

УДК 629.33

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СТАНДАРТА SAE J3016
«КЛАССИФИКАЦИЯ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИСТЕМ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ АТС»
С УЧЁТОМ ПОСЛЕДНИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

Шадрин Сергей Сергеевич, д-р техн. наук, проф.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, shadrin@madi.ru

Иванова Анастасия Александровна, магистрант,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, ivana-aleks@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные изменения, внесённые в обновлённую версию стандарта SAE J3016 2018, посвящённого стандартизации уровней автоматизации вождения на дорожных транспортных средствах. Изменения коснулись перечня терминов и определений, некоторых разделов, а также графического представления уровней автоматизации. Информация может быть полезна инженерам, научным работникам, студентам и всем, кто занимается исследованиями в области автоматизации транспортных средств.

Ключевые слова: автомобиль, автономный транспорт, нормативное регулирование, уровни автоматизации, SAE.

**ANALYTICAL REVIEW OF STANDARD SAE J3016
«TAXONOMY AND DEFINITIONS FOR TERMS RELATED TO
DRIVING AUTOMATION SYSTEMS FOR ON-ROAD MOTOR
VEHICLES» WITH LATEST UPDATES**

Shadrin S.S., Dr. Sc., professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, shadrin@madi.ru

Ivanova A.A., undergraduate,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, ivana-aleks@yandex.ru

Abstract. The article describes the main changes made to the updated version of the standard SAE J3016 2018, dedicated to the standardization of the levels of driving automation in on-road motor vehicles. The changes affected the list of terms and definitions, certain sections, as well as a graphical representation of the levels of automation. Information may be useful to engineers, scientists, students and anyone involved in research in the field of vehicle automation.

Keywords: automobile, autonomous transport, normative regulation, levels of driving automation, SAE.

Введение

В мире разработкой технологий управления автономными колесными транспортными средствами активно занимаются и автопроизводители, и крупные инженерные центры, и военные ведомства, и университеты, и многие другие. Также активно в мире ведутся работы по преодолению законодательных барьеров в части использования «автопилотов» на дорогах общего пользования и разрабатываются методы тестирования систем автономного вождения. Крайне важной в рассматриваемом процессе является нормативная база, а также терминологическая и понятийная, о которых и пойдет речь в настоящей статье.

В июне 2018 года специалисты Сообщества автомобильных инженеров (Society of Automotive Engineers, SAE) представили обновлённую версию стандарта SAE J3016 «Системы автоматизированного управления движением АТС. Классификация, термины и определения», который впервые был опубликован в 2014 году [2]. Рассматриваемый стандарт является наиболее цитируемым справочником в области автоматизации транспортных средств.

Аналитический обзор стандарта SAE с учётом последних изменений

В пересмотренном варианте стандарта SAE J3016 2018 добавлены новые термины и определения (некоторые понятия расширены), исправлены ошибки, а также внесены дополнительные объяснения в определённых разделах во избежание двусмысленности терминов или неверного понимания основной концепции стандарта.

Представленный документ содержит обновления, основанные на выводах, полученных в рамках исследовательских проектов в области автоматизации транспортных средств. Как и в предыдущей версии, документ предоставляет классификацию, описывающую полный спектр

уровней автоматизации вождения, применимую к автотранспортным средствам.

Стандартизация уровней автоматизации необходима для:

- 1) разъяснения роли водителя (человека), если таковой имеется, при работающей системе автоматизации вождения;
- 2) определения охватываемой сферы, когда речь идёт о разработке законов, правил, регулирующих норм и стандартов;
- 3) удобства коммуникации между заинтересованными сторонами в сфере автоматизации вождения;
- 4) обеспечения доступности необходимой краткой информации по рассматриваемой теме.

Основные изменения и дополнения в терминах и определениях в стандарте SAE J3016 2018

В обновлённой версии стандарта SAE J3016 некоторые имеющиеся термины поделены на подгруппы или дополнены примечаниями и примерами. Также введён ряд новых понятий и определений к ним.

СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ – системы транспортных средств, которые определяют и контролируют условия внутри и снаружи ТС с целью выявления предполагаемых настоящих и потенциальных опасностей для ТС, пассажиров и/или других участников дорожного движения и автоматически вмешиваются, чтобы помочь избежать или смягчить потенциальные столкновения посредством различных методов, включая оповещение водителя, настройки системы автомобиля и/или активное управление подсистемами автомобиля (тормозами, дросселем, подвеской и т.д.).

ДИСПЕТЧЕРСКИЙ ОРГАН – объект, управляющий транспортным средством, оснащённым автоматизированной системой вождения, в режиме без водителя.

ОБЫЧНЫЙ АВТОМОБИЛЬ – транспортное средство, которым управляет обычный водитель на протяжении всей поездки или какого-либо её отрезка.

Примечание. Обычное транспортное средство может быть оснащено одной или несколькими функциями системы автоматизации вождения уровня 1 или 2, которые помогают водителю при выполнении задачи управления динамикой движения автомобиля, но не выполняют полный набор этих функций.

ОТПРАВЛЕНИЕ – начало движения транспортного средства, оборудованного автоматизированной системой вождения, в режиме без водителя с помощью системы автоматизации.

СИСТЕМА ИЛИ ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОЖДЕНИЯ – аппаратное и программное обеспечение, которое способно частично или полностью решать задачу управления динамикой движения (УДД) автомобиля на устойчивой основе; этот термин используется для описания любой системы, соответствующей уровням 1-5 автоматизации вождения.

Примечание. В отличие от этого общего термина для любой системы уровней 1-5, конкретный термин для системы уровней 3-5 называется «АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВОЖДЕНИЯ».

[СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ВОЖДЕНИЯ] ОСОБЕННОСТИ или **ПРИМЕНЕНИЕ** – специфические функциональные возможности системы автоматизации вождения уровней 1-5 на заданном уровне автоматизации в конкретной области функционирования, если возможно.

Примечание 1. Данная система автоматизации вождения может иметь несколько функций, каждая из которых связана с определённым уровнем автоматизации и областью функционирования.

Примечание 2. Каждая функция удовлетворяет спецификации использования.

Примечание 3. Функции могут именоваться общими названиями (например, автоматизированная парковка) или собственными.

СИСТЕМА ПОМОЩИ ВОДИТЕЛЮ (СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ВОЖДЕНИЯ) – общий термин для функций автоматизации уровней 1 и 2.

Примечание. Функции уровня 1 (помощь водителю) и уровня 2 (частичная автоматизация) способны выполнять только часть задачи УДД, и, следовательно, необходимо, чтобы водитель выполнял оставшуюся её часть, а также контролировал эффективность функции во время её работы.

РАБОТА БЕЗ ВОДИТЕЛЯ (ТС, оборудованного автоматизированной системой вождения) – эксплуатация ТС, оборудованного автоматизированной системой вождения, в котором либо отсутствует водитель, либо пользователи, готовые к аварийному отказу системы.

ДВУХРЕЖИМНЫЙ АВТОМОБИЛЬ – тип ТС, оснащённого автоматизированной системой вождения, предназначенного как для работы без водителя, так и для работы с обычным водителем.

[ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИКОЙ ДВИЖЕНИЯ] ЗАПАСНОЙ ВАРИАНТ – ответ пользователя на выполнение задачи УДД, либо на достижение условий минимального риска после возникновения сбоя (ошибок) системы, связанных с выполнением задачи УДД или при выходе из области функционирования, или ответ системы автоматизации для достижения условий минимального риска при тех же обстоятельствах.

Примечание 1. Задача УДД и задача УДД (запасной вариант) являются различными функциями. Способность выполнять одну из них не обязательно влечёт за собой способность выполнять другую.

Примечание 2. На уровне 3 система автоматизации способна продолжать выполнять задачу УДД в течение нескольких секунд после того, как пользователь осуществил запрос на вмешательство. Ожидается, что пользователь, готовый к отказу от задачи УДД достигнет условий минимального риска, если сочтёт это необходимым.

КОНТРОЛЬ БОКОВОГО ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ – подзадача УДД, включающая действия, необходимые для устойчивого регулирования движения автомобиля относительно поперечной оси в реальном времени.

Примечание. Управление боковым движением ТС включает в себя определение положения ТС относительно границ полосы движения и применение рулевого управления и/или торможения для поддержания соответствующего бокового положения.

КОНТРОЛЬ ПРОДОЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ – подзадача УДД, включающая действия, необходимые для устойчивого регулирования движения автомобиля относительно продольной оси в реальном времени.

СБОЙ СИСТЕМЫ – неисправность в системе автоматизации вождения и/или в другой системе ТС, которая не позволяет системе надёжно выполнять часть задачи УДД (или всю задачу) на постоянной основе, которую она могла бы выполнить.

ОБНАРУЖЕНИЕ И РЕАГИРОВАНИЕ НА ОБЪЕКТЫ И СОБЫТИЯ – подзадачи УДД, которые включают в себя мониторинг среды вождения (обнаружение, распознавание и классификацию объектов и событий, подготовку к реагированию по мере необходимости) и выполнение соответствующих ответных действий на такие объекты и события.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ – действия, выполняемые водителем (человеком) (с поддержкой или без поддержки одной или нескольких функций автоматизации вождения уровня 1 или 2) или автоматизированной системой вождения (уровни 3-5) для полного выполнения задачи УДД для данного ТС во время поездки.

Примечание. Термин «вождение» не используется в этом документе, однако во многих случаях его можно использовать вместо термина «эксплуатация».

ОБЛАСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ – условия эксплуатации, при которых данная система автоматизации вождения или некоторые её функции специально предназначены для использования, включая, помимо прочих, экологические, географические ограничения, а также ограничения по времени суток и/или наличие или отсутствие определённых условий дорожного движения.

СПЕЦИФИКАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ - определенный уровень автоматизации вождения в пределах определенной области функционирования.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ (ЧЕЛОВЕК) - общий термин, обозначающий роль человека в автоматизации движения.

Примечание. Следующие четыре термина (1 - водитель, 2 - пассажир, 3 - пользователь, готовый к аварийному отказу автоматизированной системы, и 4 - диспетчер операций без водителя) описывают категории пользователей (людей).

Стоит отметить, что в SAE J3016 2018 приводится отдельный раздел с устаревшими терминами, которые не используются в рассматриваемом документе. Либо потому, что они не точны в функциональном отношении (и, следовательно, вводят в заблуждение), либо потому, что их неправильно используют при определении более низких уровней автоматизации вождения (уровни 1 и 2).

Графическое представление уровней автоматизации в соответствии со стандартом SAE J3016 2018

Для разъяснения и упрощения уровней автоматизации вождения по стандарту J3016 маркетинговая группа SAE совместно с Комитетом по техническим стандартам представили сводную таблицу (Табл. 1).

Уровни автоматизации вождения SAE J3016

	SAE УРОВЕНЬ 0	SAE УРОВЕНЬ 1	SAE УРОВЕНЬ 2	SAE УРОВЕНЬ 3	SAE УРОВЕНЬ 4	SAE УРОВЕНЬ 5
Что должен делать человек на месте водителя?	Вы управляете автомобилем, когда используются эти системы, даже если ваши ноги не находятся на педалях, а руки – на руле			Вы не управляете автомобилем, когда задействованы эти системы, даже если вы находитесь в «кресле водителя»		
	Вы должны постоянно контролировать эти системы: рулить, тормозить или ускоряться по мере необходимости для поддержания безопасности			По запросу системы вы должны взять управление на себя	Эти системы автоматизированного вождения не потребуют от вас управления	
	Системы помощи водителям			Системы автоматизированного вождения		
Что делают эти системы?	Эти системы могут предупреждать или предоставлять кратковременную помощь	Эти системы обеспечивают помощь в рулевом управлении ИЛИ торможении/ускорении	Эти системы обеспечивают помощь в рулевом управлении И торможении/ускорении	Эти системы могут управлять автомобилем в ограниченных условиях и не будут работать, пока не будут выполнены все необходимые условия		Эти системы могут управлять автомобилем в любых условиях
Пример использования систем	<ul style="list-style-type: none"> автоматическое экстренное торможение предупреждение о слепых зонах предупреждение о выходе из полосы движения 	<ul style="list-style-type: none"> удержание в полосе движения ИЛИ АДАПТИВНЫЙ КРУИЗ-КОНТРОЛЬ 	<ul style="list-style-type: none"> удержание в полосе движения А ТАКЖЕ АДАПТИВНЫЙ КРУИЗ-КОНТРОЛЬ (одновременно) 	<ul style="list-style-type: none"> ассистент движения в пробках 	<ul style="list-style-type: none"> беспилотное местное такси педали и рулевое колесо могут отсутствовать 	<ul style="list-style-type: none"> то же, что на уровне 4, но система может использоваться в любых условиях

Обновление является новой версией графического представления уровней автоматизации, впервые опубликованного в 2016 году организацией SAE.

Результаты и выводы

За время существования стандарта SAE J3016 он прочно вошёл в обиход и распространился среди представителей автомобильной сферы. В

связи с этим, крайне необходимо периодически и своевременно вносить изменения, корректировать и дополнять документ для того, чтобы он содержал актуальную информацию и соответствовал реальной ситуации в отрасли. В текущей версии стандарта представлена более наглядная визуализация уровней автоматизации SAE.

Список литературы

1. Иванов А.М., Шадрин С.С. // Материалы международной конференции по разработке системы тестирования автономных транспортных средств. – 2018.
2. SAE J3016 2018, Системы автоматизированного управления движением АТС. Классификация, термины и определения. / Ассоциация автомобильных инженеров. – 2018. – 35 с.
3. Шадрин, С.С. Аналитический обзор стандарта SAE J3016 «Системы автоматизированного управления движением АТС. Классификация, термины и определения» / С.С. Шадрин, А.М. Иванов // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6(84). – С. 305-308
4. Шаттлворт, Дж. SAE обновляет графику автоматического вождения. // Автономное машиностроение. – 2019. – С. 36.

References

1. Ivanov A.M, Shadrin S.S. Materialy Mezhdunarodnoi konferentsii «Development of autonomous vehicles' testing system», 2018, Eng. 315 012011.
2. SAE J3016 2018, Sistemy avtomatizirovannogo upravleniya dvizheniem ATS. Klassifikatsiya, terminy i opredeleniya (Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems), SAE, 2018, 35 p.
3. Shadrin S.S., Ivanov A.M. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2015, no. 6(84), pp. 305-308.
4. Shuttleworth, J. SAE obnovlyayet grafiku avtomaticheskogo vozhdeniya (SAE updates J3016 automated-driving graphic. Autonomous Vehicle Engineering), SAE International, 2019, 36 p.