

Научная статья

УДК 338.45

JEL: L62, E32

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2022.13.2.270-287>

Глобальный дефицит полупроводниковых компонентов как источник современного кризиса мировой автомобильной промышленности

Геннадий Анатольевич Щербаков

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия,
g.shcherbakov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3298-1638>

Аннотация

Цель настоящей статьи состоит в выявлении причин возникновения отраслевого кризиса автомобильной промышленности в 2020–2022 годах, повлекшего остановку конвейерных линий крупнейших автомобилестроительных компаний по всему миру, на основе исследования степени зависимости автомобильной индустрии от микроэлектронных компонентов.

Методы или методология проведения работы. При выполнении работы использовался комплекс методов научного исследования, в частности, метод системного анализа, а также концептуально-методологический и логический методы.

Результаты работы. В период пандемии вируса COVID-19 мировая автомобильная промышленность столкнулась с двумя непредвиденными шоками, практически парализовавшими производственный выпуск. Первый из них был связан с глубоким падением спроса на автомобильную продукцию, второй – с полным исчерпанием производственных мощностей полупроводниковой промышленности для выпуска критически необходимых для производства автомобилей микросхем. Оба события, непосредственно связанные с изменением потребительского поведения в период пандемии, спровоцировали тяжелый отраслевой кризис, в котором автомобильная индустрия находится до настоящего времени. Возникший дефицит проявил хрупкость существующих логистических цепочек и ненадежность практики «немедленного производства» в чрезвычайных экономических условиях.

Выводы. Кризис автомобильной промышленности 2020–2022 годов протекал в два этапа и был спровоцирован двумя, взаимоисключающими с точки зрения экономической теории, причинами: падением спроса («классический» кризис перепроизводства), на первом этапе, и хроническим (продолжающимся в течение длительного времени) дефицитом микроэлектронных комплектующих для автомобильного производства (явление, не укладывающееся в рамки устоявшегося понимания функционирования механизмов рыночного хозяйства) – на втором этапе кризиса.

Ключевые слова: системный анализ, цифровизация, автомобильная промышленность, полупроводниковая промышленность, микросхемы, отраслевой кризис, дефицит, пандемия COVID-19

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Щербаков Г. А. Глобальный дефицит полупроводниковых компонентов как источник современного кризиса мировой автомобильной промышленности // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2022. Т. 13. № 2. С. 270–287

EDN: EIXTMO. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2022.13.2.270-287>

© Щербаков Г. А., 2022



Original article

The global shortage of semiconductor components as a source of the current crisis in the global automotive industry

Gennady A. Shcherbakov

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia,
g.shcherbakov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3298-1638>

Abstract

Purpose: of this article is to identify the causes of the automotive industry crisis in 2020–2022, which led to the shutdown of the conveyor lines of the largest automotive companies around the world, based on the study of the degree of dependence of the automotive industry on microelectronic components.

Methods: in preparing the work, a complex of scientific research methods was used, in particular, the method of system analysis, as well as conceptual-methodological and logical methods.

Results: during the COVID-19 pandemic, the global automotive industry faced two unforeseen shocks that virtually paralyzed production output. The first of them was associated with a deep drop in demand for automotive products. The second – with the complete depletion of the semiconductor industry's production capacity for the release of critical microcircuits necessary for the production of cars. Both events, directly related to the change in consumer behavior during the pandemic, provoked a severe industry crisis, in which the automotive industry has been to this day. The resulting shortage showed the fragility of existing supply chains and the precariousness of the practice of "immediate production" in emergency economic conditions.

Conclusions and Relevance: the crisis of the automotive industry in 2020–2021 proceeded in two stages and was triggered by two mutually exclusive reasons from the point of view of economic theory. The first stage is a drop in demand, a «classic» crisis of overproduction. The second stage of the crisis is a chronic (continuing for a long time) shortage of microelectronic components for automotive production. It is this phenomenon that does not fit into the framework of a generalized understanding of the functioning of market economy mechanisms.

Keywords: systems analysis, digitalization, automotive industry, semiconductor industry, microcircuits, industry crisis, shortage, COVID-19 pandemic

Conflict of Interest. The Author declares that there is no Conflicts of Interest.

For citation: Shcherbakov G. A. The global shortage of semiconductor components as a source of the current crisis in the global automotive industry. *MIR (Modernizatsiia. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2022; 13(2):270–287. (In Russ.)

EDN: EIXTMO. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2022.13.2.270-287>

© Shcherbakov G. A., 2022

Введение

Автомобильный транспорт становится все более зависимым от электроники. Для всего, начиная от системы компьютерного управления двигателем до осуществления функций помощи водителю, таких как экстренное торможение, навигация, оповещение о неисправностях, связь и проч., требуются электронные приложения. Так, американский производитель Skyworks Solutions, разрабатывающий и производящий беспроводные чипы для широкого спектра электронной техники, ожидает, что на исходе 2023 года почти 3/4 всех автомобильных транспортных средств в мире будет поставляться с мобильной связью¹.

На улицах города уже можно встретить тестовые беспилотные автомобили, оборудованные системой автоматического управления, позволяющей осуществлять движение без участия человека. Более того, в феврале 2022 года в Москве началась эксплуатация первых беспилотных автомобилей коммерческого назначения – такси компании «Яндекс». Вместе с тем, для достижения полной автономности движения необходимо усовершенствование в таких технологиях как система безопасности ADAS, которая способствует снижению количества дорожно-транспортных происшествий; электронный контроль устойчивости; предупреждение о выезде с полосы движения;

¹ Sun L. Six causes of the global semiconductor shortage. 27.04.2021. URL: <https://www.foul.com/investing/2021/04/27/6-causes-of-the-global-semiconductor-shortage/> (дата обращения: 02.12.2021)

антиблокировочная система тормозов; адаптивный круиз-контроль; контроль тяги и проч. [1, с. 66]. Все это требует сложных электронных компонентов обеспечения надежности и безопасности автомобиля, включая высокоскоростные процессоры, модули памяти, контроллеры, датчики и каналы передачи данных.

До 2020 года в рамках производственно-сбытовой схемы создания электронных систем автомобильная индустрия и полупроводниковая промышленность имели устойчивую положительную репутацию как покупателя и поставщика (соответственно), однако пандемия COVID-19 и сопутствующие изменения потребительского поведения внесли существенную неопределенность в производственные планы автопроизводителей и разорвали устоявшиеся логистические связи между отраслями. Возникновение данных обстоятельств способствовало формированию глубокого отраслевого кризиса, который до настоящего момента определяет условия развития мировой автомобильной промышленности.

Выявление причин кризиса 2020-2022 годов, а также установление степени зависимости автомобильного производства от стабильных поставок электронных компонентов составляют основную задачу настоящего исследования.

Обзор литературы и исследований

Проблемы автомобилестроения, зависимость автомобильной индустрии от надежных поставок комплектующих, достоинства и недостатки системы «производства с колес» находят выражение в многочисленных исследованиях, среди которых [2–4]. Вместе с тем, в указанных работах основной акцент ставится на технологических аспектах функционирования автомобильной промышленности, не предполагающих дальнейшего логического перенесения описываемых дисбалансов на макроэкономический уровень, рассматривающий в качестве последствия технологических или логистических сбоев возникновение отраслевых промышленных кризисов. В ряде работ [5–8] возникновение тех или иных проблем автомобильной отрасли авторы рассматривают в контексте негативного влияния глобальных экономических потрясений, оставляя за рамками исследования возможности эндогенного характера возникновения отраслевых кризисов.

Научная литература содержит значительное количество работ, касающихся отраслевых и промышленных кризисов. Данная проблематика достаточно полно освещена в трудах как классических авторов [9–14], так и современных исследователей (например, [15–20]). Подробное описание

кризисных событий такого рода содержится в работах, подготовленных экономическими историками [21–25]. В вышеуказанных исследованиях излагается не только хронологическая последовательность разворачивания кризисных событий, но также представлены версии относительно источников указанных экономических потрясений. В большинстве случаев исследователи сходятся во мнении, что источником того или иного отраслевого кризиса послужило перепроизводство или падение спроса, в ряде случаев называются причины конкретно-исторического порядка.

Уникальность кризисного события, рассмотренного в настоящей статье, заключается в том, что в условиях рыночной экономики причиной длительного отраслевого кризиса послужил хронический дефицит комплектующих для производства, в данном случае, автомобильной индустрии. Несоответствие данного явления (дефицита) принятому пониманию принципов функционирования рыночного хозяйства представляет несомненный научный интерес и открывает широкое поле для дальнейших исследований данного экономического феномена.

Материалы и методы

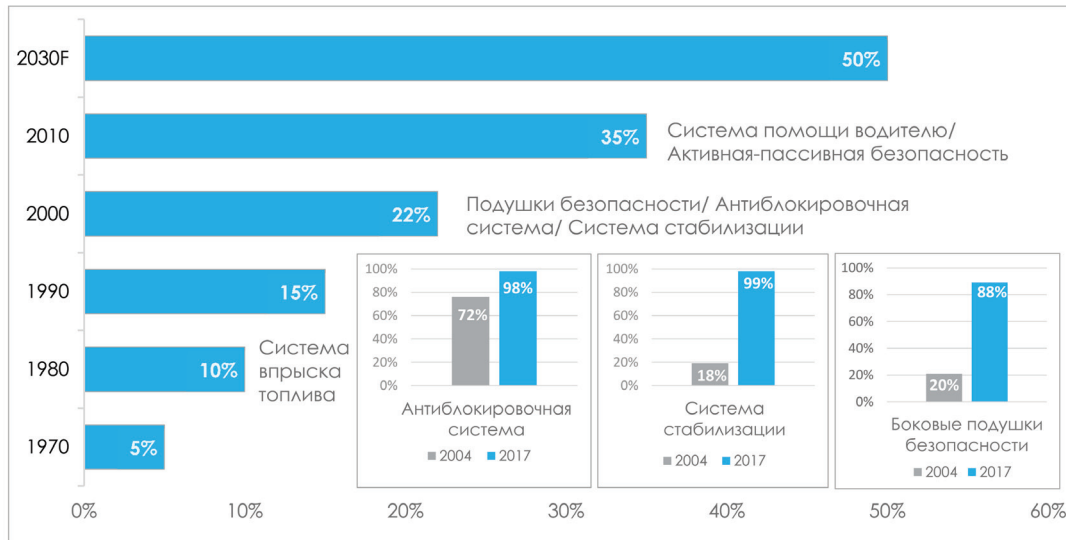
При подготовке статьи использован значительный массив актуальной информации, статистических и фактических данных по принципам функционирования автомобильной и полупроводниковой отраслей. Методом сравнительного анализа были выявлены тенденции, формирующие вектор развития автомобильной промышленности на ближайший период. Была установлена непосредственная зависимость перспектив развития автомобильной индустрии от способности полупроводниковой индустрии увеличить существующие мощности в соответствии с рыночным спросом. При рассмотрении указанного экономического явления применялся метод системного анализа, а также другой инструментарий научного исследования.

Результаты исследования

Особенности производства полупроводниковых микросхем для автомобильной промышленности

Поставки полупроводников играют решающую роль в цепочке обеспечения производственного процесса автомобильной промышленности. Согласно оценкам консалтинговой компании Deloitte, к 2030 году стоимость электронных систем, используемых в автомобиле, будет составлять половину затрат на его производство (рис. 1).

В классической схеме организации автомобильного производства поставщики полупроводников продают продукцию производителям электронных систем 1-го уровня, которые затем интегрируют



Источник: *Semiconductors - the next wave opportunities and winning strategies for semiconductor companies / Deloitte. April 2019. С. 14. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tw/Documents/technology-media-telecommunications/tw-semiconductor-report-EN.pdf> (дата обращения: 12.11.2021).*

Рис. 1. Доля электронных компонентов в себестоимости автомобиля (1970–2030 годы, %)

Source: *Semiconductors - the next wave opportunities and winning strategies for semiconductor companies / Deloitte. April 2019. P. 14. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tw/Documents/technology-media-telecommunications/tw-semiconductor-report-EN.pdf> (date of access: 18.11.2021).*

Fig. 1. The share of electronic components in the cost of a car (1970–2030, %)

технологии в модули и отправляют их производителю автомобилей для сборки. Основными поставщиками автомобильных микросхем являются американские компании Texas Instruments Inc. и Analog Devices Inc., базирующаяся в Нидерландах компания NXP Semiconductors NV, немецкая Infineon Technologies AG, южнокорейская Samsung Electronics Co. и японская Renesas Electronics Corp.

До кризиса 2020–2022 годов производство продукции полупроводниковой промышленности осуществлялось, как правило, по долгосрочным контрактам в 6–12 месяцев по схеме «бери или плати» («take or pay»). Поставки запчастей для автомобильной индустрии, имевшей в прошлом хорошую репутацию благодаря стабильному спросу, производились на более льготных условиях по сравнению с другими покупателями. В сложных логистических цепочках, обеспечивавших процесс создания автомобиля, сроки поставок микросхем (которые нередко передавались на аутсорсинг) были, как правило, короче и могли занимать от нескольких недель до нескольких месяцев.

К тому же, межотраслевая конкуренция за полупроводниковые микросхемы между автопроизводителями, с одной стороны, и производителями компьютерной и бытовой техники, с другой стороны, практически отсутствовала. Это объясняется тем, что спрос на полупроводники со стороны раз-

личных отраслей отличается по размеру микрочипов. Самые современные микросхемы, размером 7 и 14 нанометров (нм), чаще используются в компактных устройствах, что не является определяющим условием для производителей автомобилей. Например, производители мобильных телефонов заинтересованы в современных передовых технологиях, ориентированных на одновременное повышение производительности и снижение размеров микросхем. В то же время, в автомобилестроении некоторые датчики до сих пор производятся размером 150 нм. Это связано с тем, что конструкция автомобиля требует существенного резервирования, при котором уменьшение размера электронной системы не является определяющим условием. По этой причине у автопроизводителей отсутствуют стимулы переходить на датчики размером 7 нм, как в мобильных телефонах.

Однако требования по качеству у рынка автомобильных электронных систем заметно отличаются от требований, предъявляемых к бытовой электронике (рис. 2). Например, критерии относительно частоты отказов в автомобильной сфере намного строже, поскольку, если проблема выхода из строя мобильного телефона может быть решена простым сбросом, то указанное решение критически неприменимо для автомобиля в движении. В сегменте мобильных телефонов может быть приемлемым 10% отказов, а в автомобильной про-



Источник: *Semiconductors - the next wave opportunities and winning strategies for semiconductor companies* / Deloitte. April 2019. С. 19, 25. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tw/Documents/technology-media-telecommunications/tw-semiconductor-report-EN.pdf> (дата обращения: 12.11.2021).

Рис. 2. Электронные системы, используемые в автомобилях, и требования к их работоспособности

Source: *Semiconductors - the next wave opportunities and winning strategies for semiconductor companies* / Deloitte. April 2019. P. 19, 25. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tw/Documents/technology-media-telecommunications/tw-semiconductor-report-EN.pdf> (date of access: 18.11.2021).

Fig. 2. Electronic systems used in cars and performance requirements

мышленности производители стремятся к менее одной дефектной детали на миллион единиц².

Еще один важный аспект качества полупроводников для автомобильной промышленности – так называемая «скрытая надежность». Он базируется на предположении о том, что отказ может произойти в течение срока службы транспортного средства из-за возраста, скрытых производственных дефектов, теплового напряжения или электромагнитных помех. Например, к автомобильным микросхемам существуют повышенные требования к надежности микросхем в течение длительного времени, так как типовая модель автомобиля может находиться на рынке 10–15 лет, то есть цикл обновления автомобиля значительно дольше, чем у бытовой электроники.

К тому же, автомобильные и мобильные устройства сильно различаются по напряжению. В мобильных приложениях напряжение поддерживается низким, чтобы продлить срок службы батареи. Однако в автомобилях существует высокое напряжение, и многие полупроводники по-прежнему

являются аналоговыми, что требует от устройства правильной работы в более широком диапазоне. Также автомобильные микросхемы должны работать в более широком температурном диапазоне (от -40 до +155 градусов C) в отличие от мобильных устройств (0–40 градусов C) (рис. 2). Кроме того, мобильная связь регулярно достигает 3 ГГц, при этом частота и скорость являются главными приоритетами. Автомобильные частоты и скорости различаются. Однако необходимо отметить, что, с внедрением в автомобильное производство мобильной связи формата 5G, эти два показателя в итоге объединятся, и автомобили, подключенные к мобильной связи, станут в этой части похожими на сотовые телефоны.

Таким образом, в автомобильной промышленности микросхемы, компоненты, модули и подсистемы должны соответствовать более строгим требованиям по качеству, надежности, стоимости, мощности и безопасности, поскольку условия эксплуатации в автомобилях гораздо более жесткие, чем в типовой бытовой электронике. Так, Совет по автомобильной электронике (AEC) разрабо-

²Semiconductors – the next wave opportunities and winning strategies for semiconductor companies / Deloitte. April 2019. P. 14. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tw/Documents/technology-media-telecommunications/tw-semiconductor-report-EN.pdf> (дата обращения: 18.11.2021)

тал квалификационные требования к испытаниям на отказ (AEC-Q100) для интегральных схем (ИС), согласно которым квалифицированные ИС должны пройти серию стресс-тестов надежности (по напряжению, долговечности и т.д.), а также подвергнуться испытаниям в различных интенсивных температурных диапазонах.

Указанные требования создают ряд проблем для полупроводниковой индустрии. Например, литейные предприятия по производству полупроводников обычно разрабатывают технологический процесс и оценивают его, используя усредненный размер выборки. Однако для автомобилестроения литейным предприятиям необходимо проводить больше испытаний и тестов, чтобы достичь более высокого качества.

Повышение безотказности автомобильных электронных систем особенно важно, поскольку в недалеком будущем автономное управление автомобилем будет зависеть от идеальной работы электронных компонентов. Поставщики полупроводников в связи с данным обстоятельством будут обязаны осуществлять больший контроль качества, чтобы гарантировать длительную работоспособность и своевременное техническое обслуживание своего продукта.

Самоограничение спроса автомобильной промышленности в начале пандемии COVID-19

Полупроводниковая индустрия в течение нескольких предыдущих лет (до возникновения пандемии COVID-19) демонстрировала скромный, но неуклонный рост – примерно в 4% годовых, который соответствовал росту продаж ее продукции. Использование мощностей в отрасли было неизменно высоким – на уровне 80%³.

Наступление пандемии COVID-19, введение так называемых «локдаунов» и других форм ограничения контактов между людьми нанесло ощутимый удар по продажам продукции автомобильной индустрии.

В 1-й половине 2020 года в мировой автомобильной индустрии наблюдалось существенное падение спроса. Указанное обстоятельство заставило автопроизводителей не только изменить свои планы, но и внести заметные коррективы в свою текущую производственную деятельность. В целях недопущения перепроизводства и в интересах оптимизации финансово-хозяйственной деятель-

ности в условиях разворачивающегося кризиса автомобильные компании начали проводить самоограничения производственного выпуска сначала наименее прибыльных моделей, а позже и всей производимой линейки автомобилей.

В ситуации кризисного падения спроса автомобильная промышленность резко снизила объемы заказов на используемые в производстве компоненты, в том числе заказы на полупроводниковые микросхемы.

Несмотря на то, что во 2-й половине 2020 года продажи новых автомобилей выросли, весьма неоднозначные прогнозы развития спроса удерживали автопроизводителей от повышения количества заказов на микросхемы. В то же время, в связи с переходом на удаленный режим работы и возрастанием потребности в подключении к глобальной сети обмена информацией, значительно расширился потребительский спрос на персональные компьютеры, смартфоны, серверы, оборудование для беспроводной связи (все они значительно зависят от использования полупроводниковых микросхем).

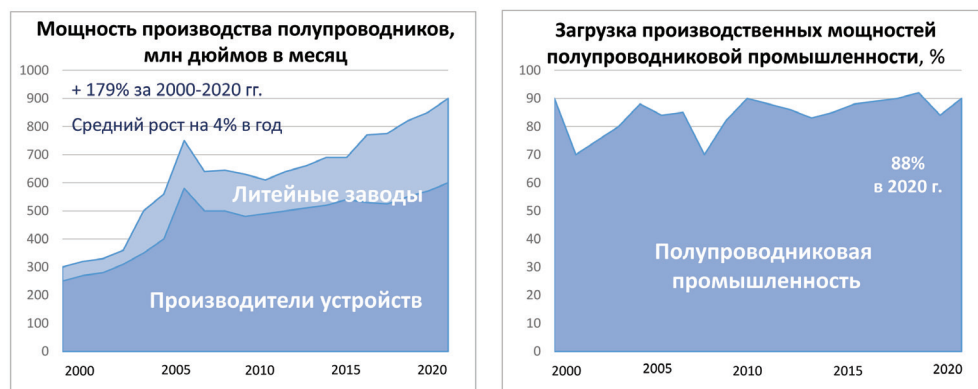
Несколько позже выяснилось, что на фоне резкого снижения продаж автомобильной продукции, которое только в Европе и США в 2020 году составило 80% и 50% соответственно⁴, автопроизводители неверно просчитали длительность указанного падения. И уже весной 2021 года, когда спрос на автомобили начал быстрое восстановление, возникла встречная необходимость восстановления докризисного уровня производства.

Возникновение критического дефицита полупроводников

Для возобновления производственного выпуска автомобильной индустрии требовалось большое количество микросхем. И здесь производители столкнулись с неожиданным феноменом, заключающимся в полном отсутствии мощностей полупроводниковой промышленности для выполнения их заказов. Предприятия, которые производили необходимые для автомобилей электронные детали, были заняты производством компонентов для других отраслей промышленности, испытавших рост спроса на свою продукцию. В 2020 году фактическое использование мощностей полупроводниковой индустрии было близко к 90%, что производителями полупроводников принято считать полной

³ *Burkacky O.* Coping with the auto-semiconductor shortage: Strategies for success. 27.05.2021. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/coping-with-the-auto-semiconductor-shortage-strategies-for-success> (дата обращения: 15.12.2021)

⁴ Там же.



Источник: Burkacky O. Coping with the auto-semiconductor shortage: Strategies for success. 27.05.2021. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/coping-with-the-auto-semiconductor-shortage-strategies-for-success> (дата обращения: 15.12.2021).

Рис. 3. Расширение производственных мощностей полупроводниковой промышленности и их загрузка в 2000–2020 годы, %

Source: Burkacky O. Coping with the auto-semiconductor shortage: Strategies for success. 27.05.2021. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/coping-with-the-auto-semiconductor-shortage-strategies-for-success> (date of access: 15.12.2021).

Fig. 3. Expansion of production capacities of the semiconductor industry and their utilization in 2000–2020, %

загрузкой, так как превышение данного показателя зачастую непропорционально увеличивает время выполнения заказов. Таким образом, несмотря на то, что полупроводниковая отрасль расширила свои производственные возможности почти на 180% по сравнению с 2000 годом (рис. 3), возникший высокий спрос на полупроводники привел к практически полному исчерпанию свободных мощностей.

Согласно расчетам IHS Market, фактический спрос на микрочипы в автомобильной индустрии в 2020 году отставал от «допандемийной» оценки примерно на 15%. За тот же период большинство других сегментов (за исключением промышленного) испытало быстрое расширение, что привело к среднему увеличению продаж полупроводников – с 5 до 9% сверх прогнозируемого роста⁵ (рис. 4). По этой причине, когда во 2-й половине 2020 года спрос в автомобильном секторе начал быстрое восстановление, полупроводниковая индустрия уже сместила производственные приоритеты на удовлетворение потребностей других отраслей промышленности.

Дополнительно осложнил ситуацию пожар на японском заводе по производству микросхем

компании Renesas Electronics Corp., на долю которой приходится 30% мирового рынка микроконтроллеров, используемых в автомобилях⁶. Дефицит полупроводников также усугубила суровая (для того региона) зима в Техасе, вынудившая Samsung Electronics, NXP Semiconductors и Infineon Technologies временно закрыть предприятия.

Поскольку многие участники рынка не предвидели возникновения дефицита микросхем в 2020 и 2021 годах, они располагали весьма ограниченными запасами микрочипов, чтобы выдержать кризис. Проблема заключается в том, что производители в целях снижения финансовых издержек стремятся работать «с колес», стараясь не допускать более или менее длительного хранения комплектующих на складе. Практика «немедленного производства», которая позволяет повысить эффективность за счет обеспечения низкого уровня запасов, активно применяется в логистической цепочке для автомобильной промышленности. В стабильный период снижение складских запасов выгодно с финансовой точки зрения, однако в случае непредвиденных недопоставок подобная практика влечет немедленное разрушение всей производственно-сбытовой цепочки. Автопроизводители пытались

⁵ Burkacky O. Coping with the auto-semiconductor shortage: Strategies for success. 27.05.2021. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/coping-with-the-auto-semiconductor-shortage-strategies-for-success> (дата обращения: 15.12.2021)

⁶ Explainer: Why is there a global chip shortage and why should you care? / Reuters. 31.03.2021. URL: <https://www.reuters.com/article/chips-shortage-explainer-int-iduskbn2bn30j> (дата обращения: 19.10.2021)



* Продукты включают память, микрокомпоненты, логику, аналоговую, дискретную, оптоэлектронику и датчики / исполнительные механизмы.

** Включает эффект китайских запасов; ожидается, что темпы роста без учета запасов составят от -4 до -8%.

*** По состоянию на декабрь 2019 года. Оценки на 2020 год были рассчитаны с использованием базового уровня 2019 года, проценты были округлены.

Источник: Burkacky O. Coping with the auto-semiconductor shortage: Strategies for success. 27.05.2021.

URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/coping-with-the-auto-semiconductor-shortage-strategies-for-success> (дата обращения: 15.12.2021).

Рис. 4. Полупроводниковые микросхемы: продажи в 2019 г., прогноз и факт продаж в 2020 г.

Source: Burkacky O. Coping with the auto-semiconductor shortage: Strategies for success. 27.05.2021.

URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/coping-with-the-auto-semiconductor-shortage-strategies-for-success> (date of access: 15.12.2021).

Fig. 4. Semiconductor microcircuits: sales in 2019, forecast and actual sales in 2020

использовать имеющиеся у них электронные компоненты для своих наиболее прибыльных автомобилей, таких как пикапы и большие внедорожники, но в итоге дефицит сказался и на этих моделях.

Указанное обстоятельство явилось причиной возникновения второй волны отраслевого кризиса автомобильной индустрии, начавшейся весной 2021 года.

В ситуации критического дефицита полупроводниковых микросхем многие автопроизводители были вынуждены снизить объемы производства или остановить производственные линии. Уже в течение августа и сентября 2021 года простаивали сразу несколько заводов General Motors Co. по производству пикапов. Toyota Motor Corp. сократила в сентябре 2021 года производство на 40%. К другим компаниям, которые существенно сократили производство или полностью закрыли свои предприятия, принадлежат такие мировые производители как Nissan Motor Co., Subaru Corp., Volkswagen AG, Ford Motor Co.

Таким образом, дефицит микрочипов как экономическое явление отразился на автомобильной индустрии в своем самом худшем выражении, то есть привел к полной остановке производства. При этом автопроизводители подчеркивают, что проблема заключается уже не в отсутствии потенциальных покупателей, так как «базовые условия спроса остаются сильными благодаря растущему отложенному спросу на автомобили и избыточным сбережениям, накопленным многими домохозяйствами во время пандемии»⁷.

К началу сентября 2021 года дилеры General Motors располагали лишь 128757 автомобилями (по сравнению с 211974 машинами на начало 3-го квартала или более 334 тыс. на начало 2-го квартала 2021 года). В предыдущие годы количество автомобилей у дилеров составляло около 800 тыс. единиц. На конец 3-го квартала у компании Toyota было 37516 автомобилей на дилерских площадках и 61208 автомобилей в портах, обслуживающих рынок США. При текущих темпах продаж этого хватало лишь (примерно) на 18 дней⁸.

⁷ Chip Shortage Makes Big Dent in Automakers' U.S. Sales / New York Times. 01.10.2021. URL: <https://www.nytimes.com/2021/10/01/business/auto-sales-gm-honda-toyota.html> (дата обращения: 23.12.2021)

⁸ Там же.

Более того, автомобильная индустрия потеряла репутацию стабильного покупателя микрочипов. Теперь, после кризисных сбоях в закупках для автомобильной промышленности, производители полупроводников перешли на работу с автопроизводителями по типовым долгосрочным договорам, предусматривающим стандартную схему «бери или плати».

Еще больше углубили кризис американские санкции против китайских технологических компаний. Из-за геополитической напряженности, в первую очередь, на треке США – КНР, производители бытовой электроники (по большей части, китайские) заметно нарастили запасы микросхем, чтобы выстоять в период ограниченного доступа к производству полупроводников. Формирование таких запасов, согласно расчетам компании McKinsey, вызвало рост спроса на полупроводники в сфере беспроводной связи на 5–10%, что эквивалентно 1/3 продаж микросхем на автомобильном рынке⁹. Указанный эффект так называемого «двойного бронирования» привел к тому, что, если первоначально дефицит полупроводниковых микросхем был сосредоточен в автомобильной отрасли, то в связи с введением антикитайских санкций нехватка полупроводников распространилась на производство бытовой электроники, включая смартфоны, микроволновые печи, холодильники и проч.

В результате последствия острого дефицита полупроводников распространились за пределы автомобильной сферы, и теперь производители других отраслей соревнуются с автопроизводителями за возможность приобрести полупроводниковые микросхемы для производства своей продукции. Это подчеркивает хрупкость тех цепочек поставок, которые в существенной степени опираются на Юго-Восточную Азию как центр производства микросхем.

Парадокс рыночной системы: конкуренция не за рынки сбыта, а за рынки закупок

В целом, кризис в автомобильной промышленности развивался в два этапа.

1-й этап. В связи с введенными антиковидными ограничениями произошло резкое сокращение продаж автомобильной продукции. Падение спро-

са на средства автомобильного транспорта проявилось в начале коронавирусной пандемии, когда практически все государства ввели ограничения на передвижение граждан в рамках реализации противоэпидемиологических мер. Весной 2020 года автопроизводители сократили производство и отправили миллионы работников по всему миру в вынужденные отпуска. Только в России падение автопроизводства в сегменте легковых автомобилей в 2020 году составило более 17% (1259 тыс. к 1525 тыс. в 2019 году¹⁰).

Соответственно сформировался «классический» отраслевой кризис, выступивший как элемент мощного мирового экономического кризиса – «коронавирусной рецессии», охватившей в 2020 году мировую экономику. Подобная зависимость промышленного производства от экономической конъюнктуры достаточно известна и не вызывает вопросов. Например, во время глобального кризиса 2008–2009 годов объем мирового выпуска автомобилей только в 2009 году сократился на 12,4% [26, с. 547]. В России производство в сегменте легковых автомобилей в 2009 году упало почти в 2,5 раза (с 1471 тыс. до 600 тыс. автомобилей¹¹), а среднегодовой объем незадействованных мощностей увеличился до 70% (в 2008 году – 27%)¹².

2-й этап. Несколько позже стало очевидным, что автомобильная индустрия переоценила падение спроса на свою продукцию из-за экономического спада, спровоцированного COVID-19. У автопроизводителей вновь возникла потребность в полупроводниках, но поставщики микрочипов не смогли отреагировать на спрос автомобильной промышленности с достаточной оперативностью. Данное обстоятельство обусловило тот факт, что автомобильная индустрия оказалась в числе первых среди отраслей, испытавших негативное воздействие глобальной нехватки микросхем.

При этом, если первый этап кризиса был вызван «хрестоматийным» с точки зрения экономической теории обстоятельством – падением спроса, то второй этап был спровоцирован возникшим дефицитом полупроводниковых микросхем на рынке, а данное обстоятельство в определенной мере нарушает привычное восприятие системы функционирования рыночной экономики.

⁹ Burkacky O. Coping with the auto-semiconductor shortage: Strategies for success. 27.05.2021. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/coping-with-the-auto-semiconductor-shortage-strategies-for-success> (дата обращения: 15.12.2021)

¹⁰ Производство с 2017 по 2020 годы. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57783> (дата обращения: 15.01.2022)

¹¹ Производство отдельных видов товаров с 2000 по 2009 годы. URL: https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/business/prom/natura/natura38g.htm (дата обращения: 15.01.2022)

¹² Уровень использования среднегодовой производственной мощности по выпуску автотранспортных средств в России. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial (дата обращения: 15.01.2022)

Вульгарное понимание экономической теории предполагает, что при возникающем спросе рынок быстро исправляет образовавшиеся диспропорции путем производства дополнительных объемов нового товара. Однако упрощенное понимание рыночных механизмов разбивается о практику реализации сложных технологических процессов, требующую на каждом незаплани-

рованном изломе производственного цикла дополнительных временных затрат. Производители микросхем – чрезвычайно сложного технологического производства – не в состоянии быстро изготовить микрочипы: сроки производства, по экспертным оценкам, могут превышать 4 месяца, в то время как переход на нового производителя занимает год или больше (табл. 1).

Таблица 1

Технологические этапы в производстве полупроводниковых микросхем

Table 1

Technological stages in the production of semiconductor microcircuits

Этап	Создание новой фабрики	Организация работы	Дизайн микрочипов	Увеличение объемов	Производство
Время, месяцы	12–18	6–18	12–36	6 или больше	4 или больше
Влияющие факторы	- Создание чистой комнаты - Благоустройство (электричество, газ)	- Сроки поставки оборудования - Монтаж - Обучение специалистов	- Сложность разработки	- Сложность производства - Загруженность фабрики	- Сложность производства - Химические и физические процессы - Загруженность фабрики
Другие варианты		Требуется для расширения существующей фабрики		Требуется при передаче существующего продукта между фабриками	
		Этапы изготовления и проектирования микросхем могут выполняться параллельно			

Составлено автором.

Developed by the author.

Однако еще большей проблемой для автопроизводителей явилось отсутствие свободных мощностей полупроводниковой индустрии, которая была перегружена заказами со стороны производителей компьютерной и коммуникационной техники, испытавших во время пандемии COVID-19 взрывной рост спроса на свою продукцию. Это означает, что спрос на полупроводники по отраслям кардинально различался, и, в условиях его резкого сокращения со стороны автомобильной индустрии, другие производственные секторы (компьютерная, телекоммуникационная и бытовая электроника) столкнулись с возросшей потребностью в продукции полупроводниковой промышленности.

Кроме того, проявилось важное изменение условий современного развития полупроводниковой индустрии, заключающееся в растущей сегментации рынка микросхемных компонентов на фоне роста непостоянства и падения устойчивости потребительского спроса [27, с. 77]. В рамках «традиционной» бизнес-модели компенсация увеличения затрат на проектирование и организацию производственных процессов требовала более объемных рынков. Однако в нынешних условиях инвестиционный подход, ориентированный на то,

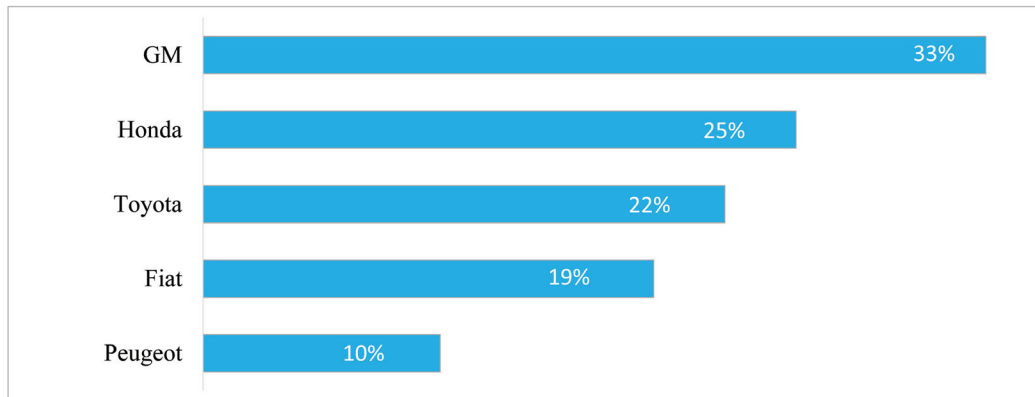
что огромные капиталовложения будут амортизироваться на рынке большого объема, уже не работает. Микроэлектронный рынок становится все более фрагментированным и технологически разрозненным, что снижает возможности производителей микрочипов оперативно лавировать между различными категориями заказчиков.

Таким образом, в 2021 году образовался не дефицит микросхем, как это может показаться при поверхностном взгляде, а дефицит производственных мощностей. Он возник в условиях, когда компании имели низкие складские запасы полупроводников (что вполне объяснимо с точки зрения рентабельности производства), и незапланированные изменения условий (для бытовой техники – резкое возрастание, а для автомобильной промышленности – восстановление спроса) привели к жесткой межотраслевой конкуренции за производственные мощности.

В компании General Motors за 3-й квартал 2021 года продажи упали почти на 33% по сравнению с аналогичным периодом 2020 года (с 665,2 тыс. до 447 тыс. автомобилей). В том же квартале 2019 года было продано 738,6 тыс. автомашин. Объем

продаж компании Honda в этот период снизился на 11%, до 354,9 тыс. легковых и грузовых автомобилей. Сентябрь 2021 года продемонстрировал снижение продаж компании уже почти на 25% по сравнению с аналогичным месяцем предыдущего года, что свидетельствует об усилении тенденции к сокращению производства. Компания Stellantis

(образованная в результате слияния компании Fiat Chrysler и французской Peugeot) сообщила о падении продаж в 3-м квартале на 19%. В Nissan падение составило 10%. Toyota сообщила, что ее продажи в 3-м квартале были примерно на 1% выше предыдущего года (566 тыс. единиц), но в сентябре продажи обвалились на 22%¹³ (рис. 5).



Источник: Составлено автором по материалам: *Chip Shortage Makes Big Dent in Automakers' U.S. Sales* / *New York Times*. 01.10.2021. URL: <https://www.nytimes.com/2021/10/01/business/auto-sales-gm-honda-toyota.html> (дата обращения: 23.12.2021).

Рис. 5. Падение продаж крупнейших автопроизводителей, начало 3-го квартала 2021 года

Developed by the author based on materials: *Chip Shortage Makes Big Dent in Automakers' U.S. Sales* / *New York Times*. 01.10.2021. URL: <https://www.nytimes.com/2021/10/01/business/auto-sales-gm-honda-toyota.html> (date of access: 23.12.2021).

Fig. 5. Falling sales of the largest automakers, the beginning of the 3rd quarter of 2021

В условиях разворачивающегося кризиса ведущие автомобильные компании реализовали комплекс мер по противодействию негативной ситуации. Одной из таких мер стало формирование специальных «чрезвычайных штабов», которые собирают и анализируют информацию о спросе и предложении в различных отраслях. В них автоматически сгенерированные информационные панели аккумулируют данные из многочисленных источников по различным сегментам, например, по цепочкам поставок компании и обязательствам производителей микросхем. Цель подобных исследований заключается в том, чтобы иметь четкие исходные данные для принятия управленческих решений, а также для деловых коммуникаций с поставщиками и потребителями.

Дополнительно многие производители и смежные поставщики собирают и анализируют более сложные данные о цепочках создания стоимости полупроводниковых микросхем и местах их производства. Указанная информация позволяет

руководителям компаний принимать более обоснованные решения относительно определения приоритетов среди различных технологических приложений и отдельных микросхем.

Кроме того, компании автомобильной индустрии полностью или, по крайней мере, частично пересматривают текущую практику «своевременной доставки» / «немедленного производства» и низкого уровня запасов на складе.

Также, как временная мера, рассматривается возможность замещения предварительно заказанных электронных компонентов аналогичными, но менее затратными во временном отношении модулями, например, замена микросхем с большим объемом памяти и использование наборов микросхем потребительского уровня.

Наверное, дефицит микрочипов для автомобильной промышленности также простимулирует стремление правительств к расширению региональных источников снабжения микросхемами, по-

¹³ Chip Shortage Makes Big Dent in Automakers' U.S. Sales / *New York Times*. 01.10.2021. URL: <https://www.nytimes.com/2021/10/01/business/auto-sales-gm-honda-toyota.html> (дата обращения: 23.12.2021)

сколькx текущий кризис автомобильной индустрии продемонстрировал хрупкость логистических цепочек и огромную зависимость важнейших для национальных экономик производственных направлений от незначительного количества поставщиков, зачастую из отдаленных азиатских регионов.

Ситуация в автомобильной промышленности России

Глобальный кризис автомобильной отрасли не обошел Россию, являющуюся заметным потребителем продукции мировой автомобильной индустрии. За счет российского рынка мировые автомобилестроители обеспечивают существенную часть своих продаж (например, Skoda – 10,2%, Kia – 7,6%, Renault – 5,8%, Hyundai – 4,4%) (табл. 2), и даже двукратное снижение емкости автомобильного рынка России, прогнозируемое экспертами в связи с ростом стоимости автомобилей (только за март 2022 года – до 20%¹⁴) и падением реально располагаемых доходов населения, не повлечет снижения его привлекательности для глобальных игроков¹⁵.

По состоянию на апрель 2022 года простаивали мощности 11-ти из 14-ти автомобильных предприятий, действующих в России (в сегменте легковых автомобилей). К этому моменту о временной остановке конвейерных линий заявили компании: Renault (24.02.2022 г.), BMW, Hyundai (01.03.2022 г.), Skoda, Volkswagen, Mercedes-Benz (03.03.2022 г.), Toyota (04.03.2022 г.), АвтоВАЗ (05.03.2022 г.) и Nissan (14.03.2022 г.). Работу конвейерных линий сохранили только УАЗ, ПСМА Рус (марки Mitsubishi и Stellantis) и Haval (табл. 3).

Остановка производства хронологически совпала с началом проведения специальной военной операции на Украине, что не оставляет сомнений в политической составляющей решений, принимаемых руководством вышеупомянутых компаний. Вместе с тем, ни одна из иностранных компаний, имеющих автомобильные предприятия на территории России, официально не обусловила «приостановку» производственных линий событиями на Украине. Также примечательно, что никто из них не заявил

об окончательном уходе с российского рынка (как это произошло с General Motors в 2015 году). Вероятно, автопроизводителей от подобных решений удержало своевременное заявление Правительства РФ о возможном введении внешнего управления на предприятиях с иностранным капиталом, которые остановят свою работу в России.

Среди причин временного прекращения производства назывались логистические проблемы, санкционные ограничения, волатильность курса российской валюты, экономическая неопределенность в связи с ситуацией на Украине. Этим действия зарубежных автопроизводителей кардинально отличаются от политически мотивированного («в свете нынешней ситуации») ухода с российского рынка представителей автомобильной индустрии, не имеющих своих предприятий на территории России, таких как: Volvo Cars (28.02.2022 г.), General Motors, Jaguar Land Rover (01.03.2022 г.), Lexus, Honda (02.03.2022 г.), Rolls Royce (04.03.2022 г.) Ferrari, Lamborghini (08.03.2022 г.). Примечательно, что в отличие от компании Ford в 2019 году или General Motors в 2015 году, которые остановили свое производство в России практи-

Таблица 2

Продажи легковых автомобилей

Table 2

Passenger car sales

Марка	Производство (млн ед.)		
	мир	РФ	%*
Kia	2,78	0,21	7,6
Hyundai	3,89	0,17	4,4
Renault**	2,23	0,13	5,8
Toyota	9,62	0,098	1,0
Nissan	4,0	0,051	1,3
Volkswagen	4,9	0,086	1,8
Skoda	0,88	0,09	10,2
BMW	2,2	0,046	2,1
Mercedes-Benz	2,1	0,043	2,1
Haval (GWM)	0,77	0,039	5,1
Chery	0,962	0,037	3,9

* доля рынка РФ в общих мировых продажах, %:

** включая Dacia.

Составлено автором по материалам: Машинное отделение / Коммерсантъ. № 4. 11.03.2022. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5251190> (дата обращения: 04.04.2022).

Developed by the author based on the materials: Engine room / Kommersant. No. 4. 03/11/2022. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5251190> (date of access: 04/04/2022).

¹⁴ Цена вопроса / Коммерсантъ. № 41. 11.03.2022. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5250629?from=doc_vrez (дата обращения: 05.04.2022)

¹⁵ Машинное отделение / Коммерсантъ. № 4. 11.03.2022. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5251190> (дата обращения: 04.04.2022)

Таблица 3

Предприятия по производству легковых автомобилей в России

Table 3

Passenger car manufacturing enterprises in Russia

Производитель	Город	Модели	Мощность, тыс. шт./ год	Текущий статус (на март 2022 г.)
АвтоВАЗ	Тольятти	Lada Granta, Xray, Largus, Niva Legend, Renault Logan, Sandero	700	приостановлен
Лада	Ижевск	Lada Vesta	125	приостановлен
ХММР	Санкт-Петербург	Hyundai Solaris, Creta, Kia Rio	250	приостановлен
Volkswagen	Калуга	Volkswagen Tiguan, Volkswagen Polo, Skoda Rapid	225	приостановлен
Toyota	Санкт-Петербург	Toyota Camry, Rav4	100	приостановлен
Nissan	Санкт-Петербург	Nissan Qashqai, X-Trail, Murano	100	приостановлен
Автотор	Калининград	BMW, Kia, Hyundai	250	приостановлен
Renault	Москва	Renault Arkana, Duster, Kaptur	180	приостановлен
ГАЗ	Нижний Новгород	Volkswagen Taos, Skoda Kodiaq, Karoq, Octavia	132	приостановлен
Мазда-Соллерс	Владивосток	Mazda CX-5, CX-9, CX-30, Mazda6	100	приостановлен
Mercedes-Benz	Подмосковье	Mercedes-Benz E-Class, GLC, GLE, GLS	25	приостановлен
ПСМА Рус	Калуга	Peugeot, Citroen, Opel, Fiat, Mitsubishi	125	работает
УАЗ	Ульяновск	УАЗ «Патриот» Пикап	110	работает
Haval	Тула	Haval F7, F7x, H9, Jolion	80	работает
Соотношение остановленных и работающих мощностей, %			87,4 / 12,6	

Составлено автором по материалам: Машинное отделение / Коммерсантъ. № 4. 11.03.2022.

URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5251190> (дата обращения: 04.04.2022).

Developed by the author based on the materials: Engine room / Kommersant. No. 4. 03/11/2022.

URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5251190> (date of access: 04/04/2022).

чески на низшей точке рыночной конъюнктуры, решение об остановке сотрудничества с Россией со стороны вышеперечисленных компаний было принято в условиях восстановления спроса. Например, Lamborghini в прошедшем 2021 году получила рекордный прирост продаж в России (+48% к 2020 году) на фоне существенно меньшего роста реализации своей продукции в мире (+13%)¹⁶.

Решение российского правительства относительно возможности введения внешнего управления или ускоренной процедуры банкротства иностранных предприятий на территории России, прекративших производственную деятельность, явилось однозначным предупреждением, которое

было услышано иностранными собственниками российских автопредприятий. Однако реализация указанного решения не способна исправить ситуацию, так как политика локализации автомобильного производства, активно проводимая отечественным Минпромторгом в течение последних лет, не была доведена до логического завершения.

В 2011 году приказом министерства¹⁷ были установлены новые правила промышленной сборки, подразумевавшие снижение производственного выпуска за счет крупноузловой сборки и доведение степени локализации автомобильного производства в России до 35–60%, а затем до 70–85%. Однако в условиях отечественного кризиса 2015–

¹⁶ Lamborghini приостановила работу на российском рынке / РИА Новости. 08.03.2022. URL: <https://ria.ru/20220308/lamborghini-1777185043.html> (дата обращения: 04.04.2022)

¹⁷ Приказ Минэкономразвития России № 678, Минпромторга России № 1289, Минфина России № 184н от 24.12.2010 «О внесении изменений в порядок, определяющий понятие "промышленная сборка" моторных транспортных средств и устанавливающий применение данного понятия при ввозе на территорию Российской Федерации автокомпонентов для производства моторных транспортных средств товарных позиций 8701–8705 ТН ВЭД, их узлов и агрегатов». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_110023/ (дата обращения: 19.10.2021)

2016 годов произошло падение потребления автомобильной техники и, соответственно, снижение объемов автомобильного производства, что существенно ограничило возможности автопроизводителей привести свое производство в соответствие с требованиями о локализации и принудило российское правительство к фактической приостановке дальнейшего углубления производственных циклов на территории РФ. По состоянию на 2017 год, более 60% легковых автомобилей отечественного выпуска были локализованы лишь более чем на 50%. При этом удельный вес российских автомобильных платформ заметно сократился, а зависимость автомобильного производства от импортных комплектующих за десятилетие выросла на 20 п.п. [28, с. 484].

Следует признать, что даже полная реализация планов Минпромторга в современной ситуации не смогла бы выступить гарантией дальнейшего развития отрасли. В условиях преднамеренных действий консолидированного Запада, направленных на нанесение критического ущерба российской экономике, локализация могла бы дать положительные результаты исключительно в случае ее доведения до 100%-го показателя, то есть до полной автономности в вопросах поставки комплектующих для автомобильной промышленности. Этого уровня достигнуто не было, свидетельством чему является зависимость отечественного автомобильного производства от поставок микрочипов, относящихся к попавшим под санкции США и ЕС новейшим технологиям. Крупнейший производитель микросхем, тайваньская компания TSMC, уже заявил, что будет исполнять введенные против России санкции. Данное обстоятельство означает, что российский автопром в условиях второй волны кризиса автомобильной индустрии испытает дополнительный шок. Искусственный (вследствие введения санкций) дефицит микросхем в совокупности с разрушением отлаженных схем оплаты комплектующих несет в себе риски формирования третьей волны кризиса автомобильной промышленности, которая будет локализована в пределах Российской Федерации. Существенным фактором, способным в определенной мере сбалансировать ситуацию, является активность китайских компаний, доля которых на автомобильном рынке России уже составляет 15%¹⁸.

Выводы

Автомобильная индустрия продемонстрировала наглядный пример того, что даже в условиях рыночной экономики может возникать ситуация хронического дефицита, и сбой отлаженных логистических цепочек способен привести к остановке производства и глубокому отраслевому кризису. Дополнительно данный кризис явился демонстрацией того, что причиной формирования глубоких дисбалансов в экономике может служить не только развитие сложных и длительных экономических процессов, но также простое стечение обстоятельств.

В настоящее время автопроизводители работают в кризисном режиме, и немногие ожидают быстрого разрешения возникшего дефицита полупроводников. Подобный пессимизм разделяют эксперты компании McKinsey, считающие, что в краткосрочной перспективе объемы производства полупроводниковой промышленности не способны обеспечить совокупный спрос автомобильной индустрии на микросхемы¹⁹. Указанное утверждение связано, прежде всего, с постоянным ростом объемов спроса, а также возрастающим уровнем сложности электронных компонентов, требующихся для поддержки новых высокотехнологичных систем, таких как модернизированные приложения поддержки управления транспортным средством и система беспилотной навигации автомобиля. Последнее мотивировано жесткой конкуренцией на мировом автомобильном рынке, а конкуренция является неизменной функцией рыночного хозяйства, которую не отменяет никакой дефицит или кризис.

До сих пор солидарной экспертной позиции относительно длительности отраслевого кризиса автомобильной промышленности не существует. Однако, несмотря на дефицит микрокомпонентов и большие объемы непродуцированной продукции, автопроизводители не понесут убытков, так как ограниченные запасы вынуждают потребителей платить более высокие цены. По оценкам экспертов, средняя цена продажи нового автомобиля в США в сентябре 2021 года составила 42,8 тыс. долл., что более чем на 12 тыс. долл. превышает показатель аналогичного периода 2020 года²⁰. Таким образом, можно констатировать, что автомобилестроители используют

¹⁸ Цена вопроса / Коммерсантъ. № 41. 11.03.2022. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5250629?from=doc_vrez (дата обращения: 05.04.2022)

¹⁹ Burkacky O. Coping with the auto-semiconductor shortage: Strategies for success. 27.05.2021. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/coping-with-the-auto-semiconductor-shortage-strategies-for-success> (дата обращения: 15.12.2021)

²⁰ Chip Shortage Makes Big Dent in Automakers' U.S. Sales / New York Times. 01.10.2021. URL: <https://www.nytimes.com/2021/10/01/business/auto-sales-gm-honda-toyota.html> (дата обращения: 23.12.2021)

текущие ограничения производства для повышательной коррекции цен на автомобильную продукцию – по аналогии с тем, как они путем самоограничения производственного выпуска пытались не допустить перепроизводства и, со-

ответственно, снижения цен на продукцию в начале пандемии коронавируса. А это и привело, как указывалось выше, к нынешнему этапу отраслевого кризиса автомобильной промышленности, стартовавшему весной 2021 года.

Список источников

1. Лазуткина В.С., Покусаев О.Н., Куприяновский В.П., Сиягов С.А. Экономические эффекты автономных (беспилотных) автомобилей // International journal of open information technologies. 2019. Т. 7. № 2. С. 66–80. EDN: YWGUSD. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36915743&>
2. Denton T. Automobile mechanical and electrical Systems. 2nd Ed. Abingdon: Routledge, 2018. 379 p. <https://doi.org/10.4324/9781315856636>
3. Nieuwenhuis P., Wells P. The Global Automotive Industry. New York: John Wiley & Sons, 2015. 259 p. URL: <https://www.wiley.com/en-gb/The+Global+Automotive+Industry-p-9781118802359>
4. Covarrubias A., Perez S. New Frontiers Of The Automobile Industry: Exploring Geographies, Technology, And Institutional Challenges. London: Palgrave Macmillan, 2020. 516 p. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-18881-8>
5. Basit A. Impacts of the 2008 Global Financial Crisis on the Automotive Industry: A Global Perspective // International Journal of Accounting & Business Management. 2016. Vol. 4 № 2. P. 216–226. URL: https://www.researchgate.net/publication/320555044_Impacts_of_the_2008_Global_Financial_Crisis_on_the_Automotive_Industry_A_Global_Perspective (дата обращения: 23.01.2021)
6. Sturgeon T.J., Van Biesebroeck J. Effects of the Crisis on the Automotive Industry in Developing Countries: A Global Value Chain Perspective // Policy Research Working Paper. WPS 5330. World Bank. 2010. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/3815>
7. Pavlínek P. The Impact of the 2008-2009 Crisis on the Automotive Industry: Global Trends and Firm-Level Effects in Central Europe // European Urban and Regional Studies. 2015. Vol. 22. Iss. 1. P. 20–40. <https://doi.org/10.1177/0969776412460534>
8. Török L. The Link between Car Sales and the Economic Crisis in the European Union at the Time of the COVID-19 Epidemic // International Journal of Economics and Business Administration. 2020. № 8(4). P. 1033–1042. <https://doi.org/10.35808/ijeba/648>
9. Маркс К. Капитал. Т. IV. Ч. 2 / К. Маркс, Ф. Энгельс. Собр. соч.: в 39 т. Т. 26. Ч. II. 2-е изд. М.: Госполитиздат, 1963. 704 с.
10. Juglar C. Des Crises Commerciales et de leur retour periodique en France, en Angleterre et aux Etats-Unis. 2 ed. Paris: Alcan, 1889 (1862). 479 p.
11. Туган-Барановский М.И. Периодические промышленные кризисы: История английских кризисов. Общая теория кризисов. 3-е, соверш. перераб. изд. СПб.: Т-во О. Н. Поповой, 1914. 466 с.
12. Lescure J. Des Crises générales et périodiques de surproduction. 3e éd., re-vue, corrigée et mise au courant. Paris: L. Tenin, 1923. 488 p.
13. Pigou A.C. Industrial Fluctuations / A.C. Pigou. 2d ed. L.: Macmillan, 1929. 425 p.
14. Spiethoff A. Vorbemerkungen zu einer Theorie der Oberproduktion. In: Schmollers Jahrbuch für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft im Deutschen Reich. 1902. Bd. 26. P. 721–759.
15. Хабберлер Г. Процветание и депрессия: теоретический анализ циклических колебаний. Челябинск: Социум. 2005. 474 с. URL: https://www.biznesbooks.com/components/com_jshopping/files/demo_products/gotfrid-khaberler-protsvetanie-i-depressiya.pdf
16. Финансовый кризис в России и в мире / под ред. Е.Т. Гайдара. М.: Проспект, 2009. 256 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01004319307>

17. Яковец Ю.В. Циклы. Кризисы. Прогнозы. М.: Наука, 1999. 448 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01000597667>
18. Райнерт Э.С. Как богатые страны стали богатыми, и почему бедные страны остаются бедными. М.: ВШЭ, 2011. 384 с. URL: <https://www.hse.ru/data/2011/11/01/1269307434/02.pdf>
19. Далио Р. Большие долговые кризисы: Принципы преодоления. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2021. 496 с. URL: https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/bolshie-dolgovye-krizisy-principy-preodoleniya_RuLit_Me_692316.pdf
20. Назарова И.А. Проблемы промышленных кризисов (экономико-исторический опыт анализа): монография. М.: Инфра-М, 2014. 168 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007534396>
21. Bouniatian M. Geschichte der Handelskrisen in England und Zusammenhang mit der Entwicklung des englischen Wirtschaftslebens. München: Reinhardt, 1908. 328 p. URL: <https://archive.org/details/geschichtederha00boungoog>
22. Kindleberger C.P. Manias, Panics, and Crashes. A History of Financial Crises. N.Y.: Wiley, 1978. 271 p. URL: <https://delong.typepad.com/manias.pdf>
23. Knowles L.C.A. Industrial and Commercial Revolutions in Great Britain during the nineteenth Century. London: Routledge and Kegan Paul, 1921. 416 p.
24. Мендельсон Л.А. Теория и история экономических кризисов и циклов. В 3-х томах. Т. 1. М.: Соцэкгиз, 1959. 691 с.
25. Колташов В.Г. Капитализм кризисов и революций: как сменяются формационные эпохи, рождаются длинные волны, умирают реставрации и наступает неомеркантилизм. М.: Русайнс, 2019. 269 с.
26. Журова Л.И., Краковская И.Н. Влияние глобальных экономических кризисов на развитие автомобильной промышленности России // Регионоведение. 2021. Т. 29. № 3. С. 541–561. EDN: IQQGFV. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.116.029.202103.541-561>
27. Brown C., Linden G. Chips and change: how crisis reshapes the semiconductor industry. London: The MIT Press, 2009. 271 p. URL: <https://ideas.repec.org/b/mtp/titles/0262013460.html>
28. Акимкина Д.А. Транснациональные корпорации в автомобильной промышленности России // Экономический анализ: теория и практика. 2019. Т. 18. № 3. С. 479–495. EDN: ZBXONV. <https://doi.org/10.24891/ea.18.3.479>

Статья поступила в редакцию 31.01.2022; одобрена после рецензирования 15.05.2022; принята к публикации 01.06.2022

Об авторе:

Щербаков Геннадий Анатольевич, профессор кафедры «Системный анализ в экономике», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (125993, Россия, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 49), доктор экономических наук, ORCID ID: 0000-0002-3298-1638, g.shcherbakov@mail.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. Lazutkina V.S., Pokusaev O.N., Kupriyanovsky V.P., Sinyagov S.A. On economic effects of autonomous (driverless) cars. *International journal of open information technologies*. 2019; 7(2):66–80. EDN: YWGUSD (In Russ.)
2. Denton T. Automobile mechanical and electrical Systems. 2nd Ed. Abingdon: Routledge, 2018. 379 p. <https://doi.org/10.4324/9781315856636> (In Eng.)

3. Nieuwenhuis P., Wells P. The Global Automotive Industry. New York: John Wiley & Sons, 2015. 259 p. URL: <https://www.wiley.com/en-gb/The+Global+Automotive+Industry-p-9781118802359> (In Eng.)
4. Covarrubias A., Perez S. New Frontiers Of The Automobile Industry: Exploring Geographies, Technology, And Institutional Challenges. London: Palgrave Macmillan, 2020. 516 p. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-18881-8> (In Eng.)
5. Basit A. Impacts of the 2008 Global Financial Crisis on the Automotive Industry: A Global Perspective. *International Journal of Accounting & Business Management*. 2016; 4(2):216–226. URL: https://www.researchgate.net/publication/320555044_Impacts_of_the_2008_Global_Financial_Crisis_on_the_Automotive_Industry_A_Global_Perspective (In Eng.)
6. Sturgeon T.J., Van Biesebroeck J. Effects of the Crisis on the Automotive Industry in Developing Countries: A Global Value Chain Perspective. *Policy Research Working Paper*. WPS 5330. World Bank. 2010. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/3815> (In Eng.)
7. Pavlínek P. The Impact of the 2008-2009 Crisis on the Automotive Industry: Global Trends and Firm-Level Effects in Central Europe. *European Urban and Regional Studies*. 2015; 22(1):20–40. <https://doi.org/10.1177/0969776412460534> (In Eng.)
8. Török L. The Link between Car Sales and the Economic Crisis in the European Union at the Time of the COVID-19 Epidemic. *International Journal of Economics and Business Administration*. 2020; 8(4):1033–1042. <https://doi.org/10.35808/ijeba/648> (In Eng.)
9. Marx K. Capital. Vol. IV. Part 2 / K. Marx, F. Engels. Sobr. cit.: in 39 vols. Vol. 26. Part II. 2nd ed. Moscow, Gospolitizdat, 1963. 704 p. (In Russ.)
10. Juglar C. Des Crises Commerciales et de leur retour periodique en France, en Angleterre et aux Etats-Unis. 2 ed. Paris: Alcan, 1889 (1862). 479 p. (In Fran.)
11. Tugan-Baranovsky M.I. Periodic Industrial Crises: The History of English Crises. General Theory of Crises. St. Petersburg, 1914. 466 p. (In Russ.)
12. Lescure J. Des Crises générales et périodiques de surproduction. 3e éd., re-vue, corrigée et mise au courant. Paris: L. Tenin, 1923. 488 p. (In Fran.)
13. Pigou A. C. Industrial Fluctuations. 2d ed. L.: Macmillan, 1929. 425 p. (In Fran.)
14. Spiethoff A. Vorbemerkungen zu einer Theorie der Oberproduktion. In: Schmollers Jahrbuch für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft im Deutschen Reich. 1902. Bd. 26. P. 721–759 (In Germ.)
15. Haberler G. Prosperity and depression: a theoretical analysis of cyclic fluctuations. Chelyabinsk: Society, 2005. 474 p. (In Russ.)
16. Financial Crisis in Russia and in the World. Moscow, 2009. 256 p. (In Russ.)
17. Yakovets Yu.V. Cycles. Crises. Forecasts. Moscow, Nauka, 1999. 448 p. (In Russ.)
18. Reinert E.S. How Rich Countries Became Rich, and Why Poor Countries Remain Poor. Moscow, HSE, 2011. 384 p. (In Russ.)
19. Dalio R. Large debt crises: principles of overcoming. Moscow, Publishing house Mann, Ivanov and Ferber, 2021. 496 p. (In Russ.)
20. Nazarova I.A. Problems of industrial crises (economic and historical experience of analysis). Monograph. Moscow, Infra-M, 2014. 168 p. (In Russ.)
21. Bouniatian M. Geschichte der Handelskrisen in England und Zusammen-hang mit der Entwicklung des englischen Wirtschaftslebens. München, Reinhardt, 1908. 328 p. URL: <https://archive.org/details/geschichtederha00bounngoog> (In Germ.)

22. Kindleberger C.P. Manias, Panics, and Crashes. A History of Financial Crises. N.Y., Wiley, 1978. 271 p. (In Eng.)
23. Knowles L.C.A. Industrial and Commercial Revolutions in Great Britain during the nineteenth Century. London, Routledge and Kegan Paul, 1921. 416 p. (In Eng.)
24. Mendelson L.A. Theory and History of Economic Crises and Cycles. Vol. 1. Moscow, 1959. 691 p. (In Russ.)
25. Koltashov V.G. Capitalism of crises and revolutions: how formation epochs change, long waves are born, restorations die and neo-mercantilism sets in. Moscow, Rusajns, 2019. 269 p. (In Russ.)
26. Zhurova L.I., Krakovskaya I.N. The Impact of global economic crises on the development of the automotive industry in Russia. *Regionologiya = Regionology*. 2021; 29(3): 541–561. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.116.029.202103.541-561> (In Russ.)
27. Brown C., Linden G. Chips and change: how crisis reshapes the semiconductor industry. London, The MIT Press, 2009. 271 p. URL: <https://ideas.repec.org/b/mtp/titles/0262013460.html> (In Eng.)
28. Akimkina D.A. Transnational corporations in the automotive industry in Russia. *Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika = Economic analysis: theory and practice*. 2019; 18(3): 479–495. <https://doi.org/10.24891/ea.18.3.479> (In Russ.)

The article was submitted 31.01.2022; approved after reviewing 15.05.2022; accepted for publication 01.06.2022

About the author:

Gennady A. Shcherbakov, Professor of the Department "System analysis in Economics", Financial University under the Government of the Russian Federation (49, Leningradsky Prospekt, Moscow, 125993, Russia), Doctor of Economic Sciences, **ORCID ID: 0000-0002-3298-1638**, g.shcherbakov@mail.ru

The author read and approved the final version of the manuscript.