

Лежнев Лев Юрьевич

канд. техн. наук, начальник НТЦ «Силовые агрегаты»

Коротков Виктор Сергеевич

ведущий инженер НТЦ «Силовые агрегаты»

Некрасов Александр Сергеевич

ведущий инженер НТЦ «Силовые агрегаты»

ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»

г. Москва

DOI 10.21661/r-473046

СИСТЕМА ПРЕДИКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОУСТАНОВКОЙ ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ: СОСТАВ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Аннотация: в статье описана функциональная схема разрабатываемой системы предиктивного управления гибридного транспортного средства с последовательной силовой установкой, которая позволит получить оптимальную стратегию управления энергоустановкой на горизонте управления в зависимости от текущего состояния транспортного средства и с учетом различных факторов заданного маршрута. Описаны принципы взаимодействия отдельных компонентов системы предиктивного управления друг с другом, оператором и непосредственно энергоустановкой транспортного средства.

Ключевые слова: предиктивное управление, гибридное транспортное средство, модельное предиктивное управление.

Практическое применение аппарата теории вероятности и математической статистики, развитая система глобального позиционирования, высокоточные датчики и сканирующие устройства, оптимальные алгоритмы обработки информации и принятия решений позволяют разработать систему предиктивного управления (СПУ). Данная система может проводить оценку вероятностей наступления событий на пути следования транспортного средства (ТС), что положительно сказывается на расходе топлива и уровне выбросов вредных веществ.

Наиболее часто исследования предиктивных систем управления направлены на повышение показателей гибридных и электрических автомобилей. В докладе [2, с. 5848] предложен алгоритм управления мощностью, основанный на методе моделирования цепей Маркова и методах прогнозирования стохастической модели, применимый для гибридных транспортных средств с последовательной схемой силовой установки. Потребность в мощности двигателя водителем моделируется как цепь Маркова для представления будущего запроса мощности при различных условиях движения.

Для моделирования работы гибридного транспортного средства с последовательной силовой установкой в статье [1, с. 1112] было предложено рассмотреть реальное движение транспортного средства как случайный процесс. Это позволило применить математические методы, основанные на вероятности и теории стохастических процессов для анализа работы его энергоустановки. Моделирование показало, что, обладая информацией о будущих условиях движения по заданному маршруту, система предиктивного управления позволяет применить двигатель внутреннего сгорания меньшей мощности при условии сохранения заданного энергетического баланса.

Перед разрабатываемой современной системой предиктивного управления, функциональная схема которой показана на рисунке 1, в первую очередь, должна стоять задача оптимизации потребления энергии при прохождении заданного (или предполагаемого) маршрута следования. При этом должен происходить учет рельефа местности по заданному маршруту, а также рассматриваться такие дополнительные параметры маршрута, как дорожная ситуация и погодные условия, и прочие. Также важной задачей может быть минимизация использования двигателя внутреннего сгорания в населенных пунктах с целью уменьшения негативного влияния выхлопных газов на экологию.

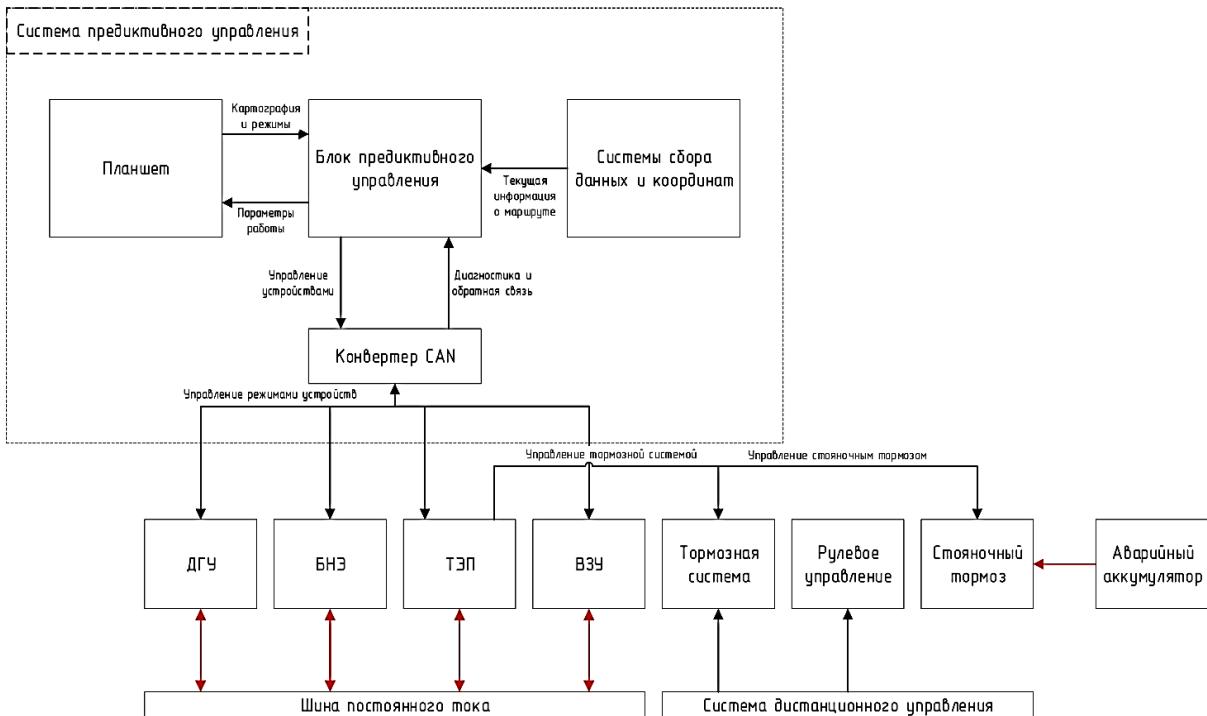


Рис. 1. Функциональная схема разрабатываемой системы предиктивного управления

где ДГУ – двигатель-генераторная установка; БНЭ – буферный накопитель энергии; ТЭП – тяговый электропривод; ВЗУ – внешнее зарядное устройство.

Как уже было показано в работе [3, с. 39] для построения маршрута следования, а также контроля параметров СПУ и энергоустановки ТС необходимо устройство взаимодействия с пользователем. На представленной схеме такую роль выполняет планшетный компьютер с установленным специализированным программным обеспечением. Блок предиктивного управления получает информацию как от пользователя, так и от систем сбора данных и координат. На основании полученных данных формируется стратегия управления энергоустановкой гибридного ТС.

Для управления различными устройствами используются две CAN шины. По шине «управление режимами устройств» блок предиктивного управления задает режимы работы генераторов и потребителей энергии. По второй изолированной CAN шине осуществляется управление тормозной системой. Блок управления стоячным тормозом имеет собственную систему аварийного питания,

которая обеспечивает безопасную остановку и блокировку колес ТС в случае сбоев в работе других систем.

Система дистанционного управления позволяет оператору удаленно воздействовать на рулевое управление, тяговый привод и тормозную систему для маневрирования или технического обслуживания.

Использование алгоритмов модельного предиктивного управления позволяет получить оптимальную стратегию управления энергоустановкой на горизонте управления в зависимости от текущего состояния ТС и с учетом различных факторов заданного маршрута.

Настоящая работа подготовлена в рамках соглашения №14.577.21.0249 от 26 сентября 2017 года о предоставлении субсидии при финансовой поддержке Минобрнауки России. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57717X0249.

Список литературы

1. Lezhnev L.Yu. Predictive control implementation for series hybrid electric vehicles / L.Yu. Lezhnev, N.A. Khripach, D.A. Petrichenko, F.A. Shustrov // International Journal of Civil Engineering and Technology. – 2017. – №8 (11). – P. 1107–1116.
2. Ripaccioli G. A stochastic model predictive control approach for series hybrid electric power management / G. Ripaccioli, D. Bernardini, S. Di Cairano, A. Bemporad, I.V. Kolmanovsky // In the Proceedings of the 2010 American Control Conference. – P. 5844–5849.
3. Петриченко Д.А. Структура системы предиктивного управления энергоустановкой гибридного автомобиля / Д.А. Петриченко, Б.А. Папкин, Р.В. Стуколкин // Техника, технологии и прикладные исследования. – 2018. – С. 37–41.