

DOI: 10.58168/MOTOR2024\_46-52

УДК 629.4.082

**Куликов А.Ю.**

начальник отдела послепродажного обслуживания ТТК Воронеж Север ООО «Бизнес Кар Воронеж», Россия, Воронеж

**Новиков А.П.**

кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и сервиса ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

**Хрипченко М.С.**

кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и сервиса ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

**Черников Э.А.**

кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного транспорта, строительства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

**Новикова И.А.**

студентка 4 курса СПО, автомобильного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

**Kulikov A.Yu.**

head of after-sales service department of TTK Voronezh North OOO "Business Car Voronezh", Russia, Voronezh

**Novikov A.P.**

Ph. D., associate professor of department of automobiles and service Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

**Khripchenko M.S.**

Ph. D., associate professor of department of automobiles and service Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

**Chernikov E.A.**

Ph. D., associate professor of department of industrial transport, construction and geodesy Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

**Novikova I.A.**

student 4course SPO of the automobile faculty Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF.

## АДАПТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ: АДАПТИВНЫЙ КРУИЗ-КОНТРОЛЬ

## ADAPTIVE ELECTRONIC SYSTEMS OF CARS: ADAPTIVE CRUISE CONTROL

**Аннотация:** Рассмотрены основные факторы интеграции электронных систем в современные легковые автомобили. Приведено описание особенностей работы и наиболее важных функций системы адаптивного круиз-контроля. Представлены принцип работы и преимущества системы распознавания дорожных знаков, работающей совместно с интеллек-

туальным динамическим круиз-контролем, а также автоматической системы, регулирующей скорость автомобиля при прохождении поворотов в зависимости от угла поворота рулевого колеса и текущей скорости автомобиля.

**Ключевые слова:** электронные системы, легковые автомобили, адаптивный круиз контроль, система распознавания, активная безопасность, дорожные знаки, скорость движения, угол поворота.

**Abstract:** The main factors of integration of electronic systems into modern passenger cars are considered. The description of the features of operation and the most important functions of the adaptive cruise control system is given. The operating principle and advantages of the road sign recognition system, working together with the intelligent dynamic cruise control, as well as the automatic system that regulates the speed of the car when passing turns depending on the angle of the steering wheel and the current speed of the car are presented.

**Keywords:** electronic systems, passenger cars, adaptive cruise control, recognition system, active safety, road signs, speed, turning angle.

В последние годы возрастающая плотность городского и шоссейного движения в сочетании с ростом скоростей движения автомобильного транспорта послужила причиной резкого увеличения спроса на адаптивные электронные системы, которые используются в современных легковых автомобилях. Такие системы за счет возможности изменения способа вождения и улучшения общего впечатления при вождении быстро стали неотъемлемой составляющей современных легковых автомобилей [1-11].

Адаптивные электронные системы являются передовыми технологиями, которые обеспечивают постоянную адаптацию к изменяющимся дорожным условиям, а также сценариям вождения. Такие электронные системы за счет датчиков, исполнительных механизмов, а также сложных алгоритмов мониторинга и реагирования анализируют информацию о скорости движения автомобиля, плотности движения и условиях окружающей среды. Это позволяет снизить утомляемость водителя, повысить безопасности движения автомобиля, а также оптимизировать расход топлива.

Интеграция рассматриваемых адаптивных электронных систем в современные легковые автомобили связана со следующими факторами. Во-первых, возрастающая сложность городского, а также шоссейного движения значительно затруднила водителям автомобилей безопасную и эффективную навигацию. Использование адаптивной системы круиз-контроля (ACC) и адаптивной системы предупреждения о выезде автомобиля за пределы полосы движения (LDW), упрощают водителям навигацию, за счет обратной связи и ее корректировки в реальном времени.

Во-вторых, осознание негативного воздействия от эксплуатации автомобилей на окружающую среду способствовало возникновению необходимости снижению расхода топлива и сокращения вредных выбросов. Адаптивные электронные системы управления коробкой передач (ATC) и системы «старт-стоп», дают возможность оптимизировать расход топлива, сократить вредные выбросы, и, как следствие создать более устойчивую транспортную систему [1-11].

В-третьих, быстрый прогресс в области сенсорных и вычислительных технологий позволил разработать более сложные и надежные адаптивные системы. Эти системы теперь могут обрабатывать огромные объемы данных в

режиме реального времени, что позволяет им вносить более точные и своевременные корректировки.

Преимущества адаптивных электронных систем многочисленны. Во-первых, они помогают повысить безопасность за счет снижения риска аварий и столкновений. Постоянно отслеживая и адаптируясь к изменяющимся дорожным условиям, эти системы могут помочь предотвратить или смягчить последствия потенциальных аварий.

Кроме того, адаптивные электронные системы помогают снизить утомляемость водителя за счет автоматизации определенных задач вождения и предоставления водителю обратной связи в режиме реального времени. Это может помочь снизить физические и умственные нагрузки во время вождения, что приведет к более комфортному и приятному вождению.

Кроме того, адаптивные электронные системы помогают оптимизировать топливную экономичность и снизить выбросы. Постоянно регулируя скорость и мощность автомобиля, эти системы могут помочь минимизировать расход топлива и снизить выбросы [1-11].

Необходимо отметить, что интеграция адаптивных электронных систем в современные автомобили стала революционным событием в автомобильной промышленности. Постоянно адаптируясь к изменяющимся дорожным условиям и сценариям вождения, эти системы помогли повысить безопасность, снизить утомляемость водителя и оптимизировать топливную экономичность. Поскольку спрос на более сложные и устойчивые транспортные системы продолжает расти, роль адаптивных электронных систем, вероятно, станет еще более важной в будущем.

В данном исследовании основное внимание уделяется системе адаптивного круиз-контроля (ACC), в частности реализации этой технологии компанией Toyota в рамках пакета Toyota Safety Sense. Toyota Safety Sense – это набор систем активной безопасности, который входит в стандартную комплектацию почти всех автомобилей Toyota и отражает стремление компании повысить безопасность и снизить риск несчастных случаев на дороге.

Система адаптивного круиз-контроля (DRCC) со следующей функцией является ключевым компонентом Toyota Safety Sense. Эта система предназначена для обнаружения близлежащих транспортных средств и автоматической регулировки скорости автомобиля для поддержания безопасного расстояния до впереди идущего автомобиля. Постоянно отслеживая расстояние и скорость ведущего автомобиля, система ACC может помочь снизить риск аварий и столкновений, особенно в условиях интенсивного движения или на высоких скоростях [1-11].

Одной из наиболее инновационных особенностей системы Toyota DRCC является ее способность автоматически регулировать скорость автомобиля для поддержания заданной безопасной дистанции до впереди идущего автомобиля. Это достигается за счет использования датчиков и передовых алгоритмов, которые могут определять расстояние и скорость ведущего автомобиля в режиме реального времени. Когда ведущий автомобиль замедляет ход или останавливается, система ACC автоматически снижает скорость следующего автомобиля, чтобы поддерживать безопасную дистанцию. При необходимости система может даже полностью остановить автомобиль, не требуя никаких действий со стороны водителя.

Система Toyota DRCC также спроектирована так, чтобы быть очень удобной и интуитивно понятной. Водители могут легко установить желаемую скорость и расстояние следования, используя интерфейс сенсорного экрана автомобиля или голосовые команды. Затем система автоматически регулирует скорость и расстояние следования по мере необходимости, позволяя водителям сосредоточиться на дороге впереди.

Помимо повышения безопасности и снижения риска аварий, система Toyota DRCC также предлагает ряд других преимуществ. Например, автоматически регулируя скорость автомобиля, система может помочь снизить утомляемость и стресс водителя, особенно в условиях интенсивного движения или в длительных поездках. Система также может помочь оптимизировать топливную экономичность и сократить выбросы, сводя к минимуму внезапное ускорение и торможение [1-11].

Система адаптивного круиз-контроля (DRCC) является ключевым компонентом Toyota Safety Sense, набора систем активной безопасности, который входит в стандартную комплектацию почти всех автомобилей Toyota. Автоматически регулируя скорость и дистанцию следования автомобиля, эта система может помочь повысить безопасность, снизить утомляемость водителя и оптимизировать топливную экономичность (рис. 1). Поскольку спрос на более сложные и устойчивые транспортные системы продолжает расти, роль адаптивных электронных систем, таких как система Toyota DRCC, вероятно, станет еще более важной в будущем.



Рисунок 1 – Следование за движущимся впереди автомобилем

Конфигурация системы позволяет включать или отключать функцию, которая контролируется соответствующим переключателем. Дополнительно расстояние можно регулировать с помощью отдельной кнопки со следующими опциями: 30 метров; 40 метров; 50 метров.

С увеличением скорости автомобиля расстояние также увеличивается и, наоборот, уменьшается с уменьшением скорости. Важно отметить, что интеллектуальный динамический круиз-контроль работает совместно с системой распознавания дорожных знаков (RSA), упрощая движение с максимально разрешенной скоростью на конкретном участке дороги.

Система распознавания ограничения скорости (RSA) является важнейшим компонентом Toyota Safety Sense, работающим в тандеме с интеллектуальным динамическим круиз-контролем для обеспечения безопасного и эффективного вождения. Во время работы система RSA постоянно сканирует дорогу

впереди на наличие знаков ограничения скорости, используя передовые датчики и алгоритмы для точного обнаружения и интерпретации этих знаков [1-11].

Когда система RSA обнаруживает знак ограничения скорости, она передает эту информацию водителю посредством визуального оповещения на дисплее приборной панели. Затем водителю предлагается соответствующим образом отрегулировать скорость с помощью удобно расположенного переключателя скорости на рулевом колесе. Это позволяет быстро и легко регулировать скорость автомобиля, не отвлекая водителя от дороги.

Однако важно отметить, что пакет Toyota Safety Sense не является автономной системой управления автомобилем. Скорее, это набор систем активной безопасности, предназначенных для помощи водителю в различных сценариях вождения. Водитель несет ответственность за безопасную эксплуатацию транспортного средства и всегда должен быть готов взять на себя управление транспортным средством в случае необходимости [3].

Система RSA – лишь один пример того, как Toyota Safety Sense помогает повысить безопасность и снизить риск аварий на дороге. Постоянно отслеживая дорогу впереди и обеспечивая обратную связь и корректировки в режиме реального времени, эти системы могут помочь улучшить общее впечатление от вождения, а также способствовать созданию более устойчивой и эффективной транспортной системы (рис. 2).



Рисунок 2 – Принцип работы системы RSA

Toyota Safety Sense – это комплексный пакет активной безопасности, который объединяет отдельные системы помощи водителю в единый алгоритм для повышения безопасности и комфорта во время повседневного вождения [2]. Новой функцией, представленной в TSS поколения 2.5, является iDRCC, которая автоматически регулирует скорость автомобиля при прохождении поворотов в зависимости от угла поворота рулевого колеса и текущей скорости (рис. 3).

Работа iDRCC заключается в следующем: во время движения с активированной iDRCC система постоянно отслеживает текущую скорость, отклонение

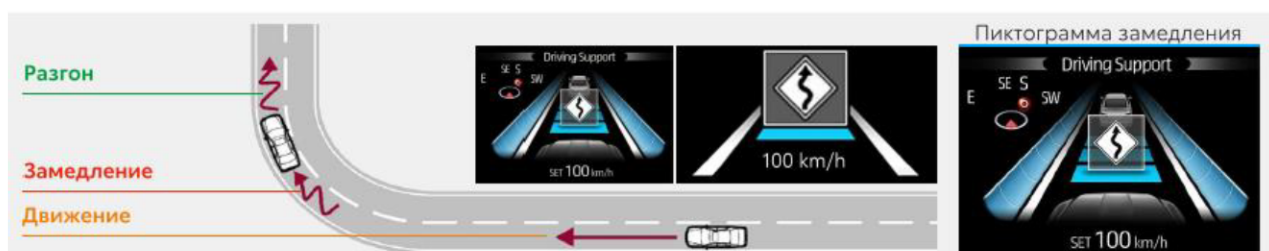


Рисунок 3 – Принцип работы функции iDRCC

угла поворота рулевого колеса от нулевой точки и скорость движения рулевого колеса. Когда все три параметра соответствуют запрограммированным критериям, система автоматически задействует тормоза при входе автомобиля в поворот. При выходе из поворота скорость автомобиля автоматически увеличивается до заданного значения [1-11].

На основе информации из предоставленных источников в заключении научной статьи «Адаптивные электронные системы в автомобилях: адаптивный круиз-контроль» будет подчеркнута значительное влияние и потенциал адаптивных технологий в повышении безопасности, комфорта и эффективности современных транспортных средств. Интеграция систем адаптивного круиз-контроля (ACC), таких как функция Toyota iDRCC, демонстрирует, как эти системы могут автоматически регулировать скорость автомобиля в зависимости от угла поворота рулевого колеса и текущей скорости, способствуя более безопасному вождению.

Кроме того, исследования систем адаптивного обучения в образовании подчеркивают важность персонализированных подходов, которые можно использовать в автомобильной промышленности. Подобно тому, как адаптивные системы обучения адаптируют образовательный контент к отдельным учащимся, адаптивные системы круиз-контроля корректируют параметры вождения в соответствии с конкретными дорожными условиями и сценариями вождения, в конечном итоге улучшая общее впечатление от вождения.

Развитие адаптивных электронных систем, как это проявляется в создании адаптивных веб-сайтов и адаптивных образовательных платформ, подчеркивает растущую тенденцию к кастомизации и адаптируемости в различных областях. Эта тенденция согласуется со сдвигом автомобильной промышленности в сторону адаптивных технологий, которые могут динамично реагировать на меняющуюся среду и потребности пользователей.

В заключение, исследования адаптивных электронных систем в автомобилях, особенно с акцентом на адаптивный круиз-контроль, подчеркивают преобразующий потенциал этих технологий в повышении безопасности, комфорта и эффективности на дороге. Благодаря внедрению адаптивных функций, которые интеллектуально реагируют на внешние стимулы, автомобили, оснащенные адаптивными системами, могут предложить более персонализированный и оптимизированный опыт вождения, что в конечном итоге способствует созданию более безопасной.

### Список литературы

1. Навигационные системы для систем автоматического управления автомобилем / А. В. Иванов, В. О. Сурков, Д. В. Комраков, А. П. Негуляева // Исследования молодых ученых : материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Казань, ноябрь 2019 г.). – Казань : Молодой ученый, 2019. – С. 14-19. – URL : <https://moluch.ru/conf/stud/archive/350/15380/>.
2. Козорез, Д. А. Состав и структура автономных систем навигации и управления роботизированного прототипа автомобиля / Д. А. Козорез, Д. М. Кружков // Спецтехника и связь. – 2012. – № 3.
3. Иванов, А. В. Адаптивное оценивание и идентификация сигналов спутниковых радионавигационных систем в навигационных системах / А. В. Иванов, О. В. Сурков,

- С. П. Москвитин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2018. – Т. 24, № 1. – С. 44-57.
4. Иванов, А. В. Алгоритмы адаптивного оценивания и идентификации для навигационных систем подвижных наземных объектов на основе спутниковых радионавигационных систем / А. В. Иванов, О. В. Сурков // Успехи современной радиоэлектроники – 2019 – № 5 – С. 25-39.
5. Барцев, С. И. Адаптивные сети обработки информации / С. И. Барцев, В. А. Охонин. – Красноярск : Ин-т физики СО АН СССР, 1986. Препринт N 59Б. – 20 с.
7. Барцев, С. И. Некоторые свойства адаптивных сетей (Программная реализация) / С. И. Барцев. – Красноярск : Ин-т физики СО АН СССР, 1987. Препринт No.71В. – 17 с.
8. Белоусов, Б. Н. САУ движением автомобиля постановка задачи / Б. Н. Белоусов, В. В. Демик, С. Б. Шухман // Автомобильная промышленность. 2000. №4. – С. 17-18.
9. Грунауэр, А. А. Применение ЭВМ для изучения динамики САР ДВС : учебное пособие / А. А. Грунауэр, И. Д. Долгих. – Киев, 1989. – 170 с.
10. Изерман, Р. Цифровые системы управления / Р. Изерман ; пер. с англ. под ред. И. М. Маркова. М., Мир, 1984. – 541 с.
11. Тарасик, В. П. Интеллектуальная система управления автомобилем / В. П. Тарасик, С. А. Рынкевич // Автомобильная промышленность. – 2002. – № 2. – С. 10-13.

### References

1. Navigation systems for automatic car control systems / A. V. Ivanov, V. O. Surkov, D. V. Komrakov, A. P. Negulyaeva // Research of young scientists : materials of the IV International Scientific Conference (Kazan, November 2019). – Kazan : Young Scientist, 2019. – pp. 14-19. – URL : <https://moluch.ru/conf/stud/archive/350/15380>.
2. Kozorez, D. A. Composition and structure of autonomous navigation and control systems of robotic prototype of a car / D. A. Kozorez, D. M. Kruzhhkov // Special equipment and communications. – 2012. – № 3.
3. Ivanov, A. V. Adaptive assessment and identification of signals of satellite radio navigation systems in navigation systems / A. V. Ivanov, O. V. Surkov, S. P. Moskvitin // Bulletin of the Tambov State Technical University. – 2018. – Vol. 24, № 1. – С. 44-57.
4. Ivanov, A. V. Algorithms of adaptive assessment and identification for navigation systems of mobile ground objects based on satellite radio navigation systems / A. V. Ivanov, O. V. Surkov // Successes of modern radio electronics – 2019 – № 5 – pp. 25-39.
5. Bartsev, S. I. Adaptive information processing networks / S. I. Bartsev, V. A. Okhonin. – Krasnoyarsk : Institute of Physics SB AS USSR, 1986. Preprint № 59B. – 20 p.
7. Bartsev, S. I. Some properties of adaptive networks (Software implementation) / S. I. Bartsev. – Krasnoyarsk : Institute of Physics SB AS USSR, 1987. Preprint № 71B. – 17 p.
8. Belousov, B. N. SAU by the movement of the car setting the task / B. N. Belousov, V. V. Demik, S. B. Shukhman // Automotive industry. 2000. № 4. – pp. 17-18.
9. Grunauer, A. A. The use of computers to study the dynamics of SAR ICE : textbook / A. A. Grunauer, I. D. Dolgikh. – Kiev, 1989. – 170 p.
10. Izerman, R. Digital control systems / R. Izerman ; translated from English. Ed. by I. M. Markov. M., Mir, 1984. – 541 p.
11. Tarasik, V. P. Intelligent car control system / V. P. Tarasik, S. A. Rynkevich // Automotive industry. - 2002. – № 2. – pp. 10-13.