



фрш



Минцифры
России

ИКТ-отрасль В НОВЫХ УСЛОВИЯХ

Отрасль информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в России в 2021–2023 гг.

(на основе аналитического отчета Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования, ЦМАКП)

Июнь 2023

Содержание



ВВЕДЕНИЕ	6
МЕСТО РОССИИ В СТРУКТУРЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ИКТ-ОТРАСЛИ	8
Три уровня	9
Традиционные и новые технологии	11
Производство компонентов для ИКТ-отрасли: Америка и Азия	15
Российский задел в сфере компонентов	18
Программное обеспечение – распределение на мировом рынке и место России	25
ИКТ-ОТРАСЛЬ В РОССИИ В 2022–2023 ГГ.:	
ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФАКТОРОВ	30
Инвестиционные сложности	31
Действия по адаптации	37
Адаптация российских производителей и коммерческих потребителей микроэлектроники к ограничениям импортных поставок	38
Адаптация российских компаний к ограничениям на использование иностранного ПО	43
Адаптация российского бизнеса к миграционным потокам ИКТ-специалистов	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	68
КОМАНДА ПРОЕКТА	70



Кликабельная
кнопка



Вернуться
в содержание

Приветственное слово



Кирилл Варламов
директор Фонда развития
интернет-инициатив

Дорогие друзья!

События 2022 года резко изменили мировой политический, экономический и технологический ландшафт. Санкции, уход крупных иностранных компаний с российского рынка, переезд ИТ-специалистов и целых компаний в другие страны привели к резкой турбулентности рынка информационно-коммуникационных технологий. Горизонт планирования у многих предпринимателей и даже государственных институтов сократился до нескольких месяцев, а иногда и недель. Стоит ли сейчас говорить о каком-либо долгосрочном прогнозировании, анализе сценариев и формировании стратегий?

Но именно в эпоху перемен важно найти реперные точки, устойчивые процессы, за которые можно ухватиться для выстраивания своих действий здесь и сейчас.

Мы с коллегами из Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП) попытались нащупать такие процессы и на их основе сделать количественные и качественные прогнозы развития ИКТ-отрасли до 2030 года.

Мы попробовали посчитать в цифрах, что такое «очень плохой сценарий» развития отрасли и как может выглядеть «хороший» сценарий, при котором мы справимся с трудностями. Сколько рабочих мест будет создано или потеряно в ИКТ-отрасли при том или ином сценарии развития событий, какую выручку и добавленную стоимость создадут ИКТ-компании, на какой уровень экспорта можно выйти, ниже каких значений не упадет и выше каких значений не вырастет спрос на ИКТ-продукты.

Предлагаем рассматривать полученные результаты как некоторые видимые сегодня ориентиры и границы для выстраивания стратегий действий ИКТ-компаний, корпораций и органов государственной власти. Результаты работы мы собрали в две брошюры. В первой представлены основания для выделения сценариев и качественное описание развития российской ИКТ-отрасли в новых условиях, во второй – представлены и описаны динамика количественных показателей отрасли для различных сценариев.

Получилось интересно!

Введение

Антироссийские санкции со стороны США, стран ЕС и отдельных стран Азии диктуют необходимость решения задачи по обеспечению технологической независимости и по мере надобности самодостаточности России в сфере ИКТ.

В то же время санкционные ограничения, а также общий рост нестабильности отечественной и мировой экономик привели, во-первых, к ухудшению текущих условий для развития отрасли информационно-коммуникационных технологий национального уровня, во-вторых, к росту неопределенности перспектив такого развития.

Таким образом, рост актуальности развития российской сферы ИКТ сопровождается повышением его неопределенности как на внешнем, так и на внутренних рынках при снижении доступа к необходимым ресурсам.

Рост актуальности развития российской сферы ИКТ сопровождается повышением его неопределенности как на внешнем, так и на внутренних рынках.

В таких условиях в качестве одного из механизмов экспертной и информационной поддержки успешной работы организаций, участвующих в развитии российской отрасли ИКТ, выступает эффективное формирование сценариев развития отрасли и последующий анализ возможностей роста ИКТ-компаний в рамках сформированных сценариев.

Данная работа опирается на ряд предшествующих исследований, реализованных ЦМАКП совместно с Фондом развития интернет-инициатив в 2017–2019 гг., а также на некоторые методологические результаты, полученные в рамках предшествующего взаимодействия с Агентством стратегических инициатив.

Место России в структуре глобальной ИКТ-отрасли

Три уровня

С точки зрения специализации в географической структуре глобального сектора ИКТ можно условно выделить три уровня: ядро, полупериферию и периферию, а также условно внесистемный блок.

Страны глобального технологического ядра выступают в качестве двигателей технологического развития в сфере ИКТ, определяя направления развития, обеспечивая разработку новых технологий, технологических стандартов, а также производство наиболее сложных ИКТ-продуктов/компонентов/услуг.

Страны ядра устанавливают правила, владеют ключевой интеллектуальной собственностью, включая патенты и товарные марки, что позволяет им извлекать ренту. Большинство транснациональных корпораций в сфере ИКТ происходят из стран глобального ядра и сохраняют в них крупные подразделения ИТ-разработки.

Поскольку страны глобального ядра сектора ИКТ обладают развитыми экономиками с высокими подушевыми доходами, то они представляют собой крупнейшие рынки товаров и услуг ИКТ, доступ к которым определяет возможность выгодно инвестировать крупные ресурсы в НИОКР и дорогостоящие средства производства.

Примеры стран ядра глобального сектора ИКТ – США, в более ограниченной степени – Китай, Южная Корея, Япония и ЕС.

Страны технологической полупериферии обеспечивают разработку и производство ИКТ-товаров и услуг промежуточного назначения либо готовых, но уступающих по технологическому уровню (предыдущее и текущее поколение) разработкам стран глобального ядра.

Как правило, не осуществляют вовсе или осуществляют локальные (в рамках технологических цепочек) разработки новых технологий. Соответственно, применяют технологии, разработанные в странах глобального ядра, хотя и могут иметь собственные разработки в отдельных направлениях.

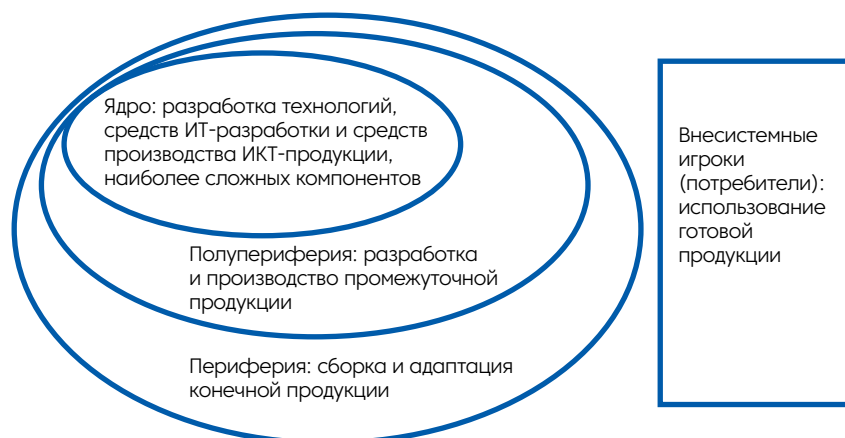
Тем не менее эти страны невозможно быстро заместить в рамках технологической цепочки из-за наличия масштабного высокотехнологического сектора ИКТ, обеспечивающего глобальные

потребности в микроэлектронных компонентах и массово выпускаемых изделиях. Представители – Южная Корея, Китай (с Тайванем), Япония, ЕС, Россия (в части разработки ПО).

Страны технологической периферии специализируются на сборочном производстве/адаптации готовой ИКТ-продукции/услуг и не участвуют в разработке новых ИКТ. Представители – страны Юго-Восточной Азии (Малайзия, Сингапур), Индия, Россия (в части микроэлектронного производства).

К внесистемным игрокам относятся потребители ИКТ, которые используют готовые решения без какого-либо участия в их разработке и производстве. Часто внесистемные игроки не способны даже самостоятельно применять и осуществлять техподдержку. Фактически к таким игрокам относятся все страны мира без сколь-либо масштабного сектора национальных ИКТ-компаний (рисунок 1).

Рисунок 1
Структура специализации мирового рынка ИКТ

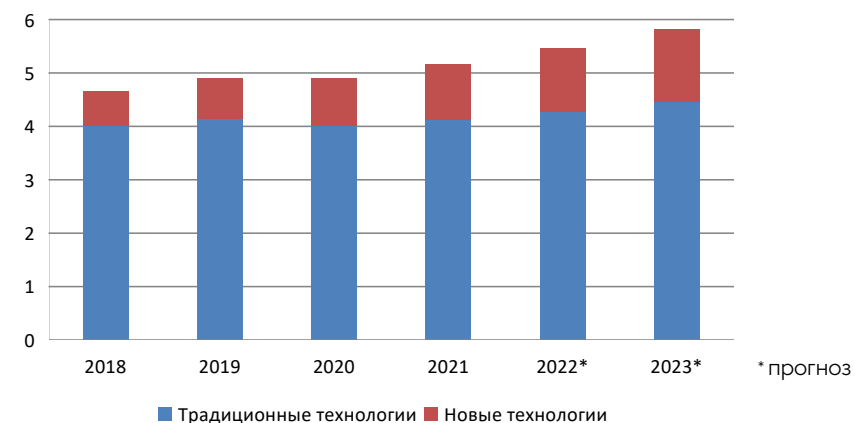


Традиционные и новые технологии

Технологическое развитие сектора ИКТ характеризуется большим эффектом масштаба, значение которого становится тем больше, чем дороже обходится разработка новых ИКТ и новых поколений промышленного оборудования. Особенно важен эффект масштаба в разработке ПО, поскольку основные трансформационные издержки приходятся на его разработку при близких к нулю издержках на тиражирование. В области производства микроэлектроники значительный эффект масштаба достигается в производстве ЭКБ¹, что приводит к его высокой концентрации на мощностях единичного количества крупнейших корпораций.

Соответственно, большое значение для развития национального сектора ИКТ приобретает доступ к глобальному рынку ИКТ. По данным International Data Corporation (IDC)², объем мирового рынка ИКТ превысил в 2021 г. 5 трлн долл. и достигнет объема 5,5 трлн долл. в 2022 г. и 5,8 трлн долл. – в 2023 г. (в постоянных ценах, рисунок 2).

Рисунок 2
Объем мирового рынка ИКТ в 2018–2023 гг. (трлн долл., постоянные цены)



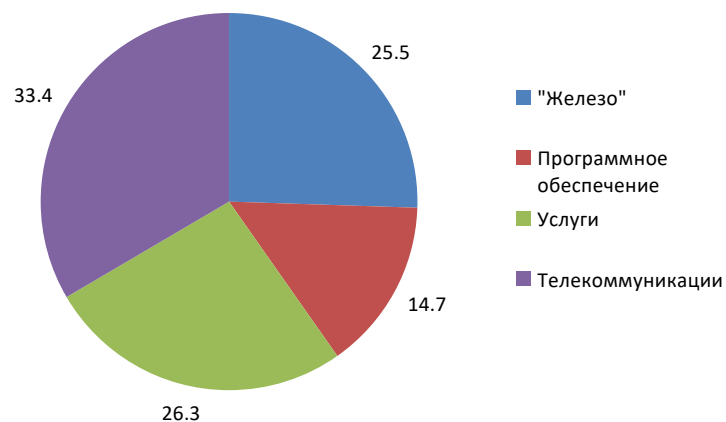
Источник: IDC, (дата обращения: 10 ноября 2022 г.)

¹ ЭКБ – электронная компонентная база.

² idc.com (дата обращения: 10 ноября 2022 г.)

Как видно из рисунка 2, этот объем формируется двумя условными сегментами. Первый – традиционных технологий – включает «ИТ-железо» (hardware, около 25% стоимостного объема сегмента в 2020 г.), программное обеспечение (software, около 15%), услуги ИКТ (около 26%) и телекоммуникационные технологии (около 33%, рисунок 3).

Рисунок 3
Структура сектора традиционных ИКТ мирового рынка ИКТ в 2020 г. (%)

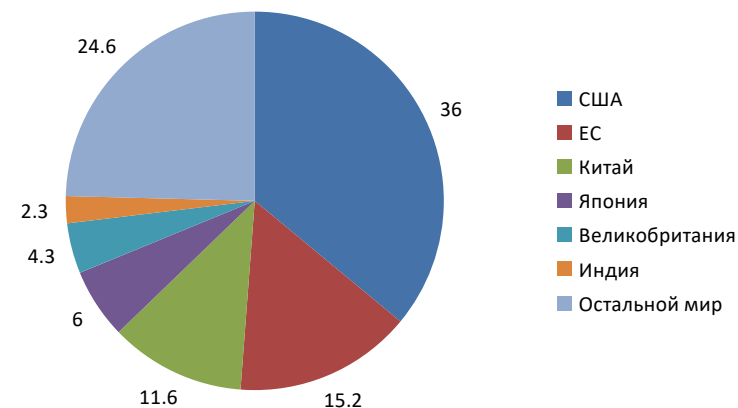


Источник: IDC, (дата обращения: 10 ноября 2022 г.)

Второй сегмент – новых технологий – составляют технологии искусственного интеллекта, робототехники, дополненной/виртуальной реальности и блокчейна. Как ожидается, основной объем роста в настоящее время и в ближайшем будущем будет обеспечиваться именно вторым сегментом.

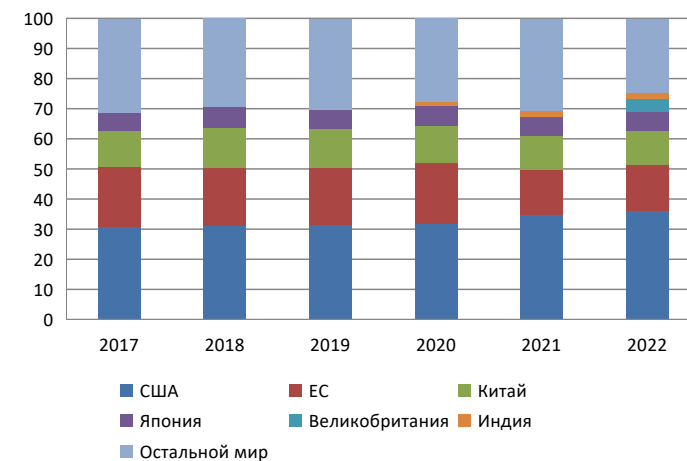
Географическая структура мирового рынка ИКТ характеризуется ведущей ролью блока США – ЕС (половина мирового рынка ИКТ, рисунок 4), с перераспределением в 2021–2022 гг. в пользу США (с соотношения 30 на 20% в 2020 г. к соотношению 35 на 15% в 2022 г., рисунок 5). На Китай приходится порядка 12% глобального рынка ИКТ, на Японию – 6%, на Великобританию и Индию – 4 и 2% соответственно; на остальные страны мира – порядка четверти объема мирового рынка ИКТ.

Рисунок 4
Географическая структура мирового рынка ИКТ на начало 2022 г. (%)



Источник: IGlobal ICT market share 2013–2022, by selected country (дата обращения: 10 ноября 2022 г.)

Рисунок 5
Географическая структура мирового рынка ИКТ в 2017–2022 гг. (%)



Источник: Global ICT market share 2013–2022, by selected country (дата обращения: 10 ноября 2022 г.)

Совокупный объем отгруженных товаров российского сектора ИКТ в 2021 году составил 5,2 трлн руб. [1] (около 70 млрд долл.)

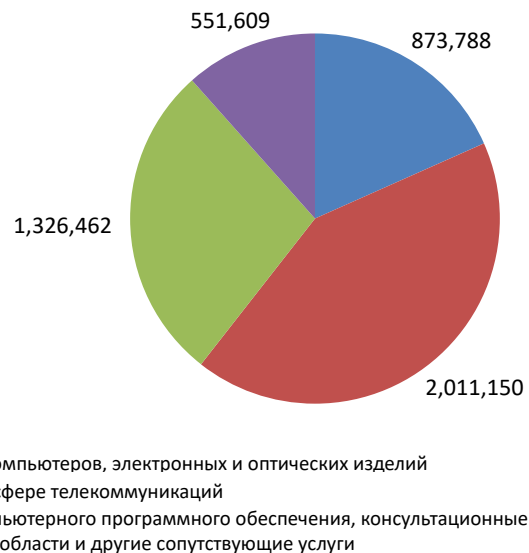
Структура ВДС³ основных отраслей российского сектора ИКТ в 2021 году представлена на рисунке 6. Более 2 трлн руб. или 42% составила деятельность в сфере телекоммуникаций. 1,3 млрд руб. или 28% – разработка компьютерного ПО.

На производство компьютеров, электронных и оптических изделий (ОКВЭД 26.1–26.4, 26.8) пришлось 874 млрд руб. или 18%. Наконец, 552 млрд руб. пришлось на деятельность в области информационных технологий.

По сравнению со среднемировым уровнем в российском секторе ИКТ выше доля разработки ПО и телекоммуникаций и заметно меньше – услуг и производства «железа».

Рисунок 6

Структура ВДС российского сектора ИКТ, 2021 год, млн руб.



Источник: ИРасчёты ЦМАКП по данным Росстат.

³ ВДС – валовая добавленная стоимость

Таким образом, **российский рынок ИКТ составляет порядка 2% от глобального рынка**, что предопределяет встроенность основных компаний российского сектора ИКТ в глобальную систему и ориентацию многих российских компаний на глобальный рынок.

Объема российского рынка достаточно для разработки и сборочного производства микроэлектронных изделий и разработки прикладных ИТ-решений.

Как показывает практика, объема российского рынка достаточно для разработки и сборочного производства микроэлектронных изделий и разработки прикладных ИТ-решений, но российского рынка и возможностей российского сектора ИКТ недостаточно для воспроизводства всей системы глобального сектора ИКТ на современном технологическом уровне.

Производство компонентов для ИКТ-отрасли: Америка и Азия

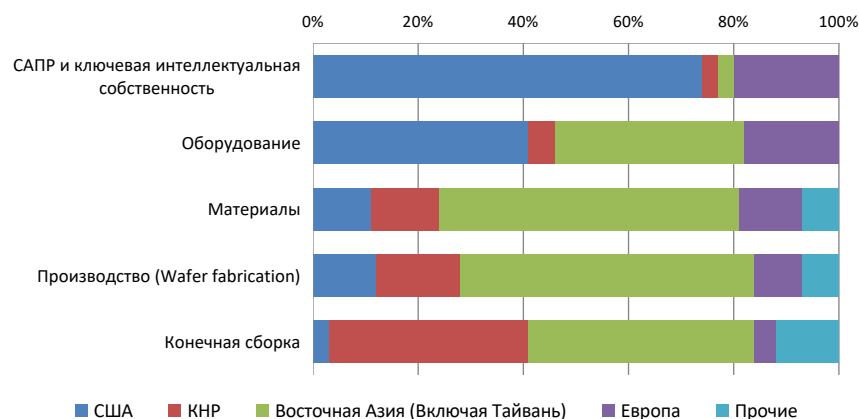
Глобальную структуру производства ИКТ характеризует⁴ цепочка производства полупроводниковых устройств (рисунок 7). В 2019 г. глобальным лидером разработки систем автоматизированного проектирования (САПР, применяются в разработке полупроводниковых устройств) и ключевой интеллектуальной собственности были США и в меньшей степени европейские страны.

На них же приходилась значительная доля оборудования для производства полупроводниковых устройств. Помимо них большую долю в производстве оборудования занимали страны Восточной Азии, среди которых, вероятно, основной объем приходился на Японию. Эти страны можно считать глобальным технологическим ядром сектора ИКТ.

⁴ По данным BCG и SIA (Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era, BCG, SIA, 2021, дата обращения: 9 ноября 2022 г.), [semiconductors.org](https://www.semiconductors.org)

Рисунок 7

Глобальная цепочка производства полупроводниковых устройств (2019 г.)



Источник: Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era, BCG, SIA, 2021

Производство микрочипов сосредоточено преимущественно в Восточной Азии (вероятно, основная доля приходится на Тайвань). Это типичный пример полупериферии – производство промежуточной продукции с участием в её разработке.

Конечная сборка полупроводниковых устройств – технологически более простой процесс, поэтому имеет широкое географическое распространение и является характеристикой стран периферии глобального сектора ИКТ. Она сосредоточена преимущественно в КНР и странах Восточной Азии.

Глобальный характер развития ИКТ не исключает возможности существования замкнутых национальных систем, использующих собственное сырьё и производящих продукцию в интересах внутренних заказчиков. Однако даже в этом случае используется большая доля импортного оборудования и отдельные импортные компоненты, производимые в рамках глобальной системы сектора ИКТ.

Излишне говорить, что из-за стремительного технологического развития сектора ИКТ решающее значение приобретает концентрация интеллектуального капитала, которая складывается в рамках глобального сектора ИКТ и не может быть воспроизведена в рамках отдельно взятой страны.

Необходимо учитывать при этом, что сегментация глобального сектора ИКТ так или иначе имеет обобщающий характер, и принадлежность страны/блока стран к тому или иному сегменту определяется преобладающей структурой национального ИКТ-сектора.

В то же время, например, для стран полупериферии могут быть характерны отдельные черты технологического ядра, которых, однако, недостаточно для соответствующей полноценной роли таких стран на мировом рынке ИКТ.

Кроме того, конфигурация глобального сектора ИКТ может различаться в отдельных его подсекторах. Так, мировая структура отрасли разработки и производства ИКТ-«железа» выглядит следующим образом.

В ядре (1) разрабатываются фундаментальные основания, на которых будут производиться и работать будущие поколения микроэлектроники, (2) разрабатываются САПР, (3) разрабатывается и производится оборудование для производства ИКТ-оборудования, (4) разрабатываются конкретные топологии микрочипов и (5) разрабатываются и частично производятся прикладные решения на их основе. Ядро является технологическим лидером глобального сектора ИКТ.

Продукты, трансформирующие рынок, основываются на технологиях, первоначально разработанных в ядре. В ядро входят США, частично ЕС и Япония. По данным компании TechInsights [2], специализирующейся на обратном инжиниринге микроэлектроники, в КНР начали производить интегральные микросхемы по техпроцессу 7 нм (нанометров).

Если это производство основано на китайском оборудовании, разработанном по собственным технологиям, то КНР вошёл в глобальное ядро. Если 7-нанометровые микросхемы производятся на импортном оборудовании, то КНР следует относить к полупериферии.

Российский задел в сфере компонентов

В России есть заделы в некоторых технологиях, наличие которых отличает страны ядра. Во-первых, в части фундаментальных оснований ИКТ, что позволяет ставить задачу на разработку собственного оборудования для фотолитографии.

Более того, российские специалисты участвуют в глобальном развитии квантовых технологий и в числе первых в мире успешно реализуют квантовые каналы связи. Во-вторых, в России есть разработчики САПР для микроэлектроники, которые, хотя и отстают от глобальных технологических лидеров, позволяют говорить о наличии заделов в данной сфере. В-третьих, в России есть разработчики топологии интегральных микросхем, что также более свойственно для стран ядра.

В части развития фундаментальных оснований ИКТ в России есть некоторые заделы в области современных технологий фотолитографии и квантовых технологий, однако остаётся открытым вопрос о способности российских специалистов реализовать потенциал технологического развития в условиях ограничений на доступ к иностранной ЭКБ (электронно-компонентной базе) и сложностей в развитии партнёрских отношений с иностранными коллегами.

В современном производстве микроэлектроники одной из ключевых технологий является фотолитография, которая используется для производства интегральных микросхем.

В настоящее время применяются три основные технологии фотолитографии [3]⁵:

- глубокая ультрафиолетовая (DUV) фотолитография использует эксимерный лазер с длиной волны 193–248 нм. Позволяет достигать техпроцесса с точностью до 22 нм;
- фотолитография на основе экстремального ультрафиолета (EUV), использующая плазму для генерации волны длиной 13,5 нм. Позволяет производить микрочипы по техпроцессу до 7 нм. Вопросами фотолитографии на основе экстремального ультрафиолета (EUV)

⁵ Перспективы развития литографии в РФ, tesstech.ru

минимум последние несколько лет занимались учёные из Института физики микроструктур РАН, Института спектроскопии РАН и других организаций;

- безмасочная фотолитография, которая может предполагать воздействие на подложку при помощи оптического, рентгеновского или электронного луча.

В марте 2022 года НИУ МИЭТ получил заказ Минпромторга на разработку технологий безмасочной фотолитографии для производства микроэлектроники по техпроцессу 28 нм и меньше⁶. Данная технология считается перспективной для производства интегральных микросхем.

Осенью 2021 года Минпромторгом были заключены контракты на разработку оборудования для фотолитографии (степперов) по техпроцессу 230 и 130 нм⁷. Сообщается, что в разрабатываемом оборудовании будет использоваться лазер с длиной волны 193 нм, что позволяет отнести разработку к классу технологий DUV.

Важно отметить, что перечисленные три блока технологий фотолитографии опираются на различные фундаментальные основания. **В целом по технологиям фотолитографии в России есть научно-технические заделы, однако, особенно с учётом введённых санкционных ограничений, пока рано делать выводы о перспективах их практической реализации.**

Глобальными лидерами в производстве оборудования для производства микроэлектронной продукции являются ASML (Нидерланды), Applied Materials, KLA Corporation, Lam Research Corporation (США); Tokyo Electron (Япония).

В случае успешной разработки степперов по техпроцессу 130 нм Россия войдёт в число стран, способных производить оборудование для производства микроэлектроники, но будет сохраняться технологическое отставание от глобальных лидеров.

⁶ В МИЭТе по госконтракту разработают концепцию безмасочного фотолитографа – для выпуска микросхем 28 нанометров и ниже, zelenograd.ru
⁷ «Полностью отечественные фотолитографы придут на замену импортным, используемым сейчас на зеленоградских фабриках». Глава наноцентра Анатолий Ковалёв – о новых разработках по заказу Минпромторга, zelenograd.ru

В последние годы российские научные школы вносят значительный вклад в развитие квантовых технологий⁸, находясь на переднем крае науки. Российские специалисты в области квантовых технологий работают в большом количестве учреждений науки и высшего образования: Российском квантовом центре, ВНИИА им. Н. Л. Духова, МГУ им. М. В. Ломоносова, МФТИ, НИТУ МИСиС, НОЦ ФМН, ФИАН и других. В НИТУ МИСиС^{9, 10} и МГУ им. М. В. Ломоносова¹¹ развёрнута подготовка специалистов в области квантовых технологий, квантовой связи и квантового материаловедения.

На протяжении нескольких лет одним из крупных инвесторов в квантовые технологии выступает Газпромбанк, необходимую инфраструктуру и грантовое финансирование предоставляет Сколково. В развитии квантовых технологий участвуют такие крупные компании, как ГК «Росатом» и АО «РЖД».

В качестве практического результата можно назвать создание в России квантовых каналов связи, которые вошли в число первых в мировой практике^{12, 13}. Более того, благодаря партнёрству Казанского квантового центра и Ростелекома с Таттелекомом¹⁴, а также РЖД с ИТМО¹⁵, удалось создать квантовые каналы связи большой протяженности (более 100 и 700 км соответственно).

В части развития квантовых вычислений российские специалисты создают прототипы квантовых компьютеров^{16, 17}, лишь немного отставая от глобальных лидеров. Перспективы квантовых вычислений пока остаются не вполне понятными, но в случае создания квантового компьютера появятся новые возможности для шифровки и дешифровки информации, моделирования биохимических процессов, поведения атомов и элементарных частиц, развития искусственного интеллекта и других направлений.

⁸ На пороге квантового будущего, old.sk.ru

⁹ НИТУ «МИСиС» открывает новую магистратуру по квантовым технологиям, misis.ru

¹⁰ Квантовое материаловедение iPhD, misis.ru

¹¹ Магистерская программа «Прикладная квантовая связь», quantum.msu.ru

¹² «С-Терра СиЭсПи» приняла участие в испытаниях квантовой защиты данных, s-terra.ru

¹³ В России появился телефон с квантовым шифрованием, vedomosti.ru

¹⁴ В России заработала самая длинная в мире ВОЛС с квантовым шифрованием, cnews.ru

¹⁵ В России заработала первая линия квантовой связи, cnews.ru

¹⁶ Физики создали 256-кубитный аналоговый квантовый компьютер, nauka.tass.ru

¹⁷ Где создается российский квантовый компьютер, vesti.ru

В случае успешной реализации полноценного квантового компьютера российские специалисты имеют все шансы разделить выгоды с глобальными лидерами данного направления.

В сфере разработки САПР в России работают несколько компаний:

- «50ом Технолоджиз» (Резидент Сколково) развивает собственную САПР СВЧ-интегральных схем «Смекалец» [4], которая позволяет синтезировать однофункциональные и многофункциональные интегральные схемы СВЧ-диапазона, автоматически генерируя схемные решения с учётом особенностей технологического процесса;
- ЭРЕМЕКС¹⁸ разрабатывает и производит пассивные электронные компоненты и соответствующие им модели, библиотеки и САПР Delta Design[5], которые позволяют проектировать микросхемы с использованием ЭКБ данной компании;
- НИИ «АСОНИКА» развивает САПР АСОНИКА («Автоматизированная система обеспечения надежности и качества аппаратуры»)[6], предназначенную для виртуальных испытаний электроники на внешние воздействия и надежность. САПР позволяет анализировать стойкость электроники к комплексным тепловым, механическим, электромагнитным воздействиям, усталостную прочность при тепломеханических воздействиях.

Разработчики утверждают, что САПР АСОНИКА «на порядок опережает зарубежные САПР по всем параметрам».

САПР АСОНИКА может применяться для создания карт рабочих режимов ЭКБ, анализа показателей надежности с учетом реальных режимов работы аппаратуры и создания цифровых двойников микроэлектроники.

Разработчики утверждают, что САПР АСОНИКА «на порядок опережает зарубежные САПР по всем параметрам», вероятно, имея в виду применение в данной узкой специализации.

¹⁸ Eremex, eremex.ru

Можно сделать вывод, что даже относительно небольшие компании с фундаментальной научной базой способны создавать коммерческие программные продукты, обеспечивающие высокое качество выполняемых задач.

Есть и другие примеры, однако в настоящее время российские разработчики САПР для микроэлектроники заметно отстают от глобальных лидеров в данной сфере: Synopsys, Cadence Design Systems Inc, Mentor Graphics и ANSYS (США).

В то же время до введения санкций в России работали подразделения глобальных вендоров: Altium Designer (Австралия), Mentor Graphics, Cadence Design Systems, Synopsys.

Фундаментальное ограничение на развитие российских САПР заключается в необходимости взаимоувязывать САПР и ЭКБ.

Для иллюстрации масштаба работы, которую ведут эти компании, достаточно сказать, что крупнейшая компания-разработчик САПР для микроэлектроники Synopsys в 2021 году имела штат более 16 тыс. человек и расходы на исследования и разработки около 1,5 млрд долл.

Фундаментальное ограничение на развитие российских САПР заключается в необходимости взаимоувязывать САПР и ЭКБ. Несмотря на наличие некоторых заделов в области фотолитографии, в России нет современных мощностей по производству интегральных микросхем.

Низкий уровень развития российского производства ЭКБ становится ограничением на развитие отечественных САПР¹⁹. Развивать САПР в партнёрстве с иностранными производителями также не представляется возможным, т. к. в этом случае приходится конкурировать с глобальными лидерами в разработке САПР.

¹⁹ В соффт закупают программы, kommersant.ru 

В глобальном секторе ИКТ проектированием интегральных микросхем занимаются бесфабричные компании Advanced RISC Machines – ARM, Ceva Inc. – DSP (США); Imagination Technologies Group plc (Великобритания); Rambus Incorporated (США) и другие.

В России разработка топологий интегральных микросхем представлена, прежде всего, семейством микропроцессоров «Эльбрус» компании МЦСТ. Это семейство восходит к разработкам, сделанным в Институте точной механики и вычислительной техники ещё в советские годы.


К 2022 году компания МЦСТ²⁰ разработала микропроцессоры по техпроцессу 28 и 16 нм, которые производились (16 нм – должны были производиться) на Тайване компанией TSMC. В конце февраля 2022 года компания TSMC объявила о прекращении поставок в Россию.

Как сообщалось в открытых источниках²¹, в России доступно производство микропроцессоров по техпроцессу от 65 нм. Теоретически производственным партнёром компании МЦСТ могла бы выступить китайская SMIC, но пока данных об этом нет.

Таким образом, в области разработки топологий интегральных микросхем российская компания МЦСТ обладает современными технологиями с некоторым отставанием от глобальных технологических лидеров. Однако возможности её развития оказались ограничены недостаточным развитием производственных мощностей в России и сложностями с поиском иностранных партнёров.

В полупериферии (1) технологии применяются для производства микрочипов, (2) разрабатываются и производятся готовые изделия. Типичным представителем полупериферии можно считать Тайвань.

Если китайские производители интегральных микросхем по техпроцессу 7 нм используют импортное оборудование, то представителем полупериферии можно считать Китай.

²⁰ Российский 28-нм процессор «Эльбрус-8С» пойдет в серию в 2016 г., cnews.ru 

²¹ Производство «Эльбрусов» переедет в Россию, cnews.ru

В части технологий полупериферии в России налажено собственное производство интегральных микросхем по техпроцессам 65 нм и более, использующее преимущественно импортное оборудование.

Основными производителями являются АО «Ангстрем», «Микрон», НИИ системных исследований РАН и др. Производимая в России ЭКБ используется преимущественно в оборонной и космической сферах. Данные сферы обычно предъявляют высокие требования к надежности и защищенности ЭКБ, но низкие требования к массовости производства.

Российские компании производят разнообразную микроэлектронную продукцию с использованием как импортной, так и отечественной ЭКБ. Многие российские изделия включены в Реестр телекоммуникационного оборудования²². В качестве примера можно привести компанию Eltex²³, производящую телекоммуникационное оборудование, в т.ч. потребительского класса.

В периферии (1) самостоятельно обслуживаются готовые изделия, (2) производятся изделия из импортных компонентов. Российские специалисты способны быть квалифицированными пользователями импортного микроэлектронного оборудования и самостоятельно осуществлять его техническое обслуживание.

Например, до введения санкционных ограничений 2022 года в отрасли телекоммуникаций использовалось преимущественно импортное оборудование, на основе которого российскими инженерами проектировались и создавались информационно-телекоммуникационные сети.

Импортное оборудование обслуживалось, как правило, российскими специалистами с эпизодическим привлечением представителей разработчиков оборудования по отдельным вопросам.

Внесистемные игроки (потребители): импортируются пакетные решения, которые частично обслуживаются местными специалистами.

²² Реестр телекоммуникационного оборудования, произведенного на территории Российской Федерации, которому присвоен статус телекоммуникационного оборудования российского происхождения, reestrinform.ru

²³ Eltex, eltex-co.ru

В отдельных сферах, например, в потребительской электронике, Россию можно считать вне глобальной системы ИКТ, поскольку импортируется готовая к использованию продукция, не требующая никакого сложного обслуживания. Но даже в этой сфере в России налажены сборочные производства, что относится к периферии глобального сектора ИКТ.

Вывод

В целом, **в части «железа» представляется наиболее точным отнести Россию к стране глобальной периферии развития ИКТ** – страна способна квалифицированно использовать и обслуживать импортную микроэлектронику, но в большинстве случаев не принимает значимого участия в его разработке и производстве. По отдельным направлениям предпринимаются попытки улучшить своё положение в глобальной системе разделения труда.

Есть заделы в отдельных областях развития передовых технологий, которые будут определять глобальное ядро в ближайшие годы, однако эти заделы пока не привели к качественному изменению ситуации. Кроме того, остаётся открытым вопрос о перспективе этих попыток в условиях торговых и технологических ограничений со стороны стран – глобальных технологических лидеров.

Программное обеспечение – распределение на мировом рынке и место России

Структура мирового сектора разработки и производства программного обеспечения (софта) в общих чертах повторяет приведенную структуру разработки и производства «железа» (ядро – США и ЕС, полупериферия – страны Азии), однако имеет свои особенности.

Ядро: (1) разрабатывается логика, формируется ядро языков программирования, (2) создаются интегрированные среды разработки ПО, (3) создаются прикладные пакеты, (4) разрабатываются программные продукты с инновационным функционалом. В ядро входят США и ЕС.

В области разработки ПО важными технологиями, разрабатываемыми в глобальном ядре, являются интегральные среды разработки, языки программирования и программные пакеты, которые позволяют упростить процесс разработки ПО за счёт использования готовых оптимизированных функций.

Интегрированные среды разработки позволяют эффективно организовывать разработку и отладку ПО многочисленными, часто глобально распределёнными командами специалистов, в т. ч. с использованием нескольких языков программирования в рамках одного проекта.

Важными технологиями, разрабатываемыми в глобальном ядре, являются интегральные среды разработки, языки программирования и программные пакеты.

Среди наиболее известных сред разработки можно выделить Microsoft Visual Studio (Microsoft, США), Eclipse (НКО Eclipse Foundation, Канада), NetBeans (США) и другие. При этом стоит отметить, что зачастую при разработке сред, языков программирования и других «средств производства» программного обеспечения переплетены усилия большого количества компаний, сообществ и независимых разработчиков.

Например, проект по развитию интегрированной среды разработки NetBeans IDE поддерживался и спонсировался компанией Oracle (США), но разработка NetBeans ведётся независимым сообществом разработчиков NetBeans Community и компанией NetBeans Org. В 2016 году проект был передан фонду Apache Software Foundation, который занимается развитием десятков средств ИТ-разработки под общим брендом Apache.

В свою очередь фонд Apache Software Foundation финансируется крупными ИТ-компаниями, в т. ч. Google и Yahoo!, которые вкладывают более 100 тыс. долл. в год. Основные задачи фонда – юридическая защита участников проекта и защита марки Apache.

Членами организации могут стать люди, которые внесли значительный вклад в развитие проектов Apache. Руководят проектами избранные эксперты. Такая распределённая сложная структура оказывается эффективной при развитии ИТ-проектов и особенно средств разработки ПО.

Выходцы из России Сергей Дмитриев, Евгений Беляев и Валентин Кипятков стали основателями компании JetBrains с центральным офисом в Праге (Чехия), которая развивает целую линейку сред разработки для разных языков программирования (IntelliJ IDEA для языков Java, JavaScript, Python; RubyMine для Ruby; PyCharm для Python; PhpStorm для PHP; WebStorm для JavaScript и др.), среду метапрограммирования MPS, которая позволяет разрабатывать новые языки программирования и расширения существующих языков, а также ряд вспомогательных служебных приложений для программирования. Кроме того, компания JetBrains разработала язык программирования Kotlin, включённый Google в число официальных инструментов разработки для ОС Android.

В марте 2022 года компания JetBrains приостановила продажи в России, а в августе выставила на продажу свои офисные здания в Санкт-Петербурге стоимостью 7 млрд руб.²⁴

Среды разработки и языки программирования могут быть взаимозаменяемы только в ограниченной части, поскольку оптимизируются для конкретных сфер применения. Это делает особенно важным эффект масштаба: чем больше компаний и специалистов заняты разработками, тем больше специализированных решений создаётся и выше адаптированность каждого решения к своей сфере применения.

В полупериферии создаются прикладные решения на базе разработанных в ядре пакетов. **Россия, КНР и Индия могут быть отнесены к полупериферии производства ПО.** В этих странах создаётся широкий ассортимент качественного ПО, в большей или меньшей степени распространена офшорная ИТ-разработка, но при этом используются средства разработки, созданные в глобальном ядре.

²⁴ «Сжигают мосты»: ИТ-гигант продаёт в Петербурге офисы за 7 млрд рублей, rbc.ru/spb

Многие примеры российского ПО представлены в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [7]. Значительных успехов добились крупные российские ИТ-компании, в т. ч. Яндекс успешно развивает экосистему цифровых сервисов и ПО.

В Едином реестре российских программ преобладают прикладные B2B-решения. Большое количество программных продуктов для управления бизнес-процессами: CRM, ERP-системы, бухгалтерские приложения и т. п. Содержится большое количество инновационных продуктов: программы для распознавания и синтеза речи или изображений, ПО для интернета вещей, средства поддержки принятия решений.

Российские специалисты успешно разрабатывают ПО и цифровые сервисы на его основе, но самостоятельно не создают средства ИТ-разработки.

В периферии адаптируются прикладные решения, созданные в других странах. Например, в России были разработаны собственные версии операционных систем на базе Linux: Astra Linux и «Аврора».

В случае с ПО граница между периферией и полупериферией значительно более размыта, чем для микроэлектронной продукции. Для стран глобальной периферии характерна адаптация уже созданных программных продуктов, а не разработка новых.

Внесистемные игроки импортируют готовые решения, частично осуществляют их техподдержку. **Широко распространённые в России операционные системы Microsoft Windows, офисные приложения MS Office, графические редакторы Adobe и Figma импортируются в готовом виде, что является примером внесистемного участия в глобальном секторе ИКТ.**

В части разработки ПО Россию можно классифицировать скорее как страну глобальной полупериферии: российские специалисты успешно разрабатывают ПО и цифровые сервисы на его основе,

но самостоятельно не создают средства ИТ-разработки. Сохраняется большая доля импортного ПО, но ведётся активная работа по его импортозамещению, особенно в сфере B2G и B2B.

В тех областях, где импортируются готовые программные продукты, некоторые транснациональные компании до недавнего времени имели в России подразделения ИТ-разработки, что даже в этом случае не позволяет относить Россию к внесистемным участникам глобального сектора ИКТ.

Как производство ИКТ-оборудования, так и разработка ПО отличаются большим масштабом и колоссальными сетевыми эффектами. Это затрудняет создание национальной конкурентоспособной ИКТ-системы, основанной на тех же физических принципах, что и глобальная.

Теоретически возможно обойти глобальных лидеров за счёт опережающего перехода к массовому применению фундаментально иных принципов ИКТ, но успех в этом случае не гарантирован. Более реалистичная альтернатива – постепенное развитие национального сектора ИКТ за счёт встраивания в глобальные цепочки создания стоимости на всё более высоком уровне.

Вывод

Современный сектор ИКТ развивается в рамках глобальной экосистемы, в которой высокая концентрация капитала и интеллекта обеспечивают интенсивное технологическое развитие на протяжении нескольких десятилетий. В рамках данной экосистемы сложилась структура, в которой выделяются ядро, полупериферия и периферия. Россия в целом относится к периферии мирового сектора ИКТ (сборка и адаптация товаров и услуг ИКТ).

В то же время российские коммерческие компании и научные организации обладают значительными заделами, характерными для полупериферии и даже ядра, позволяющими говорить о позитивных перспективах российского сектора ИКТ.

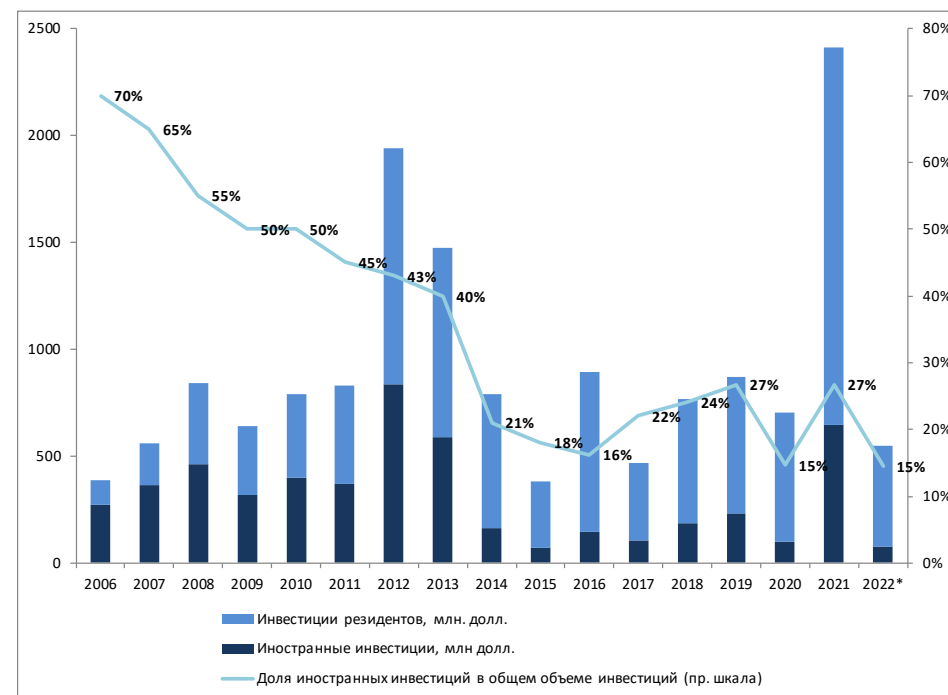
ИКТ-отрасль в России в 2022–2023 гг.: влияние новых факторов

Инвестиционные сложности

В течение 2014–2021 гг. объемы иностранных инвестиций венчурного рынка в России оставались стабильными, за исключением аномального 2021-го, и в среднем составляли около 140 млн долл. Доля иностранных инвестиций в общем объеме венчурных инвестиций колебалась в интервале 15–27% (см. примечание).

Рисунок 8

Структура привлекаемых венчурных инвестиций в Россию по резидентной принадлежности



Источник: расчеты ЦМАКП по данным DSight, PWC, РАВИ

Примечание. Для определения суммы инвестиций используется методология DSight (под венчурными инвестициями понимаются инвестиции на сумму до 150 млн долл. в рискованные, технологические и потенциально высокодоходные проекты с целевой ожидаемой внутренней нормой доходности не менее 15%).

* по оценкам на основе данных за I полугодие.

Однако, как и в прошлые периоды геополитической нестабильности, иностранные инвесторы достаточно быстро пересмотрели свои предпочтения относительно инвестиций в российские компании.

Ситуация с иностранным финансированием российского венчурного рынка в 2022 г. осложнена тремя обстоятельствами:

- Санкции, направленные как непосредственно на бизнес, поставки комплектующих и институты развития, так и прочие, связанные с трансграничными переводами средств, усиленным комплаенсом и др.
- Репутационные издержки, которые могут понести потенциальные инвесторы, вкладывающие деньги в российские компании.
- Сжатие глобального рынка венчурного финансирования, который в 2022 г. падает три квартала подряд.

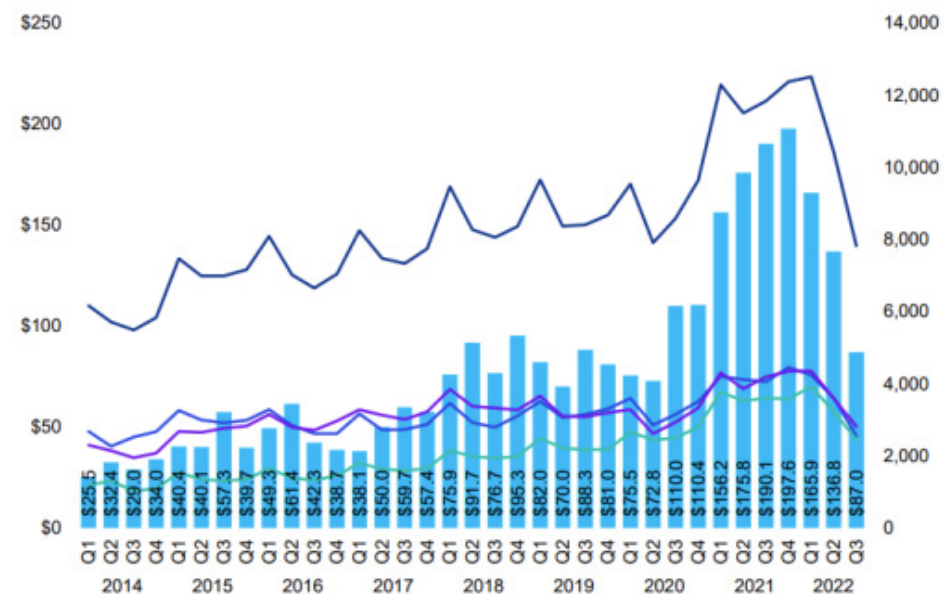
В 2022 г. глобальный рынок венчурного финансирования демонстрирует устойчивое снижение по объему заключенных сделок: в I кв. – 166 млрд долл. (прирост +6% к аналогичному периоду прошлого года, аппг), во II кв. – 137 млрд долл. (-22% аппг), в III кв. – 87 млрд долл. (-54% аппг). В среднем за неполный 2022 г. этот объем составил 130 млрд долл., а в 2021 г. – 180 млрд долл.

Перегрев на рынке был обусловлен сочетанием фискального стимулирования большинства развитых экономик и низких ставок денежно-кредитной политики.

Более низкие показатели текущего года можно трактовать как некоторое сдувание венчурного пузыря, который образовался в 2021 г. Перегрев на рынке был обусловлен сочетанием фискального стимулирования большинства развитых экономик и низких ставок денежно-кредитной политики, способствовавших притоку на рынок дешевой ликвидности. С этой точки зрения сжатие венчурного рынка в 2022 г. является скорее возвратом к нормальному тренду последних 9 лет, за исключением выброса 2021 г. Коррекция текущего года пока не вышла за пределы долгосрочного тренда, и говорить о наступлении венчурной рецессии преждевременно, однако её риск повысился.

Рисунок 9

Финансирование глобального венчурного рынка



Источник: KPMG, home.kpmg

Однако негативные шоки 2022 г. оказали значительное влияние на рынок венчурного финансирования. Высокая волатильность на финансовых рынках, геополитическая нестабильность, повышение ставок ДКП и практически неизбежная общеэкономическая рецессия в некоторых крупных развитых странах привели к повышению рискованности инвестиций и, соответственно, снижению их объемов.

При этом зарубежные инвестиции в российский венчурный рынок просели как на фоне общих негативных трендов развития глобального венчурного рынка, так и в связи с беспрецедентными санкциями, которые не только кардинально изменили риск-профиль российских инновационных компаний, но и привели к значительным трудностям в осуществлении трансграничных платежей.

Более того, привлечение таких инвестиций сопряжено с повышенным вниманием регулирующих органов, которые заметно усилили контроль над сделками в российской юрисдикции.

Технические сложности инвестирования в российские компании осложняются репутационными издержками, которые зарубежные инвесторы зачастую нести не готовы. При прочих равных российский стартап находится заведомо в проигрышном положении из-за возможных проблем с переводом средств и продажей другому инвестору.

Как следствие, зарубежное финансирование венчурного рынка в России, по данным DSight, в I полугодии 2022 г. в сравнении с аналогичным периодом 2021-го сократилось почти в 2 раза по числу сделок (с 11 до 6) и более чем в 6 раз – по объему инвестиций (с 362 до 56 млн долл.). В I полугодии 2019 г. объем иностранных инвестиций составлял около 120 млн долл.

Таким образом, в I полугодии 2022 г. он снизился в 2 раза. При этом доля зарубежных инвестиций в совокупном объеме венчурного финансирования в 2022 г. сократилась с 34 до 22%. По итогам 2022 г. эта доля, вероятно, продолжит снижаться и составит около 15%, тем самым выйдя на уровень пандемийного 2020-го.

Можно говорить о том, что в результате шока 2022 г. произошло изменение модели функционирования венчурного рынка в России. Если в последние несколько лет рынок работал по модели оценки компаний, в основе которой находились ожидания зарубежной экспансии и роста капитализации, то на данный момент более реалистичной является дивидендная модель, предполагающая наличие сформировавшегося бизнеса со стабильным денежным потоком. В таких условиях снижается ожидаемая доходность венчурных инвестиций и, соответственно, происходит закрепление их притока на более низком уровне.

Новой тенденцией последних месяцев стала активная релокация российских компаний за рубеж. По оценкам²⁵, за первое полугодие 2022 г. из России уехало более тысячи IT-стартапов.

²⁵ Приведены оценки компании DSight, dsight.ru 

По сути, это один из немногих путей привлечения средств зарубежных инвесторов из «недружественных» юрисдикций, на которые до шока приходилась львиная доля иностранных инвестиций на российском венчурном рынке.

Однако не все компании из числа релоцировавшихся готовы полностью оборвать связи с Россией: часть из них меняет юридическую оболочку, но всё еще продолжает деятельность на территории страны. В таком случае маскировка резидентной принадлежности, выделение подразделения, работающего в России, в отдельное юридическое лицо повышает шансы на привлечение иностранного финансирования. Перспективы привлечения иностранного финансирования в обозримом будущем просматриваются достаточно сложно.

Зарубежное финансирование венчурного рынка в России в I полугодии 2022 г. в сравнении с аналогичным периодом 2021-го сократилось почти в 2 раза по числу сделок (с 11 до 6) и более чем в 6 раз – по объему инвестиций (с 362 до 56 млн долл.).

С одной стороны, уровень санкций во многом достиг своего предела и вряд ли может быть сильно повышен. К тому же многие инвесторы, формально не затронутые ограничениями, и так опасаются вторичных санкций – поэтому усиление санкционной риторики если и ухудшит ситуацию, то незначительно. При этом со временем российские стартапы могут адаптироваться к маскировке резидентной принадлежности и более активно использовать буферные зоны для привлечения иностранного финансирования, продолжая при этом деятельность на территории России.

В качестве таких зон можно рассматривать юрисдикции-«мосты»: страны СНГ, ОАЭ, Турцию, некоторые азиатские и латиноамериканские страны. При этом выход на подобные рынки можно рассматривать как трамплин, позволяющий в дальнейшем рассчитывать на более широкую международную экспансию – в этом смысле небольшой внутренний рынок этих стран не является препятствием.

Результативность освоения этих рынков во многом будет зависеть от того, насколько успешно компании смогут преодолеть различные регуляторные барьеры, которых, судя по комментариям экспертов, немало.

Вывод

Таким образом, текущая ситуация на венчурном рынке в России тесно связана с тремя обстоятельствами. Во-первых, это негативные тенденции развития глобального венчурного рынка. Во-вторых, санкции, адаптация к которым частично происходит через релокацию российских компаний за рубеж. В-третьих, это государственная поддержка, которая, вероятно, будет усиливаться и частично восполнять выпадающие объемы финансирования.

Результирующая сила этих факторов приведет к качественным изменениям на российском венчурном рынке. Шок 2022 г. создает шанс на преодоление «разомкнутости» инновационной системы, заключающейся в том, что российские перспективные компании, получив финансирование на начальных этапах внутри страны, продолжали свою деятельность за границей.

В таких условиях Россия являлась скорее поставщиком перспективных решений за рубеж, не в полной мере используя свой инновационный потенциал. В то же время усиливается риск сегментации: государственные деньги могут помочь в масштабировании решений внутри страны, но могут не создавать условия для распространения этих решений на смежные отрасли или в другие страны.

Вне зависимости от приспособления российских стартапов к санкциям, негативные тренды глобального рынка венчурных инвестиций, которые, вероятно, сохранятся и в 2023 г., осложняют привлечение иностранного финансирования.

Как показывает практика, в условиях макроэкономической нестабильности венчурные инвестиции в развивающихся странах оказываются более уязвимыми, чем в развитых. Это можно объяснить переориентацией инвестиций из зоны повышенного риска (развивающиеся страны) в более стабильные (развитые страны).

Действия по адаптации

АНАЛИЗ СТИХИЙНОЙ САМОАДАПТАЦИИ КОМПАНИЙ ИКТ К УСЛОВИЯМ КРИЗИСА

Столкнувшись с санкционными ограничениями, российский бизнес, работающий в секторе ИКТ, приступил к адаптации к новым условиям.

Обобщая, можно выделить несколько направлений введённых ограничений против российского сектора ИКТ:

- ограничения на поставки ЭКБ и оборудования, что на практике означает удлинение сроков поставок, рост стоимости продукции и доли бракованных изделий из-за закупок у неофициальных поставщиков по серым схемам. В некоторых случаях бывает затруднительно закупить необходимое оборудование и ЭКБ за любые деньги;
- прекращение технической поддержки импортного оборудования, в т. ч. невозможность скачать и установить обновление ПО, что важно в сферах, где критически важна бесперебойная работа и информационная безопасность;
- ограничения на использование ПО иностранных компаний, что может сделать нереальной покупку новых лицензий, а также привести к блокировке личных кабинетов пользователей или невозможности скачать обновление;
- ликвидация либо релокация подразделений иностранных компаний, что, с одной стороны, способствует оттоку специалистов, а с другой – высвобождает работников, которые становятся доступными на рынке труда для российских компаний сектора ИКТ.

Важно отметить неравномерность и разнонаправленность происходящих изменений: разные сферы деятельности столкнулись с разной степенью санкционных ограничений и, соответственно, с различными их эффектами (одна и та же организация может сталкиваться, например, с ростом спроса, потерей коллабораций и притоком специалистов).

В целом адаптация российского сектора ИКТ к новым условиям проходит по следующим основным направлениям:

- адаптация российских производителей и коммерческих потребителей микроэлектроники к ограничениям импортных поставок;
- адаптация российских компаний к ограничениям на использование иностранного ПО;
- адаптация российского бизнеса к миграционным потокам ИКТ-специалистов.

Адаптация российских производителей и коммерческих потребителей микроэлектроники к ограничениям импортных поставок

С введением санкционных ограничений крупнейший в мире контрактный производитель микрочипов TSMC прекратил сотрудничество с российским разработчиком микропроцессоров МЦСТ²⁶.

Это резко сузило возможности российской компании в сфере технологического развития, в частности, в области проектирования микрочипов (фактически возможности развития ограничены доступными в России техпроцессами и неопределенными перспективами сотрудничества с китайскими контрактными производителями микроэлектроники).

По данным интервью с работниками отрасли, проводившимися ЦМАКП, весной и летом 2022 года производители микроэлектронной продукции продолжали работать, в том числе за счёт запасов импортных комплектующих.

Отдельные российские ИКТ-компании уже столкнулись с ограничениями в импортных поставках. В частности, об этом заявили в августе 2022 г. производители оборудования информационной безопасности UserGate и «Код безопасности».

Так, у UserGate происходят задержки поставок межсетевых экранов UserGate F8000 и UserGate E3000, а «Код безопасности» приостановил

²⁶ Запрет на развитие: как российские технологии выживут без полупроводников, forbes.ru, (дата обращения: 10.09.2022)

поставки электронных замков «Соболь» и столкнулся с задержками поставок аппаратно-программных комплексов шифрования IPC-500 и IPC-1000²⁷.

В октябре 2022 г. появилась информация о росте доли бракованной продукции среди поставляемой в Россию ЭКБ с 2 до 40%, что обусловлено закупкой компонентов не у официальных дистрибьюторов, а через неофициальных поставщиков²⁸.

Проблема разрыва цепочки поставок компонентов в той или иной степени характерна для многих отраслей обрабатывающей промышленности.

По данным федерального статистического наблюдения Росстата, в марте 2022 г. заметно выросла доля организаций обрабатывающей промышленности, которые при заполнении формы федерального статистического наблюдения выделили недостаток сырья и материалов как значимый фактор, ограничивающий рост производства (рисунок 10).

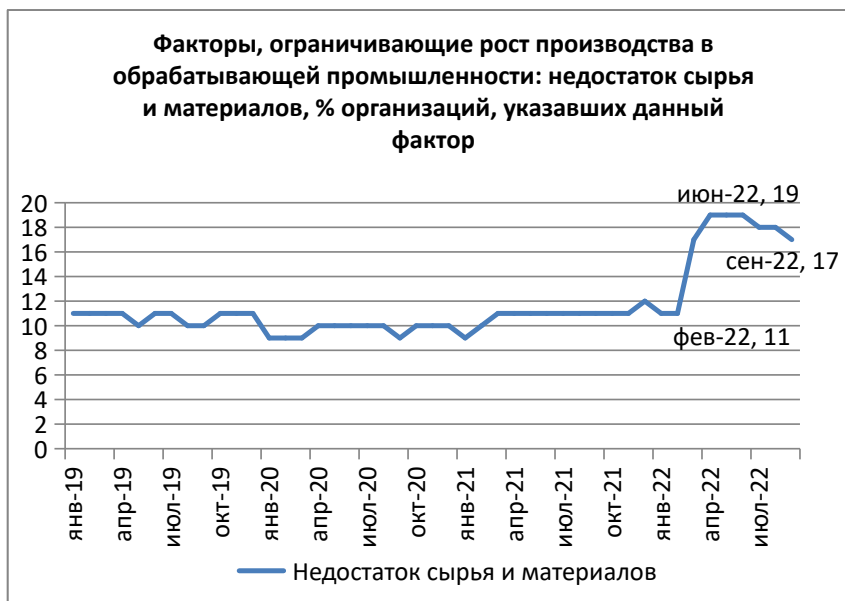
В марте 2022 г. заметно выросла доля организаций обрабатывающей промышленности, которые при заполнении формы федерального статистического наблюдения выделили недостаток сырья.

Обычно на этот фактор указывали около 10% организаций. В марте его указали уже 17% организаций, в апреле-июне – 19%, после чего наблюдалось плавное снижение значимости данного фактора, что может указывать на постепенную адаптацию организаций к новым условиям.

²⁷ Российские разработчики систем информзащиты срывают поставки, vedomosti.ru, (дата обращения: 10.09.2022)

²⁸ В России растет популярность брака, kommersant.ru, (дата обращения: 18.10.2022)

Рисунок 10

Факторы, ограничивающие рост производства в обрабатывающей промышленности: недостаток сырья и материалов

Источник: ЦМАКП по данным Росстата

Столкнувшись с разрывом старых цепочек поставок, российские потребители импортной ЭКБ и микроэлектронной продукции начали поиск альтернативных поставщиков как внутри России, так и среди компаний из дружественных стран.

В частности, в серии интервью с работником телекоммуникационной отрасли, проведённых ЦМАКП в марте-октябре 2022 года, удалось проследить процесс адаптации отрасли к ограничениям на импорт телекоммуникационного оборудования.

Весной 2022 года прекращены поставки оборудования Cisco и Huawei, которые были основными поставщиками телекоммуникационного

оборудования для компании-респондента. Одновременно была прекращена техническая поддержка ранее установленного оборудования, в т. ч. перекрыта возможность скачать и установить обновление ПО для работающего оборудования.

Летом 2022 года компания респондента вела переговоры с китайским предприятием, производящим телекоммуникационное оборудование. Ранее российская компания с этой фирмой не сотрудничала. По оценке респондента, оборудование предприятия уступает ранее использовавшейся продукции глобальных технологических лидеров, но может использоваться для широкого круга задач.

Российское оборудование способно заменить импортные аналоги в отдельных областях применения, например, в сфере информационной безопасности.

Одновременно компания респондента активно изучала продукцию российских производителей, которая потенциально могла бы заменить импортные аналоги. По оценке респондента в июле 2022 года, российское оборудование способно заменить импортные аналоги в отдельных областях применения, например, в сфере информационной безопасности.

В октябре 2022 года в интервью респондент сообщил об успешном сотрудничестве с новым партнёром из Китая, официально поставляющим телекоммуникационное оборудование в Россию.

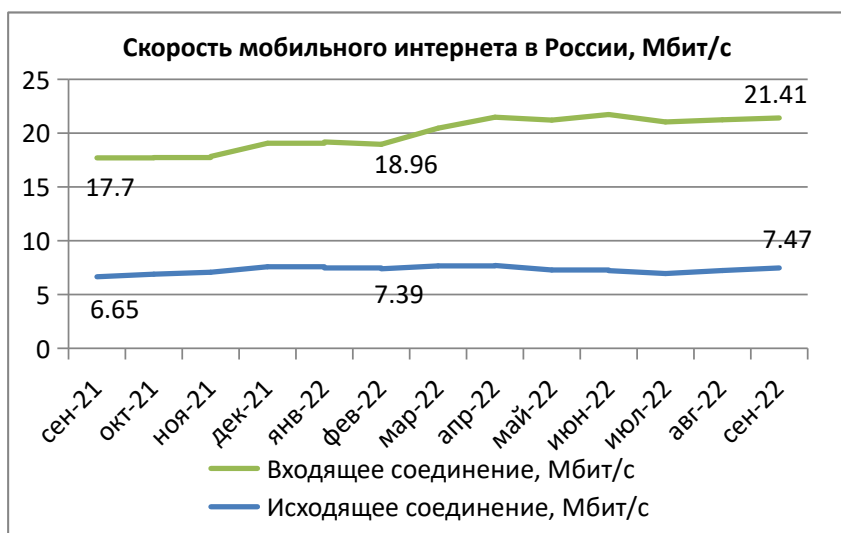
Сотрудничество с российскими производителями респондент охарактеризовал как ограниченное из-за недостаточного качества и количества российской продукции (по нашей оценке, недостаточное её количество может указывать не только на проблемы быстрого роста, но и на ограниченность поставок ЭКБ в новых условиях).

Кроме того, респондент отметил невозможность обновления ПО оборудования, произведённого глобальными технологическими лидерами, что является существенным недостатком с точки зрения информационной безопасности.

Несмотря на это, различные сегменты ИКТ продолжают работать и постепенно, по всей видимости, находят пути адаптации к новым условиям.

Например, российская отрасль телекоммуникаций в 2022 году показывает рост скорости как мобильного, так и стационарного трафика²⁹ (рисунки 11, 12).

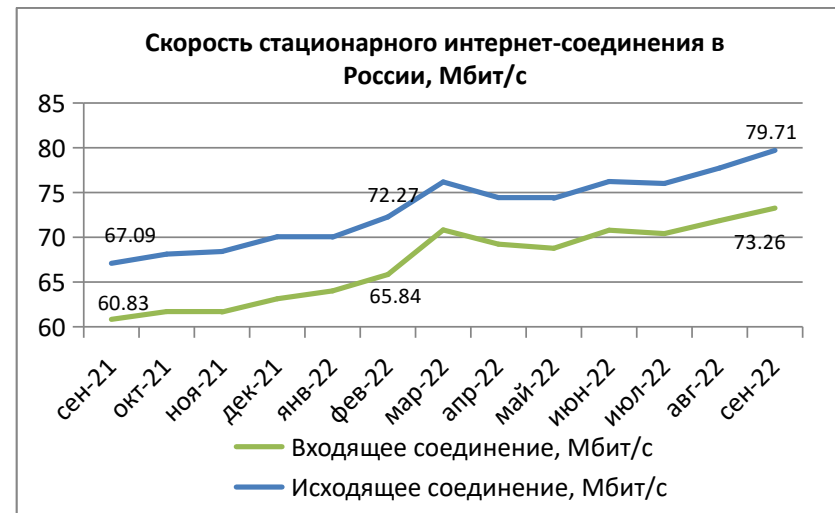
Рисунок 11
Скорость мобильного интернета в России



Источник: ЦМАКП по данным Speedtest Global Index

²⁹ Speedtest Global Index, speedtest.net, (дата обращения: 30.10.2022)

Рисунок 12
Скорость стационарного интернет-соединения в России



Источник: ЦМАКП по данным Speedtest Global Index

Адаптация российских компаний к ограничениям на использование иностранного ПО

Как уже отмечалось, в части ПО российские компании встроены в глобальную систему ИТ-разработки в качестве пользователей средств разработки, пользователей ПО и разработчиков собственных программных продуктов. Кроме того, производители микроэлектронной продукции применяют САПР, разработанные иностранными компаниями.

Многие компании – глобальные технологические лидеры в разработке ПО, чьи программные продукты широко распространены в России, объявили о введении ограничений для российских пользователей. В частности, в марте 2022 года о **введении ограничений объявили следующие компании**³⁰:

³⁰ Мониторинг и анализ технологических санкций и их последствий для России. № 1, 5 апреля 2022 года, forecast.ru, (дата обращения: 18.10.2022)

- **Microsoft** – о прекращении всех новых продаж продуктов и услуг в России;
- **Oracle**, второй по величине производитель ПО в мире, крупнейший разработчик систем управления базами данных, бизнес-приложений, – о прекращении всех операций 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 верстки, 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, 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.

Реальная тяжесть введённых ограничений может сильно варьироваться в зависимости от политики компании-собственника ПО, необходимости использовать для работы облачные сервисы и доступности полноценных аналогов. Наиболее сложная ситуация возникает, если использование ПО предполагает подключение к облачному сервису разработчика.

В этом случае невозможно перейти на пиратскую версию или отключить рабочий компьютер от интернета, чтобы избежать блокировки при обновлении.

Наличие доступных полнофункциональных аналогов (российских или из дружественных стран) существенно облегчает ситуацию. На практике, по данным опросов, проведённых ЦМАКП, наблюдается разнообразие проблем и путей их решения, выбранных российскими компаниями.

В марте 2022 года иностранные разработчики САПР для микроэлектроники из числа мировых лидеров, такие, как Synopsys и Cadence³¹, ввели санкции в отношении российских пользователей. В июле 2022 года респондент, работающий в радиоэлектронной промышленности, рассказал о поиске альтернативных продуктов от российских разработчиков: «Идёт процесс перехода на отечественный софт. Там точно что-то есть».

Например, «Эремекс», «Симика». В чём-то они могут заменить Cadence». Но в целом, представляется, что российские разработчики САПР в сфере проектирования микроэлектроники пока далеки от глобальных технологических лидеров, и развитие российских САПР затруднено низким уровнем развития отечественного оборудования для производства микроэлектроники.

В начале июня инженер из компании, разрабатывающей ПО для применения в обрабатывающей промышленности, рассказал о резком росте интереса к её продукту: *«Интерес резко возрос, особенно у тех, кто не успел купить иностранный софт. Надо на чём-то работать»*.

В то же время респондент выделил **две проблемы, затрудняющие переход промышленности на российское ПО:**

- отставание российских аналогов от программных продуктов глобальных технологических лидеров: «[потенциальные заказчики] воспринимают с недоверием. И хотя «всё здесь и сейчас». Но так не бывает – 20 лет финансировались разработки зарубежного ПО, и Siemens на российские деньги 20 лет строил комплекс, отвечающий требованиям. А теперь нам надо предоставить то же самое, прямо на старте и без этих вливаний. Нет, мы, конечно, семимильными шагами нагоняем уровень, но волшебной палочки нет»;
- ожидание отмены санкций и сворачивания программ государственной поддержки: «Проблемы – потребители (а это, очевидно, госы из тяжелого машиностроения) зависят от госфинансирования».

³¹ Over 1,000 Companies Have Curtailed Operations in Russia – But Some Remain, som.yale.edu, (дата обращения: 18.10.2022)



Все, так или иначе, боятся сокращения финансовых программ и потому осторожничают. А еще ждут, что год-два, и иностранные компании вернутся, санкции снимут, – не спешат закупать отечественное».

Тем не менее респондент оптимистично смотрит в будущее: «До санкций протекторат Siemens не давал нам развития, миллиарды денег уходили за границу. А теперь наконец-то настало наше время».

В мае 2022 года руководитель российской компании, производящей готовую микроэлектронную продукцию, рассказал о мерах по обеспечению работы иностранного ПО: **«Мы просто отключили его от интернета и работаем дальше. Поначалу пробовали поговорить с собственниками, но потом поняли, что это бесполезно, и просто отключили его от интернета»**. При этом «российские аналоги не рассматривали. Единственное – перешли на российскую систему управления проектами».

«До санкций протекторат Siemens не давал нам развития, миллиарды денег уходили за границу. А теперь наконец-то настало наше время».

В конце июля аналитик из консалтинговой компании, занимающийся BI (Business Intelligence – перевод и визуализация деловой информации в интуитивно понятную для человека форму), рассказал, что работа в его компании продолжается на старых программных продуктах за счёт использования старых лицензий. Покупка новых лицензий заблокирована многими западными разработчиками, поэтому его компания активно исследует возможности перехода на российские или китайские аналоги.

В сентябре при повторном интервью этот же респондент сообщил, что его компания остановила свой выбор на китайской BI-системе, в адаптации которой для русскоязычных пользователей они принимают активное участие.

По его словам, отказ от выбора российских аналогов вызван двумя причинами: низким функционалом программных продуктов и неоправданно высокой ценой.

Использовать пиратское ПО в случае с BI затруднительно, поскольку доступность обрабатываемой информации для большого количества пользователей традиционно обеспечивается за счёт использования облачных технологий, что невозможно сделать без легально купленной лицензии.

В июне 2022 года один из респондентов, работающий в сфере планирования воздушного движения, рассказал о проблемах с иностранным ПО, которое он использовал в своей работе:

«Нам отключили большую часть западных программных систем по планированию авиаперелётов. В конце февраля – начале марта мы осознали, что теперь надо всё считать в «Экселе». В ответ на это они сократили выполняемые операции до минимально необходимых.

Более того, возникли проблемы с применением пакетов ПО с открытым исходным кодом: «Нам, как разработчикам ИТ, пришлось перепроверять часть исходных кодов Open Source – оказалось, что там есть закладки. Часть программ начала работать некорректно. (...) Есть библиотеки, которые выполняют отдельные функции.

Из маленьких блоков ты набираешь свой большой продукт. Берёшь готовую библиотеку. Часть библиотек оказались, по сути, вредоносными. Если система видит, что ты работаешь в России, то она работает некорректно. Например, есть код, который разбирает текст на буквы. Если он видит, что у тебя IP русский, то он вместо русских букв начинает подставлять украинские».

При повторном интервью в октябре 2022 года респондент рассказал о замещении импортного ПО аналогами собственной разработки. При этом проводится полная проверка применяемых программных пакетов на низком уровне с целью выявления и исключения закладок.

По оценке респондента, до введения санкционных ограничений в российских авиакомпаниях в данной сфере применялись программные продукты с устаревшей архитектурой. При переходе на разрабатываемые ими аналоги качество ПО не только

не снижается, но и имеет потенциал к развитию: «Заблокировали много софта нашим заказчикам. Мы его стали замещать своим. Софт, который у них был, – из 90-х архитектурно. А мы приходим с новым технологическим стеком».

Отмечены случаи, когда санкционные ограничения никак не повлияли на работу российских ИТ-фирм, разрабатывающих и использующих ПО.

В конце июля менеджер проектов из консалтинговой компании, которая помогает запускать управленческие ИТ-системы, рассказал, что из-за невозможности легальной покупки иностранного ПО российские компании начали использовать пиратские версии иностранного ПО. При этом, по его оценке, в коммерческом секторе российские компании не спешат переходить на российские аналоги, предпочитая пиратские версии привычных программных продуктов.

В то же время в ходе интервью отмечены случаи, когда санкционные ограничения никак не повлияли на работу российских ИТ-фирм, разрабатывающих и использующих ПО. Например, инженер ИТ-компании, которая занимается автоматизацией приема клиентских документов для других организаций, рассказал, что не сталкивался ни с какими проблемами с ПО.

По его словам, проблемы с иностранным ПО возникли только в HR-подразделении его фирмы. Развитие собственных программных продуктов и оказание услуг на их основе продолжается в штатном режиме. Данная оценка была дана респондентом в мае и подтверждена в ходе повторного интервью в сентябре 2022 года.

В мае 2022-го работник российской компании, разрабатывающий дизайн для ПО, рассказал о покупке необходимого для работы ПО через посредника: «С софтом да, есть проблемы с закупкой, но решаемые. Мой основной софт закупили через компанию, которая может оплатить зарубежку. Но по цене в 3 раза выше».

При повторном интервью в октябре 2022 года респондент рассказал, что введенные софтверными компаниями санкции против российских потребителей часто можно обойти: «Многие просто оставляют лазейки для покупки».

В конечном счёте «что-то [можно] купить через посредников, а что-то, оказалось, имеет альтернативы бесплатные или у тех, кто не блокировал продажи для РФ. Я бы сказал, что разработка не сильно пока пострадала, может быть, только локальные случаи».

Таким образом, в части программного обеспечения можно выделить следующие направления адаптации:

- применение пиратских версий привычных программных продуктов, разработанных глобальными технологическими лидерами;
- покупка лицензий по серым схемам (через третьи страны и т. д.);
- переход на аналоги из дружественных стран;
- переход на российские аналоги или разработка собственных программных продуктов.

Реальный результат введенных ограничений так же сильно различается – от сбоя в работе или роста издержек до стимула к развитию российских аналогов и даже к вынужденному переходу на более современные решения из-за блокировки старых и возможности выбора более совершенного ПО.

Адаптация российского бизнеса к миграционным потокам ИКТ-специалистов

Помимо санкций со стороны отдельных государств и ряда крупных компаний можно выделить усиление миграционных потоков ИКТ-специалистов и ликвидацию (релокацию) российских подразделений глобальных ИТ-компаний.

Данные процессы приводят, во-первых, к физическому отъезду ИКТ-специалистов из России и, во-вторых, к обогащению российских ИТ-компаний специалистами, ранее работавшими в ликвидированных российских офисах иностранных ИТ-компаний.

Физическая смена места жительства может проходить по одному из следующих сценариев:

- *релокация, организованная работодателем – российской компанией.* В этом случае российская компания сохраняет компетенции при физическом переезде части работников;
- *релокация, организованная работодателем – иностранной компанией.* В этом случае работодатель стремится в первую очередь сохранить кадровое ядро из наиболее сильных сотрудников, которым предлагают не только новое место работы в другой стране, но и помощь с обустройством на новом месте и оформлением документов. Однако при таком варианте часть сотрудников либо не получают предложение по релокации, либо предпочитают остаться в России. В результате на рынок труда выходят высококвалифицированные специалисты с уникальными компетенциями и становятся ценными сотрудниками российских компаний. Благодаря этому может происходить кадровое обогащение российских компаний;
- *индивидуальная релокация, когда человек принимает решение о переезде самостоятельно и уезжает за границу без поддержки со стороны работодателя.* В этом случае российский бизнес теряет работника. Можно предположить, что по такому пути идут специалисты с относительно высокой квалификацией и хорошим знанием английского языка, которым легче найти работу за границей.

Ещё одна категория специалистов, которые могут относительно часто самостоятельно переезжать за границу, – индивидуальные работники или малый бизнес, выполняющий иностранные заказы по ИТ-разработке.

В этом случае речь идёт о специалистах, которые были включены в иностранные системы ИТ-разработки, и изменилось только место их фактического проживания.

Сделать прямую оценку количества релоцировавшихся российских специалистов сектора ИКТ не представляется возможным.

Определённые представления о масштабе проблемы может дать исследование совокупных миграционных потоков за 2022 год. Необходимо отметить, что они не позволяют оценивать профессиональный состав мигрантов и формируются в результате сложных процессов разномотивированной миграции, включая репатриацию выходцев из других стран (прежде всего, среднеазиатских республик), получивших российское гражданство некоторое время назад. Тем не менее изучение доступной статистики международной миграции позволяет составить представление о масштабе явления.

Совокупные показатели международной миграции можно оценить по данным учёта МВД РФ и данным пересечения границы, которые отслеживаются Пограничной службой ФСБ России.

По данным МВД России³², в 2022 году по сравнению с 2021-м значительно выросло количество выбывших при сохранении числа прибывших на обычном уровне. За январь-июль 2021 года количество выбывших составило 209,4 тыс. чел., а за аналогичный период 2022-го – 454,9 тыс. чел. В то же время количество прибывших за тот же период снизилось: 281 тыс. чел. и 370,4 тыс. чел. за 2022 и 2021 годы соответственно.

Такое изменение привело к тому, что чистый миграционный приток населения, наблюдавшийся в соответствующем периоде 2021 года (161 тыс. чел.), сменился чистой миграционной убылью (73,9 тыс. чел.). Такая ситуация наблюдается со всеми странами СНГ и многими странами дальнего зарубежья.

Однако стоит отметить, что во втором полугодии 2021 года наблюдался резкий спад количества выбывших (рисунок 13). В этой связи значительный рост выбывших в первом полугодии 2022-го можно объяснить компенсацией спада 2021 года.

Кроме того, превышение выбывших над прибывшими наблюдалось с января 2022 года, что является аргументом в пользу предположения о компенсационном характере роста количества выбывших.

³² Росстат. Социально-экономическое положение России – 2022 г. Январь-август, gks.ru, дата обращения: 30.10.2022) 

Рисунок 13

Международная миграция по данным МВД России, 2020–2022 годы



Источник: Росстат. Социально-экономическое положение России – 2022 г. Январь-август

Статистика пересечения границы гражданами России³³ публикуется на сайте ЕМИСС по данным ФСБ РФ с детализацией по странам, что позволяет оценить миграционные потоки более точно.

При этом важно учитывать, что на совокупные изменения миграционных потоков оказывают сильное влияние последствия коронавирусных ограничений, которые были введены в 2019–2020 годах и снимались неравномерно, что затрудняет получение выводов по данным миграционной статистики.

Во втором квартале 2022-го количество граждан России, выехавших за границу, на 21% превысило соответствующий показатель предыдущего года, что можно считать продолжением тренда

³³ Выезд граждан России, fedstat.ru, (дата обращения: 30.10.2022)

на послековидное восстановление. В частности, на 33% выросло количество поездок в страны, не вводившие ограничения на полёты из России. Поездки в страны, ограничившие полёты из России, сократились на 37%. Таким образом, можно говорить об одновременно существующих разнонаправленных тенденциях.

Во-первых, закрытие авиасообщения с рядом стран сокращает выезды граждан России за границу. Во-вторых, граждане РФ с целью туризма вынуждены осваивать новые маршруты, что увеличивает число поездок в другие страны. В-третьих, в растущую статистику выезда из России входят граждане, сознательно покидающие страну.

Одновременное существование разных по содержанию и направлению тенденций затрудняет получение выводов относительно совокупных масштабов релокации ИКТ-специалистов.

В детализации по странам наибольший рост количества поездок приходится на 4 страны СНГ: Армению, Киргизию, Таджикистан и Узбекистан (рисунок 14).

Во втором квартале по сравнению с соответствующим периодом 2019 года количество поездок в эти страны выросло соответственно на 34 тыс., 39 тыс., 39 тыс. и 29 тыс. чел.

Итого, по сравнению с 2019-м прирост миграции в эти страны во втором квартале составил 141 тыс. чел.

Оценки экспертов отрасли ИТ о количестве уехавших из России ИТ-специалистов колеблются от 25 тыс. до более 100 тыс. ИТ-специалистов, покинувших Россию к сентябрю 2022 года^{34, 35}.

³⁴ Участники рынка оценили новую волну уезжающих из России айтишников, russoft.org, (дата обращения: 18.10.2022)

³⁵ Эксперты оценили отток ИТ-специалистов к концу первого полугодия, rbc.ru, (дата обращения: 18.10.2022)

Рисунок 14
Выезд граждан России



Источник: ФСБ России

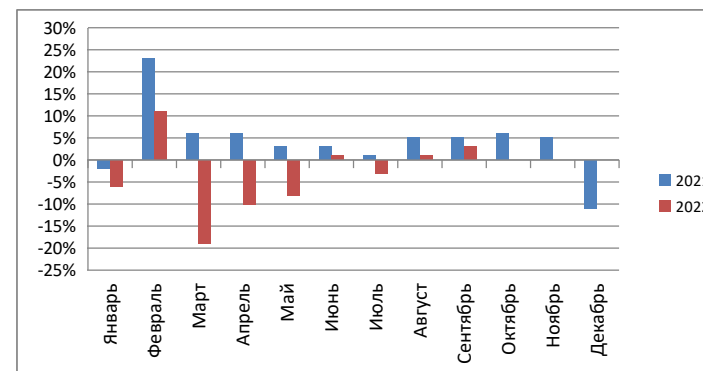
Влияние на рынок труда ИТ-специалистов можно оценить по данным статистики сервисов поиска работы. По данным HeadHunter³⁶ по группе «Информационные технологии, интернет и телеком», осенью 2021 года наблюдался рост количества вакансий с темпом 5–6% в месяц, который сменился спадом в декабре-январе и компенсационным ростом в феврале на 11%, что соответствует обычной сезонной динамике.

В марте произошло значительное сокращение количества вакансий на 19%, продолжившееся в апреле и мае 2022 года.

В июне-сентябре количество вакансий остаётся на низком уровне, балансируя около нуля с темпом роста от -3 до +3% по сравнению с предыдущим месяцем (рисунок 15). В сентябре накопленный спад составил 28% по сравнению с 2021 годом. Для сравнения, общее количество вакансий на НН в сентябре снизилось на 11% по сравнению с сентябрём 2021-го (рисунок 16).

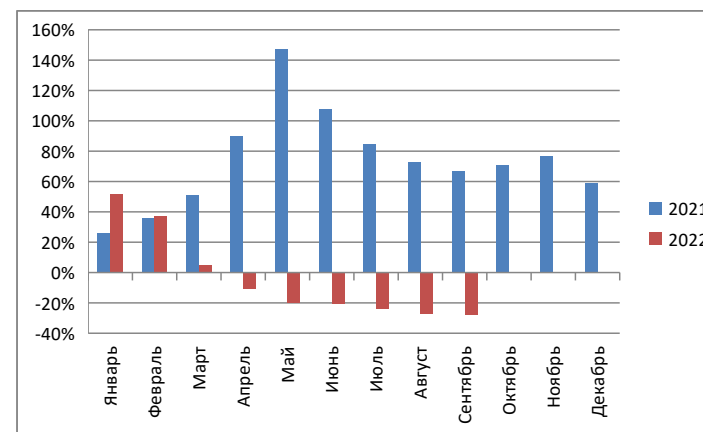
³⁶ Нн Индекс, stats.hh.ru, (дата обращения: 30.10.2022)

Рисунок 15
Темп прироста количества вакансий на HeadHunter в сфере ИТ, интернет и телеком по сравнению с предыдущим месяцем, %



Источник: ЦМАКП по данным HeadHunter

Рисунок 16
Темп прироста количества вакансий на HeadHunter в сфере ИТ, интернет и телеком по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года, %



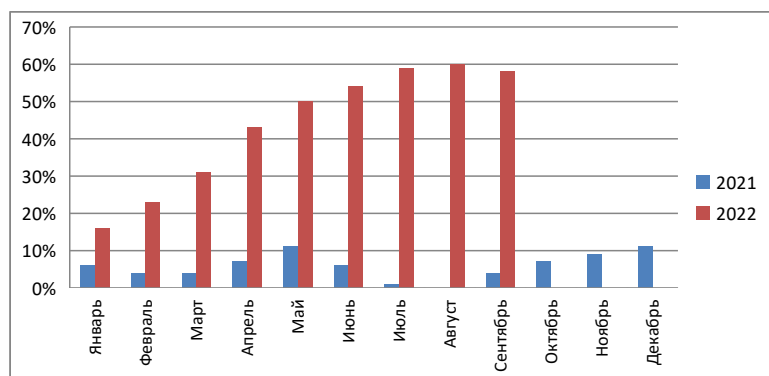
Источник: ЦМАКП по данным HeadHunter

Количество резюме в ИТ отличается более выраженной сезонной динамикой по сравнению с вакансиями. В целом с осени 2021 года наблюдается тренд на рост количества резюме в сфере ИТ по сравнению с соответствующим периодом прошлого года, что объясняется ростом количества выпускников онлайн-курсов с невысокой квалификацией и потому долго ищущих работу³⁷.

В феврале и марте 2022 года рост количества резюме ускорился до 14% по сравнению с предыдущим месяцем. В апреле рост к предыдущему месяцу составил 8% (рисунок 17), что объясняется увольнением иностранными компаниями российских работников при ликвидации и частичной релокации российских подразделений. С мая темп роста к предыдущему месяцу замедлился, но до августа включительно оставался выше, чем в аналогичном периоде 2021 года. В сентябре рост количества резюме к соответствующему периоду прошлого года составил 58% (рисунок 18).

Рисунок 17

Темп прироста количества резюме на HeadHunter в сфере ИТ, интернет и телеком по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года, %

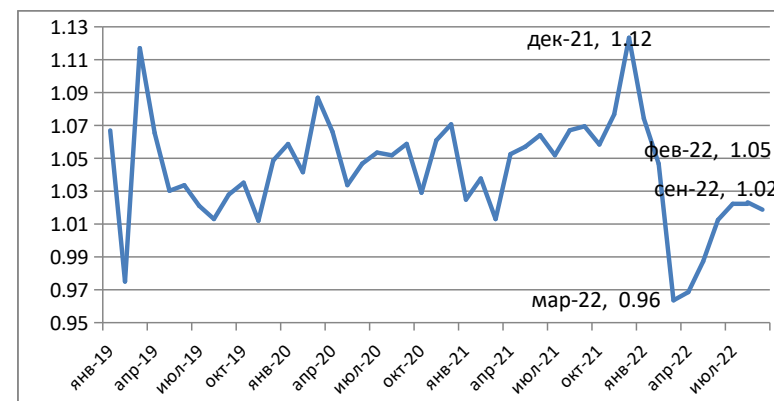


Источник: ЦМАКП по данным HeadHunter

Данные об изменении величины спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов по данным HeadHunter согласуются с данными о динамике медианной заработной платы в отрасли ИТ и связь, по данным Sber Index³⁸ (рисунок 45).

Рисунок 18

Динамика медианной заработной платы в отраслях ИТ и связи в реальном выражении, по данным Sber Index, к соответствующему периоду прошлого года



Источник: Расчёты ЦМАКП по данным Sber Index

В 2020–21 годах темп роста реальной заработной платы колебался в пределах 5% к соответствующему периоду предыдущего года. В декабре 2021-го были выплачены крупные премии по итогу года, в результате чего темп роста достиг 12%, после чего в феврале вернулся к обычному значению 5% к соответствующему периоду предыдущего года.

После ускорения роста количества резюме в феврале-апреле 2022 года и спада числа вакансий в марте 2022-го рост реальной

³⁷ «Джуны» не нужны: почему выпускникам ИТ-курсов стало сложнее найти работу, forbes.ru, (дата обращения: 30.10.2022)

³⁸ Sber Index. Медианная заработная плата, sberindex.ru, (дата обращения: 30.10.2022)

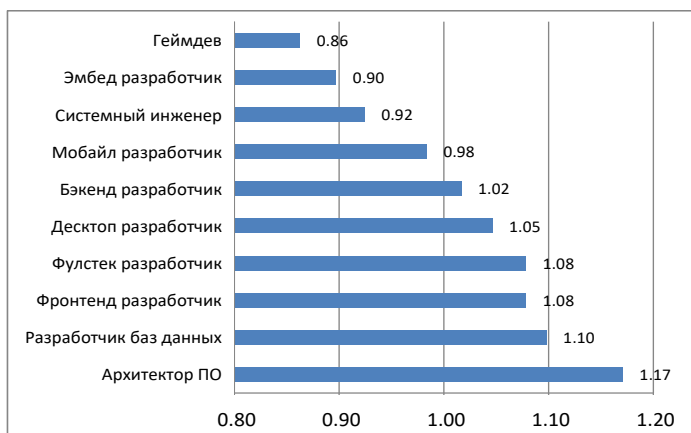
заработной платы сменился спадом на 4% в марте и на 3% – в апреле по сравнению с соответствующим периодом прошлого года.

После весеннего шока рынок труда ИТ-специалистов стабилизировался в июле-сентябре 2022-го с темпом роста около 2% к соответствующему периоду прошлого года. **Замедление темпов роста реальных заработных плат является следствием изменения соотношения вакансий и резюме в пользу роста количества соискателей по сравнению с числом открытых вакансий.**

В разрезе отдельных ИТ-специальностей рост заработных плат происходит неравномерно (рисунок 19). По данным опросов Habr.com^{39, 40}, в первом полугодии 2022 года по сравнению со вторым

Рисунок 19

Рост реальных заработных плат отдельных ИТ-специальностей, по данным опросов Habr.com, в I полугодии 2022 года по сравнению со II полугодием 2021-го



Источник: Расчёты ЦМАКП по данным Habr.com

³⁹ Зарплаты айтишников во втором полугодии 2021: +17% за счет поддержки и администрирования в регионах, habr.com/ru/, (дата обращения: 30.10.2022)

⁴⁰ Зарплаты айтишников в первом полугодии 2022: впервые за пять лет средняя зарплата не изменилась, habr.com/ru/, (дата обращения: 30.10.2022)

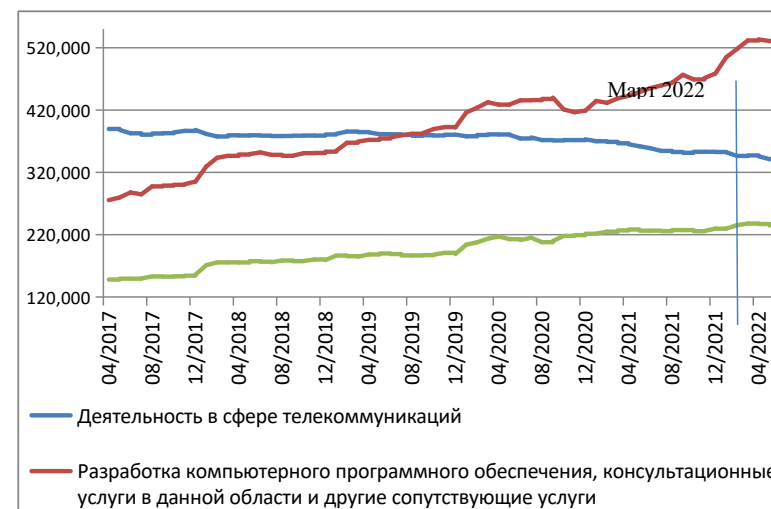
полугодием 2021-го изменение реальных заработных плат российских ИТ-специалистов составило от -14 до +17% в зависимости от специальности. Такой разброс объясняется изменением структуры спроса. В частности, спрос на разработчиков игр (геймдев) в России сократился из-за затруднения вести бизнес на глобальном рынке игр с территории России.

Напротив, спрос на архитекторов ПО вырос из-за резко возросшей потребности в импортозамещении ПО. Стоит отметить, что Habr.com также зафиксировал прекращение роста номинальных заработных плат среди ИТ-специалистов.

Совокупная численность работников крупных и средних предприятий основных видов экономической деятельности сектора ИКТ, по данным до июня 2022 года включительно, остаётся на многолетних трендах (рисунок 20).

Рисунок 20

Среднесписочная численность работников (без внешних совместителей), чел.



Источник: ЦМАКП по данным Росстата

В деятельности в сфере телекоммуникаций с середины 2020 года плавно сокращается численность занятых. Вероятным объяснением этого является рост производительности труда за счёт технологического развития отрасли. В виде деятельности по разработке ПО была отмечена тенденция к росту занятости.

При этом наблюдается обычная сезонная динамика: рост занятости в начале года и её стабилизация – в середине. В деятельности в области ИТ занятость стабилизировалась в 2020–21 годах и показала небольшой рост в начале 2022-го.

Таким образом, в занятости на крупных и средних предприятиях основных отраслей сектора ИКТ не отмечалось значимой реакции на санкционные ограничения и увеличение миграционных потоков.

С марта 2022 года иностранные ИТ-компании начали приостанавливать и сворачивать деятельность своих подразделений в России. Часть работников они релоцировали в офисы в другие страны. Частично бывшие работники этих подразделений оставались в России и искали работу в российских ИТ-компаниях.

Например, Intel объявила о релокации в Германию 500 сотрудников офиса в Нижнем Новгороде⁴¹. Сообщалось, что работников этого подразделения активно приглашали к себе Сбер и Росатом. В итоге часть из них пополнила штат бывшего дочернего предприятия Сбера – Cloud⁴². Приведен пример, когда из Intel в Cloud перешло целое подразделение, занимавшееся разработкой эмуляторов для новых процессоров и SmartNIC (NIC – Network Interface Card, сетевая интерфейсная карта).

В начале сентября 2022 года команда экспертного направления Client Engineering российского офиса IBM перешла в компанию Cloud. Среди специалистов – дизайнеры, технические разработчики, архитекторы решений, специалисты по работе с данными, эксперты по безопасности, DevOps-инженеры и другие работники.

⁴¹ Intel планирует перевезти в Германию сотрудников нижегородского офиса, kommersant.ru, (дата обращения: 30.10.2022)

⁴² Российские разработчики эмуляторов для процессоров перешли из Intel в Cloud всей командой, tadviser.ru, (дата обращения: 30.10.2022)

Специалисты по подбору персонала нескольких российских ИТ-компаний рассказали о росте количества соискателей, имеющих богатый опыт работы и уволенных из российских подразделений иностранных компаний⁴³.

Благодаря глобальному характеру сектора ИКТ российские ИТ-компании используют стандартные бизнес-практики, характерные для сектора ИКТ, что облегчает адаптацию новых специалистов в российских компаниях.

В этих условиях «VK приглашает к себе на работу целыми командами, включая тимлидов, менеджеров, аналитиков, тестировщиков, UX-писателей, дизайнеров и технических специалистов»⁴⁴.

«Лаборатория Касперского» 20 апреля объявила о планах создать 1000 новых рабочих мест в 2022 году⁴⁵, вероятно, предполагая рост загрузки в новых условиях и возможности по найму специалистов, вышедших на рынок труда в результате закрытия подразделений иностранных ИТ-компаний.

В рамках интервью, проведённых ЦМАКП, два сотрудника ИТ-подразделений рассказали о значительном увеличении занятости в их подразделениях весной-летом 2022 года. Ещё один респондент, работающий в ИТ-компаниях, рассказал, что среди его коллег есть те, кто, имея богатый опыт работы, перешёл в 2022 году в российскую компанию из иностранной.

Ещё одна тенденция, которую сложно оценить количественно, – релокация отдельных ИТ-специалистов и небольших фирм, которые занимаются ИТ-разработкой в интересах иностранных компаний. С введением санкционных ограничений для них стало затруднительно работать из России, что подтолкнуло их к релокации.

⁴³ На рынок труда вышли тысячи сотрудников иностранных ИТ-компаний, покинувших Россию, sarpland.ru, (дата обращения: 30.10.2022)

⁴⁴ На рынок труда вышли тысячи сотрудников иностранных ИТ-компаний, покинувших Россию, sarpland.ru, (дата обращения: 30.10.2022)

⁴⁵ 20 апреля 2022 года «Лаборатория Касперского» объявила о создании тысячи новых рабочих мест, kaspersky.ru, (дата обращения: 30.10.2022)

Исследователь из Венского университета экономики и бизнеса Йоханс Вакс (Johannes Wachs) исследовал⁴⁶ эмиграцию российских ИТ-разработчиков на основе данных GitHub⁴⁷. Для этого он отследил изменения данных о местоположении, которые указывают в профиле сами пользователи.

В качестве исходной точки использованы данные за февраль 2021 года. Составлена выборка из 15 543 разработчиков, в профиле которых местом жительства была указана Россия и которые за 2019–20 годы внесли не менее 100 коммитов (правок в разрабатываемые проекты).

Исходные данные по этим пользователям сопоставлялись с тем, какое местоположение было указано в их профилях в июне 2022-го. Для сравнения проведены аналогичные оценки для других стран Восточной Европы (таблица 1).

Если пользователь скрыл данные о местоположении или указал вымышленное, то это может означать как его нежелание раскрывать свою принадлежность к России.

За рассмотренный период пользователи из России чаще среднего удаляли аккаунты, заметно чаще скрывали данные о местоположении или указывали несуществующее местоположение и значительно чаще среднего меняли местоположение на другую страну.

⁴⁶ Wachs J. Digital Traces of Brain Drain: Developers during the Russian Invasion of Ukraine // arXiv preprint arXiv:2209.01041. – 2022, researchgate.net, (дата обращения: 30.10.2022)

⁴⁷ Крупнейший веб-сервис для хостинга ИТ-проектов и их совместной разработки. Позволяет вести ИТ-разработку географически распределённым командам, как работающим в одной компании, так и отдельным энтузиастам, работающим с открытым исходным кодом.

Таблица 1
Статистика изменения местоположения пользователей GitHub

Страна	Количество пользователей в феврале 2021 года	Изменения в июне 2022 года			
		% пользователей, удаливших аккаунт (А)	% пользователей, удаливших данные о местоположении или указавших несуществующее местоположение (В)	% пользователей, указавших в местоположении другую страну (С)	Сумма (А) + (В) + (С), %
Россия	15 543	3,0	11,3	8,6	22,9
Беларусь	2 343	3,4	7,0	13,6	23,9
Украина	6 939	3,2	2,0	3,2	8,3
Эстония	600	1,7	2,6	5,6	9,8
Латвия	371	2,7	1,7	2,8	7,2
Литва	683	2,5	2,1	1,8	6,4
Польша	8 865	2,4	1,8	1,7	5,9
Чехия	2 771	1,7	1,7	2,9	6,3
Словакия	620	2,4	2,7	4,1	9,1
Венгрия	1 616	1,1	2,1	3,9	7,1
Румыния	1 820	1,8	2,3	3,0	7,0
Болгария	1509	2,3	1,4	1,4	5,0
Сербия	953	2,7	2,2	2,8	7,6
В среднем по выборке, кроме России, Беларуси и Украины	19 808	2,1	1,9	2,4	6,4

Источник: Wachs J. Digital Traces of Brain Drain: Developers during the Russian Invasion of Ukraine // arXiv preprint arXiv:2209.01041. – 2022. Переведено на русский язык ЦМАКП.

Данные об указанном пользователем местоположении, конечно, могут значительно отличаться от его фактического места жительства. Но при сопоставлении с другими странами можно делать некоторые выводы. Если пользователь указал в местоположении другую страну, то это с высокой вероятностью означает действительную смену места жительства.

Если пользователь скрыл данные о местоположении или указал вымышленное, то это может означать как его нежелание раскрывать свою принадлежность к России при фактическом проживании в ней, так и отъезд за границу в поиске нового места жительства.

Новые условия не только накладывают новые ограничения, но и открывают окно возможностей для российского бизнеса.

Можно предположить, что при недостаточно подготовленной релокации человек какое-то время не имеет устойчивого места жительства и может менять города и даже страны.

В совокупности все три варианта изменения местоположения среди российских пользователей составили 22,9%, что на 16,5% больше среднего по странам Восточной Европы (кроме России, Беларуси и Украины).

Другую страну россияне указывали на 6,2% чаще других пользователей. Таким образом, долю разработчиков GitHub, переехавших из России в другую страну, можно оценить в 6,2–16,5%. Представляется, что это в основном индивидуальные энтузиасты или члены небольших команд ИТ-разработчиков.

Кроме того, автор исследования сделал ещё ряд замечаний о характеристиках тех, кто сменил российское местоположение на другое:

- разработчики из Москвы и Санкт-Петербурга чаще, чем их коллеги из регионов, изменили местоположение (9,5% против 8,1);

- сменившие данные о местоположении в 2019–2020 годах были активнее тех, кто их не менял. Сменившие местоположение в среднем совершали 453 коммита (медиана: 214), а оставшиеся – в среднем 305 (медиана: 172);
- сменившие местоположение участвовали в более крупных проектах – у них в среднем 3,2 коллаборанта на проект, а у оставшихся в России – только 1,5.

Таким образом, можно сделать предположение, что местоположение меняли в среднем более активные люди, чем те, кто оставил данные о своём проживании в России.

Обобщая выводы о движении рабочей силы, стоит отметить факт разнонаправленности наблюдаемых тенденций. Одновременно отмечается сохранение кадрового состава крупных российских ИКТ-компаний и даже переход к ним высококвалифицированных специалистов из закрытых подразделений транснациональных корпораций, выход на рынок труда большого количества выпускников онлайн-курсов и релокацию ИТ-разработчиков, преимущественно работающих в небольших командах или фактически включённых в транснациональные группы разработчиков.

В этих условиях российский бизнес пользуется возможностью найма высококвалифицированных специалистов и даже команд, вышедших на рынок труда после ликвидации или релокации подразделений иностранных компаний.

Вывод

В целом адаптация российского бизнеса к новым условиям ведётся с переменным успехом. Очевидные потери от ограничений на покупку иностранного оборудования и ЭКБ и релокации части специалистов соседствуют с выгодами от притока высококвалифицированных специалистов, не готовых к переезду в другую страну.

Новые условия не только накладывают новые ограничения, но и открывают окно возможностей для российского бизнеса, связанное с импортозамещением и притоком высококвалифицированных специалистов с богатым опытом работы в компаниях – глобальных технологических лидерах.

Заключение

Анализ структуры глобального сектора ИКТ с точки зрения существующей цепочки создания добавленной стоимости позволил выделить ядро, полупериферию и периферию сектора, а также внесистемные страны, участвующие в ИКТ преимущественно в качестве потребителей.

В России представлены компетенции и производства, характерные для всех четырёх вариантов. Однако по производству ИКТ-оборудования Россия преимущественно относится к глобальной периферии (сборка из готовых компонентов и квалифицированная эксплуатация импортного оборудования), а в части ПО – в основном к полупериферии (разработка ПО при помощи импортных средств разработки и с применением иностранных программных пакетов).

В новых условиях российский бизнес сектора ИКТ столкнулся с разрывом цепочек поставок, падением конкуренции на внутреннем рынке и трансформацией рынка рабочей силы. Процесс адаптации включает поиск альтернативных импортных поставщиков, пользование параллельным импортом и другие меры.

Крупный и средний российский бизнес сектора ИКТ продолжил динамику занятости на старых трендах и получил возможность нанимать высококвалифицированных специалистов, оставшихся в России после релокации или ликвидации подразделений иностранных ИТ-компаний.

Текущая и перспективная ситуация на российском рынке венчурного финансирования ИКТ определяется, во-первых, негативными тенденциями развития глобального венчурного рынка. Во-вторых, релокацией российских венчурных компаний за рубеж (включая «дружественные страны»), что отчасти позволяет адаптироваться к действию прямых и косвенных санкций. В-третьих, усилением государственной поддержки, которая будет частично восполнять выпадающие объемы зарубежного финансирования.

Геополитический шок, с одной стороны, дает шанс на преодоление внешней «разомкнутости» отечественной инновационной системы, с другой – усиливает риск её внутренней сегментации: опора на государственную поддержку может способствовать масштабированию ИТ-решений внутри страны, но одновременно – затруднять вывод этих решений на рынки других стран и в смежные отрасли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абдрахманова Г. И. и др. Индикаторы цифровой экономики: 2022. – 2022.

2. SMIC 7nm technology found in MinerVa Bitcoin Miner.
URL: <https://www.techinsights.com/blog/disruptive-technology-7nm-smic-minerva-bitcoin-miner#product-brief>

3. Механик А. Фотолитография с пятнадцатилетним опозданием // Стимул. – 2022. URL: <https://stimul.online/articles/science-and-technology/fotolitografiya-s-pyatnadtsatiletnim-opozdaniem/>

4. Калентьев А., Добуш И., Горяинов А., Сальников А. Интеллектуальная САПР «Смекалец»: быстрый и простой синтез СВЧ интегральных схем // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2022. – № 3. С. 76–80.

5. Библиотеки электронных компонентов для отечественных САПР. // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2022. – № 3. С. 84–89.

6. Шалумов А. АСОНИКА – российская САПР электроники в части виртуальных испытаний. // Электроника: наука, технология, бизнес. 2022-№3. С. 82-83.

7. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. URL: <https://reestr.digital.gov.ru/>

8. Aerts K., Matthyssens P., Vandenbempt K. (2007). Critical Role and Screening Practices of European Business Incubators. Technovation. 2007, 27.

9. Butz H., Mrozewski M.J. (2021). The Selection Process and Criteria of Impact Accelerators. An Exploratory Study. Sustainability 2021, 13, 6617.

10. Mariño-Garrido T.M., De Lema D.G.P., Duréndez A. (2020). Assessment Criteria for Seed Accelerators in Entrepreneurial Project Selections. International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management. 2020, 24, 53–72.

11. Yin B., Luo J. (2018). How Do Accelerators Select Startups? Shifting Decision Criteria across Stages. IEEE Transactions on Engineering Management. 2018, 65, 574–589.

Команда проекта

Команда проекта



Сергей Алимбеков
заместитель директора
по технологическому
развитию



Кирилл Зендриков
директор департамента
экспертно-методического
сопровождения



Инна Скрытникова
директор департамента
по взаимодействию
с органами власти,
институтами развития
и экспертным сообществом



Мария Прокина
аналитик департамента
экспертно-методического
сопровождения



Анастасия Агапова
аналитик департамента
экспертно-методического
сопровождения



Евгений Фелль
руководитель направления
по исследованию
и прогнозированию
информационных
технологий

АВТОРЫ ДАННОЙ БРОШЮРЫ – ЭКСПЕРТЫ ЦМАКП



Дмитрий Белоусов
руководитель
направления – к.э.н.



Роман Волков
ведущий
эксперт – к.э.н.



Владимир Артёмко
эксперт

РЕДАКЦИЯ

Александр Василевский, редактор издания
Дмитрий Бабёнышев, дизайнер
Марина Гаева, корректор

спринт 

фрии



Минцифры
России



sprint.iidf.ru

За более подробной информацией, пожалуйста,
обращайтесь по электронному адресу:

partners@iidf.ru

или по тел.

+ 7 495 258-88-77

Подготовлено в рамках реализации федерального проекта
«Цифровые технологии» национальной программы
«Цифровая экономика Российской Федерации»

ФРИИ, 2023

