

Научная статья
УДК 621.31
EDN CCWKRT

**Проектирование индукционного контура
для автозарядной станции экосферы «Автостар»**

Ярослав Евгеньевич Пустовой¹, обучающийся
Олеся Александровна Пустовая², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
¹ Школа № 5, Амурская область, Благовещенск, Россия
² Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия, pus14@yandex.ru

Аннотация. Автором выполнен расчет индукционного зарядного устройства для бесконтактной зарядки автомобиля. Представлен макет устройства и результаты проведенных испытаний.

Ключевые слова: автомобиль, зарядное устройство, бесконтактный способ, индукция, ток, мощность, плотность тока

Для цитирования: Пустовой Я. Е., Пустовая О. А. Проектирование индукционного контура для автозарядной станции экосферы «Автостар» // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 декабря 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 46–52.

Original article

**Design of an induction circuit
for an Autostar ecosphere charging station**

Yaroslav E. Pustovoy¹, School Student
Olesya A. Pustovaya², Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
¹ School No. 5, Amur region, Blagoveshchensk, Russia
² Far Eastern State Agrarian University, Amur Region, Blagoveshchensk, Russia
² pus14@yandex.ru

Abstract. The author has calculated an induction charger for contactless charging of a car. A mock-up of the device and the results of the tests are presented.

Keywords car, charger, contactless method, induction, current, power, current density

For citation: Pustovoy Ya. E., Pustovaya O. A. Design of an induction circuit for an Autostar ecosphere charging station. Proceedings from Current issues of en-

ergy in the agro-industrial complex: Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 46–52), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Введение. Построение экосреды в современных условиях является одним из общемировых направлений развития техники. Экосреда включает в себя ряд устройств, программное обеспечение, беспроводные линии передачи данных и электрической энергии. Предлагаемая в статье экосфера «Автостар» позволит объединить в единый комплекс систему заряда автомобиля, контроля и передачи данных о его состоянии и мобильное приложение, позволяющее контролировать процесс функционирования. Такие системы востребованы во всем мире, особенно в регионах с низкими температурами. Использование экосреды позволит оптимизировать процесс зарядки, контроля и разогрева автомобиля, не выходя из дома.

Представленная концепция устройства как «экосферы» показала свою жизнеспособность и применимость для различных отраслей, поэтому она выбрана нами в качестве базовой для разработки. В основу будет положено использование технологии iCloud, которая позволит организовать прием, передачу, хранение и обработку данных в Smart-системе «Автостар». Базовая структура исследуемой системы представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Концепция экосферы «Автостар»

Работа станции построена на использовании беспроводной зарядки на основе воздушного трансформатора. На месте стационарной стоянки в асфальтобетонном покрытии производится монтаж передающего контура. На автомобиле размещается приемный контур. Автомобиль паркуется на основное место, для чего осуществляется его позиционирование по разметке. Контрольное устройство, соединенное с контуром при правильном размещении, дает разрешение на бесконтактное подключение зарядного устройства. Программное обеспечение устанавливается в качестве мобильного приложения на телефон. В нем создается депозитный счет, с которого списывается оплата за потребленное количество электроэнергии. Прием и передача данных осуществляется посредством облачных технологий.

В качестве основной технологии нами рассматривается беспроводная передача электрической энергии на основе воздушного трансформатора, в отличие от существующих сейчас проводных зарядных устройств.

Проведенный анализ литературных источников показывает, что наиболее оптимальным вариантом для разработки будет использование принципа воздушного трансформатора. Для оптимизации заряда автомобиля нам достаточно контролировать величину тока первичной обмотки, что существенно упрощает создание системы контроля.

Целью исследований явилась разработка бесконтактного зарядного устройства на основе конструкции воздушного трансформатора как основного элемента экосферы «Автостар». В задачи исследований входили разработка конструкции беспроводного зарядного устройства для автомобиля и проведение ее тестовых испытаний.

Методы исследований. Исследования проводились в лабораторных условиях, метод исследования – лабораторный эксперимент. В качестве измерительных приборов использовались: индикатор электромагнитного поля

СОЭК Импульс, вольтметр Э531 (класс точности 0,5), лабораторный блок питания ИПС-1, осциллограф.

В основу работы положена схема, приведенная на рисунке 2 и включающая первичную и вторичную обмотку воздушного трансформатора.

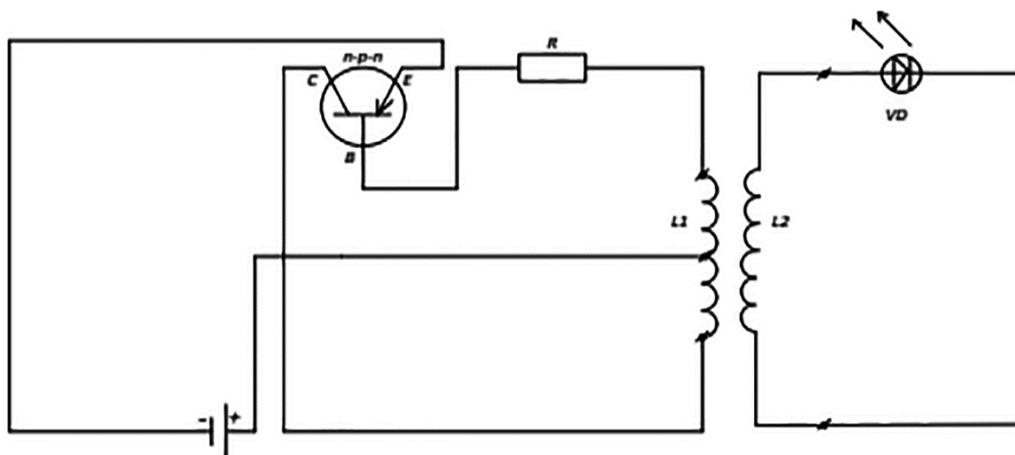


Рисунок 2 – Принципиальная схема проектируемого устройства

Собранное беспроводное зарядное устройство было подключено к источнику питания ИБП-1 для проверки его работоспособности. Работоспособность оценивалась при помощи индикаторного светодиода синего цвета. Индикатор светится при работе совместно с первичной обмоткой.

Результаты исследований. Для исследования характеристик магнитного поля первичная обмотка воздушного трансформатора была подключена к измерительным приборам: вольтметр, осциллограф. Были проведены измерения величины напряженности электрического поля, магнитной индукции.

Как показывают измерения (рис. 3), напряженность электрического поля значительно меняется с расстоянием для выбранного типа транзистора, используемого для генерации. Наиболее оптимальным является расстояние до вторичной обмотки, составляющее 2 см, после которого наступает линейризация характеристики.

Магнитная индукция (рис. 4) имеет минимальные значения при напряже-

нии 1 В, что обусловлено срывом генерации транзистора при этом напряжении. С учетом напряженности электрического поля наиболее привлекательным выглядит использование расстояния между катушками трансформатора, соответствующее 2 см.

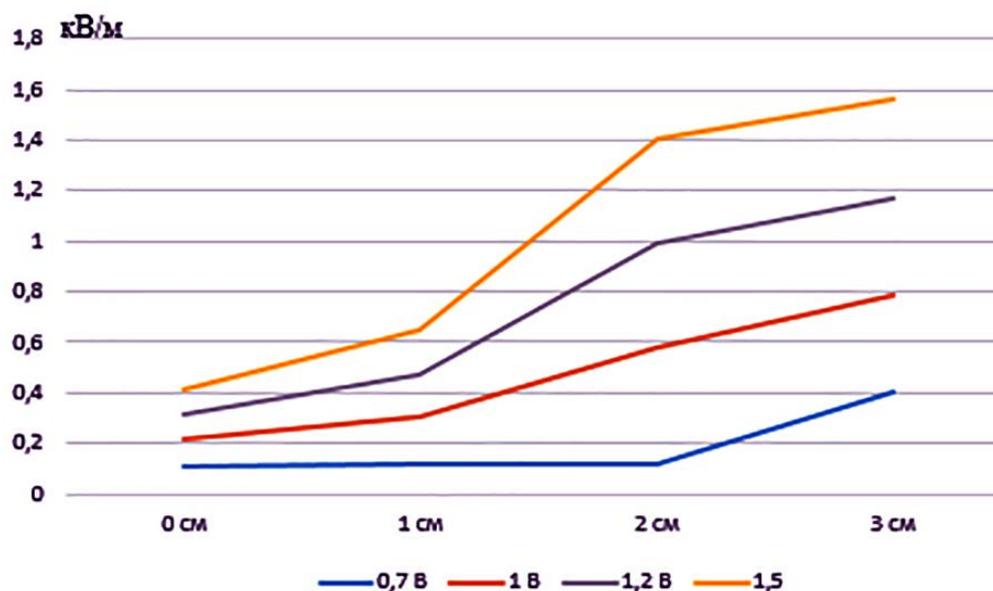


Рисунок 3 – Напряженность электрического поля первичной обмотки, кВ/м

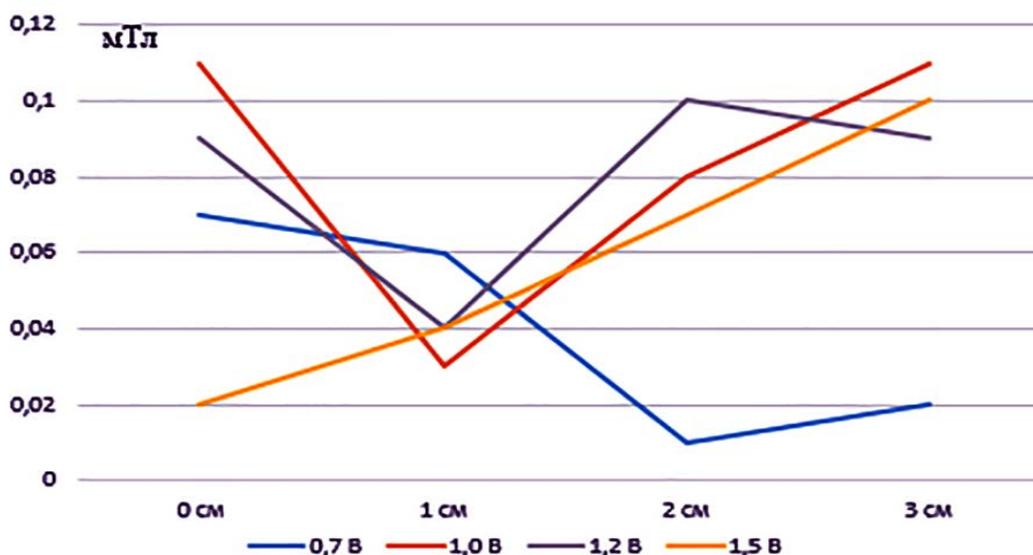
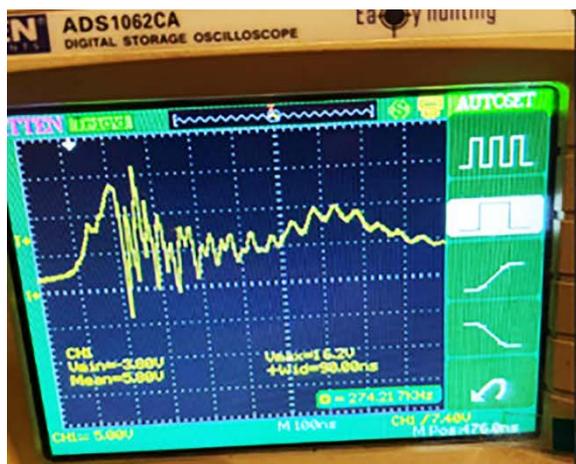


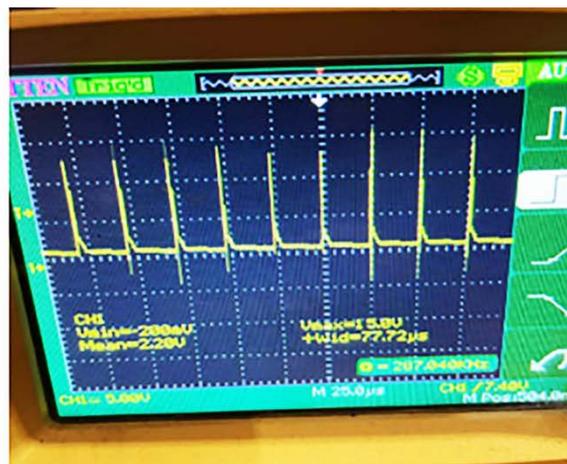
Рисунок 4 – Магнитная индукция, мТл

Для определения формы характеристики нами было проведено исследование формы сигнала на первичной обмотке воздушного трансформатора при

помощи осциллографа (рис. 5). Как показала осциллограмма, импульс напряжения на обмотке находится в пределах 15 В (при напряжении питания 1,2 В); форма сигнала представляет собой меандр. Однако сигнал имеет большое количество шумов, о чем говорит неровная форма и наличие множества небольших пиков, но в целом он пригоден к использованию.



развернутая характеристика импульса



общий вид осциллограммы

Рисунок 5 – Осциллограмма процесса

Для большинства автомобилей зарядная мощность не превышает 11 кВт. Она выбирается нами в качестве основной. Сопротивление катушки рассчитывается с учетом длины провода и линейных размеров автомобиля.

Рассчитаем необходимый ток для заряда аккумулятора:

$$I = \sqrt{\frac{11000}{0,0035}} = 177 \text{ A}$$

Для расчета нами в качестве опорного принят кабель сечением 1,5 мм². Проведенные расчеты сведем в таблицу 1.

Таким образом, время заряда соответствует 10 минутам (табл. 2).

Нами определены конструктивные параметры первичной и вторичной катушки. Обеспечена полная управляемость беспроводным зарядом электрокара при помощи облачного сервиса.

Таблица 1 – Ток заряда и сечение первичной обмотки

Мощность, кВт	Сопротивление первичной катушки, Ом	Количество витков, шт.	Величина тока, А	Сечение первичной обмотки, см
11	0,350	100	177	5,2
11	0,525	150	144	6,0
11	0,700	200	125	7,5
11	0,875	250	112	10
11	1,050	300	102	12

Таблица 2 – Параметры первичной и вторичной обмотки

Марка кабеля	Сечение, мм ²	Удельное сопротивление, Ом/м	Ток, А	Количество витков 250	Время заряда, мин.
ВВГнг	0,35	0,0175	112	5,2	10

Заключение. Проведенные эксперименты позволяют утверждать, что разработка экосистемы «Автостар» существенно оптимизирует способы зарядки электрокаров, обеспечивает полную управляемость и контроль над процессом зарядки автомобиля и его состоянием. Она позволит оптимизировать процесс зарядки для снижения износа аккумулятора и повысить удобство использования; обеспечить безопасность заряда и увеличить срок службы зарядного устройства ввиду отсутствия механических частей.

© Пустовой Я. Е., Пустовая О. А., 2025

Статья поступила в редакцию 10.12.2024; одобрена после рецензирования 18.12.2024; принята к публикации 30.01.2025.

The article was submitted 10.12.2024; approved after reviewing 18.12.2024; accepted for publication 30.01.2025.