

**Центр макроэкономического анализа и краткосрочного
прогнозирования**

Тел.: 8-499-129-17-22, факс: 8-499-129-09-22, e-mail: mail@forecast.ru

Мониторинг и анализ технологических санкций и их последствий для России

№ 1, 5 апреля 2022 г.



В данной работе используются результаты проекта ТЗ-20, выполняемого в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2022 г.

Содержание

1. Общая часть
2. Микроэлектроника (электронная компонентная база и потребительская микроэлектроника)
3. Блокировка программного обеспечения
4. Блокировка доступа к цифровым платформам
5. Авиация и космонавтика

1. Общая часть

1. Общая часть

В этом разделе рассматриваются сюжеты, которые являются общими для всех направлений научно-технического развития России.

Технологические ограничения возникли как в результате прямого запрета на поставки в Россию, так и в результате усложнения проведения транзакций и роста нестабильности.

Типы ограничений:

- ❑ Прямой запрет на экспорт в Россию,
- ❑ Отказ иностранных партнёров от контрактов с российскими фирмами из-за высокой неопределённости,
- ❑ Усложнение платежей и логистики,
- ❑ Подорожание импорта из-за роста транспортных и транзакционных издержек,
- ❑ Снижение качества импортной продукции из-за вероятной переориентации на поставщиков из развивающихся стран.

Всего можно выделить несколько направлений ограничений:

- ❑ Конечные высокотехнологичные товары (электроника, запчасти для авиации и автомобилей и т.д.),
- ❑ Компоненты для производства (прежде всего – микроэлектроника и ЭКБ),
- ❑ Инвестиционные высокотехнологичные товары и запчасти к ним (промышленное оборудование, офисное оборудование),
- ❑ Программное обеспечение (операционные системы, офисное ПО, графические редакторы),
- ❑ Прямые иностранные инвестиции (как прямой запрет, так и ухудшение условий ведения бизнеса и увеличение рисков).

Степень реальных ограничений и возможность обойти ограничения станет понятна через несколько месяцев.

2. Микроэлектроника (электронная компонентная база и потребительская микроэлектроника)

2.1. Состояние отрасли до санкций

Основная масса микроэлектронных устройств производится в рамках глобальной цепочки создания стоимости, в которую российские компании включены на отдельных участках (например, производство неона). Собственные микроэлектронные производства в России представлены в основном мелкосерийными производителями продукции оборонного и двойного назначения.

	Производители исходного сырья (сверхмалотоннажная химия)	Разработчики САПР для проектирования микросхем и разводки печатных плат (EDA)	Разработка топологии интегральных микросхем
Глобальные вендоры	Air Liquide (Франция); The Linde Group (ФРГ); Cabot Corporation (США); JSR Group (Япония); Dörken MKS-Systeme (ФРГ).	Synopsys Inc (США); Cadence Design Systems Inc (США); Mentor Graphics Inc (США).	Advanced RISC Machines - ARM (США); Ceva Inc. - DSP (США); Imagination Technologies Group plc; Rambus Incorporated (США).
Российские компании	Отдельные НИИ и ВУЗы, «штучная» продукция. Не всегда высокое качество.	ЗАО Ледас, Аскон. Подразделения глобальных вендоров: Graebert GmbH, Altium Designer, Mentor Graphics, Cadence Design Systems, Synopsys. Российские САПР отстают от глобальных лидеров, не способны решать весь спектр задач, но они есть.	АО «МЦСТ» (разработчик процессора «Эльбрус»); АО «Байкал Электроникс» (разработчик процессора «Байкал»).

2.1. Состояние отрасли до санкций

	Производство оборудования для изготовления интегральных микросхем	Производители интегральных микросхем	Серийное производство готовых устройств
Глобальные вендоры	Applied Materials (США); KLA Corporation (США); Lam Research Corporation (США); Tokyo Electron (Япония); ASML (Нидерланды).	TSMC (Тайвань), Samsung (Республика Корея), SMIC (КНР).	Производители памяти: Micron, SK Hynix; логики: Intel; аналоговых устройств TI, Analog Devices. Контрактные производители микроэлектронных устройств: Hon Hai Precision Industry Co., Ltd. (более известна как Foxconn - Тайвань).
Российские компании	В 2021 году Минпромторгом России запущены два проекта по разработке двух степперов для фотолитографии с техпроцессами 350 нм и 130 нм. В Республике Беларусь ОАО «ПЛАНАР» производит оборудование для производства микроэлектроники.	АО «Ангстрем», Микрон, НИИ системных исследований РАН и др.	РЕЗОНИТ, ОКБ-Планета, А-Контракт, АТБ Электроника, Балт-Оптим, ФГУП НПП «Гамма», ТЕХНОТЕХ, НПО «Цифровые телевизионные системы», ЭЛАРА и др.

2.2. Введённые ограничения

- Введённые санкции в данной сфере направлены на ограничение поставок готовой микроэлектроники и электронной компонентной базы (ЭКБ) в Россию. Исключение сделано для потребительской микроэлектроники и техники, используемой в гуманитарных целях.
- Поскольку США являются носителями большого пакета патентов в области полупроводников, то юридически они способны ограничивать поставки микроэлектроники в недружественные им страны.
- За счёт политического влияния, США могут договариваться со странами-производителями микроэлектроники о прекращении сотрудничества с партнёрами из России.
- Обход вводимых ограничений требует специальных усилий и заставляет требовать более высокой доходности в ответ на более высокие риски.

Основные новости по теме:

- США ограничили экспорт в Россию широкого спектра товаров американского производства, а также товаров иностранного производства, произведенных по американским технологиям.
- Американские компании должны получать лицензии на продажу компьютеров, сенсоров, лазеров, навигационных инструментов, а также телекоммуникационного, аэрокосмического и морского оборудования.
- Более двух десятков членов Европейского Союза, а также Великобритания, Канада, Япония, Австралия, Тайвань и Новая Зеландия вводят аналогичные экспортные ограничения.
- Компании TSMC, Intel, IBM, Nokia и AMD прекращают поставки в Россию в рамках санкций США. (TSMC является крупнейшим производителем микрочипов на заказ).
- Компания Cisco, производящая оборудование для компьютерных сетей и сетей связи, объявила о прекращении своих операций в России.

2.3. Критичность введённых ограничений

Оценить фактические последствия введённых санкций можно будет лишь после стабилизации ситуации.

Современное производство микроэлектроники фактически реализовано в рамках глобальной цепочки.

Существующие в России разработки и производственные мощности позволяют разрабатывать и производить микроэлектронную продукцию с ограниченными свойствами и в ограниченном количестве. Сохраняется потребность в иностранной микроэлектронной продукции и ЭКБ, что ставит вопрос о переориентации на других производителей и поставщиков.

Рассмотрим критичность введённых ограничений на всех этапах технологической цепочки.

- Нет прямых запретов на поставку в Россию **химического сырья для отрасли микроэлектроники**. Тем не менее, российские потребители сталкиваются со сложностями в проведении оплаты и с неготовностью иностранных партнёров работать в российскими компаниями из-за высокой неопределённости.

Исходное сырьё для микроэлектронных производств изготавливается несколькими иностранными корпорациями и отдельными российскими организациями. У производителей микроэлектроники есть некоторые запасы, обеспечивающие время на поиск альтернативных поставщиков.

Тяжесть торговых ограничений в данной сфере можно оценить как умеренную.

2.3. Критичность введённых ограничений

- Ведущие разработчики САПР для проектирования микроэлектроники базируются в США. Для разработки интегральных микросхем необходимо покупать IP-блоки, которые позволяют моделировать отдельные элементы ЭКБ. Ведущие разработчики ЭКБ и, соответственно, владельцами IP-блоков являются фирмы, расположенные в США. В России действуют минимум три центра коллективного проектирования, в которых для российских разработчиков обеспечен доступ к САПР. Если владельцы САПР не будут блокировать действующие лицензии, то первые месяцы последствий не будет.

За счёт наличия в России собственных разработчиков САПР для проектирования микроэлектроники и подразделений ведущих мировых компаний, есть возможность частично заменить иностранные САПР на отечественные аналоги. Однако, немедленно можно использовать российские САПР для относительно простых задач. Более сложные задачи потребуют дополнительных разработок.

Предварительно **критичность введённых ограничений в данной сфере можно оценить как высокую**. Более точная оценка возможна после окончания лицензионного периода закупленных САПР.

- На этапе **разработки топологии интегральных микросхем** в России работает компания АО «МЦСТ», разработавшая линейку процессоров «Эльбрус». **Критичность санкций в данной сфере можно оценить как умеренную**.

2.3. Критичность введённых ограничений

- Ведущие **производители оборудования для изготовления интегральных микросхем** расположены в странах, установивших торговые ограничения в отношении России. Малое количество производителей оборудования и высокая значимость ввода в эксплуатацию нового оборудования делает невозможным импорт нового оборудования для изготовления интегральных микросхем.

В рамках запущенных Минпромторгом РФ проектов планируется начать производство российских степперов для фотолитографии с уровнем топологии до 350 нм в 2026 году. До этого возможна закупка белорусского оборудования ОАО «ПЛАНАР».

Невозможность значительно нарастить выпуск интегральных микросхем в РФ (даже по старым техпроцессам порядка сотен нм) в силу отсутствия собственных производителей оборудования и недружественной политики основных стран-поставщиков такого оборудования, позволяет **оценить ограничения в данной сфере как критические.**

- **Производство интегральных микросхем** в России представлено на относительно старых техпроцессах (от 65 нм), которые широко применяются во многих сферах, но ограничивают возможности в областях, связанных с масштабными вычислениями или портативными устройствами.

В условиях введённых ограничений становится невозможным заказывать чипы для производства российских процессоров у компании TSMC на Тайване. Это делает невозможным производство процессора «Байкал» и последних моделей процессора «Эльбрус» в рамках старой технологической цепочки. Возможна переориентация на китайского контрактного производителя полупроводников — компанию SMIC, которая обладает производственными мощностями до техпроцесса 14 нм включительно. Однако, работа с единственным контрактным производителем полупроводников создаёт зависимость от единственного поставщика.

Критичность ограничений в данной сфере можно оценить как высокую.

2.3. Критичность введённых ограничений

- **Серийное производство готовых микроэлектронных устройств** в России представлено, в основном, продукцией военного и двойного назначения, а так же промежуточными деталями для других отраслей промышленности, включая аэрокосмическую и атомную. При наличии ЭКБ российские производители микроэлектронных устройств способны производить значительную линейку продукции оборонного и двойного назначения, а так же электронные устройства для установки на автомобили и другую промышленную продукцию, однако не способны к массовому производству дешёвой потребительской электроники.

В данной сфере критичность введённых ограничений умеренная.

3. Блокировка программного обеспечения

3.1. Введённые ограничения

- ❑ Ряд иностранных компаний прекратили продажи программного обеспечения потребителям из России.
- ❑ Иностранное ПО широко применяется в России во многих сферах: операционные системы, САПР, компиляторы, офисное ПО, графические редакторы и т.д.

Основные новости по теме:

- ❑ Microsoft (крупнейший производитель ПО в мире) прекращает все новые продажи продуктов и услуг в России.
- ❑ Oracle (второй по величине производитель ПО в мире, крупнейший разработчик систем управления базами данных, бизнес приложений и т.д.) прекращает все операции в России.
- ❑ Autodesk (крупнейший в мире производитель ПО для промышленного и гражданского строительства, машиностроения, средств информации и развлечений) прекратил деятельность в России.
- ❑ Adobe (разработчик графических редакторов и программ для вёрстки) прекращает работу в России и блокирует доступ к облачным сервисам для российских СМИ, контролируемых государством.
- ❑ Atlassian (разработчик программ для управления проектами небольших групп, отслеживания ошибок и т.д.) прекратила продажи в России.
- ❑ Figma (онлайн-сервис для разработки интерфейсов и прототипирования с возможностью организации совместной работы в режиме реального времени) заморозила корпоративные аккаунты и прекратила продажи в России.

3.2. Критичность введённых ограничений

- ❑ Прямое отключение используемого ПО привело бы к коллапсу большинства отраслей экономики России, однако этого не произошло. В настоящее время, санкции ограничились отказом от продаж новых лицензий и блокировкой доступа к облачным сервисам для отдельных категорий пользователей.
- ❑ Помимо прямого запрета на продажу лицензий российским пользователям, существенные ограничения возникли из-за невозможности перевести оплату из России за новую лицензию.
- ❑ Уже купленные лицензии на иностранное ПО продолжают работать.
- ❑ Значение введённых ограничений будет нарастать по мере окончания сроков действия лицензий.
- ❑ **Критичность введённых ограничений** зависит от бизнес-модели основных разработчиков ПО и от возможности его замены на российские аналоги или на продукцию компаний из дружественных стран.
- ❑ Если ПО продаётся с лицензией на установку, то тяжесть таких ограничений относительно невелика т.к. будут появляться «пиратские» версии этих программных продуктов.
- ❑ Если требуется доступ к «облаку», базам данных или библиотекам, то в этом случае доступ к сервисам может быть заблокирован и **ограничения могут оказаться критическими для соответствующих областей применения.**
- ❑ Наиболее крупная проблема для частных и коммерческих пользователей в России – лицензии на операционные системы Microsoft. Их блокировка по мере окончания сроков лицензионного использования поставит вопрос о «пиратских» копиях, либо об альтернативных ОС.
- ❑ Аналогичные проблемы будут и в других областях, где широко применяется ПО компаний, объявивших об ограничениях работы в России.

3.3. Ответные меры (принятые и возможные)

Возможны три варианта ответа на блокировку доступа к ПО:

- **Замена иностранного ПО российскими аналогами.** В короткий срок возможно заместить российскими аналогами ПО в следующих сферах: антивирусное ПО, браузеры, почтовые и облачные сервисы, частично - операционные системы, офисные приложения, графические редакторы. Замена импортного ПО российскими аналогами не всегда будет эквивалентной. Российские аналоги часто уступают продукции глобальных вендоров. В России получило значительное развитие производство собственного программного обеспечения. Кроме того, есть значительное количество специалистов, которые прямо не участвуют в разработке ПО, однако в рамках основной работы используют языки программирования: аналитики больших данных, дата-инженеры и т.п. Это позволяет надеяться на разработку российских аналогов многих типов ПО.
- **Замена заблокированного ПО на аналоги из дружественных стран.** В этом случае российским пользователям придётся переучиваться на аналоги, которые не всегда будут обладать необходимым функционалом, что потребует дополнительного времени на поиск ПО для выполнения все необходимых задач.
- **Снятие ограничений на использование «пиратского» ПО.** Отказ от защиты интеллектуальной собственности в сфере ПО означает построение принципиально иного режима разработки и использования ПО, который имеет как свои преимущества, так и свои недостатки. Основная проблема в том, чтобы мотивировать российских разработчиков создавать ПО несмотря на доступ к пиратским версиям иностранного ПО.

Блокировка ПО является меньшей проблемой по сравнению с блокировкой поставок микроэлектроники и ЭКБ, однако тоже требует внимания государства и частных заинтересованных лиц.

4. Блокировка доступа к цифровым платформам

4.1. Введённые ограничения

- ❑ Западными санкциями, а так же решениями российских властей заблокирован доступ российских пользователей к ряду цифровых платформ. Среди них облачные платформы, социальные сети и др.

Основные новости по теме:

- ❑ Международные платёжные системы Visa и Mastercard перестали обслуживать российских пользователей за границей и в иностранных интернет магазинах.
- ❑ Системы мобильных платежей Apple Pay и Google Pay перестали работать в России.
- ❑ Платформа для интернет-торговли Amazon прекратила отpravку товаров в Россию.
- ❑ Облачные платформы Amazon Web Services и Google Cloud прекратили регистрацию новых пользователей из России.
- ❑ Образовательные платформы Coursera и Pearson приостанавливают работу в России
- ❑ Платформа Cisco Webex Meetings, позволяющая проводить совещания онлайн в режиме видеосвязи, заблокирована на территории России.
- ❑ Netflix отказывается транслировать российские каналы.

- ❑ Решениями Российских властей заблокированы социальные сети Facebook, Twitter и Instagram.

4.2. Критичность введённых ограничений

- ❑ Блокировка доступа к платёжным системам Visa и Mastercard, а так же к сервисам Apple Pay и Google Pay стала критичной для граждан России, которые в этот момент находились за границей т.к. они потеряли основное платёжное средство. Внутри России перестали работать сервисы Apple Pay и Google Pay, но продолжают работать пластиковые карточки Visa и Mastercard.

После первого шока, критичность ограничений низкая.

- ❑ Облачные сервисы Amazon Web Services и Google Cloud предназначены для хранения данных и проведения вычислений на высокопроизводительной облачной платформе. Это позволяет непрофильному бизнесу снимать с себя задачу по организации собственных серверов для корпоративного обмена информацией или для проведения масштабных вычислений. Сервис Google Cloud предоставляет готовые решения многих типовых операций: интернет магазины, машинное обучение и т.д. Блокировка регистрации новых пользователей на облачных сервисах в первое время не будет оказывать заметного влияния. В перспективе это будет мешать развитию бизнеса в тех сферах, где выгодно применять облачные вычисления.

Критичность ограничений умеренная, но может возрасти, если не будут обеспечены конкурентоспособные российские аналоги.

- ❑ Образовательные онлайн-платформы имели ограниченное значения в России. Помимо иностранных, успешно функционируют российские образовательные платформы Skillbox, GeekBrains, Stepik и другие. Блокировка иностранных образовательных платформ окажет умеренное негативное влияние на образование и развитие человеческого капитала в России.

Критичность ограничений умеренная, может быть компенсирована по мере развития российских аналогов.

4.3. Ответные меры (принятые и возможные)

- Последствия блокировки доступа к платёжным системам Visa и Mastercard, а так же к сервисам Apple Pay и Google Pay легко устраняются во внутрироссийских операциях благодаря наличию российской платёжной системы «Мир» и системы мобильных платежей Sber Pay. Однако, это останется заметной проблемой для граждан России, желающих посетить другие страны.
- Запрет регистрации новых пользователей на облачных платформах Amazon Web Services и Google Cloud может стимулировать развитие российских аналогов: Яндекс.Облако, CloudMTS, Mail.ru Cloud Solutions, Selectel Cloud Platform и т.д. На сегодняшний день эти сервисы позволяют хранить данные и проводить вычисления на серверах оператора.
- В России есть собственные образовательные платформы, которые способны в значительной мере заменить ушедшие иностранные аналоги: Skillbox, GeekBrains для получения дополнительного образования, Interneturok для школьников, Универсариум для классического университетского образования, Eduson и Uniweb для повышения квалификации сотрудников компаний и т.д.
- Ответ на блокировку социальных сетей российские пользователи переходят на использование российской социальной сети ВКонтакте, а так же мессенджера Telegram.

5. Авиация и космонавтика

5.1. Введённые ограничения

- ❑ Введены запреты на полёты российских авиакомпаний во многих странах и установлены симметричные ограничения для авиакомпаний из этих стран.
- ❑ Введены ограничения на поставку запчастей для авиатехники, навигационного оборудования и др.
- ❑ Разорваны контракты на поставку российских товаров и услуг в аэрокосмической сфере.

Новости по теме:

- ❑ Страны ЕС «закрыли небо» для российских авиакомпаний.
- ❑ Россия «закрыла небо» для авиакомпаний из стран, которые ввели аналогичные санкции в отношении России.
- ❑ Airbus, Boeing и Bombardier прекратили обслуживание самолётов и поставки запчастей российским авиакомпаниям.
- ❑ В СМИ появилась информация о прекращении ремонта и обслуживания двигателей SaM146 самолётов SSJ-100, выпущенных российско-французской компанией PowerJet, выпускающая двигатели для SSJ-100. По состоянию на 13:00 4 апреля на официальном сайте компании такой информации нет. По данным Минпромторга РФ на складах компании в России создан значительный запас запчастей и расходных материалов, для использования которого необходимо снять правовые ограничения.
- ❑ Иностранные производители отказали в поставке в Россию компонентов для самолётов MC-21, включая двигатели PW-1400, что отсрочит его серийное производство.
- ❑ OneWeb отказался от услуг ГК «Роскосмос» в пользу SpaceX.
- ❑ ГК «Роскосмос» отказался поставлять в США уже изготовленные для американского заказчика 12 двигателей РД-181.

5.2. Критичность введённых ограничений

- **Запрет на полёты в ряд стран** резко сократил спрос на услуги российских авиакомпаний по перелётам в недружественные страны и уменьшил пассажиропоток международных аэропортов России.

В январе-феврале 2022 года на перелёты в страны дальнего зарубежья (все международные рейсы, кроме стран СНГ) пришлось 31,8% пассажирооборота (пассажиро-километры) и 88,7% грузооборота (тонно-километры) российских авиакомпаний. С 1 января к середине марта количество рейсов в аэропорту Шереметьево сократилось примерно на 40-45% и стабилизировалось на этом уровне, в то время как в аэропортах Лондона и Парижа выросло на 10-20%. Количество рейсов авиакомпании Аэрофлот за конец февраля-первую половину марта сократилось примерно в 2 раза.

Если не удастся найти альтернативные маршруты, то «закрытие неба» приведёт к сокращению отрасли авиаперевозок, особенно в сегменте дальнемагистральных и грузовых авиаперевозок. **Введённые ограничения являются критичными для отдельных сегментов авиаперевозок, в целом по отрасли критичность может быть оценена как высокая.**

- **Закрытие поставок запчастей и расходных материалов** позволяет какое-то время (по мнению отраслевых экспертов около двух месяцев) продолжать полёты на имеющемся ресурсе и запасах, после чего самолёты теряют лётную годность в силу выработки ресурса запчастей, которые нечем заменить. **Если не будет найдено решение этой задачи, то данные санкции могут стать критичными для российской отрасли авиаперевозок.**
- **Сокращение продаж российских аэрокосмических товаров и услуг** западным партнёрам означает значительную потерю прибыли и загрузки российских предприятий космической отрасли. Если государство обеспечит финансирование для поддержания производственных мощностей ГК «Роскосмос» в работоспособном состоянии, то **критичность этих ограничений может быть оценена как низкая.**

5.3. Ответные меры (принятые и возможные)

- ❑ Введённые ограничения на полёты в некоторые страны приводят к сокращению доступного рынка для российских авиаперевозчиков. Его можно частично компенсировать за счёт полётов с пересадками в дружественных странах. Это потребует времени и вряд ли позволит полностью компенсировать потери в ближайшие пару лет.
- ❑ Быстро заместить импортные самолёты российскими аналогами не представляется возможным ни с экономической, ни с технической точки зрения. Кроме того, выпускаемые сейчас российские самолёты содержат в себе значительное количество импортных компонентов в т.ч. микроэлектронных.
- ❑ Обсуждается увеличение производства Ту-214, содержащего минимальное количество импортных компонентов, до 10 единиц в год, а так же широкофюзеляжного Ил-96.
- ❑ Сообщается об ускорении работ по импортозамещению импортных компонентов на самолётах SSJ-100 и MC-21. К 2024 году планируется начать производство импортозамещённых версий SSJ-100 и MC-21.
- ❑ Наладить собственное производство запчастей и расходных материалов для иностранных самолётов проблематично в силу высоких рисков нарушить требования к качеству деталей для иностранной техники.
- ❑ Потенциально возможно найти поставщиков для реэкспорта запчастей и расходных материалов для импортных самолётов.
- ❑ Возможна схема, при которой российские авиакомпании продают самолёты, которые близки к потере лётной годности, в страны, способные осуществить их ремонт. Взамен покупаются бывшие в эксплуатации самолёты с восстановленной лётной годностью.
- ❑ Потерю иностранных рынков сбыта космической продукции возместить проблематично. Более вероятно найти рынки для российских космических услуг в странах, которые не вводят санкции в отношении России. В этом случае вырастет спрос на технику, при помощи которой оказываются эти услуги.

Использованные источники

□ Новостные сайты

vedomosti.ru; tjournal.ru; www.rbc.ru; nangs.org; roscosmos.ru; ria.ru; tass.ru; cnews.ru; kommersant.ru; hi-news.ru, hightech.fm, interfax.ru, rg.ru и др.

□ Источники по микроэлектронике:

□ Россия – мировой центр разработки САПР. Вы об этом знали? URL: <https://habr.com/ru/post/473694/>

□ «Полностью отечественные фотолитографы придут на замену импортным, используемым сейчас на зеленogradских фабриках». URL: <https://www.zelenograd.ru/hitech/otechestvennye-fotolitografy-zntc-kovalev/>

□ В России появятся сотни дизайн-центров для разработки микроэлектроники. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2021-06-01_v_rossii_poyavyatsya_sotni_dizajntsentrov

□ Контрактные производители электроники. Обновление 2022 года. <https://russianelectronics.ru/kontraktnye-proizvoditeli-2022/>

□ По качеству производства 14-нм чипов китайская SMIC догнала TSMC. URL: <https://3dnews.ru/1034556/po-kachestvu-proizvodstva-14nm-chipov-kitayskaya-smic-dognala-tsmc>

□ Российская микроэлектроника для космоса: кто и что производит. URL: <https://habr.com/ru/post/217427/>

□ Новый процессор «Байкал» признан российским. На госзакупках у него будет особый статус. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2020-10-30_protssessor_bajkalm_poluchil

□ Внутри российского процессора Байкал М. URL: <https://habr.com/ru/post/584868/>

□ В России создадут собственные литографы, поможет ли это отечественной микроэлектронике? URL: <https://habr.com/ru/post/654429/>

□ В Зеленоградском нанотехнологическом центре началась разработка отечественного оборудования для фотолитографии. URL: <https://www.zelenograd.ru/hitech/v-zelenogradskom-nanocentre-startovala-razrabotka-otechestvennogo-fotolitograficheskogo-oborudovaniya/>

□ Субъективный обзор некоторых российских бесплатных образовательных платформ. URL: <https://habr.com/ru/post/513490/>

Использованные источники

- Источники по авиации и космонавтике
- Росстат. Основные производственные показатели гражданской авиации. URL: <https://favt.gov.ru/deyatelnost-vozdushnye-perevozki-osnovnye-proizvodstvennye-pokazateli-ga/>
- «На чём летать будем????!!!» Отвечаем: на самолётах. URL: <https://aviation21.ru/na-chyom-letat-budem-otvechaem-na-samolyotax/>
- Airport Movement Statistics. URL: <https://www.radarbox.com/statistics/airports/UUEE>

Автор обзора:

**Артёменко Владимир, эксперт,
avg@forecast.ru**