

# Перспективы развития автономного транспорта

М. Макушин<sup>1</sup>, И. Черепанов<sup>2</sup>

УДК 629.331:621.38 | ВАК 05.27.01

Автономный транспорт – это давняя мечта человека. На пути к ее реализации уже сделано много открытий и создано еще больше систем и приборов, находящихся применение не только в автомобильной электронике. Как и при создании многих сложных систем, при создании автономных машин широко используется платформенный подход. Обладатели собственных платформ приобретают значительные преимущества...

**С**оздание автономного транспорта требует решения многочисленных задач, начиная от вопросов проектирования ИС и систем автомобильной электроники до применения искусственного интеллекта и машинного обучения. Одной из основных технологий развития автономного транспорта становятся перспективные системы помощи водителю. Но это относится только к созданию самих машин. Помимо этого, необходимо решить многие вопросы с организацией дорожного движения, изменением его правил, создания новых типов карт и многого другого.

## СТЕПЕНИ АВТОМАТИЗАЦИИ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Всего насчитывается 5–6 уровней автоматизации, в зависимости от того, учитывается ли 0-й уровень – отсутствие автоматизации. Сами же уровни автоматизации определены так:

- 1-й уровень – системы помощи водителю;
- 2-й уровень – частичная автоматизация;
- 3-й уровень – условная автоматизация;
- 4-й уровень – высокая автоматизация;
- 5-й уровень – полная автоматизация.

Четвертый уровень автоматизации подразумевает, что автомобиль может управляться человеком, но в этом нет особой необходимости (можно не смотреть на дорожную ситуацию, не держать руки на руле и т. п.). Автономное транспортное средство обращается к человеку только в непредусмотренных программным обеспечением случаях.

Примечательно, что консалтинговая корпорация IHS Markit (Лондон, Англия) считает, что персональные беспилотные автомобили 4-го уровня не появятся до 2022–2023 годов. Первоначально они будут доступны только в городах, где разрешено вождение без

водителя. IHS не видит роста в этой области как минимум до 2024 года.

Что касается 5-го уровня автономных наемных/прокатных или персональных автономных транспортных средств (АТС), то большинство исследователей не могут точно назвать время выпуска их на рынок. Что предполагает 5-й уровень автоматизации? Возможность разворота передних сидений в обратном направлении (для облегчения общения с пассажирами на задних сиденьях), полное отсутствие необходимости вмешательства человека в процесс вождения, руль может отсутствовать. По мнению отраслевых специалистов, до 2032–2045 годов массовое освоение подобных транспортных средств маловероятно [1, 2].

## ИС И СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ: АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Одной из самых больших проблем, с которыми сталкиваются разработчики систем автомобильной электроники, является необходимость комплексного понимания всех аспектов среды проектирования (управление температурным режимом, синхронизация, помехоустойчивость, корпусирование, учет условия окружающей среды). Все эти факторы влияют на выбор электронных компонентов, а также на стоимость. Разработчикам придется на ходу переосмысливать или изменять топологию схем, оценивать общие последствия интеграции новых функций и технологии, а также их влияние на уже используемые.

Также существуют вызовы в области повышения рабочего напряжения АТС, интеграции компонентов и т. д. В структуре продаж АТС все большее место будут занимать электромобили и гибридные машины, а значит электродвигатели будут работать при напряжениях до 400 В и 800 В, в зависимости от размера транспортного средства и величины нагрузки. Соответственно, разработчики ищут более эффективные технологии управления

<sup>1</sup> ЦНИИ «Электроника», главный специалист, mmackushin@gmail.com.

<sup>2</sup> ЦНИИ «Электроника», главный специалист.

двигателем, такие как полевые транзисторы на основе карбида кремния (SiC FET) и нитрида галлия (GaN).

При переходе к более современным технологиям FET частоты переключения повышаются, многие компоненты можно сделать по размеру меньше, это приводит к перераспределению плотности мощности и, как следствие, к изменению расположения компонентов. Но появляются проблемы с электромагнитными помехами и надо будет повышать помехоустойчивость. Более высокие значения напряжения и тока ужесточают требования к отводу тепла.

Ряд проблем интеграции компонентов в малом пространстве могут решаться за счет систем-на-кристалле (СНК, SoC) или систем-в-модуле (СвМ, SiP). Например, интеграция радаров, ранее состоявших из дискретных компонентов (аналоговых входных каскадов, преобразователей данных, антенн, блоков обработки данных и синхронизации).

По мере изменения задач проектирования больше внимания уделяется и другим факторам, например, расположению датчиков с целью получения наилучших изменений углов, обеспечения точной синхронизации систем, объединяющих несколько различных типов датчиков, повышения невосприимчивости к шумам / помехам.

Кроме того, проектировщикам систем приходится думать не только об электрических взаимодействиях внутри СНК или СвК, но и о надежности корпуса, выборе методик корпусирования и т. п. с тем, чтобы обеспечить надежность изделия в течение всего срока службы.

Наконец, все больше внимания уделяется функциональной безопасности и способам ее проектирования. Если еще несколько лет назад ее применение ограничивалось лишь несколькими автомобильными системами (подушки безопасности, системы торможения, управления шасси и т. п.), то сейчас эти требования предъявляются практически ко всем автомобильным системам [3].

## ПЛАТФОРМЫ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Разработка АТС невозможна без поддержки соответствующей экосистемы. Кто из производителей комплектного оборудования (ОЕМ) и производителей роботакси будет обладать собственной программной платформой, является в данном случае одним из основных вопросов.

Несмотря на то, что обязательства каждой компании, участвующей в программе разработки АТС, могут различаться, автопроизводители и высокотехнологичные фирмы налаживают сотрудничество, чтобы решить проблему обеспечения безопасного вождения АТС. Этот прагматичный подход резко контрастирует с оптимистическими прогнозами последних лет, когда развивающийся рынок был заполнен деньгами венчурных капиталистов и изобилуwał напыщенными заявлениями о разработках АТС и прогнозами перспектив рынка.

Следует отметить, что стартапы-разработчики АТС, поддерживаемые повышенным спросом и охотно финансируемые венчурным капиталом, будут уходить с рынка, поскольку энтузиазм инвестиционного сообщества к транспортным средствам 4-го и 5-го уровня автоматизации начинает угасать (венчурные капиталисты в основном ориентированы на получение прибыли в краткосрочной, реже – в среднесрочной перспективе, но не в долгосрочном плане).

Относительно других разработчиков очевидно, что те, кто уже вложил значительные средства в разработку АТС-платформ (и достиг определенного прогресса), не откажутся от разработки комплексных решений. Они видят в этом крупную техническую проблему, но все же считают, что это определяет их судьбу в долгосрочной перспективе, если не в ближайшем будущем.

Недавно журналисты EE Times и аналитики IHS Markit проанализировали динамику работ в области создания АТС с целью определить, насколько реализованными оказались заявленные в последние пять лет программы в этой области, на какой стадии сейчас находятся все сделки и партнерства, а также какой прогресс действительно был достигнут. Аналитикам и журналистам удалось «картографировать» крайне запутанную сеть «объявленных» партнерских отношений между ведущими игроками. Для удобства все участники процесса создания АТС были разделены на три группы: платформы роботизированных такси (роботакси), платформы ОЕМ и высокотехнологичные программные платформы (рис. 1).

## Платформы роботакси

В группу роботакси входят восемь игроков, среди которых выделяются три: Aptiv-nuTonomy, Didi и Uber. Как имеющиеся собственные программно-реализованные стеки АТС отмечают фирмы Zoox и Aptiv-nuTonomy.

Фирма Zoox, основанная в 2014 году, разрабатывает совершенно новое АТС, предназначенное для рынка роботакси. В настоящее время, однако, Zoox для обкатки своей системы автономного вождения модернизировал серийную машину Toyota Highlanders. Испытания проводятся в районе Сан-Франциско.

Другой игрок, фирма Aptiv (ранее – Delphi), три года назад купила стартап NuTonomy, «почку»<sup>\*</sup> Массачусетского технологического института (MIT), ориентированный на разработку ПО АТС и автономных мобильных роботов. В сентябре прошлого года Aptiv объявила о создании совместного с Hyundai предприятия стоимостью 50 млрд долл. Сделка, заключенная в марте, может рассматриваться как переворот для Aptiv-nuTonomy.

\* Spin-off (реже spin-out) – создание новой компании путем отделения от существующей и передачи ей части активов.

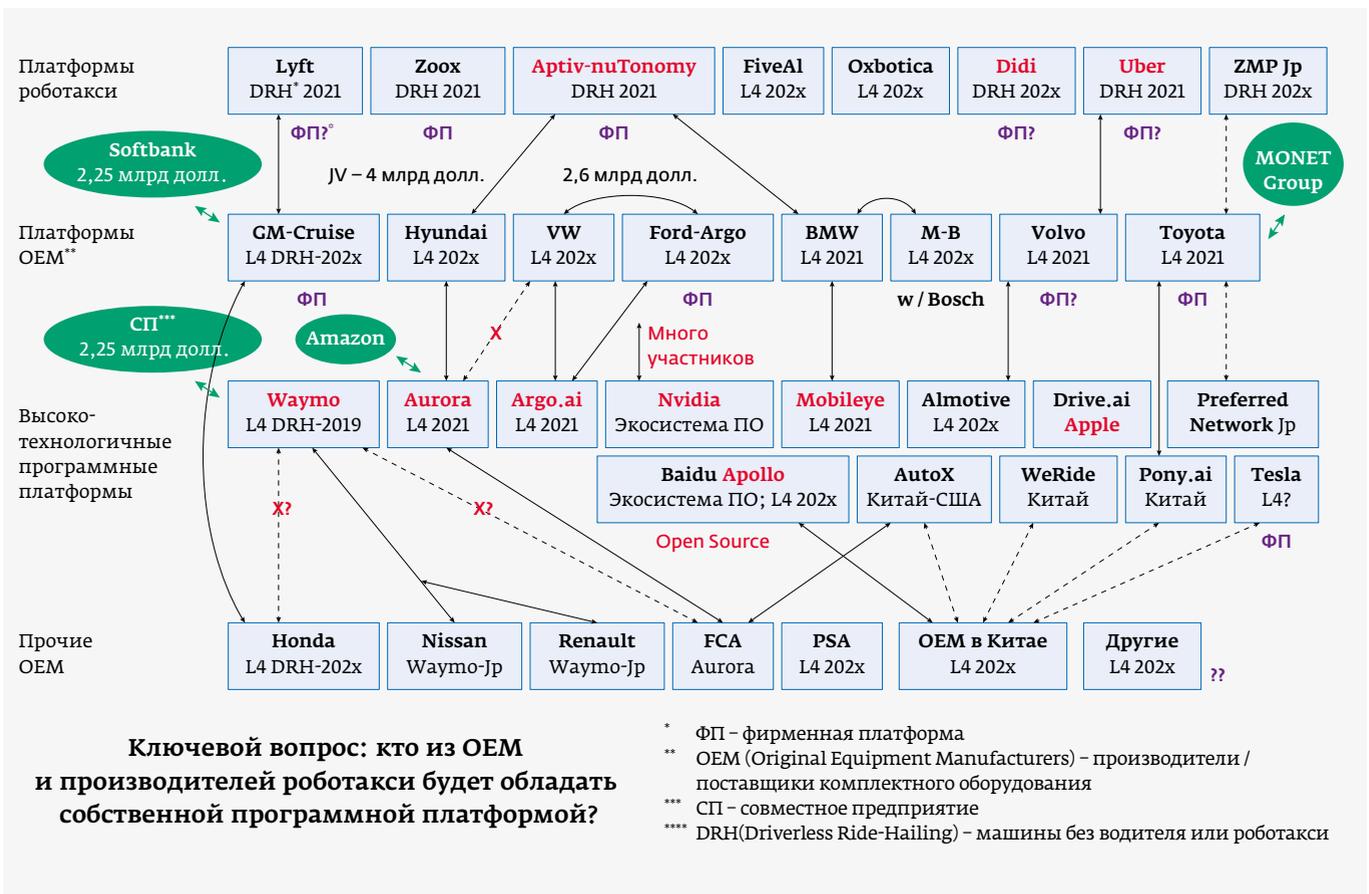


Рис. 1. Борьба и сотрудничество в области программных платформ автономных транспортных средств. Источник: IHS Markit

Однако отношения становятся запутанными, когда OEM-производители начинают заключать многочисленные сделки по программно-реализованным стекам АТС с поставщиками платформ для роботакси и поставщиками высокотехнологичного программного обеспечения.

Например, в отношении полных программно-реализованных стеков АТС лояльность (партнерам) корпорации Hyundai остается неясной. Корейский автопроизводитель вполне может делать ставки одновременно на две компании – Aptiv-nuTonomy и Aurora.

Aurora, стартап, запущенный в январе 2017 года, разрабатывает полный программно-реализованный стек АТС под названием Aurora Driver. Hyundai – один из первых его инвесторов. Представители Aurora ранее заявляли о плане расширения своей программы исследований и разработок с Hyundai для создания платформы автономного вождения. Эксперты Hyundai заявили, что их новое совместное предприятие с Aptiv-nuTonomy не повлияет на его отношения с Aurora. Однако, в целом, Hyundai предоставляет крайне скудные подробности о реальном взаимодействии с Aurora.

### Платформы OEM

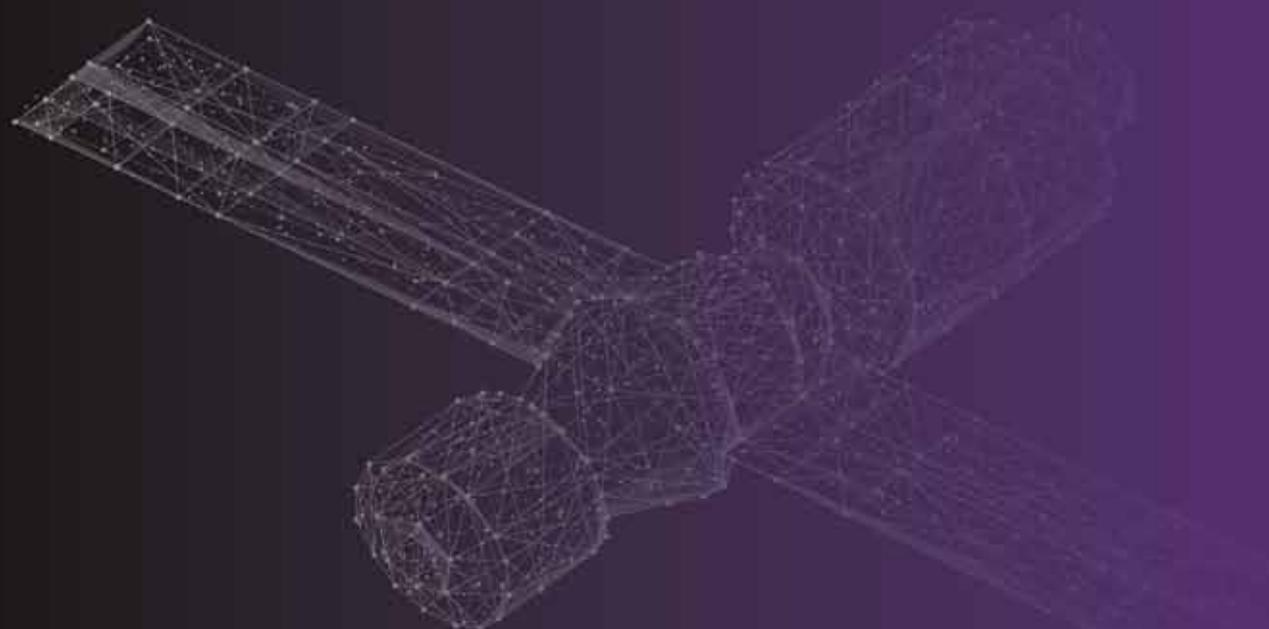
Во вторую группу входят GM-Cruise, Hyundai, VW, Ford-Argo, BMW, Mercedes-Benz и Bosch, Volvo и Toyota. Они все уже испытывали свои АТС. Место, занимаемое каждым из этих автопроизводителей (в плане лидерства), постоянно меняется. К производителям автомобилей с собственными программными платформами АТС относятся: GM-Cruise (программная платформа АТС Cruise), Ford-Argo (Argo.ai, полный программно-реализованный стек АТС) и Toyota (собственная платформа). У компании Volvo может быть собственная программная платформа АТС, но ранее она объявила о партнерстве с венгерским поставщиком программных платформ Almotive (ранее – AdasWorks).

Концерн BMW полностью полагается на совместную программную платформу АТС корпорации Intel и фирмы Mobileye.

Как упоминалось ранее, связь Hyundai с Aurora и Aptiv-nuTonomy остается неясной.

Фирма Volkswagen не имеет собственной программной платформы АТС, летом прошлого года она разорвала отношения с Aurora и обратилась к Ford-Argo (Argo.ai).

# Поверьте и настройте Ваши СИ в ЦСМ **Keysight**



Ваши технические системы, критически важные для решения ответственных задач, должны обеспечивать безотказную работу в любых условиях. Именно поэтому Центр Сервиса и Метрологии Keysight получил аккредитацию на право поверки СИ и готов обеспечивать комплексное ТО измерительных приборов Keysight, Agilent, HP.

Оригинальные запчасти, автоматизированные ПО для проведения полного тестирования, калибровки и настройки СИ по методике завода-изготовителя, опытный персонал - все это позволяет выполнять полное обслуживание СИ в соответствии с требованиями завода-изготовителя максимально качественно и в сжатые сроки. Будьте уверены в точности Ваших измерений и надёжности Вашей продукции!

Аттестат Аккредитации ООО «Кейсайт Текнолоджиз» (ЦСМ Keysight) на право поверки СИ № RA.RU.310579 от 02.02.2015

80  
лет

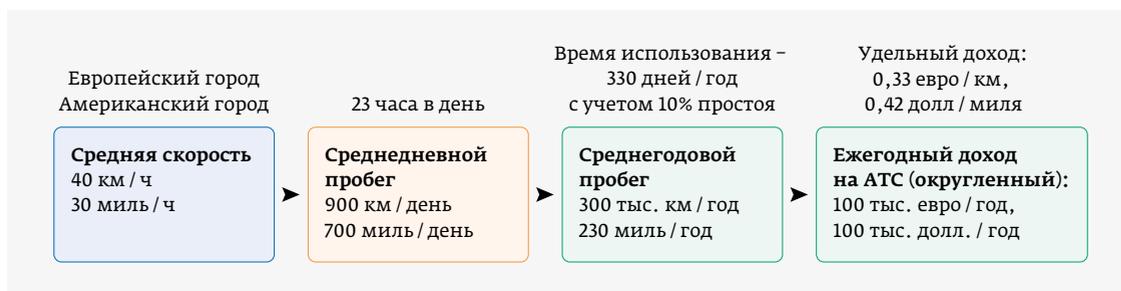
опыта в электронных  
измерениях

50  
лет

сотрудничества и  
инноваций в России

[www.keysight.com/find/poverka](http://www.keysight.com/find/poverka)

 **KEYSIGHT**  
TECHNOLOGIES



**Рис. 2.** Приблизительный расчет доходности роботакси в Европе и США. Источник: Yole Développement

### Высокотехнологичные программные платформы

В третьей группе собраны высокотехнологичные разработчики США – Waymo, Aurora, Argo.ai, Almotive и Drive.ai, а также азиатского региона – Preferred Network (Япония), Baidu (КНР, проект Apollo), AutoX, Momenta, WeRide и Pony.ai.

Ведущие поставщики ИС для АТС – Nvidia и Mobileye – также разрабатывают свои собственные программные платформы. И, конечно же, есть Tesla, создающая свой собственный полный программно-реализованный стек АТС.

Наиболее известные фирмы в этом списке – Waymo, Aurora, Argo.ai, Intel/Mobileye, Nvidia и Drive.ai.

В июне прошлого года корпорация Apple поглотила стартап Drive.ai (Маунтин-Вью, штат Калифорния), основанный в 2015 году и работающий над системами с автоматическим управлением, использующими ИИ.

Программа Apollo корпорации Baidu – это АТС-платформа с открытым исходным кодом, ориентированная на большое число игроков экосистемы АТС [4].

### ЭКОНОМИКА АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В последнее время Yole Développement опубликовала две работы, в которых исследуются экономические и технологические тенденции в области автономного вождения (Sensors for Robotic Mobility 2020, Sensing and Computing for ADAS Vehicle 2020 и AI for Automotive 2020). Особое внимание

уделено аппаратному и программному обеспечению перспективных систем помощи водителю (ADAS), а также рынку средств автономного вождения (Automated Driving, AD), на котором действует около десятка игроков, поставляющих роботизированные транспортные средства. Основной целью этих игроков никогда не была продажа АТС населению, они всегда утверждали, что их основной целью является модель «мобильность как услуга» (Mobility-as-a-Service, MaaS).

Специалисты Yole говорят о четком различии между решениями систем помощи водителю ADAS (которые в основном обеспечивают автоматизированное экстренное торможение и/или помощь в удержании полосы движения, помощь в пробках) и решениями поставщиков роботизированных машин, таких как Waymo, Cruise и Zoox. Последние предоставляют реальные АТС в основном в качестве опытных образцов для отработки оказания роботизированных услуг. В течение нескольких лет много раз поднимался вопрос, являются ли выступающие за корпус АТС датчики проблемой, если такие машины должны быть проданы потребителям. Но сейчас складывается прямо противоположная ситуация. Поставщики ADAS и АТС (Mobileye, Tesla и Toyota/Denso) все еще обещают потребительские версии своих АТС, но все больше ориентируются на рынок роботакси.

Появившиеся оценки рентабельности бизнеса роботакси приводятся на рис. 2 и в табл. 1 [5].

**Таблица 1.** Оценка экономической эффективности роботакси на период 2018–2032 годов

Год	Производство, тыс. шт.	Средняя стоимость роботакси, тыс. долл.	Число используемых роботакси, тыс. шт.	Годовой доход от эксплуатации роботакси (при удельной доходности 0,43 долл. / миля), млрд долл.	Годовой доход от эксплуатации роботакси (при удельной доходности 0,86 долл. / миля), млрд долл.	Общая стоимость эксплуатируемых роботакси, млрд долл.
2018	1,25	210	3	0,3	0,6	0,6
2020	3	190	8	0,8	1,6	1,5
2024	17	155	40	4	8	6,2
2028	70	135	180	18	35	24
2032	400	120	1000	100	200	120

# Реальный анализ в реальном времени за реальные деньги!



## Анализаторы спектра реального времени АКИП-4213

- Диапазон частот: АКИП-4213/1 от 9 кГц до 5 ГГц, АКИП-4213/2 от 9 кГц до 7,5 ГГц
- Анализатор спектра реального времени, полоса анализа 25 МГц (опция: 40 МГц)
- Динамический диапазон 60 дБ
- Встроенный трекинг генератор, предусилитель в стандартной комплектации
- Средний уровень собственных шумов (DANL):
  - 161 дБм/Гц (в полосе 10 МГц... 200 МГц, предусилитель включен)
- Низкий уровень фазовых шумов: до -96 дБн/Гц при отстройке 10 кГц (на  $f_{нес}=1$  ГГц)
- Разрешение ПЧ 1 Гц (RBW)
- Программные опции
- Увеличение полосы пропускания реального времени до 40 МГц
- Дополнительные измерительные функции: измерение мощности в канале и соотношение мощностей в смежных каналах, измерение мощности во временной области, измерение ширины занимаемой полосы частот, соотношение сигнал шум
- Фильтры ЭМС (200 Гц, 9 кГц, 120 кГц и 1 МГц) и квазипиковый детектор
- Анализ параметров модуляции AM, ЧМ, АМн, ЧМн, ФМн, QAM
- Измерение коэффициента стоячей волны (VSWR) и коэффициента затухания

prist.ru



119071, г. Москва, 2-й Донской пр., д. 10, стр. 4; тел.: +7 (495) 777-5591; факс: +7 (495) 640-3023  
196006, г. Санкт-Петербург, ул. Цветочная, д. 18, лит. В, офис 202; тел./факс: +7 (812) 677-7508  
620089, г. Екатеринбург, ул. Цвиллинга, д. 58, офис 1; тел./факс: +7 (343) 317-3999; ek@prist.ru

## ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ФУНКЦИОНАЛ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ВОДИТЕЛЯ

В течение следующих 20 лет технология автономного вождения будет представлять собой не «самостоятельное вождение», а системы контроля водителя в сочетании с применением науки о человеческом факторе для помощи водителям не стать «опасными», то есть не стать причиной возникновения несчастного случая.

Системы контроля водителя играют решающую роль в борьбе не только с человеческим фактором (невниманием, усталостью и пр.), но и с опьянением. Усталость и интоксикации могут быть отнесены к категории состояний, требующих вмешательства, и системы контроля водителя должны сыграть существенную роль в будущем, чтобы избежать опасных последствий вождения в нетрезвом виде. Целью контроля человеческого фактора в мониторинге водителя является предоставление надежного и в реальном масштабе времени понимания когнитивного состояния водителя применительно к риску возникновения несчастного случая.

Речь здесь не совсем о системах блокировки зажигания или какого-либо вида «опеки» и тем более не о сдаче нетрезвого водителя «умной» машиной, которой тот управляет, полицейским. Тем не менее, данная технология, несомненно, играет определенную роль в выявлении нарушений в работе водителя и соответствующей адаптации реагирования систем безопасности.

Потенциально, функционал систем контроля водителя может включать в себя:

- отключение функции «помощь при движении по шоссе» таких систем, как GM Super Cruise или Ford Active Drive Assist, если водитель считается нарушителем;
- повышение чувствительности автономных систем экстренного торможения и удержания полосы движения на основе измерений уровня ухудшения состояния водителя;
- активизацию не подлежащего изменению ограничителя скорости, используя данные с камеры распознавания дорожных знаков, если водитель считается нарушителем;
- усиление визуальных и звуковых сигналов и использование вибрации сиденья, чтобы побудить водителя прекратить движение и прийти в себя.

Обязательная установка подобных систем уже предусмотрена в действующих законах. Тем не менее, политика безопасности дорожного движения США уже несколько лет отстает от инициатив европейских органов, таких как Европейский комитет по проведению независимых краш-тестов авто с оценкой активной безопасности и пассивной безопасности Euro NCAP и обновленных Европейских общих правил безопасности, касающихся безопасности в автомобильном секторе (European General Safety Regulations).

Основным средством контроля и поддержки автомобилиста считаются перспективные системы помощи водителю (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS). Они же являются одним из основных этапов перехода к полностью автоматизированным транспортным средствам [6].

## РОЛЬ ADAS В РАЗВИТИИ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

То, что перед разработчиками АТС стоят трудные задачи – очевидно. Специалисты Yole Développement предполагают, что существуют три основных сценария будущего автомобильных датчиков и вычислительной техники (рис. 3), составляющих базу ADAS и прочей автомобильной робототехники. На вопрос, сколько может быть смешанных и/или промежуточных сценариев, вряд ли кто возьмется ответить [4].

Отраслевые специалисты отмечают, что в настоящее время в сфере АТС основное внимание уделяется скорее ADAS, а не собственно АТС. Очевидно, что сообщество разработчиков в своем большинстве признает существование большого разрыва между тем, что возможно сегодня, и запуском в перспективе коммерческих АТС, управляемых искусственным интеллектом без участия людей-водителей.

Никто не говорит, что самоуправляемые автомобили невозможны. Тем не менее, предсказывается, что 4-й уровень АТС будет развернут в очень ограниченной области проектирования систем на уровне операций (operational design domain, ODD, автоматизированный режим) и создан при полном и тщательном учете требований безопасности. Под ODD подразумеваются конкретные дорога, полоса движения, часы работы, погодные условия, время суток, точки посадки / высадки и т. д.

На вопрос о том, достигнет ли автомобиль, управляемый ИИ, интуитивности, присущей людям, то есть понимания того, что он действительно управляет транспортным средством и понимает контекст управления, отраслевые специалисты отвечают, что это произойдет по крайней мере через 10 лет, а скорее всего – через 20–30 лет.

Между тем, для разработчиков ADAS и высокоавтоматизированных автомобилей главная проблема на данный момент – как лучше всего оснастить автомобили средствами восприятия окружающей обстановки (компьютерное зрение, радары и т. д.). Восприятие, то есть «знание» того, где находятся и куда перемещаются объекты в окружающей среде, является основой каждого высокоавтоматизированного транспортного средства. Там, где автономные транспортные средства слабы по сравнению с водителем-человеком, очень важны возможность «предсказания» или понимание ситуации



## Разработка и производство конденсаторов

**оксидно-электролитические алюминиевые конденсаторы**  
K50-15, K50-17, K50-27, K50-37, K50-68, K50-77, K50-80, K50-81, K50-83,  
K50-84, K50-85, K50-86, K50-87, K50-88, K50-89, K50-90, K50-91, K50-92,  
K50-93, K50-94, K50-95(чип), K50-96, K50-97(чип), K50-98, K50-99,  
K50-100, K50-101, K50-102, K50-103

**объемно-пористые танталовые конденсаторы**  
K52-1, K52-1М, K52-1БМ, K52-1Б, K52-9, K52-11,  
K52-17, K52-18, K52-19, K52-20, K52-21, K52-24,  
K52-26(чип), K52-27(чип), K52-28

**оксидно-полупроводниковые танталовые конденсаторы**  
K53-1А, K53-7, K53-65(чип), K53-66, K53-68(чип),  
K53-69(чип), K53-71(чип), K53-72(чип),  
K53-74(чип), K53-77(чип), K53-78(чип), K53-82

**суперконденсаторы (ионисторы)**  
K58-26, K58-27, K58-28, K58-29, K58-33

**накопители электрической энергии на основе модульной сборки суперконденсаторов МИК, МИЧ**

Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ISO 9001

Россия, 427968, Удмуртская Республика, г. Сарапул, ул. Калинина, 3  
Тел.: (34147) 2-99-53, 2-99-89, 2-99-77, факс: (34147) 4-32-48, 4-27-53  
e-mail: [elecond-market@elcudm.ru](mailto:elecond-market@elcudm.ru), <http://www.elecond.ru>

и предсказание того, куда воспринимаемый объект будет перемещаться дальше.

Основная тенденция текущего момента – выход на передний план интеллектуальности, то есть наращивание интеллектуальности непосредственно первичных средств сбора данных. Многие поставщики добиваются этого повышением интеллектуальности датчиков за счет слияния разных датчиков и различных сенсорных данных. Среди подобных слияний/сочетаний на первичном уровне наиболее популярными в настоящий момент являются:

- RGB-камеры + датчики ближней ИК-области спектра (RGB+NIR);
- RGB-камеры + датчики коротковолновой ИК-области спектра (RGB+SWIR);
- RGB-камеры + лидары;
- RGB-камеры + радары.

Однако подходы основных игроков отличаются друг от друга. Одни, как было выше сказано, предпочитают осуществлять слияние датчиков «на переднем рубеже» – непосредственно на уровне сбора данных. Другие, например корпорация Waymo (Маунтин-Вью, штат

Калифорния), предпочитают централизованное слияние необработанных данных датчиков непосредственно в центральном процессоре [7].

В то же время развитие АТС не обязательно требует использования либо искусственного интеллекта (ИИ), либо глубокого обучения. Проще говоря, не все АТС должны управляться ИИ. Однако трудности с проверкой безопасности управляемых ИИ АТС сохраняются. Специалисты в области безопасности озабочены «черным ящиком» природы глубокого обучения, и это только один из нескольких острых вопросов. Остается неясным, могут ли разработчики АТС верифицировать и аттестовывать непрерывно обучающуюся систему ИИ. Также неизвестно, будет ли развернутая на специальном автомобильном аппаратном обеспечении функция ИИ вести себя так же, как в период разработки и обучения на более крупной, более мощной компьютерной системе.

На этом фоне корпорация NXP Semiconductors представила свой набор инструментальных средств разработки ПО для глубокого обучения – eIQ Auto (рис. 4). Отмечается, что большинство программных платформ глубокого обучения и нейронных сетей, разработанных до сих пор,

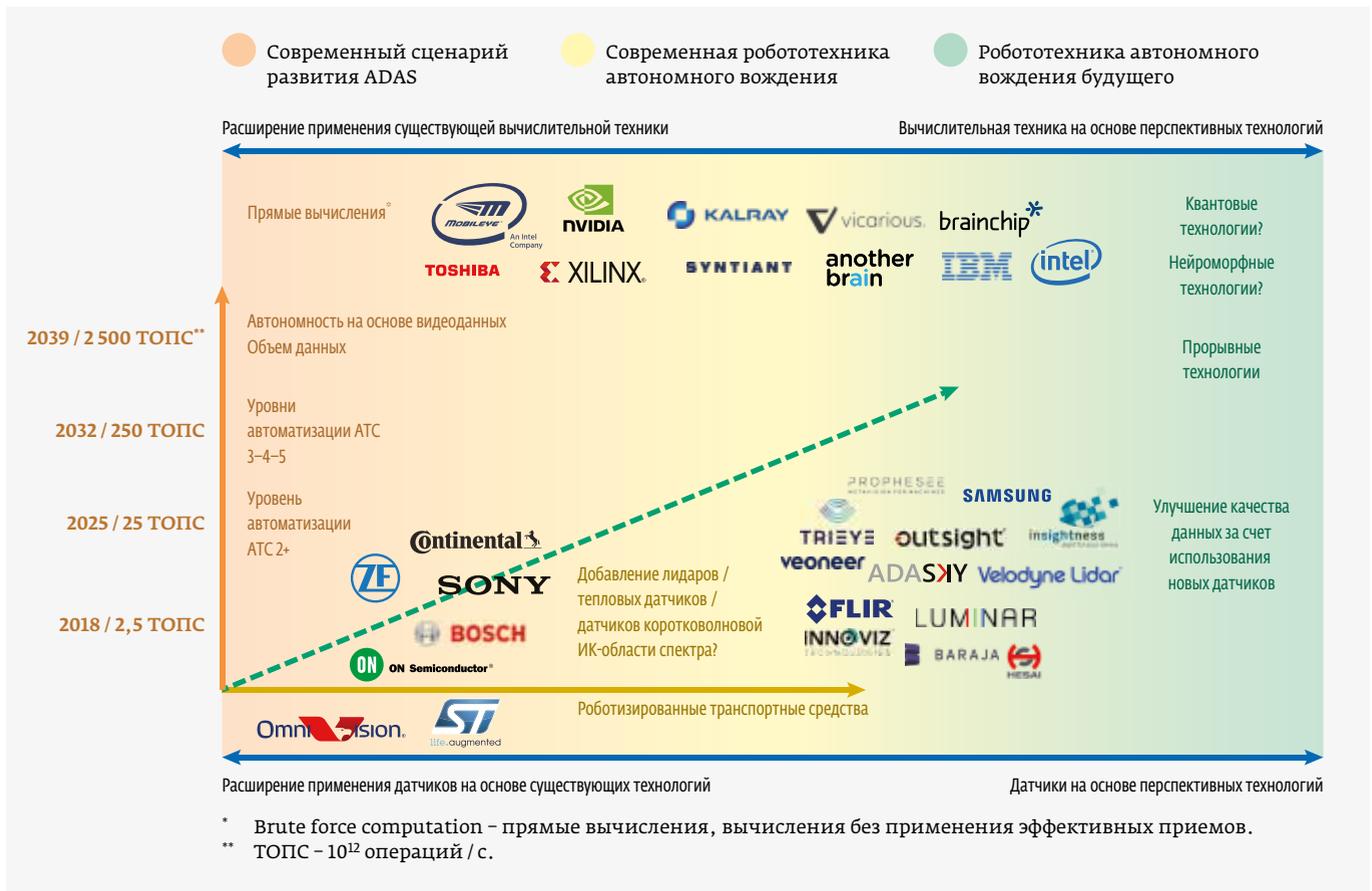


Рис. 3. Три инновационных сценария будущего автомобильных датчиков и вычислительной техники.

Источник: Yole Développement



## АКЦИЯ!

Бесплатное тестирование Вашего воздушного фильтра по ГОСТ Р EN 1822-1-2010 на сканере фильтров AFS-150 (Topas GmbH) с предоставлением отчета о тестировании.

| PHAUF |

PHAUF

# PHAUF

российские воздушные фильтры по мировым стандартам

## Чистый воздух для высоких технологий

ПРЕДОСТАВЛЯЕМ  
БЕСПЛАТНЫЙ ОБРАЗЕЦ ФИЛЬТРА  
ПО ВАШЕМУ ЗАКАЗУ!

ООО «НПП «МИКРОСИСТЕМА»  
г. Фрязино, ул. Заводской проезд,  
д. 2, корп. 1, пом. 132  
Тел. +7 (495) 108-43-97

 [info@microsystema.com](mailto:info@microsystema.com)

 [phauf\\_filtersru](https://www.instagram.com/phauf_filtersru)

[www.phauf.com](http://www.phauf.com)



Роботизированное производство и упаковка в ЧПП ИСО7



Контроль качества каждой единицы продукции на автоматическом сканере TOPAS



Производство и испытания карманных фильтров согласно ГОСТ Р EN 779-2014



Индивидуальная вакуумная упаковка высокоэффективных фильтров очистки воздуха

используются для потребительских приложений, таких как зрение, речь и естественный язык. При этом они не обязательно разрабатываются с учетом жизненно важных приложений.

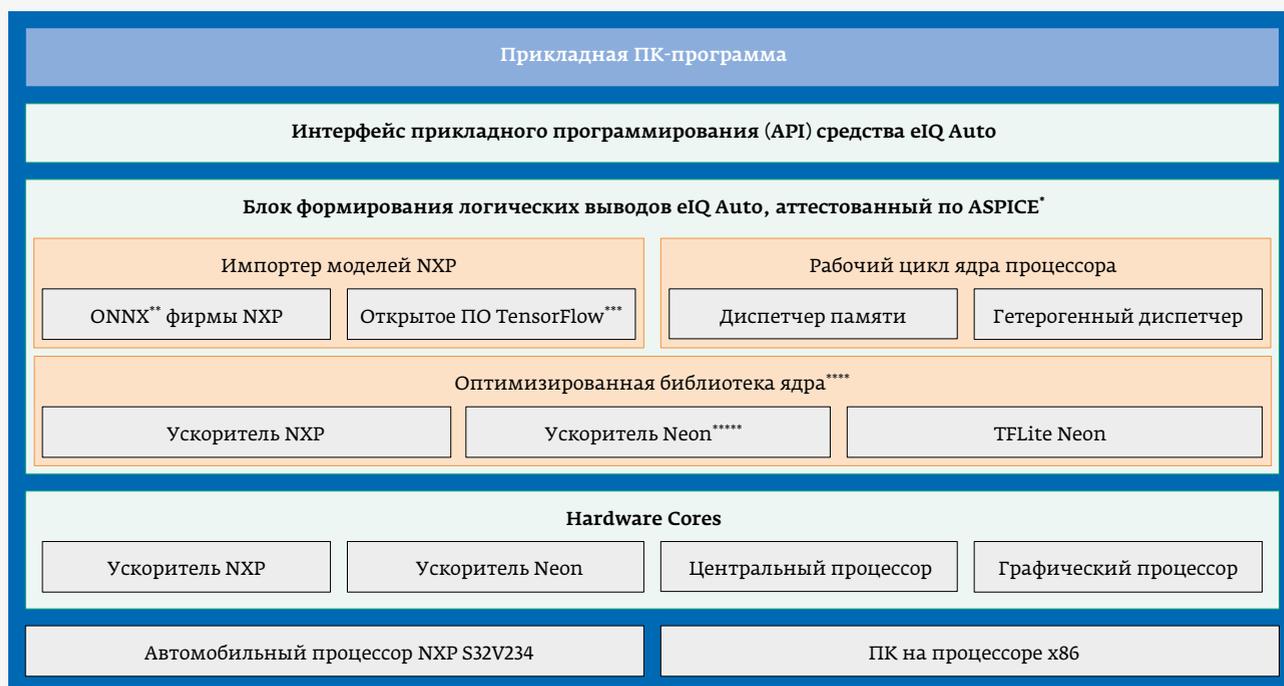
Корпорация NXP, ведущий поставщик автомобильных ИС, сделала еще один шаг вперед, обеспечив совместимость своего набора инструментальных средств разработки ПО с программой определения возможностей и улучшения процесса создания ПО автомобильного назначения (Automation Software Process Improvement and Capability dEtermination, A-SPICE). На деле A-SPICE – это набор рекомендаций, разработанных немецкими автопроизводителями для улучшения процессов разработки программного обеспечения.

Специалисты NXP подчеркивают, что их средство eIQ Auto разработано специально под процессор NXP S32V234 и предназначено для помощи разработчикам АТС по оптимизации разработки встраиваемого аппаратного

обеспечения алгоритмов глубокого обучения и ускорения его выхода на рынок.

Некоторые производители автомобилей уже разработали аналогичные наборы инструментальных средств глубокого обучения. Но среди поставщиков автомобильных ИС корпорация NXP в этом смысле пока одинока.

Помимо прочего, средство eIQ Auto способно распределять рабочую нагрузку и выбирать оптимальную вычислительную машину для каждой части нейронной сети. Это ускоряет процесс создания механизма формирования логического вывода, так как данное инструментальное средство способно помочь разработчикам АТС выяснить, какие задачи лучше всего выполняются на центральном процессоре, ЦОС-процессоре или графическом процессоре. Отмечается, что средство eIQ Auto не может использоваться с приборами, произведенными другими фирмами, поскольку оно должно быть хорошо знакомо с тем, что происходит внутри процессора.



\* ASPICE (Software Process Improvement and Capability dEtermination) – программа определения возможностей и улучшение процесса создания ПО автомобильного назначения.  
 \*\* ONNX (Open Neural Network Exchange) – средство открытого обмена данными нейронных сетей, открытая библиотека программного обеспечения для построения нейронных сетей глубокого обучения.  
 \*\*\* TensorFlow – открытая программная библиотека машинного обучения (разработка Google) для решения задач построения и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов с достижением качества человеческого восприятия.  
 \*\*\*\* Optimized Kernel Library – оптимизированная библиотека ядра (ПО), библиотека, содержащая хорошо оптимизированные многопоточные реализации математических функций. Содержит BLAS, LAPACK, ScaLAPACK, солверы для разреженных систем, быстрое преобразование Фурье, векторизованные математические функции и т. д.  
 \*\*\*\*\* NEON – технология NEON, предназначена для ускорения обработки мультимедиа, сигналов, алгоритмов, 2D- и 3D-графики в играх, при кодировании и декодировании информации, синтезе речи и т. д. по крайней мере в три раза.

Рис. 4. Набор инструментария разработки для средства глубокого обучения eIQ Auto корпорации NXP. Источник: NXP



ГРУППА КОМПАНИЙ

ЭЛЕКТРОННОЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Акционерное общество  
«Научно-производственное предприятие  
«Электронное специальное  
технологическое оборудование»

124460, г. Москва, Зеленоград,  
Георгиевский проспект, д.5, стр.1  
тел.: (499) 729-7751, факс: (499) 479-1239  
info@nppesto.ru www.nppesto.ru

СИСТЕМА GROOVY ICP –  
ТЕХНОЛОГИЯ БУДУЩЕГО  
Для критического травления  
диэлектриков на основе уникального  
узкоззорного индуктивного плазменного  
реактора для массового производства

МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



Разработка АО «НПП «ЕСТО» при финансовой поддержке Министерства промышленности и торговли Российской Федерации

Группа компаний ЭСТО более 20 лет производит оборудование для микроэлектроники в собственном инженерно-производственном комплексе метражом в 5000 кв.м в г. Зеленограде



Оборудование для лазерной микрообработки:  
резка, фрезерование, скрайбирование,  
прошивка отверстий



Оборудование  
для термических процессов



Оборудование для измерения физических  
и геометрических параметров



Высокоточное оборудование  
для дисковой резки

Средство eIQ Auto также поставляется с интерфейсами для обучения структур и форматов моделей, таких как TensorFlow, ONNX, Caffe, Pytorch – в дополнение к моделям оптимизации и используемому инструментарию (скрипты, необходимые инструментальные средства компиляторов) и библиотекам программ этапа исполнения (C/C++, vector DSP, NEON).

Таким образом, цель инструментального средства eIQ Auto – помочь клиентам в быстром переходе от среды разработки к реализациям ИИ, соответствующим строгим автомобильным стандартам.

### ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

В настоящее время наиболее распространенным применением ИИ внутри транспортного средства является техническое зрение, использующее нейронные сети для классификации объектов на изображениях. Оно также используется для контроля состояния водителя и салона автомобиля, идентификации лиц и обнаружения пассажиров/багажа. Основные применения средств глубокого обучения в автомобилях показаны на рис. 5.

Другие потенциальные автомобильные применения ИИ включают радары. Ожидается, что в будущем радары будут использовать нейронные сети для классификации участников дорожного движения на основе их изображений. Отмечается, что использование ИИ в радиолокационных приложениях остается недостаточно развитым из-за их более высоких требований выхода на рынок, связанных с использованием радара в качестве датчика. По сравнению с КМОП-формирователями сигналов изображения радары существенно дороже. Отраслевые эксперты полагают, что отсутствие или недостаток радарных данных ограничивает доступные наборы данных.

Прогнозируется, что ИИ также будет применяться для объединения получаемых с разных датчиков данных – например совместного использования систем технического зрения и радаров. Но опять же, в отрасли пока не достигнут консенсус о том, на каком этапе (раннем или завершающем) осуществлять объединение этих двух видов сенсорных данных.

Сейчас большинство тестовых АТС поставляется с энергоемким оборудованием, не очень-то подходящим для массового производства автомобилей. Специалисты корпорации NXP надеются, что их новое инструментальное средство eIQ Auto позволит клиентам развертывать мощные нейронные сети «в среде встроенных процессоров с самым высоким уровнем безопасности и надежности» [8].

За последние несколько лет появилось большое число стартапов, специализирующихся на искусственном интеллекте (ИИ), ориентированном на автомобильный рынок. OEM и поставщики первого уровня стремятся разрабатывать ИС искусственного интеллекта собственного производства – во многом по аналогии с инновационной разработкой корпорацией Tesla собственных полностью автономных компьютерных (FSD) ИС. Если последний случай станет тенденцией, то что будут делать лицензиары сложнофункциональных (СФ) ядер, такие как корпорации Seva? Прежде всего, они должны повысить производительность своих лицензируемых СФ-ядер, разработанных для архитектуры ИИ. Кроме того, они должны сделать свои ядра нейронных сетей еще более привлекательными для разработчиков «систем-на-кристалле» (SoC). Компания Seva недавно представила архитектуру новейшего искусственного интеллекта второго поколения для глубокой нейронной сети. Названная NeuPro-S, новая архитектура ИИ включает в себя ряд системных



**Замена водителя**  
использование глубокого обучения при планировании пути и прогнозировании траектории движения

**Безопасность**  
использование ИИ для обнаружения атак (системы) и аномалий

**Мониторинг (состояния) водителя**

- распознавание лица/выражения лица
- идентификация лица,
- обнаружение пассажиров/багажа

**Слияние датчиков**  
камера + радар

**Техническое зрение**

- использование нейронной сети для классификации объектов на изображениях
- техническое зрение + лидар
- программные возможности структуры нейронной сети (Café, TensorFlow)

**Трансмиссия**  
глубокое обучение для улучшенного управления двигателем и контроля заряда/разрядки аккумулятора

**Общее применение**  
управление окнами/дверными замками на основе ИИ для обеспечения максимального удобства пользователя

**Радар**  
использование нейронной сети для классификации участников дорожного движения на радарных изображениях

**Рис. 5.** Применения средств глубокого обучения в автомобилях. Источник: NXP

Дорогие друзья! Поздравляем  
С Днём Машиностроителя!

Ждём вас на нашем стенде  
№ С4 на выставке ChipEXPO2020  
(15-17 сентября, г.Москва, Сколково)

К Б Т Е М  
ПЛАНАР



ПРОЕКТИРОВАНИЕ



ГЕНЕРАЦИЯ  
ИЗОБРАЖЕНИЙ



КОНТРОЛЬ  
ФОТОШАБЛОНОВ



РЕМОНТ  
ФОТОШАБЛОНОВ



ФОТОЛИТОГРАФИЯ



КОНТРОЛЬ  
ПЛАСТИН



СБОРКА ИЗДЕЛИЙ  
МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

### БЕЗМАСОЧНАЯ ЛИТОГРАФИЯ

- Многоканальные лазерные генераторы изображений
- Проектная норма 0,35, 0,6  $\mu\text{m}$
- Высокая точность совмещения
- $\varnothing 200, 150, 100$  мм



### ГЕНЕРАТОРЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ

- Диапазон UV, DUV
- Проектная норма 90, 130 нм
- 16/32-лучевая архитектура
- Фазосдвигающие шаблоны
- Быстрая переналадка пластина – шаблон



### КОНТРОЛЬ ФОТОШАБЛОНОВ

- Проектная норма 90, 130, 250 нм
- Твердотельный лазер
- Контроль методом D2DB, D2D
- Высокая производительность
- Контроль неплоскостности



### РЕМОНТ ФОТОШАБЛОНОВ

- Фемтосекундный лазер
- 0,15/ 0,3/ 0,5  $\mu\text{m}$  min элемент
- Размер шаблона до 9"x9"
- Ремонт копированием
- Ремонт через пелликл
- Прозрачные / непрозрачные дефекты



### КОНТАКТНАЯ ЛИТОГРАФИЯ

- Ручная и автоматизированная загрузка
- Двусторонняя литография
- Высокая точность совмещения
- Низкий уровень генерации дефектов
- Высокая энергоэффективность



### СТЕПЕРЫ

- Проектная норма 0,35, 0,8  $\mu\text{m}$
- Автоматический масштаб
- Двустороннее совмещение
- $\varnothing 200, 150, 100$  мм
- Твердотельный источник света



### КОНТРОЛЬ ТОПОЛОГИИ

- Контроль привносимых дефектов пластин без топологии
- Автоматический микро и макро контроль дефектов пластин с топологией
- Высокая производительность



### АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЕ

- Контроль микроразмеров
- Контроль неплоскостности
- Контроль координат
- Контроль толщин
- Контроль рассовмещения



### ЗОНДОВЫЙ КОНТРОЛЬ

- $\varnothing 200, 150, 100$  мм
- $\pm 4$  мкм погрешность контактирования
- Ручное / полуавтоматическое / автоматическое оборудование



### РАЗДЕЛЕНИЕ ПЛАСТИН И ПОДЛОЖЕК

- $\varnothing 300, 200, 150, 100$  мм
- 2 независимые зоны разделения в одной установке
- 2,4 кВт мощность электршпинделя
- Полуавтоматическое / автоматическое оборудование



*Создаём традиции будущего!*

- Единое таможенное пространство
- 58 лет опыта в разработке и производстве прецизионного оптика-механического и сборочного оборудования
- Высокий уровень применяемых технологий и современного оборудования
- Полный цикл разработки и производства, высококвалифицированный персонал
- Высокое качество изделий подтверждено национальными и международными стандартами
- Возможность комплексной поставки оборудования, адаптированного для Российского рынка, программного обеспечения для поддержки процессов изготовления фотошаблонов и 3D-моделирования для фотолитографии компании GeniSys (Германия)

Республика Беларусь  
220033, г. Минск  
Партизанский пр-т, 2

тел: (+375 17) 226 09 82  
(+375 17) 223 22 26  
факс: (+375 17) 226 12 05

office@kbtm-omo.by  
kbtm.omo@gmail.com  
www.planar.by



усовершенствований. Параллельно, Ceva представила интерфейс прикладного программирования CDNN (Ceva Deep Neural Network) Invite (рис. 6). Это технология компиляции глубоких нейронных сетей, предназначенная для поддержки не только собственных ядер Ceva (NevaPro), но и сторонних решений нейронных сетей в единой унифицированной архитектуре нейронной сети.

Поскольку нейронные сети продолжают развиваться, представители Ceva считают, что производители автомобилей и поставщики первого уровня хотят увидеть гибкую архитектуру ИИ, позволяющую использовать сторонних решений нейронных сетей для особых случаев, в дополнение к ядрам NeuPro, в единой структуре.

Аналитики из The Linley Group охарактеризовали CDNN-Invite как интерфейс, позволяющий интегрировать ускоритель ИИ клиента в один и тот же вычислительный граф вместе с NeuPro с тем, чтобы он мог работать на одном хост-контроллере. Предполагается, что преимущество архитектуры и интерфейса Ceva в их способности создавать новые системы на уже устоявшихся платформах.

Корпорация Ceva считает, что CDNN-Invite создаст столь необходимую «открытую среду» для архитектуры ИИ, в отличие от Nvidia, архитектура которой полностью закрыта [9].

## БЕЗОПАСНОСТЬ АТС / ADAS И ОТСУТВИЕ ЭТАЛОННЫХ ТЕСТОВ

Одной из ключевых проблем, влияющих на развертывание АТС, является обеспечение их безопасности. Именно эта проблема заставила некоторые фирмы, первоначально активно продвигавшие АТС-проекты, отложить их реализацию или полностью отказаться от них. Сейчас, когда одной из наиболее предпочтительных технологий АТС являются ADAS, вопрос безопасности не потерял своей актуальности. При этом обеспечение безопасного функционирования ADAS является ключевым фактором их рыночного успеха.

Основными проблемами существующих ADAS являются:

- ADAS слишком активен, когда водитель бдителен и полностью занят своей задачей;
- ADAS слишком пассивен в мгновенной аварийной ситуации, особенно когда водитель отвлечен, утомлен или ослаблен.

На сегодня ни одна из специализированных организаций – Национальный совет США по безопасности на транспорте (NTSB), Национальное управление

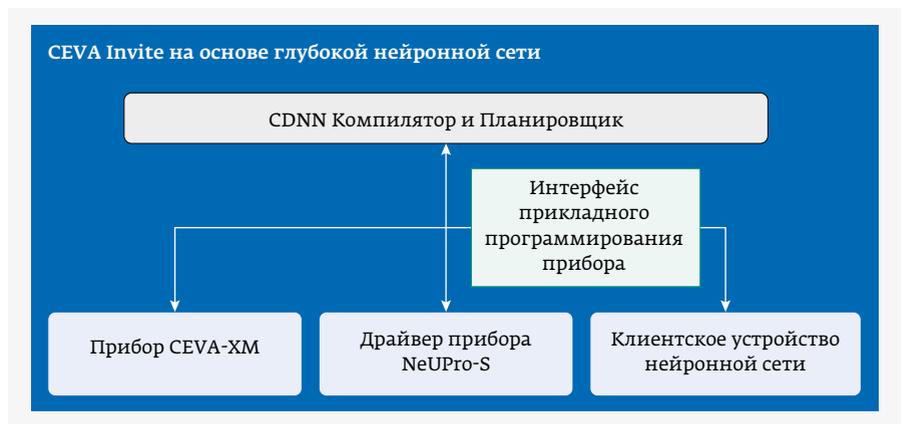


Рис. 6. Концепция CDNN Invite. Источник: Ceva

безопасности дорожного движения США (National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA), Европейский комитет по проведению независимых краш-тестов авто с оценкой активной безопасности и пассивной безопасности (The European New Car Assessment Programme, NCAP) и т. д. – не установила эталонных тестов для АТС и ADAS. Используемые протоколы тестирования недостаточно строгие, поэтому поставщики АТС и ADAS могут достичь минимального соответствия этим протоколам, но при этом получить высший рейтинг [10].

## АВТОНОМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19

Пандемия COVID уже оказала негативное влияние на автомобильную промышленность, внеся в привычную жизнь существенные изменения и создав ситуацию неопределенности. Наблюдается падение продаж автомобилей, сокращение средств на НИОКР по автономным транспортным средствам (АТС), приостановка программ тестирования АТС и их дорожных испытаний. Тем не менее, разработки и внедрение АТС продолжают.

Последствия воздействия COVID на различные сегменты индустрии АТС в соответствии с их характеристиками, различными сложностями и сроками развертывания проявляются в краткосрочной (от 1 до 3 лет) и долгосрочной (от 3 до 10 лет) перспективах (табл. 2) [11].

### «ПРЕУВЕЛИЧЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ»

Наступающая эпоха АТС порождает не только технологические достижения, но и непомерное расхваливание их достоинств. У критиков слишком ярких приверженцев АТС даже появился термин «преувеличенная автоматизация», то есть «практика подачи непроверенных или вводящих в заблуждение утверждений, которые искажают соответствующий уровень человеческого контроля, требуемый частично или полуавтономным продуктом, услугой или технологией». «Преувеличенная автоматизация»



## ИНТЕЛЛЕКТ. КАЧЕСТВО.

АО «МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ»  
Москва, Щелковское шоссе, д.5, стр.1  
Тел. (499) 644-21-03, (499) 644-25-62  
(многоканальный)  
Факс +7(499) 644-19-70  
E-mail: [mwsystems@mwsystems.ru](mailto:mwsystems@mwsystems.ru)  
[www.mwsystems.ru](http://www.mwsystems.ru)

- СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ТЕХНОЛОГИИ
- ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ ЦЕНА/КАЧЕСТВО
- ПОЛНЫЙ СПЕКТР УСЛУГ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПРОИЗВОДСТВУ МОНОЛИТНЫХ И ГИБРИДНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ, ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ, МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЧ-УСТРОЙСТВ И БЛОКОВ РЭА (0,3 - 22 ГГц)

## АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ»



подает автомобиль как нечто более автономное, чем он есть на самом деле».

Надо отметить, что эта практика является логическим результатом нынешней мании индустрии технологий АТС, охватывающей многих крупных и широко финансируемых поставщиков, участвующих в гонке за полную автономность – таких как Aurora, Cruise, Nvidia, Tesla, Uber и Waymo.

Эта гонка уходит корнями в забеге Grand Challenge - 2005, проведенном Управлением перспективного планирования оборонных научно-исследовательских МО США (DARPA). Тогда маршрут в 212 км был успешно пройден пятью транспортными средствами по закрытой

от посторонних трассе за семь часов со средней скоростью чуть менее 32 км / ч. Так как в Grand Challenge - 2004 вообще никто не дошел до финиша, случившееся было ошибочно истолковано как потрясающий прогресс, достигнутый всего за один год. Предполагалось, что автомобили с автоматическим управлением будут «реальными» через 10 или 15 лет [6].

• • •

Автономные машины и их технологии привлекают большое внимание специалистов и обывателей. Это очень футуристическая тема, без которой не обходится ни одно фантастическое произведение. Тем не менее, по сравнению

**Таблица 2.** Воздействие пандемии COVID на развитие и рынок АТС

Сегмент	Последствия в ближайшие 1–3 года	Последствия в ближайшие 3–10 лет
Роботакси	Задержки тестирования и опытной эксплуатации на 6–9 месяцев	Задержки, ограниченное использование в городах до 2024 года и далее
Роботакси совместного пользования	Совместное пользование под запретом до появления вакцины	Задержки, ограниченное использование в городах до 2025 года и далее
АТС грузовых перевозок	Стимулирование инвестиций	Улучшение перспектив, развертывание с 2023 года и далее
Тротуарные АТС	Стимулирование инвестиций	Улучшение перспектив, развертывание с 2023 года и далее
Грузовые перевозки АТС между узловыми центрами	Лидеры повышения спроса	Хорошие перспективы, развертывание с 2024 года и далее
Прочие грузовые АТС	Тестирование на закрытых территориях, задержки на 3–6 месяцев	Развертывание на закрытых территориях / фиксированных маршрутах – 2024 года и далее
АТС с фиксированным маршрутом	Совместное пользование под запретом до появления вакцины, использование только для перевозки товаров	Задержки; ограниченное использование в городах до 2024 года и далее
Персональные АТС 4-го уровня	В настоящее время не доступны	Ограниченное использование в городах в качестве роботакси через 5 лет и более
Персональные АТС 5-го уровня	В настоящее время не доступны	Скорее всего не доступно
Стартапы по разработке ПО	Снижение венчурного финансирования приведет к консолидации	Слияния-поглощения, выживание сильнейших
Стартапы по разработке лидарнов	Снижение венчурного финансирования приведет к консолидации	Слияния-поглощения, выживание сильнейших

с ранними ожиданиями уже можно говорить о ряде корректировок. Во-первых, появление полностью автономных машин откладывается надолго. Во-вторых, преимущественной моделью использования АТС будут не личные машины, а роботакси. В-третьих, для полной реализации концепции АТС предстоит решить еще немало проблем...

## ЛИТЕРАТУРА

1. Automated Driving Levels of Driving Automation are Defined in New SAE International Standard J3016. SAE International, [http://www.sae.org/misc/pdfs/automated\\_driving.pdf](http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf)
2. **Davies A.** Everyone Wants a Level 5 Self-Driving Car – Here's What That Means. <https://www.wired.com/2016/08/self-driving-car-levels-sae-nhtsa/>
3. **Roos G., Ogboenyi K.** Systems Designers Must Know „All Aspects of Design“. EETimes magazine, 06.15.2020 <https://www.eetimes.com/systems-designers-must-know-all-aspects-of-design/>
4. **Yoshida J.** Full AV Stacks: Who, What, Where, etc. EETimes magazine, 05.11.2020 <https://www.eetimes.com/full-av-stacks-who-what-where-etc/>
5. **Cambou P.** Chasing the consumer autonomous vehicle dream with Elon and Amnon. I-Micronews, May 14, 2020 [https://www.i-micronews.com/chasing-the-consumer-autonomous-vehicle-dream-with-elon-and-amnon/?utm\\_source=ZohoCampaigns&utm\\_campaign=iMN\\_15May2020\\_Asia&utm\\_medium=email](https://www.i-micronews.com/chasing-the-consumer-autonomous-vehicle-dream-with-elon-and-amnon/?utm_source=ZohoCampaigns&utm_campaign=iMN_15May2020_Asia&utm_medium=email)
6. **Barnden C.** Why Autowashing Makes Me MADD. EETimes magazine, 07.31.2020 <https://www.eetimes.com/why-autowashing-makes-me-madd/>
7. **Yoshida J.** 6 Trends on „Perception“ for ADAS/AV. EE Times, 09.23.19 [https://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1335127](https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1335127)
8. **Yoshida J.** NXP Touts Auto-Grade AI Toolkit for AVs. EE Times, 10.08.19 [https://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1335187](https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1335187)
9. **Yoshida J.** Ceva Goes Automotive with New AI Core & „Invite“ API. EETimes magazine, 09.17.19 [https://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1335109](https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1335109)
10. **Yoshida J.** Lack of ADAS Benchmarks Is Haunting Car Industry. EETimes magazine, 08.11.2020 <https://www.eetimes.com/lack-of-adas-benchmarks-is-haunting-car-industry/>
11. **Juliussen E.** Autonomous Vehicles in Covid Economy. EETimes magazine, 06.17.2020 <https://www.eetimes.com/autonomous-vehicles-in-covid-economy/>

**JTAG TECHNOLOGIES 25<sup>1993</sup> 2018**

Мы обеспечиваем тестирование всех видов современной электроники с уникальным уровнем поддержки.  
Периферийное сканирование – это *Мы*.

**РАЗРАБОТКА**  
Получайте полностью работоспособные опытные образцы

**ПРОИЗВОДСТВО**  
Сделайте производственную линию совершенной с технологиями JTAG

**СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ**  
Ремонтируйте цифровые платы даже при отсутствии CAD-данных на них

[www.jtag.com](http://www.jtag.com) • [www.jtaglive.com](http://www.jtaglive.com) • +7 812 602 09 15 • [russia@jtag.com](mailto:russia@jtag.com)