией даже в условиях отсутствия солнечной активности.

В ходе работы были рассмотрены различные технические аспекты системы, включая выбор солнечных панелей, выбор контроллера, выбор аккумуляторных батарей, оптимальное расположение и ориентацию, преобразование солнечной энергии в электрическую и интеграцию с аккумуляторной системой электромобиля.

В итоге, разработанная система зарядки электромобиля от солнечных электростанций является важным шагом в направлении развития чистой и устойчивой транспортной системы. Она способствует уменьшению зависимости от нефтяных ресурсов, сокращению выбросов вредных веществ и созданию экологически чистого общества. При правильной реализации и масштабировании таких систем, можно достичь существенного прогресса в сфере устойчивого развития и перехода к низкоуглеродной экономике.

Однако, несмотря на полученные результаты, существуют некоторые ограничения, такие как зависимость от погодных условий и ограниченная мощность солнечных панелей. Дальнейшие исследования и разработки должны быть направлены на улучшение эффективности системы, увеличение ее производительности и устранение данных ограничений.

В целом, данная работа представляет важный вклад в развитие солнечной энергетики и применение ее в сфере автомобильного транспорта. Результаты и выводы работы могут быть использованы в дальнейших исследованиях и практических разработках с целью продвижения электромобильной индустрии и создания более устойчивой и экологически чистой энергетической системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 [https://electricalschool.info/energy/2305-solnechnaya-energetika-istoriya-
plyusy-i-minusy.html](https://electricalschool.info/energy/2305-solnechnaya-energetika-istoriya-
plyusy-i-minusy.html)
- 2 <https://avtorazbory24.ru/printsip-raboty-elektrodivigatelya-avtomobilya/>
- 3 Статья, Евразийская экономическая комиссия, Смоленский д. 3/5, Москва, 119121, стр. 6-21
- 4 [https://electricalschool.info/guides/2778-dvunapravlennye-zaryadnye-
ustroystva-dlya-elektromobiley.html](https://electricalschool.info/guides/2778-dvunapravlennye-zaryadnye-
ustroystva-dlya-elektromobiley.html)
- 5 <http://www.invertor.ru/teh.html>
- 6 <https://zar.com.kz/p92221657-akkumulyator-200ach-senrgy12v.html>
- 7 <https://shop.solarhome.ru/550w-tongwei-solar-shingled-mono-perc.html>
- 8 [https://solar.se.com/eu/en/product/conext-mppt-80-600-solar-pv-charge-
controller/](https://solar.se.com/eu/en/product/conext-mppt-80-600-solar-pv-charge-
controller/)
- 9 <https://www.bee-plan.ru/calculators/auto>
- 10 СТ КазНИТУ-09-2023. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Алматы: КазНИТУ, 2023

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**
на дипломную работу

Сапарбек Аян Галымжанұлы

6B07101 - Энергетика

Тема: Разработка системы зарядки электромобиля от солнечной
электростанций

Сапарбек А.Г. приступил к выполнению дипломной работы своевременно по установленному графику. За время дипломирования проявил себя ответственным и дисциплинированным дипломником, показал умение самостоятельно решать поставленные технические задачи, грамотно использовать специальную техническую и справочную литературу, а также регулярно посещал консультации и вовремя выполнял разделы ДР.

Дипломная работа выполнена в полном объеме, состоит из пояснительной записки на 40 стр. машинописного текста.

При выполнении всех разделов проекта проявил самостоятельность и инженерное мышление, показал знания, приобретенные в течение обучения, умение и навыки использования технической и справочной литературы, нормативных документов и различных прикладных компьютерных программ.

Считаю, что дипломная работа заслуживает оценки «отлично» (90%, А-), а ее автор Сапарбек А.Г. достоин присуждения академической степени «бакалавр» по ОП «Энергетика».

Научный руководитель

канд. техн. наук, ассоц. профессор



Р.М. Утебаев

«07» 06 2023 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Сапарбек Аян Галымжанұлы
(Ф.И.О. обучающегося)

6B07101 - Энергетика
(шифр и наименование ОП)

На тему: Разработка системы зарядки электромобиля от солнечной электростанций

Выполнено:

- а) графическая часть на 10 слайдах
- б) пояснительная записка на 40 страницах

В дипломной работе проведена разработка и расчет системы зарядки электромобиля от солнечной электростанций. В ходе работы был проведен анализ двух вариантов зарядки электромобиля в ходе использования солнечной энергии. На основе полученных данных были выбраны солнечные панели, контроллеры, аккумуляторы и инвертор.

Был выполнен расчет эффективности использования солнечной энергии с целью определения их потенциала использования в Казахстане. Также проведен расчет на затраты автомобиля с ДВС и электродвигателем с целью выявления срока окупаемости системы.

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Как замечание можно отметить, что при расчете можно было выбрать контроллер ниже ценой. Учет данного аспекта мог бы обеспечить более малые цифры о сроке окупаемости. Местами были допущены ошибки в теоритической части

В целом, дипломная работа соответствует требованиям и полностью раскрывает выбранную тему.

Оценка работы

Дипломная работа заслуживает оценки «отлично» (90), а ее автор присвоения академической степени «бакалавр» по ОП 6B07101 – «Энергетика».

Рецензент

Доктор техн.наук,
профессор НАО «АУЭИС им. Г.Давкеева»

 И.Т. Алдибеков
(подпись)

« 01 » 06 2023 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сапарбек Аян Галымжанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Разработка системы зарядки электромобилей от солнечной электростанции

Научный руководитель: Руслан Утебас

Коэффициент Подобия 1: 0.1

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропроцессы: 825

Знаки из других алфавитов: 24

Интервалы: 0

Белые Знаки: 12

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 8.06.2023

Заведующий кафедрой Энергетики
Сапарбеков А.А.


Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сафарбек Аян Галымжанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Разработка системы зарядки электромобиля от солнечной электростанции

Научный руководитель: Руслан Утебаев

Коэффициент Подобия 1: 0.1

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 825

Знаки из других алфавитов: 24

Интервалы: 0

Белые Знаки: 12

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 07.06.2023

 проверяющий эксперт
Утебаев РАУ