

Навстречу 95-летию журнала «Автомобильный транспорт»

20 января 2018 года журналу «Автомобильный транспорт» исполнится 95 лет. Первый его номер вышел под названием «Мотор», в 1941 году он был переименован в «Автомобиль», а с 1953 года стал называться «Автомобильный транспорт». В преддверии юбилейной даты продолжаем публиковать материалы, напечатанные в нашем издании несколько десятков лет назад, а также воспоминания современников о наиболее значимых событиях в развитии автотранспортной отрасли.

Как известно, в настоящее время современной тенденцией в мировом автомобилестроении и отечественной автомобильной промышленности является разработка и внедрение самоуправляемых автотранспортных средств. Редакция журнала внимательно следит за новинками в этой сфере деятельности, подробно информируя об этом читателей.

Вместе с тем о системе автоматического вождения автомобиля без участия водителя наше издание рассказывало еще почти 50 лет назад. Доказательством тому является статья, опубликованная в журнале «Автомобильный транспорт» № 3, 1968 г., где речь идет о первоначальном опыте внедрения таких проектов в нашей стране.

Автоматическое вождение автомобиля по заданной траектории

Инж. А. Ракин

Современный уровень развития автомобильного транспорта ставит перед эксплуатацией новые, весьма сложные и актуальные задачи. Среди них – проблема автоматизации вождения автомобилей.

Необходимость проведения научных исследований этой проблемы появилась потому, что во многих случаях эксплуатация автомобилей происходит в исключительно тяжелых условиях. Например, при плохой видимости (густой туман, сильная метель, дождь, снегопад и т.д.) создается опасность возникновения аварий вследствие трудностей поддерживать движение автомобиля по нужной траектории с высокой точностью, что объясняется физиологическими особенностями водителей.

Это особенно усугубляется на горных дорогах с узкой проезжей частью, крутыми поворотами и обрывами. Здесь наиболее целесообразно применение систем автоматического вождения автомобиля, которые обеспечивают высокую точность и стабильность траектории движения независимо от видимости, погоды, состояния дороги, скорости движения и т.д. Иными словами, придать автомобилю те важные положительные качества, которыми пока обладает только рельсовый транспорт.

Движение автомобилей по сильно запыленной, загазованной или зараженной местности должно происходить без участия водителей, а их функции могут полностью выполнять системы автоматического вождения.

Целесообразно применение систем автоматического вождения и для ускоренных испытаний автомобилей на специализированных дорогах автодромов.

Перед Московским автомобильно-дорожным институтом в 1963 г. была поставлена задача создания систем автоматического вождения автомобилей, работающих в тяжелых условиях.

Системы автоматического вождения в перспективе должны применяться на всех автомобилях, движущихся по любым трассам (в том числе в населенных пунктах, на автомобильных магистралях и т.д.).

Успешное решение этой общей проблемы в настоящее время затруднено из-за несовершенства существующих дорог, наличия перекрестков, пешеходов и т.д. Кроме того, требуется разработка большого количества вспомогательных приборов и устройств, реагирующих на изменение условий движения, появление случайных внешних возмущений и пр.

Эта большая и сложная проблема должна решаться постепенно, параллельно с совершенствованием и реконструкцией существующих дорог.

Однако в тех случаях, когда автомобили работают на замкнутых трассах (карьерные разработки, дорожное строительство, внутризаводские и складские перевозки), где нет перекрестков и пешеходов, системы автоматического вождения необходимо внедрять уже в настоящее время.

Система автоматического вождения выполняет две основные задачи: обеспечивает с высокой точностью движение автомобиля по заданной траектории и осуществляет автоматическое управление скоростью движения. Каждая из них представляет достаточно сложную

научно-техническую проблему и может решаться параллельно, независимо друг от друга.

В 1965 г. был разработан и изготовлен опытный образец системы автоматического вождения, смонтированной на автомобиле «Москвич-423». Система успешно прошла дорожные испытания.

Ориентация автомобиля относительно заданной траектории (которая представляет собой необходимую программу движения) достигается введением этой программы непосредственно в трассу движения. Это дает возможность сравнительно простыми способами определять с высокой степенью точности величину отклонения автомобиля от заданной траектории.

Для обозначения на дороге заданной программы движения могут применяться прокладка вдоль трассы токонесущего провода, нанесение на поверхность дороги контрастных полос, введение в покрытие трассы радиоактивных изотопов, задание траектории при помощи ферромагнитных материалов и т.д. Однако наилучшие результаты дает индукционный метод. Вдоль трассы движения проложен ведущий кабель, питаемый переменным током. Вокруг кабеля создается переменное электромагнитное поле, напряженность которого в каждой точке пространства зависит от расстояния до кабеля. Это электромагнитное поле наводит в антеннах-датчиках, укрепленных на автомобиле, электродвижущую силу, величина которой пропорциональна расстоянию от автомобиля до кабеля (рис. 1).

Это наиболее целесообразный метод, несмотря на то, что требует специального источника энергии для питания ведущего кабеля. Его достоинства: высокая чувствительность, простота конструкции датчика.

Наводимая с кабеля, расположенного под автомобилем на антеннах-датчиках, э.д.с. после усиления и преобразования подается на элемент сравнения, который вырабатывает разностный сигнал.

Если расстояния от обоих датчиков до кабеля одинаковы, то на выходе элемента сравнения сигнал будет равен нулю. При отклонении автомобиля от заданной траектории э.д.с. одного из датчиков будет увеличиваться, а другого уменьшаться. Сигнал рассогласования пропорционален величине отклонения и имеет знак, зависящий от направления отклонения.

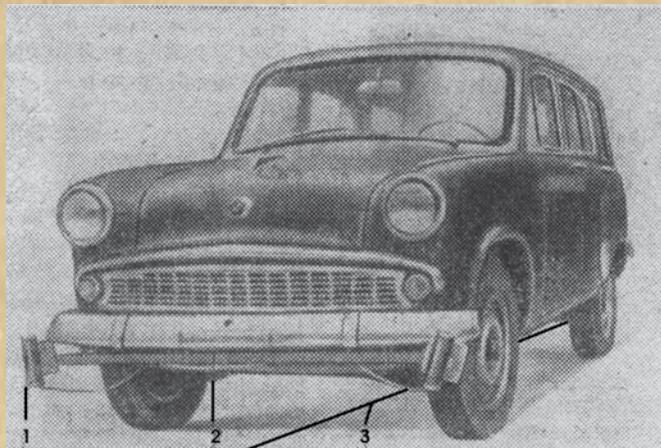


Рис. 1. Крепление датчиков на автомобиле и расположение ведущего кабеля.
1 – датчик; 2 – рама; 3 – кабель

Можно применять и один датчик. Чувствительность такой системы в два раза ниже, и в систему должен вводиться специальный опорный сигнал для компенсации нулевого напряжения датчика. В этом случае ведущий кабель может находиться на обочине дороги со стороны датчика. Разрабатываемые системы должны внедряться в основном на действующих дорогах.

Прокладка кабеля по дорожному покрытию вызывает большие неудобства, усложняется защита самого кабеля от повреждения. Предпочтительней прокладка кабеля по обочине дороги и использование одного датчика, укрепленного сбоку автомобиля. Разработанная система (после небольшой перестройки) может работать при обоих вариантах расположения ведущего кабеля.

Полученный сигнал рассогласования действует на исполнительный механизм, который управляет рулевым механизмом автомобиля, возвращая последний в заданное на дороге положение.

Усилительно-преобразовательное устройство представляет собой электронный блок, на полупроводниковых приборах.

В рулевом управлении применен гидравлический исполнительный механизм, который состоит из силового

Рис. 2. Блок-схема системы автоматического вождения автомобиля по заданной траектории



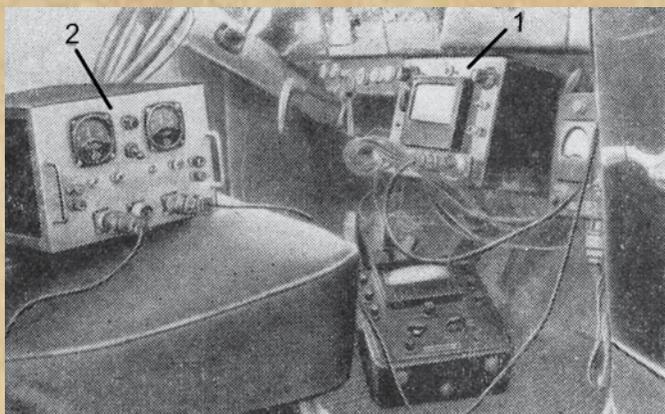


Рис. 3. Расположение электронного блока (1) системы автоматического вождения и прибора (2) для записи траектории движения

го цилиндра, золотникового устройства и насоса с баком для масла. Этот механизм обладает преимуществами перед другими благодаря малой инерционности. Насос механизма приводится от вала автомобильного двигателя. Чтобы исключить вредное влияние люфта рулевого управления, шток силового цилиндра действует непосредственно на рулевую сошку.

Общая блок-схема системы автоматического вождения автомобиля по заданной траектории представлена на рис. 2. Как показали исследования, для удовлетворительной работы системы оказывается недостаточно иметь только сигнал, величина которого пропорциональна отклонению автомобиля от заданной траектории. На различных углах поворота дороги в зависимости от скорости движения будет различная скорость отклонения автомобиля от заданной траектории. Это должно найти отражение в изменении регулирующего воздействия. Такую задачу выполняет дифференцирующий контур, который вырабатывает дополнительный сигнал, пропорциональный скорости отклонения автомобиля от заданной траектории, и, соответственно, меняет величину регулирующего воздействия. Кроме того, при движении с различной скоростью, изменяются характеристики и параметры автомобиля как объекта автоматического управления. Это вызывает необходимость вводить в систему дополнительное корректирующее воздействие, пропорциональное скорости движения, которое вырабатывается специальным датчиком скорости.

Система снабжена внутренней обратной связью по положению регулирующего органа (силового цилиндра), которая осуществляется при помощи специального датчика положения.

Цепь обратной связи предотвращает «рыскание» (автоколебания) автомобиля и обеспечивает устойчивую работу системы.

Автомобиль, оборудованный рассматриваемой системой, можно быстро переключать с режима автоматического вождения на ручное управление и обратно. Это позволяет эксплуатировать такие автомобили на доро-

гах в обычных условиях, а систему автоматического вождения использовать в случае движения в тяжелых условиях на опасных участках, оснащенных соответствующим оборудованием.

Для подтверждения теоретических выводов и корректировки аппаратуры были проведены экспериментальные исследования разработанной системы на автодроме НАМИ. Важно было исследовать переходные процессы при подаче на вход скачкообразно изменяющегося входного воздействия. Для рассматриваемой системы мгновенное изменение заданной траектории движения достигается крутым изгибом кабеля, что соответствует наиболее неблагоприятному случаю. Характер переходного процесса системы при скачкообразном входном сигнале позволяет определить все ее основные свойства, устойчивость работы и качество регулирования. Для регистрации траектории движения автомобиля использован специальный двухканальный электронный прибор, сигналы которого поступали на шлейфовый осциллограф (рис. 3).

Многочисленные различные испытания дали возможность определить закон изменения параметров системы и зависимости от скорости движения.

Были проведены также испытания системы автоматического вождения в режиме крутых поворотов. Определено максимальное отклонение автоматически управляемого автомобиля от заданной траектории. Эти испытания проводили на замкнутом участке дороги с пятью крутыми поворотами в обоих направлениях радиусом от 4 до 10 м.

Отклонение автомобиля от заданной траектории при скорости, соответствующей безопасным условиям движения для данных поворотов, не превышает 15 см. Система обладает высокой стабильностью при многократном повторении эксперимента.

Испытания подтвердили теоретические выводы, правильность выбранного метода, работоспособность и надежность разработанных и изготовленных приборов и механизмов. Результаты экспериментальных исследований позволяют рекомендовать разработанную систему автоматического вождения для внедрения на автомобильном транспорте.

Электронная аппаратура и устройство задания траектории движения, описанной системы автоматического вождения, методика расчета и наладки схем пригодна для автомобилей любых моделей. Основное отличие заключается в мощности и конструкции исполнительного механизма, который будет приспособлен к данной модели автомобиля.

В настоящее время проводится внедрение системы автоматического вождения на самосвалах КрАЗ-224, работающих на карьерах Балаклавского рудоуправления. Кроме того, подготавливается внедрение этой системы на предприятиях транспортного управления объединения «Северовостокзолото» и районах Дальнего Востока и Крайнего Севера.