


Особенности проектирования сценариев развития гибридных технологий в российской и зарубежной автомобильной промышленности


Галина С. Армашова-Тельник¹ atgs@yandex.ru  0000-0001-9370-5875
Татьяна А. Бобович¹ atgs@yandex.ru

¹ Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, 67 А, Санкт-Петербург, 190000, Россия

Аннотация. Актуальность развития гибридной технологии электромобилей в автомобилестроении заключается в ее разнообразии. Различные степени гибридизации позволяют получить бонусы как обычных автомобилей с двигателем внутреннего сгорания, так и чистых электромобилей, при этом контролируя уровень электрификации своих автомобилей, от мягких гибридов, близких к автомобилям только с двигателем внутреннего сгорания, до подключаемых гибридов, больше похожих на чистые электромобили. В зависимости от политики автопроизводителя и требований рынка имеется возможность использования различных конструкций, в том числе опирающихся на уже существующие разработки. В статье произведен анализ современного автомобильного рынка России и доли автомобилей с гибридной технологией в нем. Сделано сравнение развития гибридной технологии в современном автомобильном строительстве российских и зарубежных автопроизводителей. Специфика проектирования сценариев для развития гибридных технологий в российской и зарубежной автомобильной промышленности отражена в самом процессе использования гибридной технологии в моделях зарубежных автопроизводителей. Так, применение технологии умеренного гибрида, преимущественно, используется автопроизводителями с целью плавного перехода на более электрифицированные версии, проектирование и реализация технологии мягких гибридов применяется автопроизводителями для повышения экологических параметров своих автомобилей с сохранением динамических характеристик или же для увеличения последних. Технология полной гибридизации также может быть использована как переходная для полной электрификации моделей, однако преимущественно используется в электромобилях, нацеленных на гибридное устройство. Технология последовательной гибридизации не получила широкого применения в легковых автомобилях.

Ключевые слова: проектирование, автомобильная промышленность, интеграция проектов, гибридные технологии.

Features of designing scenarios for the development of hybrid technologies in the Russian and foreign automotive industry

Galina S. Armashova-Telnik¹ atgs@yandex.ru  0000-0001-9370-5875
Tatyana A. Bobovich¹ atgs@yandex.ru

¹ Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

Abstract. The relevance of the development of hybrid electric vehicle technology in the automotive industry lies in its diversity. Various degrees of hybridization allow you to get bonuses for both conventional cars with an internal combustion engine and pure electric vehicles, while controlling the level of electrification of your cars, from soft hybrids close to cars with only an internal combustion engine to plug-in hybrids more similar to pure electric vehicles. Depending on the policy of the automaker and the requirements of the market, it is possible to use various designs, including those based on existing developments. The article analyzes the modern automotive market in Russia and the share of cars with hybrid technology in it. A comparison of the development of hybrid technology in modern automotive construction of Russian and foreign automakers is made. The specificity of designing scenarios for the development of hybrid technologies in the Russian and foreign automotive industries is reflected in the very process of using hybrid technology in the models of foreign automakers. Thus, the use of mild hybrid technology is mainly used by automakers with the aim of a smooth transition to more electrified versions, the design and implementation of mild hybrid technology is used by automakers to improve the environmental parameters of their cars while maintaining dynamic performance or to increase the latter. Full hybridization technology can also be used as a transitional for full electrification of models, however, it is mainly used in electric vehicles aimed at a hybrid device. Sequential hybridization technology has not been widely used in passenger cars.

Keywords: design, automotive industry, project integration, hybrid technologies.

Введение

В современных реалиях большинство автомобильных концернов имеют в своем модельном ряде хотя бы несколько моделей, использующих гибридную технологию. Данная тенденция обоснована большим интересом

общественности к электромобилям, но текущие показатели технического развития данной отрасли и общая инфраструктура не позволяют гарантировать автопроизводителям успех при полном отказе от двигателей внутреннего сгорания и перехода только на электромоторы.

Для цитирования

Армашова-Тельник Г.С., Бобович Т.А. Особенности проектирования сценариев развития гибридных технологий в российской и зарубежной автомобильной промышленности // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 3. С. 296–302. doi:10.20914/2310-1202-2022-3-296-302

For citation

Armashova-Telnik G.S., Bobovich T.A. Features of designing scenarios for the development of hybrid technologies in the Russian and foreign automotive industry. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 3. pp. 296–302. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-3-296-302

Поэтому значительную популярность приобрела технология, позволяющая как удовлетворить стремление общественности к электрификации, так и обезопасить автопроизводителей от резкого перехода. Вариативность данной технологии позволяет производителям не только создавать новые модели с использованием гибридной технологии, но и внедрять ее в уже существующий модельный ряд, не затрачивая такие большие суммы денег и значительное время, необходимые для проектирования нового автомобиля. Лучшие технические и динамические показатели автомобиля, возможность соответствия новым, более строгим экологическим нормам помогают автопроизводителям поддерживать актуальность своих серийных моделей.

Однако внедрение чего-то нового и не столь распространенного сказывается на итоговой цене продукта, из-за чего цена некоторых моделей с гибридной технологией может оказаться существенно больше, нежели той же модели без данной технологии. Так же до последнего времени у автовладельцев имелись проблемы с обслуживанием и ремонтом гибридных электромобилей (по большей мере это относится к умеренным или полным гибридам), в связи с отсутствием квалифицированных специалистов, способных качественно выполнить данную работу. Но на данный момент увеличение цены возможно компенсировать при условии производства достаточного количества автомобилей, использующих гибридную технологию, а также за счет субсидий и льгот, которые введены в некоторых странах.

Материалы и методы

Для получения результата в сложно организованной структуре необходимо составить проект, то есть представить процесс взаимосвязанных событий, которые должны привести к результату в течение какого-то конкретного периода времени. Отсюда следует ряд требований, которые предъявляются к проектной деятельности:

- каждый проект должен быть ограничен, для каждого этапа должны быть четко продуманы задачи, сроки реализации и требуемые ресурсы;
- каждый этап проекта должен соответствовать общему замыслу;
- все этапы проекта должны быть последовательными и связаны между собой;
- идея проекта, как и решения проблем по его реализации должны быть обоснованными;
- реализацией проекта должна быть осуществлена лицами достаточно компетентными в решении поставленных перед ними вопросов;
- каждый проект должен иметь перспективы развития.

Жизненный цикл любого проекта можно обобщенно представить в виде пяти этапов:

1. Инициация проекта
2. Планирование
3. Выполнение
4. Контроль и мониторинг
5. Завершение проекта

Особое внимание стоит уделить планированию, поскольку основная часть разработки проекта заключается в его планировании.

Планирование представляет собой определение целевых установок и способов их наиболее эффективного достижения. Целевые установки всегда взаимосвязаны между собой, что делает удобным представление их в виде дерева целей.

Необходимость планирования обосновывается решением следующих проблем:

- Неопределенность будущего
- Необходимость координации участников проекта

- Оптимизация действий и результатов

Любой план является упорядоченным набором действий, выполнение которых должно привести к ожидаемым результатам. План может быть представлен в различных видах:

- График
- Схема
- Таблица
- Описание

Основным критерием любого плана остается его наглядность и понятность, поэтому графическое и схематическое представление плана в большинстве случаев предпочтительнее, однако табличное и описательное представление плана также необходимо ввиду большей детализации и информативности.

Обычно выделяют следующие уровни планов:

- Концептуальный
- Стратегический план реализации проекта
- Тактический план

Концептуальное планирование представляет собой процесс разработку основной проектной документации, технических требований, управленческих процедур и процедур контроля. Концептуальный план составляется в начальный период жизненного цикла проекта.

Стратегическое планирование является разработкой более укрупненных и долгосрочных планов. Данный тип планирования необходим для определения целей и способов. При этом частные цели по мере реализации проекта могут быть изменены, но стратегические цели, заложенные на данном этапе планирования должны быть неизменными на протяжении всей реализации проекта. Поэтому этапу стратегического

планирования всегда придается особое значение, поскольку на данном этапе должна быть сформирована предельная ясность по всему проекту в целом, по его основным частям и достигаемым целям.

На этапе тактического планирования происходит разработка детальных графиков для оперативного управления.

На любом из этапов планирования может возникнуть необходимость в визуализации для упрощения восприятия информации и структуризации имеющихся данных. Одним из способов визуализации плана является формирование иерархической структуры работ.

Иерархическая структура работ (Work Breakdown Structure – WBS) – это инструмент, позволяющий разбить проект на составные части. В ходе WBS выполняют декомпозицию задач на подзадачи, пакеты работ различного уровня и пакеты детальных работ. При декомпозиции элементов одного уровня WBS должно быть необходимое и достаточное количество для создания соответствующего элемента верхнего уровня. Пример иерархической структуры представлен на рисунке 1



Рисунок 1. Пример WBS схемы

Figure 1. WBS scheme

Поводом для деления задачи на подзадачи может стать упрощение оценки, упрощение распределения работ между исполнителями или упрощение контроля над исполнением работ. Иерархическая структура работ должна включать в себя все работы по проекту, только в таком случае она представляет целостную и информативную структуру. Задачи, рассматриваемые в такой структуре, могут быть трех видов:

- Фиксированной длительности (время выполнения не зависит от трудозатрат и ресурсов);
- С фиксированными трудозатратами (время выполнения зависит от количества назначенных на неё сотрудников);
- С фиксированным объёмом ресурсов (работ).

Для каждого из трех видов задач время выполнения определяется по-разному.

Контрольные точки, с которыми связаны переходы на новый этап или новую стадию реализации проекта называются вехами проекта. В основном, с вехами проекта связано завершение какого-либо ключевого процесса. Такими процессами могут быть подписание, формирование или получение документа или же другие важные для реализации проекта процессы. Составление вех является основной и наиболее обобщенной частью плана, дополнение и детализация которого, впоследствии, приводит к укрупненному и детализированному графику.

Для определения сроков начала и окончания работ используется сетевое планирование, позволяющее увязать выполнение различных процессов во времени, получив, таким образом, прогноз продолжительности этапа реализации проекта или всего срока реализации проекта целиком. В самом начале составляется таблица предшествования, которая описывает все операции этапа или проекта и их очередность. Пример таблицы предшествования представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Пример таблицы предшествования

Table 1.

Example of an precedence table

Номер операции Operation Number	Описание операции Description	Номер предшествующей операции Number of the previous operation
1	Операция 1	-
2	Операция 2	1
3	Операция 3	2
4	Операция 4	3
5	Операция 5	4

Затем по составленной таблице предшествования может быть составлена диаграмма Ганта, представляющая из себя гистограмму, у которой на горизонтальной оси отложены промежутки времени. Каждая горизонтальная полоса гистограммы представляет операцию, а длина этой полосы – продолжительность выполнения данной операции. Названия и характеристики операций располагаются в боковине слева. Расположение полос относительно оси времени имеет большое значение, поскольку показывает взаимосвязь между операциями. Так, расположение одной полосы под другой говорит о параллельности выполнения данных операций, а расположение одной полосы правее другой, о невозможности начала выполнения второй операции до завершения первой. Пример диаграммы Ганта представлен в таблице 2.

Таблица 2.
 Диаграмма Ганта

Table 2.

Gantt chart

Описание операции Description	Дни Days								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Операция 1									
Операция 2									
Операция 3									
Операция 4									
Операция 5									

Недостатками таких диаграмм являются трудоемкость корректировки при внесении изменений и потеря наглядности при большом количестве операций или при использовании разного масштаба для существенно отличающихся по времени операций. Поэтому лучше всего использовать диаграмму Ганта для этапов реализации проекта, а не для всего проекта целиком.

Таким образом, применяя эффективные инструменты проектирования видится перспективность производства гибридных автомобилей в современных реалиях, что подтверждает и активность автопроизводителей, которые занимаются разработкой проектов по внедрению гибридной технологии в свой автомобильный ряд.

Результаты

Так, главным лидером отечественного автомобилестроения в рамках гибридной технологии является автомобильный концерн Aurus, специализирующийся на автомобилях люксового и представительского класса. Данный автопроизводитель сумел разработать, произвести и ввести в эксплуатацию ряд автомобилей, хотя количество выпущенных экземпляров невелико, перспективы для развития производственного потока большие. Впервые автомобиль марки Aurus был представлен на инаугурации президента Российской Федерации 7 мая 2018 года, с тех пор автомобили данной марки были замечены при участии в параде Победы в Москве в 2019 году, с 2020 года начали использоваться в официальных мероприятиях главами субъектов Российской Федерации. Так же данные автомобили были использованы при инаугурации президента Республики Татарстан, а 10 сентября 2021 года были задействованы на похоронах погибшего главы МЧС Евгения Зиничева.

Все автомобили Aurus оборудованы гибридным двигателем V8, спроектированным по заказу при содействии Porsche Engineering, данный двигатель обладает мощностью в 598 л.с. и дополняется электродвигателем мощностью в 62 л.с., что составляет порядка 45,6 кВт. Исходя из наличия девятиступенчатой автоматической коробки переключения передач и описания автопроизводителя, что основной задачей электродвигателя является улучшение динамических характеристик при разгоне, можно предположить,

что данные автомобили имеют параллельный тип гибридизации, однако точные данные автопроизводитель не предоставляет.

Помимо Aurus еще один отечественный производитель имеет разработку собственного автомобиля, построенного на гибридной технологии. В 2018 году на промышленной выставке Иннпром-2018 автоконцерном УАЗ была представлена первая отечественная модель легкого коммерческого грузовика с гибридной технологией, данный проект был реализован на базе уже существующей на тот момент моделью УАЗ Профи.

Разработанная модель имеет в своей комплектации атмосферный 2,3 литровый бензиновый двигатель мощностью 131,6 л.с. и электродвигатель максимальной мощности 93 кВт. Данная модель способна обеспечить движение автомобиля только за счет использования электротяги, однако в таком случае скорость не должна превышать 50 км/ч, иначе включается гибридный режим. Наличие 6-ступенчатой автоматической коробки переключения передач позволяет судить о том, что данная модель построена на параллельной системе гибридизации. По заверению автопроизводителя данная модификация удовлетворяет требованиям экологических норм, присваивающих ей экологический класс Евро-6, что делает возможным продажу данной модели на зарубежных рынках. Серийное производство данной модификации планировалось осуществить после прохождения ей всех требуемых испытаний, однако на данный момент данная модификация не была включена в действующий модельный ряд.

Другим отечественным производителем, осваивающим гибридную технологию, является автомобильный концерн КАМАЗ. На международной выставке коммерческих автомобилей Comtrans 2021 автопроизводителем был представлен прототип новой модели КАМАЗ-54907 (Континент), оснащенный гибридной силовой установкой. Официальные технические параметры силовой установки автопроизводителем не предоставлены, однако налаживание серийного производства ожидается в течение 5 лет.

Автоконцерн Группа ГАЗ, специализирующийся на разработке и производстве средних и малотоннажных транспортных средств, делает упор на развитие электрического и газомоторного автотранспорта в сфере альтернативных силовых установок. Использования или разработки гибридной технологии в модельном ряду данного автопроизводителя не наблюдается.

Лидером на отечественном автомобильном рынке уже долгие годы остается автопроизводитель LADA, заслуживший большое внимание и интерес за счет выпуска новых моделей, получивших большой спрос на территории России и стран СНГ. Несмотря на попытки выйти на

европейский автомобильный рынок, автоконцерн был вынужден его покинуть из-за ужесточения экологических норм в 2020 году. Различные новостные источники указывают информацию о разработках автопроизводителя в сфере гибридных технологий, однако официальных подтверждений данной информации от автопроизводителя нет.

Toyota Motor является крупнейшим производителем автомобилей в мире, а также является лидером мирового рынка по продажам автомобилей в течение многих лет, данные по продажам автомобилей марки Toyota в мире представлены на рисунке 2.

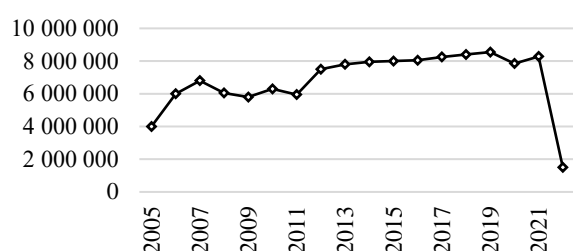


Рисунок 2. Продажи автомобилей марки Toyota
Figure 2. Sales of Toyota cars

Помимо автомобилей марки Toyota, данный автоконцерн производит автомобили премиальной марки Lexus, чей уровень мировых продаж значительно ниже, ввиду специфики сегмента потребителей, на которых ориентирован данный товар. На данный момент доля продаж гибридных автомобилей двух этих марок составляет 14 % от общего мирового объема продаж компании. Toyota Motor без сомнения является мировым лидером по освоению гибридной технологии: на данный момент под марками Toyota и Lexus компания готова предложить 24 модели гибридных автомобилей и одну модель подключаемого гибрида Toyota Prius Plug-in Hybrid. Ведущим производителем гибридных автомобилей Toyota Motor можно назвать не только за обширный модельный ряд, по сравнению с другими автопроизводителями, но и за огромную долю продаж автомобилей с данной технологией. На данный момент порядка 80 % всех продаж гибридных автомобилей приходится на Toyota Motor, а с момента выпуска своего гибридного электромобиля Toyota Prius в 1997 году автоконцерн продал уже порядка 13 миллионов единиц автомобилей с гибридной технологией. Достижение подобных результатов стало возможно в первую очередь из-за огромного числа технологических разработок в сфере гибридизации автомобилей. На сегодняшний день автопроизводителю принадлежит около 4000 различных патентов, связанных с гибридными технологиями электромобилей, но одним из самых главных является патент на гибридный синергетический привод (Hybrid Synergy Drive). Данная разработка

используется во всех гибридных автомобилях марки Toyota и Lexus, а так же была использована в автомобилях марок Nissan, Subaru и Mazda. В 2019 года компания Toyota Motor объявила о разрешении сторонним компаниям бесплатно использовать свои патенты на гибридные технологии вплоть до 2030 года. Предполагается, что данное решение подтолкнёт большинство автопроизводителей к развитию гибридных технологий в своем автомобильном ряде.

Немецкие автопроизводители Mercedes и Audi в своих моделях делают упор на использование технологии мягких гибридов. Данное решение позволяет автопроизводителям согласовать направление развития гибридных технологий и направление развития малолитражных бензиновых и дизельных двигателей. Так же, использование технологии мягких гибридов дает возможность внедрения ее в действующий модельный ряд, не несет за собой существенных затрат, а как следствие, не сильно сказывается на изменении стоимости автомобилей. В таблице 3 приведен небольшой перечень моделей Mercedes и Audi с технологией мягкого гибрида

Таблица 3.
Модели Mercedes и Audi

Table 3.

Mercedes and Audi models

Модель Model	Год начала использования технологии мягкого гибрида Year
Audi A6	2018
Audi A7	2018
Audi A8	2017
Audi Q7	2020
Audi Q8	2019
Mercedes-Benz CLS 350	2018
Mercedes-AMG CLS 53	2018
4MATIC+	2019
Mercedes-Benz GLE 450	2018
4MATIC	2020

Как видно из таблицы, внедрение данной технологии в модельный ряд Mercedes и Audi началось не так давно, однако с каждым годом все больше моделей дополняются данной технологией, что может свидетельствовать о ее результативности. На данный момент технология мягких гибридов широко используется в моделях последних поколений данных автопроизводителей. Помимо мягких гибридов, как Mercedes, так и Audi, в своем модельном ряде имеют гибридные автомобили с умеренной степенью гибридизации, при чем, все гибридные модели обоих автопроизводителей имеют, предположительно, параллельный тип гибридизации, а также являются подключаемыми гибридами.

Отдельное внимание стоит уделить гибридным моделям автопроизводителя KIA. Хотя гибридных версий в модельном ряде данного автопроизводителя немного, всего две модели, концепт их разработки представляет большой интерес. Автомобилями KIA, в которые была внедрена гибридная технология, являются KIA Optima и KIA Niro, оба автомобиля были представлены миру на Чикагском автосалоне в 2016 году. Обе гибридные модели имеют параллельный тип гибридизации и изначально были сделаны с планом осуществления полной электрификации, то есть перехода на чистый электромобиль. Однако, если KIA Optima уже существовала в модельном ряде, в качестве обычного автомобиля только с двигателем внутреннего сгорания и производиться в таком виде и по сей день, то KIA Niro изначально задумывался как электрифицированный автомобиль и выпускался только в гибридных версиях. Автомобиль KIA Niro не раз показывал себя как лидер рынка гибридных электромобилей в различных странах, и долгое время входит в топ-10 самых продаваемых автомобилей KIA, объем продаж данной модели представлен на рисунке 3.

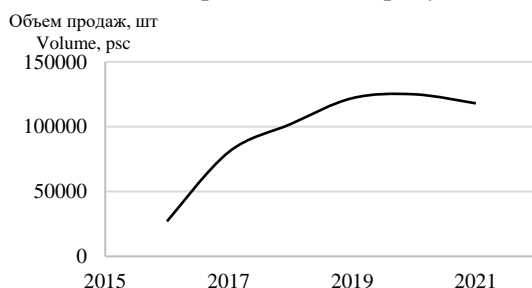


Рисунок 3. Продажи автомобилей марки KIA

Figure 3. Sales of KIA cars

Обе модели, в гибридных версиях, изначально выпускались как обычные гибридные электромобили, однако в дальнейшем получили и подключаемые версии, что сделало их на шаг ближе к чистым электромобилям. Итоговым шагом в развитии данного направления ожидается старт продаж полностью электрифицированной версии KIA Niro EV в конце 2022 года. Полностью электрифицированной версии KIA Optima пока не ожидается, вероятно, это связано с ребрендингом данной модели, которая в пятом поколении получила название KIA K5, и на данный момент последнее поколение не имеет гибридной версии.

Заключение

Специфика проектирования сценариев для развития гибридных технологий в российской и зарубежной автомобильной промышленности отражена в самом процессе использования гибридной технологии в моделях зарубежных автопроизводителей. Так, применение технологии умеренного гибрида, преимущественно, используется автопроизводителями с целью плавного перехода на более электрифицированные версии, проектирование и реализация технологии мягких гибридов применяются автопроизводителями для повышения экологических параметров своих автомобилей с сохранением динамических характеристик или же для увеличения последних. Технология полной гибридизации также может быть использована как переходная для полной электрификации моделей, однако преимущественно используется в электромобилях, нацеленных на гибридное устройство. Технология последовательной гибридизации не получила широкого применения в легковых автомобилях.

Литература

- 1 Спасская Д.Д. Вектор развития креативных индустрий в цифровой экономике // Инновационная экономика и современный менеджмент. 2018. №. 4. С. 10-12.
- 2 Малинецкий Г.Г. Наука и стратегия развития России // Знание. Понимание. Умение. 2021. №. 3. С. 26–44.
- 3 Армашова-Тельник Т.С. Проблематика принятия управленческих решений в условиях цифровизации экономики России. Инновационная наука. 2020. № 4. С. 96–100.
- 4 Санатов Д.В. и др. Перспективы развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России. 2021.
- 5 Шарафутдинов А.Р., Старков И.А. Выбор электродвигателя для электромобилей и гибридных автомобилей // студенческий форум. 2022. С. 40.
- 6 Родионов В. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего. 2022.
- 7 Решетова Е. Механизмы финансирования дорожной инфраструктуры в России и в мире. История развития, современное состояние, лучшие мировые практики. 2021.
- 8 Мушта С.А., Ярошенко Е.А. актуальные проблемы инжиниринговой деятельности в России и пути их решения // Теория и практика современной науки 3. 2021. С. 50.
- 9 Новикова Т.Е., Шилина Е.Я. роль и значение транспортного комплекса в обеспечении экономической безопасности России // Развитие современной науки и образования: актуальные вопросы, достижения и инновации. 2022. С. 46–49.
- 10 Пипия Л.К., Дорогокупец В.С. Наука и инновации в цифровую эпоху // Наука за рубежом. 2020. №. 94. С. 1–49.
- 11 Berggren C., Magnusson T., Sushandoyo D. Transition pathways revisited: Established firms as multi-level actors in the heavy vehicle industry // Research policy. 2015. V. 44. №. 5. P. 1017-1028. doi: 10.1016/j.respol.2014.11.009
- 12 Al-Alawi B.M., Bradley T.H. Review of hybrid, plug-in hybrid, and electric vehicle market modeling studies // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013. V. 21. P. 190-203. doi:10.1016/j.rser.2012.12.048
- 13 Olabi A.G., Wilberforce T., Abdelkareem M.A. Fuel cell application in the automotive industry and future perspective // Energy. 2021. V. 214. P. 118955. doi: 10.1016/j.energy.2020.118955
- 14 Hannan M.A., Hoque M.M., Mohamed A., Ayob A. Review of energy storage systems for electric vehicle applications: Issues and challenges // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. V. 69. P. 771-789. doi: 10.1016/j.rser.2016.11.171
- 15 Dijk M., Orsato R.J., Kemp R. The emergence of an electric mobility trajectory // Energy policy. 2013. V. 52. P. 135-145. doi: 10.1016/j.enpol.2012.04.024


- 16 Kachi T. Recent progress of GaN power devices for automotive applications // Japanese Journal of Applied Physics. 2014. V. 53. №. 10. P. 100210. doi: 10.7567/JJAP.53.100210
- 17 Amoozad Mahdiraji H., Hafeez K., Kord H., Abbasi Kamardi A. Analysing the voice of customers by a hybrid fuzzy decision-making approach in a developing country's automotive market // Management Decision. 2022. V. 60. №. 2. P. 399-425. doi: 10.1108/MD-12-2019-1732
- 18 Mi C., Masrur M.A. Hybrid electric vehicles: principles and applications with practical perspectives. John Wiley & Sons, 2017.
- 19 Căilean A. M., Dimian M. Current challenges for visible light communications usage in vehicle applications: A survey // IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2017. V. 19. №. 4. P. 2681-2703. doi: 10.1109/COMST.2017.2706940
- 20 Fraga-Lamas P., Fernández-Caramés T. M. A review on blockchain technologies for an advanced and cyber-resilient automotive industry // IEEE access. 2019. V. 7. P. 17578-17598. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2895302

References

- 1 Spasskaya D.D. The vector of development of creative industries in the digital economy. Innovative economy and modern management. 2018. no. 4. pp. 10-12. (in Russian).
- 2 Malinetsky G.G. Science and Strategy of development of Russia. Knowledge. Understanding. Ability. 2021. no. 3. pp. 26-44. (in Russian).
- 3 Armashova-Telnik G.S. Problems of managerial decision-making in the conditions of digitalization of the Russian economy. Innovative science. 2020. no. 4. pp. 96-100. (in Russian).
- 4 Sanatov D.V. et al. Prospects for the development of the electric transport and charging infrastructure market in Russia. 2021. (in Russian).
- 5 Sharafutdinov A.R., Starkov I.A. Choosing an electric motor for electric vehicles and hybrid cars. Student forum. 2022. pp. 40. (in Russian).
- 6 Rodionov V. Energy: the problems of the present and the possibilities of the future. 2022. (in Russian).
- 7 Reshetova E. Financing mechanisms of road infrastructure in Russia and in the world. The history of development, the current state, the best world practices. 2021. (in Russian).
- 8 Mushta S.A., Yaroshenko E.A. actual problems of engineering activity in Russia and ways to solve them. Theory and practice of modern science 3. 2021. pp. 50. (in Russian).
- 9 Novikova T.E., Shilina E. Ya. the role and importance of the transport complex in ensuring the economic security of Russia. Development of modern science and education: topical issues, achievements and innovations. 2022. pp. 46-49. (in Russian).
- 10 Pipia L.K., Dorogokupets V.S. Science and innovation in the digital age. Science Abroad. 2020. no. 94. pp. 1-49. (in Russian).
- 11 Berggren C., Magnusson T., Sushandoyo D. Transition pathways revisited: Established firms as multi-level actors in the heavy vehicle industry. Research policy. 2015. vol. 44. no. 5. pp. 1017-1028. doi: 10.1016/j.respol.2014.11.009
- 12 Al-Alawi B.M., Bradley T.H. Review of hybrid, plug-in hybrid, and electric vehicle market modeling studies. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013. vol. 21. pp. 190-203. doi:10.1016/j.rser.2012.12.048
- 13 Olabi A.G., Wilberforce T., Abdelkareem M.A. Fuel cell application in the automotive industry and future perspective. Energy. 2021. vol. 214. pp. 118955. doi: 10.1016/j.energy.2020.118955
- 14 Hannan M.A., Hoque M.M., Mohamed A., Ayob A. Review of energy storage systems for electric vehicle applications: Issues and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. vol. 69. pp. 771-789. doi: 10.1016/j.rser.2016.11.171
- 15 Dijk M., Orsato R.J., Kemp R. The emergence of an electric mobility trajectory. Energy policy. 2013. vol. 52. pp. 135-145. doi: 10.1016/j.enpol.2012.04.024
- 16 Kachi T. Recent progress of GaN power devices for automotive applications. Japanese Journal of Applied Physics. 2014. vol. 53. no. 10. pp. 100210. doi: 10.7567/JJAP.53.100210
- 17 Amoozad Mahdiraji H., Hafeez K., Kord H., Abbasi Kamardi A. Analysing the voice of customers by a hybrid fuzzy decision-making approach in a developing country's automotive market. Management Decision. 2022. vol. 60. no. 2. pp. 399-425. doi: 10.1108/MD-12-2019-1732
- 18 Mi C., Masrur M.A. Hybrid electric vehicles: principles and applications with practical perspectives. John Wiley & Sons, 2017.
- 19 Căilean A. M., Dimian M. Current challenges for visible light communications usage in vehicle applications: A survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2017. vol. 19. no. 4. pp. 2681-2703. doi: 10.1109/COMST.2017.2706940
- 20 Fraga-Lamas P., Fernández-Caramés T. M. A review on blockchain technologies for an advanced and cyber-resilient automotive industry. IEEE access. 2019. vol. 7. pp. 17578-17598. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2895302

Сведения об авторах

Галина С. Армашова-Тельник к.э.н., доцент, кафедра технологического предпринимательства и права, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия, atgs@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9370-5875>

Татьяна А. Бобович ассистент, кафедра технологического предпринимательства и права, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия, atgs@yandex.ru

Information about authors

Galina S. Armashova-Telnik Cand. Sci. (Econ.), associate professor, technological entrepreneurship and law department, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 67 Bolshaya Morskaya Str., St. Petersburg, 190000, Russia, atgs@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9370-5875>

Tatyana A. Bobovich assistant, technological entrepreneurship and law department, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 67 Bolshaya Morskaya Str., St. Petersburg, 190000, Russia, atgs@yandex.ru

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 14/07/2022	После редакции 10/08/2022	Принята в печать 31/08/2022
Received 14/07/2022	Accepted in revised 10/08/2022	Accepted 31/08/2022