

*Романишко Елена Николаевна, студент Институт транспортной техники и систем управления ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»*

*Ашастов Сергей Сергеевич, аспирант Институт транспортной техники и систем управления ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»*

*Байсагуров Султан Шахидович, аспирант Институт транспортной техники и систем управления ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»*

*Силюта Анатолий Геннадьевич, к.т.н., доцент кафедры «Электропоезда и локомотивы» ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»*

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАНЕВРОВЫХ ЛОКОМОТИВОВ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ НА ВОКЗАЛАХ МОСКОВСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА**

**Аннотация:** На сегодняшний день вопросы применения альтернативных источников энергии являются одними из наиболее актуальных. На железнодорожном транспорте задача достижения углеродной нейтральности локомотивов, работающих на пассажирских вокзалах крупных городов, может быть решена путем применения инновационного тягового подвижного состава с альтернативными источниками энергии. В данной статье обобщены подходы к технической и экономической оценке эффективности применения автономных локомотивов с альтернативными источниками энергии на крупном железнодорожном узле.

**Ключевые слова:** маневровый локомотив, автономный локомотив, альтернативные источники энергии, экология, выбросы вредных веществ.

**Abstract:** To date, the issues of the use of alternative energy sources are among the most urgent. In railway transport, the task of achieving carbon neutrality of

locomotives operating at passenger stations in large cities can be solved by using innovative traction rolling stock with alternative energy sources. This article summarizes approaches to the technical and economic assessment of the effectiveness of the use of autonomous locomotives with alternative energy sources at a large railway junction.

**Keywords:** shunting locomotive, autonomous locomotive, alternative energy sources, ecology, emissions of harmful substances.

В настоящее время регулярно проводятся оценки энергетической эффективности локомотивов и экономической целесообразности их использования на отдельных полигонах эксплуатации.

Вопросы технического регулирования нормативов выбросов вредных веществ техническими средствами железнодорожного транспорта ежегодно привлекают внимание все большего числа проектных, технологических компаний и специалистов. Реализация направлений устойчивого развития существенно влияет на продуктивную линейку машиностроительных предприятий и в определенной степени – на конечную цену изделия. Так, например, на слайде приводятся ретроспектива ужесточения нормативов выбросов вредных веществ силовыми установками тепловозов. Необходимо отметить, что действующие стандарты не учитывают техническое состояние силовых установок, которое не улучшается в процессе эксплуатации. Значительную работу по корректировке норм выбросов в зависимости от ресурса двигателя в настоящее время выполняет АО «ВНИКТИ». На рисунке 1 приведена ретроспектива изменения нормативов выбросов вредных веществ, зафиксированных в нормативных документах, как отечественных, так и зарубежных.

Отметим, что нормы выбросов вредных веществ постоянно ужесточаются и направлены на достижение углеродной нейтральности транспорта.

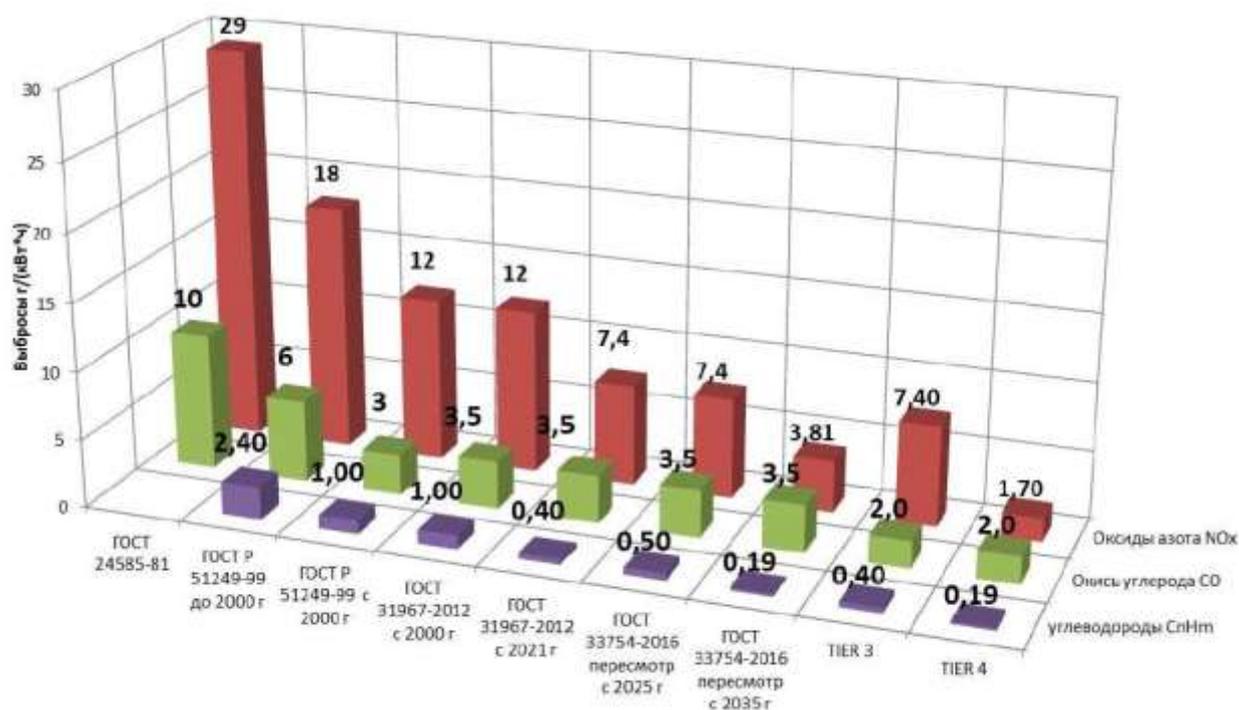


Рис. 1 Маневровый тепловоз ТЭМ18ДМ

В части тягового подвижного состава развитие использования низкоуглеродных источников энергии возможно путем комплексной электрификации и создания электрического транспорта (электровозов), а также созданием продуктовой линейки автономных локомотивов на альтернативном топливе (природный газ, водород, диметилэфир и т.д.). При этом необходимо отметить существующую принципиальную проблему неопределенности перспективного вида топлива, что приводит к нерациональным капитальным вложениям на проектирование и создание инфраструктуры с полезным сроком эксплуатации не более 20-25 лет. Перспективы использования низко углеродных источников энергии на железнодорожном транспорте приведены на рисунке 2.



Рис. 2 Развитие использования низко углеродных источников энергии

Профильной промышленностью предлагаются к производству 4 варианта тягового подвижного состава: тепловозы (в качестве топлива – дизельное по ГОСТ 305 [1]), газомоторные локомотивы (в том числе локомотивы с газопоршневыми, газотурбинными и газодизельными силовыми установками), водородные локомотивы (в качестве силовой установки используются топливные элементы), аккумуляторные локомотивы (в качестве силовой установки используются накопители энергии), а также их комбинации и модификации. По степени технологической готовности к серийному выпуску доступны только дизельные тепловозы. В таблице 1 приведено сравнение предлагаемых к производству типов локомотивов по степени технологической готовности в РФ, автономности, энергетической эффективности и влиянию на экологические показатели.

Следует заострить внимание на важном моменте – при достаточной широте и отличии характеристик автономных локомотивов, предлагаемых промышленностью и заводами-локомотивостроителями, ОАО «РЖД», как эксплуатирующей организации не требуется такое разнообразие локомотивов.

Прежде всего это окажет влияние на технологический процесс и эксплуатации, необходимость постоянного и глубокого обучения и

переобучения локомотивных бригад, закупки требуемого технологического и заправочного оборудования, запасных частей (неснижаемого запаса оборудования, необходимого для ежедневной эксплуатации локомотива) а также создания безопасных условий работы сотрудников локомотивного комплекса.

Таблица 1 – Обзор штатных и альтернативных энергоустановок автономных локомотивов

Источник энергии	Дизельное топливо	Природный газ	Накопители энергии	Водород
Степень технологической готовности в РФ	Серийные локомотивы	Опытные образцы	Стадия ОКР	Стадия ОКР
Автономность	Очень высокая	Высокая	Средняя	Средняя
Энергетическая эффективность	Средняя	Средняя	Высокая	Высокая
Экологичность	Низкая	Средняя	Высокая	Высокая

Сравнительная экономическая оценка эффективности проектных локомотивов в сравнении с базовыми проводится в соответствии с действующими нормативными документами, например, в соответствии с методикой определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта [2]. При проведении сравнительной оценке критически важно выделить эффектообразующие факторы, то есть оценке следует подвергнуть только те статьи расходов, которые меняются.

В таблице 2 в качестве примера рассмотрен пример оценки эксплуатационных расходов трех типов локомотивов – контактно-аккумуляторного электровоза, водородного локомотива и дизельного ТЭМ18ДМ.

В данном случае при оценке эксплуатационных расходов учитывались затраты только по изменяющимся статьям эксплуатационных расходов,

зависящим от типа используемого локомотива. Это затраты на:

- электроэнергию;
- дизельное топливо (ДТ);
- дизельное масло (ДМ);
- выполнение технического обслуживания и ремонтов (ТОиР).

Таблица 2 – Результаты расчетов

Модель эксплуатации	Контактно-аккумуляторный электровоз ЭМКА-2		Водородный локомотив		Тепловоз ТЭМ18ДМ		Примечания
	Электроэнергия в сутки, кВт ч	Стоимость, руб.	Водород в сутки, кг	Стоимость, руб.	Дизельное топливо в сутки, кг	Стоимость, руб.	
Казанский вокзал	1475*	4720	104	83200**	365*	21170	Затраты на расход дизельного масла, а также ТО и ТР не учтены
Ярославский вокзал	910*	2912	89	71200**	300*	17400	
* расход топливно-энергетических ресурсов принят по данным ЦПТ АО «Трансмашхолдинг»							
** цена 1 кг водорода составляет не менее 800 руб./кг по информации Росатом							

Корректность оценки расхода топливно-энергетических ресурсов подтверждается совпадением с данными, полученными Центром перспективного развития АО «Трансмашхолдинг». Анализ таблицы 2 показывает, что стоимость суточного расхода топлива водородного локомотива существенно больше. Это объясняется отсутствием массового промышленного производства водорода и требуемой высокой степени его очистки. Тем не менее, водородный локомотив в силу существенного снижения выбросов вредных веществ и шума имеет конкурентное преимущество.

При этом открытыми остаются вопросы воздействия на окружающую

среду вредных веществ при производстве самого топлива, в том числе водорода. Сам по себе являющийся экологически чистым продуктом, водород может быть получен разнообразными путями, выбор которого определяется в настоящее время прежде всего экономической целесообразностью организации соответствующего производства и доступности необходимых технологий.

Типы получаемого водорода приведены на рисунке 3 [3].

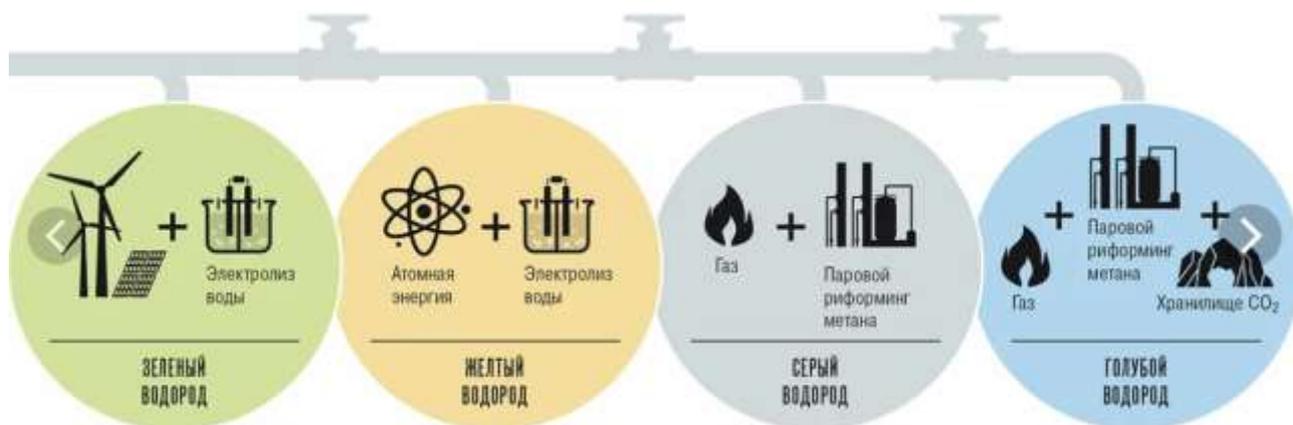


Рис. 3 Виды водорода в зависимости от вида производства [3]

## Заключение

Подводя итог, хочется остановиться на ряде перспективных задач, стоящих при создании и эксплуатации перспективного автономного подвижного состава. В первую очередь необходимо провести комплексную работу по установлению одного типа перспективного топлива. При этом следует учесть, что само по себе водородное топливо имеет высокие экологические показатели, однако его производство может существенно загрязнять окружающую среду, что не красит существующую картину и на этом моменте внимание не фокусируется. Во вторую очередь необходимо разработать методические механизмы, позволяющие дать прямую экономическую оценку улучшению экологических показателей.

## Библиографический список:

1. ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия = Diesel fuel. Specifications: межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1871-ст: введен взамен ГОСТ 305-82: дата введения 2015-01-01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом по переработке нефти (ОАО «ВНИИ НП»). - Москва: Стандартинформ, 2014. - 15 с. - Текст непосредственный.

2. Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта, утверждённая Распоряжением ОАО «РЖД» от 27.12.2007г. № 2459р.

3. Водород у ворот. - Обновляется в течение суток. - URL: [https://www.kommersant.ru/doc/4521376?from=main\\_4](https://www.kommersant.ru/doc/4521376?from=main_4) (дата обращения: 14.06.2023). - Текст: электронный.