



## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ С КОМБИНИРОВАННОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКОЙ МАЛОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ «МЯГКИЙ ГИБРИД»

В статье приводится методика оценки эффективности использования гибридных автомобилей в сравнении с бензиновыми аналогами в процессе эксплуатации. Учитывается первоначальная стоимость, инфляционные потери, потеря в стоимости, расход топлива сравниваемых автомобилей. Приводятся результаты расчета экономической выгоды от эксплуатации гибридного автомобиля Geely Atlas Pro при различных среднегодовых пробегах. Результаты показывают, что при среднегодовом пробеге 30 тыс. км в год эксплуатация гибридной модификации автомобиля становится экономически эффективной через 4,5 года или 135 тыс. км.

Мягкий гибрид, параллельный гибрид, эффективность использования, сравнение, топливная экономичность.

С 2004 года, когда в России появились в продаже новые автомобили с гибридной энергоустановкой, прошло почти 20 лет. За это время сменилось несколько марок, продающих гибридные автомобили. В разное время в России их продавали компании Тойота, Лексус, Форд, Шевролет, Пежо, Хонда, Митсубиси, Вольво, Ленд Ровер, Фольксваген, БМВ, Мерседес. Это были совершенные разные типы гибридных энергоустановок: параллельного, смешанного и последовательного типа [1]. С 2022 года все вышеперечисленные компании официально вышли из Российского рынка и не продают автомобили России. Казалось бы, автомобильной парк России снова полностью вернулся к традиционным автомобилям с ДВС. Ведь среди Российских автопроизводителей гибридные автомобили выпускает только компания Аурус, но это мелкосерийное производство. Никаких стимулирующих государственных мер поддержки для гибридных автомобилей в настоящее время в России также не применяется. Не смотря на все это их продажи растут естественным образом.

С 2021 года в России официально можно купить автомобили с гибридной энергоустановкой китайских производителей. Наиболее популярным является автомобиль Geely Atlas Pro с гибридной энергоустановкой малой мощности, которую принято называть «mild hybrid». Летом 2022 года данный автомобиль оказался на 4-м месте по популярности среди новых купленных автомобилей в Москве и на 7-м в России. Высокий кузов, повышенная проходимость, приемлемая налоговая база до 150 л.с. и доступная цена быстро привела его в сегменты массового потребления в России и в настоящее время продажи составляют около 1000 шт. в месяц. Таким образом, продажи гибридных автомобилей в России по прежнему растут и обгоняют продажи электромобилей, не смотря на колоссальные меры их поддержки. Государственные субсидии на покупку электромобиля составляют около 1 млн руб., владельцы освобождены

от уплаты транспортного налога, имеются бесплатные зарядные станции, бесплатные парковки в центре города и т.д. Все это говорит о том, что развитие гибридных автомобилей продолжается естественным образом за счет законов рыночной конкуренции, в которых покупатель выбирает более экономичный автомобиль с лучшими динамическими характеристиками, эргономическими свойствами.

В настоящее время гибридными автомобилями Geely Atlas Pro активно насыщаются таксопарки и каршеринговые сервисы в России, замещая ушедших производителей.

Рассмотрим особенности конструкции энергоустановки. Основным источником энергии является трехцилиндровый бензиновый двигатель внутреннего сгорания (ДВС) с рабочим объемом 1,5 литра и турбонаддувом. Двигатель развивает максимальную мощность 177 л.с. и крутящий момент 255 Н·м. Суммарная же мощность энергоустановки по данным компании составляет 190 л.с. и крутящий момент 300 Н·м. Отсюда следует вывод, что тяговый электродвигатель (стартер-генератор) имеет мощность 13 л.с. и крутящий момент 110 Н·м. Вероятно речь идет о пиковой мощности и может развиваться в течение нескольких секунд. По другим же данным автопроизводитель говорит, что крутящий момент может составлять 50 Н·м. Питание тягового накопителя осуществляется от 48 вольтовой литий-ионной аккумуляторной батареи. Тяговый электродвигатель находится со стороны привода вспомогательных агрегатов и соединен с колечатом валом ременной передачей. Эта особенность не позволяет ему вращать ведущие колеса самостоятельно при с выключенном ДВС. При снижении скорости менее 15 км/ч и движении накатом ДВС выключается и запускается сразу при нажатии на педаль газа. При торможении двигателем стартер генератор рекуперировывает энергию торможения [2, 3].

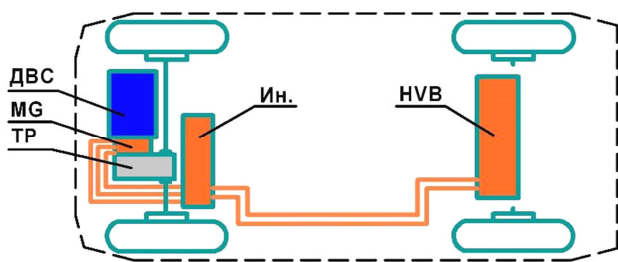


Рис. 1. Схема гибридной силовой установки параллельного типа

Не смотря на множество разных преимуществ гибридной энергоустановки, таких как высокая динамика разгона, большая проходимость и комфорт, оценим экономическую выгоду от ее эксплуатации по методике учета первоначальной стоимости и затрат на топливо [4].

Производитель заявляет, что автомобиль с бензиновым двигателем расходует 8,1 л/100 км, а с гибридным 5,8 л/100 км. Реальный же расход топлива будет отличаться от декларируемого автопроизводителем.

Согласно рекомендациям Минтранса РФ, нормативный расход топлива может быть увеличен при эксплуатации транспортного средства в населенных пунктах [5]. При расчете топлива на основании поправочных коэффициентов учитывается численность городского населения.

Так, для Москвы и Санкт-Петербурга базовая норма может быть увеличена на 35 %, для Новоси-

бирска, Екатеринбурга, Нижнего Новгорода и др. городов с населением более 1 млн чел. – на 25 %, при использовании климатической установки при движении автомобиля, независимо от времени года, – до 7 %.

В зимнее или холодное время года на стоянках при необходимости пуска и прогрева двигателя устанавливается нормативный расход топлива из расчета за один час стоянки с работающим двигателем – до 10 % от базовой нормы.

Для средней полосы территории России и городом с населением более 1млн чел. примем следующие поправочные коэффициенты:

- эксплуатация в населенном пункте – 20 %;
- использование при движении климатической установки – 5 %;
- прогрев двигателя – 5 %.

Итого общий поправочный коэффициент составит 1,3. С учетом этого получены значения реального расхода топлива (табл. 1).

Используем данные о расходе топлива, стоимости сравниваемых автомобилей для вычисления экономической выгоды. Более экономичный автомобиль должен иметь меньшие затраты на топливо, но более высокую первоначальную стоимость. Ежегодно автомобили будут терять в цене из-за потери рыночной стоимости при эксплуатации. Более дорогой автомобиль также будет иметь инфляционные потери от вложения средств при покупке. В зависимости от ежегодного пробега срок окупаемости гибрида будет меняться. В таблице 2 приведены результаты расчета для ежегодного пробега 30 тыс. км в год.

Таблица 1

**Норма расхода топлива с учетом рекомендаций Минтранса РФ**

Модель автомобиля	Цена автомобиля	Нормативный расход топлива (смеш.), л/100 км		
		Заводские данные, (городской/смешанный/загородный)	Базовая норма, рекомендованная Минтрансом РФ	
			без учета поправочных коэффициентов	с учетом поправочных коэффициентов
Geely Atlas	1840	Бензиновый, 2,0 (139)	8,1	10,53
Geely Atlas Pro	2210	Мягкий гибрид, 1,5 (177)	5,8	7,54

Таблица 2

**Сравнительный расчет стоимости эксплуатации автомобиля Джили Атлас с бензиновым и гибридным двигателями**

Пробег		0	30000	60000	90000	120000	150000	180000	210000	240000	270000	300000
Лет экспл		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Годы экспл		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Измененеи стоимости по расчету, %		15	14	13	11	10	8,7	7,4	6,1	4,8	3,5	3
Изменение стоимости, тыс. руб.	Гибрид	2210	1901	1654	1472	1324	1209	1120	1051	1001	966	937
	Бензин	1840	1582	1377	1225	1103	1007	932	875	833	804	780
Потеря стоимости, тыс. руб.	Гибрид	0	309	247	182	147	115	89	68	50	35	29
	Бензин	0	258	206	151	123	96	75	57	42	29	24
Расходы на топливо, тыс. руб	Гибрид		118	118	118	118	118	118	118	118	118	118
	Бензин		164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Инфляц. потери, тыс. руб (5% в год)	Гибрид		95	83	74	66	60	56	53	50	48	47
	Бензин		79	69	61	55	50	47	44	42	40	39
Затраты нарастающим итогом, тыс. руб.	Гибрид		2423	2101	1845	1655	1503	1383	1290	1219	1167	1130
	Бензин		2083	1816	1602	1445	1317	1218	1140	1081	1038	1008
Затраты с учетом продажи авто, тыс. руб.	Гибрид		769	629	520	446	383	331	289	253	230	212
	Бензин		707	590	499	438	385	342	307	277	258	243

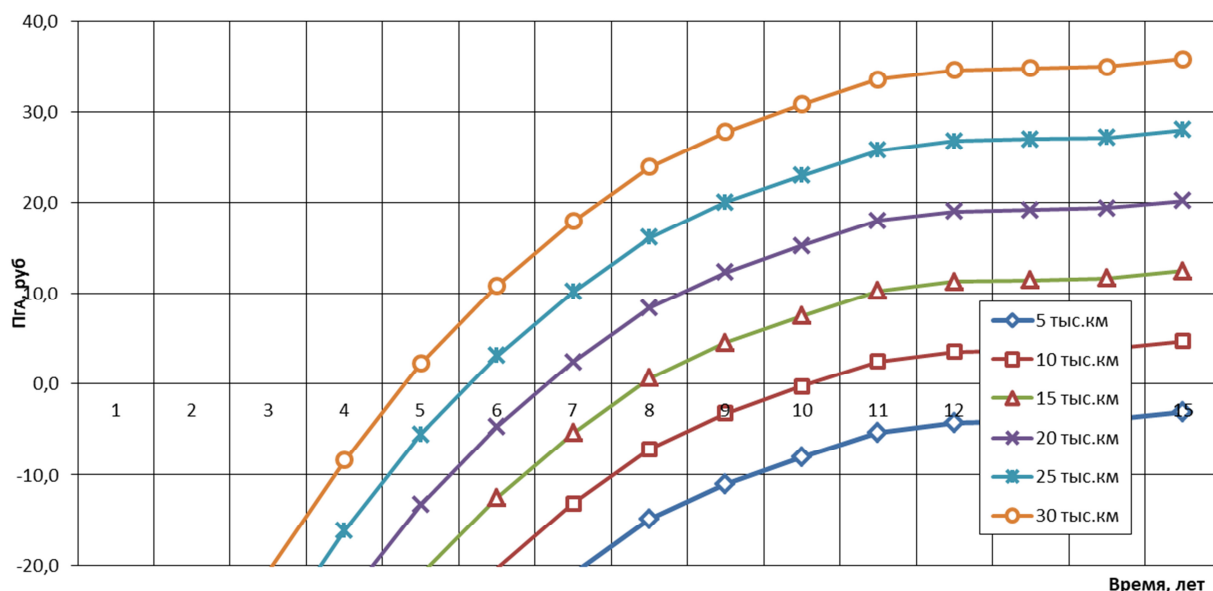


Рис. 2. Результаты расчета экономической выгоды от использования гибридного автомобиля при различных ежегодных пробегах с учетом продажи автомобиля (руб/км)

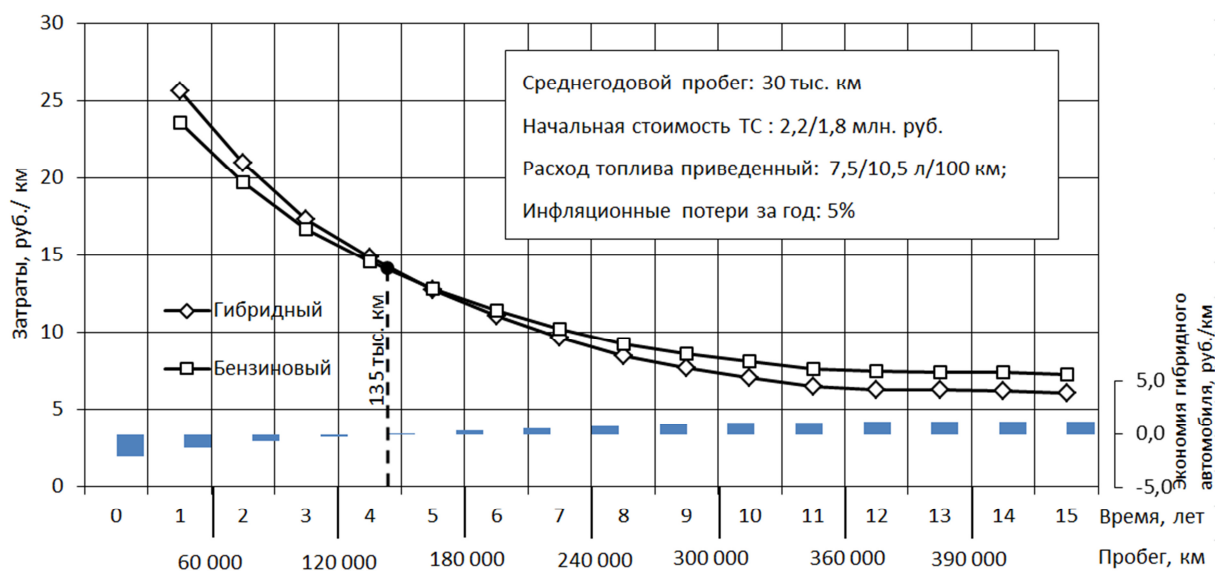


Рис. 3. Период окупаемости затрат на эксплуатацию гибридного автомобиля Geely Atlas Pro при ежегодном пробеге 30 тыс. км (примерно 120 км в день). Для таксопарков ежедневный пробег составляет 180 км

На графике рис. 2. показаны результаты расчета для пробегов от 5 до 30 тыс. км.

График показывает, что экономия от эксплуатации гибридного автомобиля начинается при пробеге не менее 15 тыс. км.

И даже при таком пробеге срок появления экономической эффективности составит больше 7 лет. При оценке экономичности автомобилей рассматривается срок окупаемости не больше 5 лет.

На рис. 3 приведен срок окупаемости для ежегодного пробега 30 тыс. км. Такой пробег возможен при коммерческом использовании автомобиля.

Результаты показывают, что экономия от эксплуатации автомобиля с гибридным двигателем малой электрической мощности (mild hybrid) Geely Atlas Pro возможна при пробеге более 15 тыс. км. в год, т.е. при коммерческой эксплуатации автомобиля. При ежегодном пробеге 30 тыс. км. срок получения экономи-

ческой выгоды составит 4,5 лет или 135 тыс. км. После этого пробега автомобиль становится более эффективным чем бензиновый. Средний пробег автомобилей в таксопарке может составлять 50 тыс. км. в год. Гибридный автомобиль при таком пробеге становится более выгоден через 2 года эксплуатации.

## Литература

1. Раков, В. А. Оценка развития мирового автопарка гибридных автомобилей / В. А. Раков // Авто-транспортное предприятие. – 2012. – № 8. – С. 49–52.
2. Официальный сайт компании Geely / Описание характеристик Geely Atlas Pro. – Текст : электронный // [сайт]. – URL: <https://www.geely-motors.com/model/atlaspro> (дата обращения: 16.04.2023).
3. Pistoia, G. Electric and Hybrid Vehicles. Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the

Market / G. Pistoia. – Oxford : The Netherlands Linacre House, 2010. – 645 p.

4. Раков, В. А. Оценка экономической эффективности гибридных автомобилей / В. А. Раков // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования : материалы X международной научно-технической конференции. – Вологда : ВоГУ, 2015. – С. 161–166.

5. О внесении изменений в Методические рекомендации "Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте" : Распоряжение Минтранса России от 14.05.2014 N НА-50-р : введенные в действие распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации от 14 марта 2008 г. № АМ-23-р. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 12.05.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

*V.A. Rakov*  
*Vologda State University*

#### **EVALUATING OPERATING EFFICIENCY OF VEHICLES WITH HYBRID ENGINE OF LOW ELECTRIC POWER "MILD HYBRID"**

The article presents a methodology for evaluating the effectiveness of the use of hybrid cars in comparison with gasoline counterparts during operation. The initial cost, inflation losses, loss in value, fuel consumption of compared cars are taken into account. The results of the calculation of the economic benefits from the operation of the Geely Atlas Pro hybrid car for various average annual mileage are presented. The results show that with an average annual mileage of 30 thousand km per year, the operation of a hybrid car modification becomes cost-effective after 4.5 years or 135 thousand km.

Mild hybrid, parallel hybrid, utilization efficiency, comparison, fuel economy.