

УДК 338.001.36

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ПАССАЖИРСКИХ РЕЧНЫХ СУДАХ

Михеева Вероника Анатольевна¹, студент

e-mail: m1heeva.v.a@yandex.ru

Гречко Надежда Марковна¹, к.э.н., доцент

e-mail: nadezhda-grechko@yandex.ru

Севастьянов Игорь Николаевич¹, магистрант

e-mail: kyrs-nnn@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена актуальность использования альтернативных источников энергии в качестве топлива. Рассмотрены преимущества судов с электродвигателями в сравнении с судами, использующими дизельные энергетические установки. Выявлены причины, мешающие их широкому внедрению. Рассчитаны экономические показатели, проведен анализ эффективности внедрения технологии.

Ключевые слова: дизельные энергетические установки, аккумуляторные суда, экономическая эффективность, экономический анализ, пассажирское речное судоходство.

ECONOMIC ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF USING ELECTRIC MOTORS ON PASSENGER RIVER VESSELS

Veronika A. Miheeva¹, Student

e-mail: m1heeva.v.a@yandex.ru

Nadezhda M. Grechko¹, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

e-mail: nadezhda-grechko@yandex.ru

Igor N. Sevastyanov¹, Master's Degree Student

e-mail: kyrs-nnn@yandex.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article examines the relevance of using alternative energy sources as fuel. The advantages of ships with electric motors in comparison with ships using diesel power plants are considered. The reasons preventing their widespread implementation have been identified. Economic indicators have been calculated, and an analysis of the effectiveness of technology implementation has been carried out.

Keywords: diesel power plants, battery vessels, economic efficiency, economic analysis, passenger river navigation.

В современных условиях развития транспортной отрасли особую актуальность приобретает переход к экологически чистым и энергоэффективным технологиям. Речной пассажирский транспорт, традиционно базирующийся на дизельных энергетических установках, характеризуется значительным уровнем эксплуатационных затрат и негативным воздействием на окружающую среду. В связи с этим внедрение электрических двигателей на судах внутреннего водного транспорта рассматривается как перспективное направление модернизации отрасли.

Согласно Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2035 года, утверждённой распоряжением правительства Российской Федерации от 28 октября 2019 г. № 2553-р, одним из приоритетных направлений российского судостроения является создание судов и морской техники, обеспечивающих соблюдение международных экологических норм и правил в акватории морей и в портах [1].

Из основных альтернативных источников энергии, работа над которыми ведётся в отрасли, можно отметить следующие: энергия ветра, водород, природный газ (в том числе сжиженный), электроэнергия. Электросудоходство представляет собой одно из наиболее перспективных направлений развития водного транспорта, обеспечивая значительное снижение выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ. В основе данного подхода лежат инновационные технологии, такие, как использование литий-ионных батарей, суперконденсаторов, солнечных батарей и топливных элементов.

Рассмотрим преимущества, которые выгодно отличают электрические суда.

Во-первых, это экологичность. Электрические суда не производят выхлопных газов и шума, что критично для городских водоемов, а также нет утечек топлива.

Во-вторых, электросуда более экономичны, чем существующие суда, оснащенные двигателями внутреннего сгорания. По оценкам специалистов, эксплуатация такого судна может обходиться владельцу примерно в четыре раза дешевле дизельного. Особенно очевидны перспективы перехода на электросуда в городах - миллионниках, таких как Санкт-Петербург, Самара, Красноярск, Нижний Новгород, Пермь и многих других. Эксплуатация обходится в 2 раза дешевле дизельных аналогов благодаря снижению затрат на топливо и обслуживание.

В-третьих, это импортозамещение, а значит, и развитие отечественного производства. В России до 90% компонентов для электрических судов могут производиться локально, включая двигатели, системы накопления энергии и зарядные станции. Подвесные электромоторы для маломерных судов также доступны в рознице, что стимулирует частных владельцев переходить на «чистые» технологии.

В-четвертых, это развитие инфраструктурных решений. Так, в Москве созданы «мини-вокзалы» с зарядными станциями. Причем при эксплуатации внедряются отечественные цифровые системы управления для беспилотного движения судов. Также разрабатываются и внедряются спутниковые системы для мониторинга и идентификации, что дает возможность отследить местонахождение и текущую задачу каждого судна.

Недостатками эксплуатации электросудов являются:

- невысокая автономность и мощность по сравнению с судами на дизельной тяге, а грузовые суда требуют высокой мощности и дальности хода;
- аккумуляторы по-прежнему остаются дорогими, стоимость батарей для крупного судна может достигать 40% от общей цены;
- инфраструктурные проблемы: для зарядки судов необходимы мощные станции, особенно в портах;
- ограниченность работы при низких температурах. Основные ограничения связаны с закрытием навигации, сезонными запретами и необходимостью соблюдения правил безопасности на водных объектах. Для конкретных судов и маршрутов могут действовать



дополнительные условия, которые уточняются в соответствующих нормативных актах и при планировании перевозок.

Существуют и нормативные барьеры. Например, новый закон РФ «О безопасности людей на водных объектах» (№ 4-ФЗ от 03.02.2025), который вступил в силу с 1 сентября 2025 года, усложняет регистрацию маломерных судов, включая электрические, из-за требований к мощности двигателей (от 8 кВт) и массе (от 200 кг).

Суда типа «Москва» (проект Р-51, Р-51Э, Р-51ЭА) представляют собой наиболее массовую серию пассажирских речных теплоходов, предназначенных для эксплуатации на внутригородских и пригородных линиях. Они широко использовались в СССР и продолжают эксплуатироваться в настоящее время. Конструктивно данные суда являются двухпалубными теплоходами с размещением машинного отделения в кормовой части и пассажирских помещений на двух уровнях. Нижняя палуба представляет собой закрытый салон, а верхняя — открытое пространство под навесом. Данные суда отличаются высокой надежностью, простотой эксплуатации и универсальностью применения. Именно эти характеристики обеспечили их массовое распространение (более 400 единиц) [2].

Электрическое пассажирское судно «ЭкоходЪ-3» представляет собой современный тип речного транспорта. Данное судно относится к классу прогулочно-экскурсионных катамаранов и предназначено для эксплуатации на внутренних водных путях, преимущественно в условиях городских и пригородных пассажирских перевозок. Принципиальным отличием является использование аккумуляторных батарей как основного источника энергии, обеспечивающего питание электродвигателей. Подзарядка осуществляется как в ночное время на причале, так и в процессе эксплуатации (быстрая зарядка в течение дня) [4].

В отличие от традиционных дизельных судов, данное решение позволяет исключить прямые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, включая углекислый газ, оксиды азота и серы. «ЭкоходЪ-3» соответствует современным экологическим требованиям и может рассматриваться как элемент экологически чистой транспортной инфраструктуры.

Для обоснования различий в эксплуатационной и экономической эффективности судов с дизельной и электрической энергетическими установками проведем сравнительный анализ их основных технических характеристик (таблица 1).

Таблица 1. Сравнительная таблица технических характеристик судов

Основные технические характеристики	Речной теплоход «Москва» (проект Р-51)	Электросудно «ЭкоходЪ-3»
Длина	38,2 м	30,5 м
Ширина	6,5 м	10,2 м
Высота борта	5,7 м	6,5 м
Пассажировместимость	240 человек (в зависимости от модификации)	130 человек
Экипаж	3 человека	3 человека
Тип энергетической установки	Дизельный двигатель	Электродвигатель
Крейсерская скорость	24 км/ч	30 км/ч
Емкость аккумуляторных батарей	-	1200 кВт
Мощность двигателя (дизель-генератора)	2x110 кВт	2x400 кВт

Проведем сравнительную оценку экономической эффективности эксплуатации судна с электрической установкой (на примере судна «ЭкоходЪ» проекта РЕГК.122) и судна-

аналога, оснащённого дизельной энергетической установкой (проект Р-51 «Москва»), находящихся в эксплуатации одного судоходного оператора. Расчёт выполнен для условий одного эксплуатационного дня, исходя из выполнения пяти рейсов продолжительностью 1 час 30 минут каждый, при оптимальном режиме работы установки, что соответствует суммарному ходовому времени 7 часов 30 минут.

1) Проведем расчет удельного эффективного расхода топлива главных двигателей в экономичном режиме для судна «Москва». Номинальная мощность одного двигателя судна составляет 165 кВт. Суточная продолжительность эксплуатации установки — 7 часов 30 минут: $170 \text{ г}/(\text{кВт} \cdot \text{ч}) \times 165 \times 2 \times 7,5 = 420\,750 \text{ г} = 420 \text{ кг}$

Плотность дизельного топлива составляет 0,84 кг/л: $\frac{420 \text{ кг}}{0,84 \text{ кг/л}} = 501 \text{ л}$

$501 \text{ л} \times 70 \text{ руб/литр} = 35070 \text{ рублей}$ – стоимость топлива

При определении затрат для судна «ЭкоходЪ» на пополнение энергозапаса электросудна учитываются расходы на полную зарядку аккумуляторной батареи с поправкой на потери в зарядной инфраструктуре: $1400 \times 5 = 7000 \text{ рублей}$

2) Расчет использования моторного масла: $35070 \times 3\% = 1052 \text{ рубля}$

3) Величина затрат на оплату труда экипажа определена на основании средних значений заработной платы на сайте hh.ru. Норматив минимального состава экипажа регламентирован в Положении о минимальном составе экипажей самоходных транспортных судов. [3]

4) Для расчета модуля судна используем формулу произведения длины, ширины и высоты борта:

Для судна «Москва» (проект Р-51): $a \times b \times h = 38,2 \times 6,5 \times 5,7 = 1415,31 \text{ м}^3$

Для судна «ЭкоходЪ»: $a \times b \times h = 30,5 \times 10,2 \times 6,5 = 2022,15 \text{ м}^3$

Размер ставки навигационного сбора не установлен в фиксированном значении и дифференцируется по регионам судоходства, для проведения вычислений применяется условная ставка в размере 1 рубль на 1 кубический метр модуля судна (1 руб./м³).

5) Платежи за сдачу твёрдых судовых отходов, хозяйственно-фекальных вод и нефтесодержащих вод рассчитываем согласно действующим санитарным нормам и установленной периодичности. Для судна «ЭкоходЪ» затраты на сдачу нефтесодержащих вод исключены из рассмотрения ввиду отсутствия данной категории отходов при эксплуатации электрической установки. В расчете показателей, представленных ниже, используем нормативные цены:

Прием подсланевых вод теплоходом «ОС» - 2000,0 рублей/тонна

Прием хозяйственно-фекальных вод теплоходом «ОС» - 1000,0 рублей/тонна

Прием мусора от бытовых помещений судов - 925,0 рублей/судовой контейнер

Подход теплохода «ОС» – 3000,0 рублей

Для судна «Москва» (проект Р-51): $5000 + (925 \times 5) + (3000 \times 5) + 1000 = 25\,625 \text{ рублей}$

За день: $25625/30 = 854 \text{ рубля}$

Для судна «ЭкоходЪ»: $5000 + 4625 + 15000 = 24\,625 \text{ рублей}$

За день: $24\,625/30 = 820 \text{ рублей}$

6) Нормы потребления пресной воды приняты на уровне средних значений, без дифференциации по типам судна. Цену использования 1 тонны пресной воды примем как среднее значение, равное 230 рублям.

7) Административные расходы принимаем за 0 рублей в связи с тем, что используются суда одной компании, соответственно расходы будут одинаковыми.

8) Пассажировместимость принимается по 130 человек для более корректных расчетов, так как пассажировместимость у судов разная. Ценовая характеристика принята из средних показателей цены на билет компании ВодоходЪ в 1750 рублей/ч.

9)

Таблица 2. Итоговые результаты экономических расчетов

		«Москва» проект Р-51		«ЭкоходЪ», проект РЕГК.122	
№	Наименование	Норма	Стоимость (рублей)	Норма	Стоимость (рублей)
1	Дизельное топливо	501 литров/день	35070		
2	Электричество			1400 кВт	7000
3	Моторное масло	3% от пункта 1	1052		
4	Оплата экипажа	3 члена экипажа	3278		3278
5	Навигационные сборы	1415,3 м ³	1415,3	2022,15 м ³	2022,15
6	Комплексное обслуживание флота		854		820
7	Поставка пресной воды	1 тонна	230	1 тонна	230
8	Административные расходы		0		0
9					
Суточные затраты			41899,3		13350,15
Доход					
10	Пассажировместимость	130 чел.	1 137 500	130 чел.	1 137 500
Прибыль от продаж					
11			1 095 600,7		1 124 149,85

Электросудоходство, несмотря на существующие технологических и экономические вызовы, представляет собой важный шаг в направлении устойчивого развития речного транспорта. Введение в эксплуатацию электрических судов открывает новые возможности для снижения выбросов загрязняющих веществ и повышения энергоэффективности судоходства, что соответствует глобальным экологическим тенденциям и регуляторным требованиям. Для успешного перехода на электросудоходство необходимо продолжать развитие технологий накопления и хранения энергии, а также инвестировать в создание инфраструктуры для зарядки и технического обслуживания судов. Устойчивый рост рынка электрических судов и успех пилотных проектов в различных странах подтверждают перспективность этого направления, что делает его центральным элементом будущего судоходства.

Электрические суда не заменят дизельные в ближайшее десятилетие, но займут устойчивые ниши: городской транспорт, туризм, короткие грузоперевозки. Их успех зависит от прорывов в технологиях аккумулирования энергии и государственной поддержки. Уже сегодня ясно, что за электрическими судами будущее там, где экология и экономика идут рука об руку.

Список литературы:

1. Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2035 года: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 октября 2019 г. №



- 2553-p // Гарант.ру: информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72831068/> (дата обращения: 11.04.2026).
2. Теплоход «Москва» – история культового проекта Р-51 // Мегафлот : [сайт]. – URL: <https://www.megaflot.ru/blog/teplokhod-moskva-proekt-p51/> (дата обращения: 10.04.2026).
3. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 31.07.2023 № 259 «Об утверждении Положения о минимальном составе экипажей самоходных транспортных судов» (в ред. от 09.06.2025) // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202312190040> (дата обращения: 11.05.2026).
4. Пассажирский прогулочный речной электроход «Экоходь-3» // Cruiseinform.ru: [сайт]. – URL: <https://cruiseinform.ru/catalog/riverwalk/rwf/ekokhod-3/> (дата обращения: 08.04.2026).
5. На верфи «Эмперииум» спущены на воду три прогулочных судна // Сделано у нас: [сайт]. – URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/158956/> (дата обращения: 10.04.2026).
6. Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов 1972 года (Лондонская конвенция): заключена 29.12.1972, вступила в силу 30.08.1975, с изменениями от 12.10.1978. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Ярошенко, А. Водный транспорт: электричество против дизеля / А. Ярошенко // Электротехнический рынок. – 2025. – № 3 (123). – URL: <https://www.elec.ru/publications/elektrotransport/8845/> (дата обращения: 11.04.2026).
8. Суда на батарейках – будущее судоходства? // Дзен: [платформа]. – URL: <https://dzen.ru/a/XvCe0TrNwisfRUfV> (дата обращения: 11.04.2026).

