

АЛЬМАНАХ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

АПРЕЛЬ
2022

Индекс 2021 года

Аналитический сборник № 10



Центр компетенций НТИ
«Искусственный интеллект»

ИТОГИ 2021



Игорь Пивоваров

- Главный аналитик Центра Искусственного интеллекта НТИ на базе МФТИ
- Член Рабочей группы НТИ Нейронет
- Член Экспертного совета по инновационному развитию при Минэкономразвития РФ (группа искусственный интеллект)
- Генеральный директор ООО «АйПи Лаборатория»
- Организатор Открытой конференции по искусственному интеллекту OpenTalks.AI
- Стратегический советник по России компании Huawei

От редактора

Прошел 2021 год и мы снова подводим итоги отрасли Искусственного интеллекта в России с цифрами и фактами в руках.

С одной стороны, этот отчет полон хороших новостей. Начали проявляться результаты усилий государства и бизнеса по развитию отрасли. С принятием Федерального проекта «Искусственный интеллект» уровень поддержки государства существенно вырос. Мы видим рост по многим показателям и он нас очень радует!

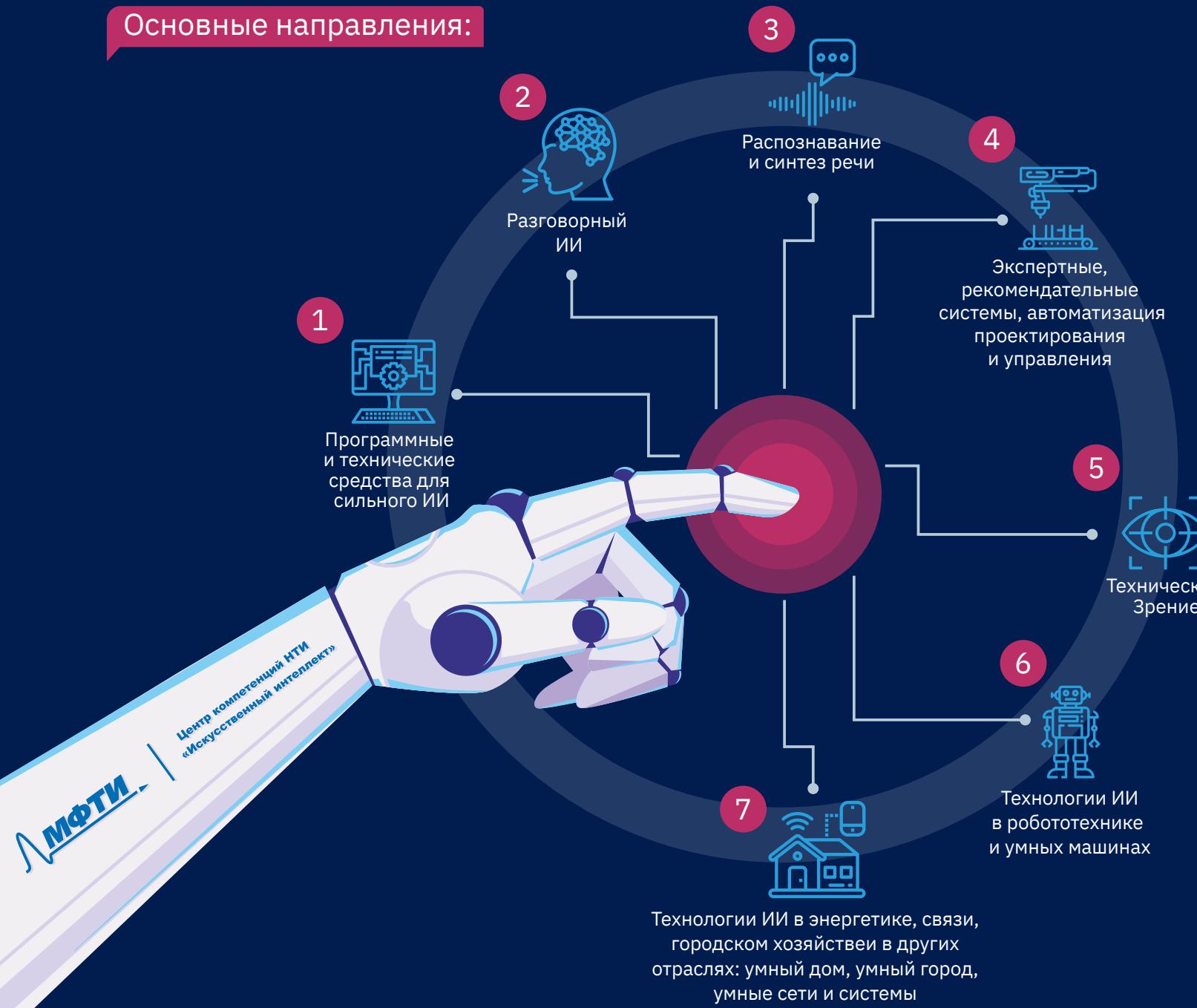
С другой стороны, мы готовили этот отчет в очень сложное время. События последних месяцев драматически повлияли на многое в России и в мире, в том числе и на отрасль ИИ. Мы не можем не отметить этого влияния и добавили в отчет оценки позитивных и негативных факторов, влияющих на ИИ, а также анализ трендов.

И да, этот выпуск необычный! Мы впервые решили сделать его в слайдах. Текстов стало меньше, графиков больше, да и прочитать его можно быстрее. Нам кажется, что это удобнее для наших читателей. Ждем Ваших отзывов и комментариев!

Центр компетенций Национальной технологической инициативы по направлению «Искусственный интеллект» на базе МФТИ

Центр выполняет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, коммерциализует их результаты, разрабатывает и реализует программы высшего и дополнительного образования в области ИИ и технологического предпринимательства, развивает информационную инфраструктуру, выпускает отраслевую аналитику.

Основные направления:



За 2019-2020 гг завершено 8 проектов, на начало 2021 года - **14 действующих проектов.**

За время работы центра создано 49 объектов интеллектуальной собственности.

Заключено **12 лицензионных соглашений.**

Образовательная деятельность:

За 2018 - 2020 гг подготовлено:

Общеобразовательные программы Центра - более 300 специалистов

Программы дополнительного образования - более 650 специалистов

5 новых программ магистратуры

2 учебные дисциплины для бакалавриата и магистратуры

4 программы дополнительного образования детей и взрослых

3 образовательные организации для школьников и студентов (школы/кружки)

3 программы профессиональной подготовки/переподготовки

10 программ повышения квалификации

Резюме: в 2021 году...



Наука

...российские исследователи сделали ~1,7 тыс. публикаций в научных журналах и более 1 тыс. публикаций на конференциях, поднявшись на 17-е место в мире по этим показателям.

17 место



Бизнес

...рынок российского интеллекта в России составил ~550 млрд ₽.

550 млрд ₽



Стартапы и инвестиции

...венчурный рынок России бурно вырос, в первую очередь засчет сделок на поздних стадиях (С и D). Рост рынка составил 170%

170%



Гос. поддержка

...примерно в 2 раза выросло годовое финансирование ИИ от государства, благодаря запуску Федерального Проекта «Искусственный интеллект»

×2



Образование

...примерно 3 700 выпускников российских университетов вышли на рынок труда с необходимыми для компаний компетенциями.

3,7 тыс.



Данные

Рынок данных в России стабильно растет с 2010 года, несмотря кризисы и пандемию COVID-19. В 2021 г. его размер достиг 46 млрд ₽.

46 млрд ₽

Основные события ИИ в мире в 2021



Foundation models

Исследователи из Стэнфорда объявили о новой парадигме в области машинного обучения: теперь будет 5–10 гигантских моделей, обучаемых крупными корпорациями, а остальные компании будут их просто дообучать и использовать. Например в модели GPT-3 175 млрд параметров и ее обучение стоило >5 млн \$.

DALL-E мультимодальность наступает

Мультимодальная модель DALL-E (язык + изображения) от OpenAI, способная генерировать уникальные изображения по текстовому запросу пользователя, задала новый тренд в ML.

91,2% vs 89,8%
SuperGLUE

Шесть NLP моделей от Baidu, Google и Microsoft превзошли человека на тестах SuperGLUE (тесты на понимание текста).. Результаты человека 89,8%.

№1
Китай стал лидером в Q1

Китайские исследователи вышли на 1-е место в мире по количеству цитируемых публикаций в рецензируемых научных журналах Q1 (ТОП-25% журналов).

43% **Начальная точность
программирования**
GitHub Copilot

Copilot от Microsoft ассистирует программисту в написании кода. Он создан на основе библиотеки Codex от OpenAI, которая пишет программный код по запросу на естественном языке.

>200 сделок

Венчурный рынок бурно растет и впервые в истории ИИ за год было осуществлено более 200 покупок AI стартапов большими корпорациями.

Основные события ИИ в России в 2021



12 млрд ruDALL-E Kandinsky

Команда Сбера обучила самую большую (12 млрд параметров) российскую мультимодальную модель (текст и изображения) генерировать картинки по запросам на русском языке.

№1 ПРО//ЧТЕНИЕ

Команда DeepPavlov из МФТИ стала победителем конкурса UpGreat ПРО//ЧТЕНИЕ, заняв 1 место в номинации «Грамматика. Eng» с моделью, которая проверяет эссе написанные учениками с эффективностью 107% по сравнению с результатами проверки реальным учителем.

24,6 млрд ₽ Федеральный проект

В 2021 г. стартовал Федеральный проект «Искусственный интеллект», в рамках которого в ИИ будет вложено 24,6 млрд ₽ в течении 5 лет.

6 центров Создано 6 новых Центров ИИ

В рамках ФП «Искусственный интеллект» было профинансирано 900 млн ₽ в 6 новых научно-исследовательских центров по ИИ в ведущих университетах и НИИ.

40 компаний Этика ИИ

Принят кодекс Этики Искусственного интеллекта, разработанный Альянсом ИИ. Под кодексом подписалось более 40 компаний.

№19 Суперкомпьютер Chervonenkis

В 2021 г. Яндекс запустил 3 новых GPU суперкомпьютера для ИИ, причем они заняли 19, 36 и 40 места в рейтинге ТОП-500 суперкомпьютеров мира.

Наука



1.0 Дисклеймер

Об источниках данных о российских публикациях по искусственному интеллекту

Для анализа научометрических данных принято использовать авторитетные источники, индексирующие научные публикации — Scopus и Web of Science. Однако, они не охватывают всей области интересующих нас публикаций. Ранее был доступен также Microsoft Academic Graph (MAG), имеющий значительно более широкую базу. Им в прошлом году пользовались и авторы AI Index-2021 и мы. Но MAG более не поддерживается.

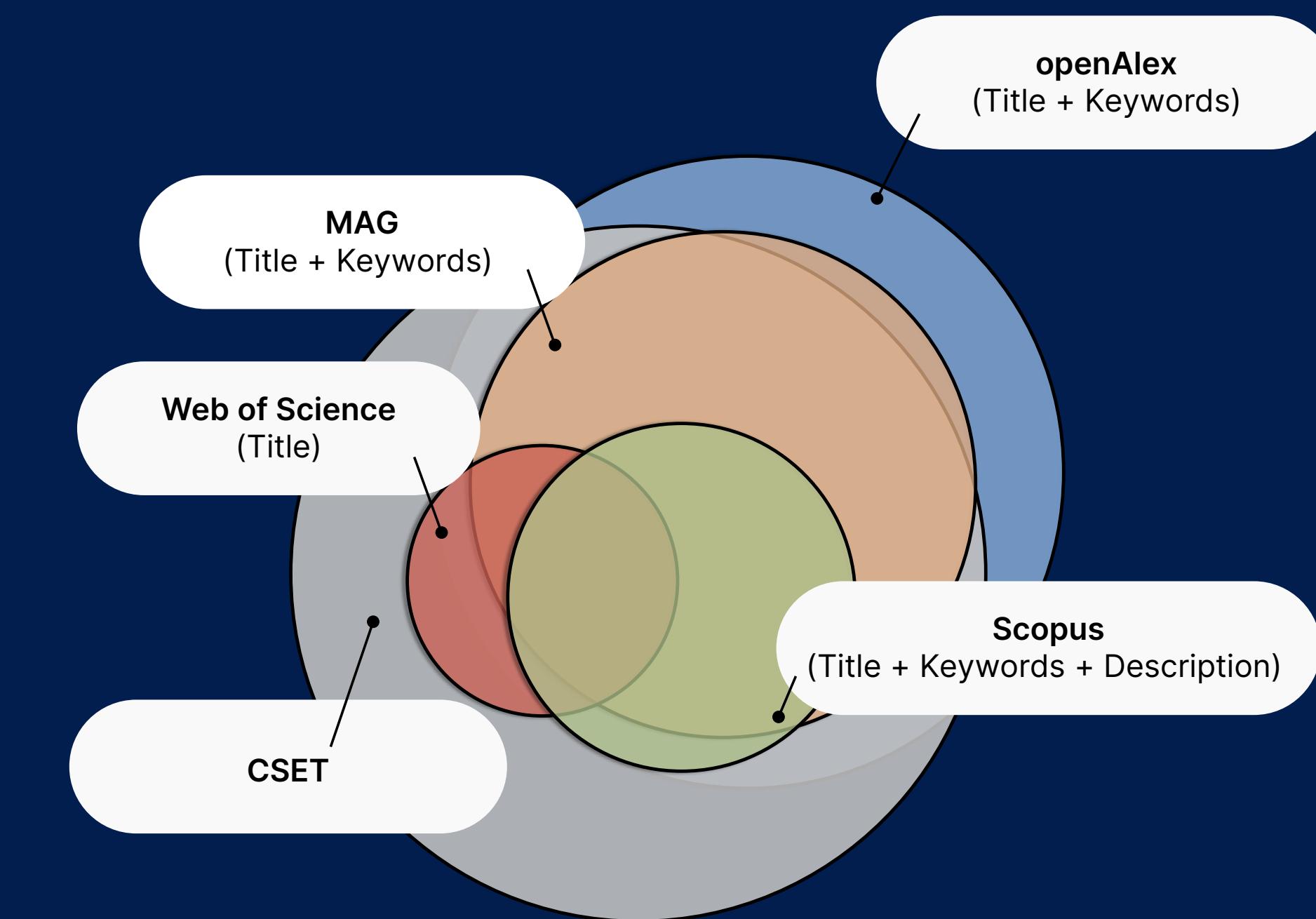
Из-за этого в отчете AI Index-2022 использовалась база Center for Security and Emerging Technology (CSET), созданная в университете Georgetown университета Georgetown. Однако, цифры по российским публикациям из этой базы вызвали у нас множество вопросов. А так как эта база является закрытой и не предоставляет свои исходные данные для проверки, их релевантность вызвала у нас сомнения.

В частности, согласно AI Index-2021, Россия заняла 22-е место в мире с 7,125 публикациями в журналах из 1,334,584 всех публикаций (2016 — 2020, по данным MAG с классификацией OECD).

Но уже в 2022 году согласно AI Index-2022, Россия поднялась на 12-е (!) место с 16 774 публикациями в журналах из 933,046 всех публикаций (2017–2021, по данным CSET). То есть российские публикации удвоились в количестве, при этом общее количество публикаций уменьшилось на 30%!

В ходе нашей переписки с CSET мы обратили их внимание на эти факты и предположили, что они собирают информацию из журналов с очень низким импактом и, вероятно, классифицируют статьи по другому. Они подтвердили наши гипотезы, но дать нам сами данные для проверки отказались.

Мы не можем строить свою аналитику на данных, качество которых вызывает у нас сомнения. Поэтому данный отчет построен в основном на информации из открытой базы научных статей OpenAlex, которая стала преемником MAG. Мы приложили все усилия, чтобы проверить качество и полноту этих данных, но не исключаем возможности, что это не полная информация о публикациях по ИИ.



Данные на апрель 2022

1.1 Публикации в журналах — динамика

Динамика публикаций российских исследователей за 2010–2021 годы в рецензируемых научных журналах

Рецензируемые научные журналы являются главным источником публикации результатов научных работ. Однако, в некоторых быстро развивающихся отраслях (таких как машинное обучение и искусственный интеллект) на первый план выходят публикации на конференциях. Тем не менее, публикации в журналах остаются важным показателем исследований.

На рис. 1 приведена динамика количества статей в рецензируемых журналах по ИИ, опубликованных исследователями из России.

Количество публикаций от российских исследователей стабильно растет, но все еще остается на уровне 1% от мировых.

1 691

публикаций по ИИ в 2021

3 590

публикаций из России по данным отчета AI Index-2022 в 2021 году

Подробнее
слайд 8 →

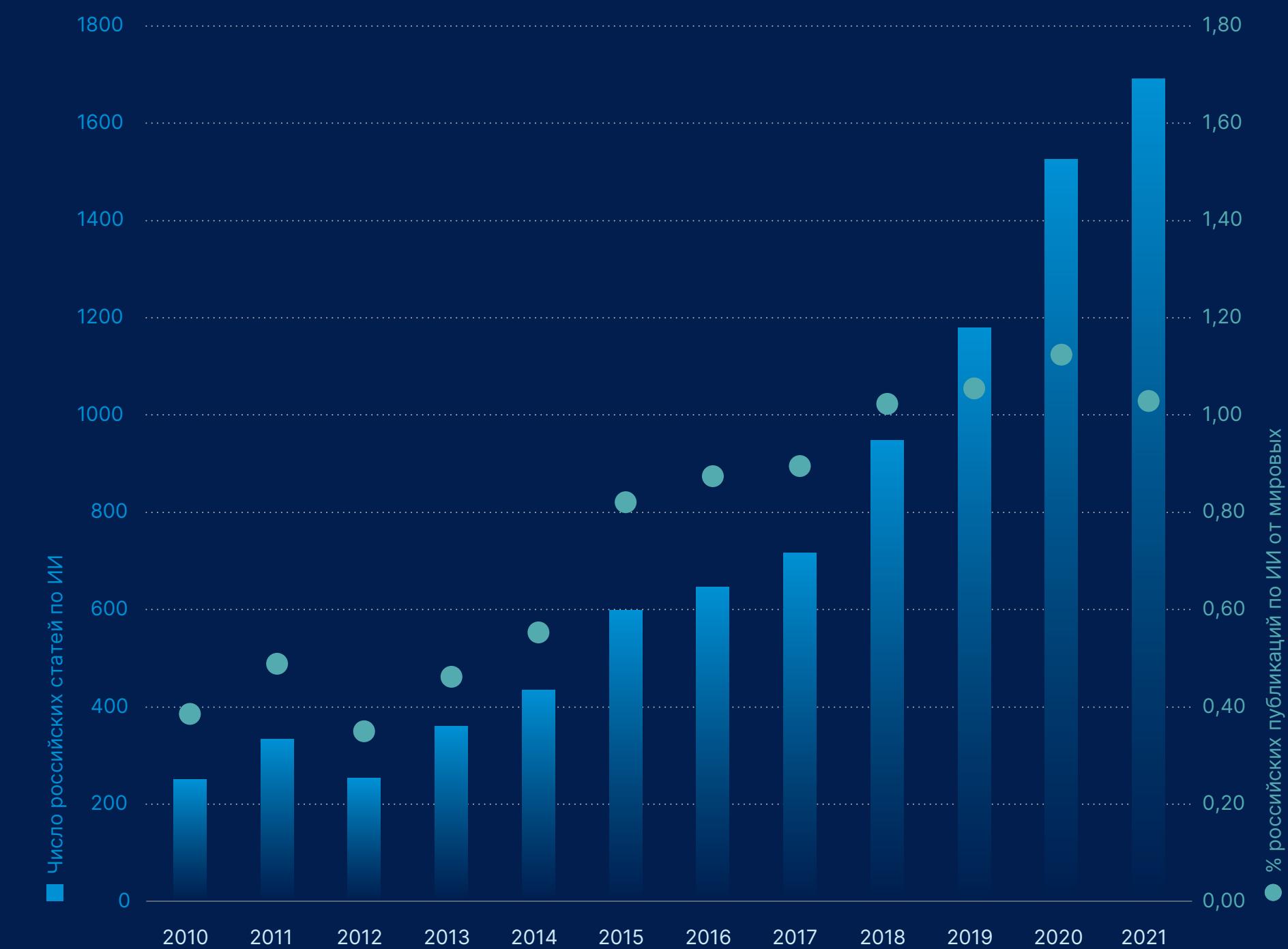


Рис. 1. Число российских публикаций на всех конференциях по ИИ, 2010–2021 гг.

1.2 Публикации в журналах — страны

Рейтинг стран, исследователи которых опубликовали наибольшее число статей в рецензируемых журналах по ИИ за 5 лет — с 2017 по 2021 г.

На рис. 2 приведен рейтинг стран мира по количеству статей, опубликованных исследователями из этой страны в рецензируемых журналах по ИИ.

Россия в этом рейтинге поднялась в 2021 г. с 22 места на 18-е.

13
место по данному показателю
занимает в 2021 г. Россия,
по данным отчета AI Index-2022

Подробнее
слайд 8 →

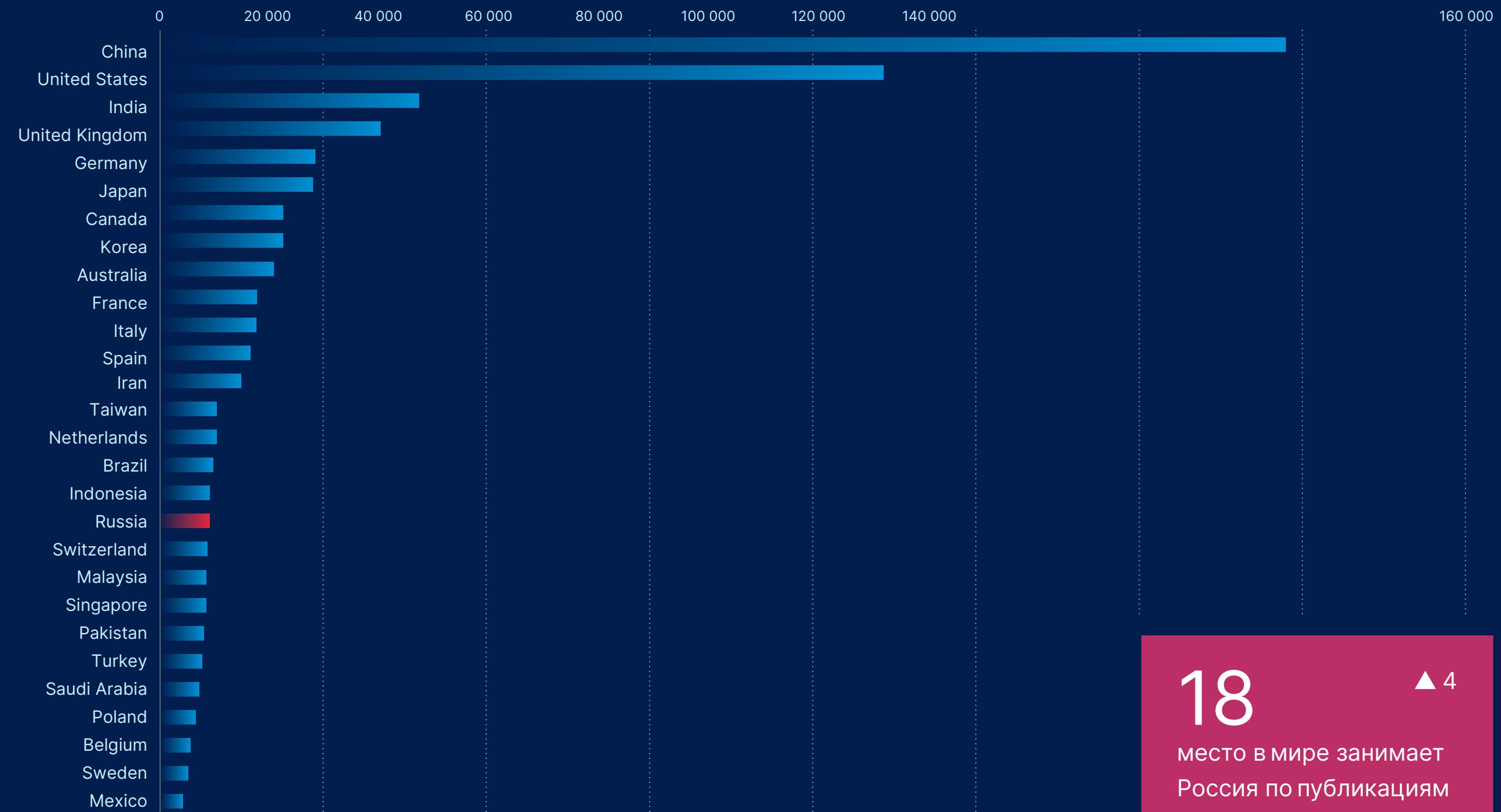


Рис. 2. Число статей по ИИ 2017–2021 гг.

18 ▲ 4
место в мире занимает
Россия по публикациям
в журналах по ИИ

1.3 Публикации на конференциях — динамика

Динамика публикаций российских исследователей за 2010–2021 годы на мировых конференциях по ИИ.

Самые важные работы в области машинного обучения сейчас принято публиковать не в рецензируемых журналах, а на ведущих конференциях. Отобранные работы выходят в формате докладов и/или постеров на самой конференции и, главное — в сборнике трудов конференции. На такие работы обычно ссылаются в несколько раз чаще, чем на публикации в журналах.

На рис. 3 приведена динамика количества публикаций на конференциях по ИИ, представленных исследователями из России.

Количество публикаций от российских исследователей стабильно растет, достигнув 1,3% от мирового.

1 066

Публикаций на конференциях по ИИ в 2021

1 280

публикаций из России по данным отчета AI Index-2022 в 2021 году

Подробнее
слайд 8 →

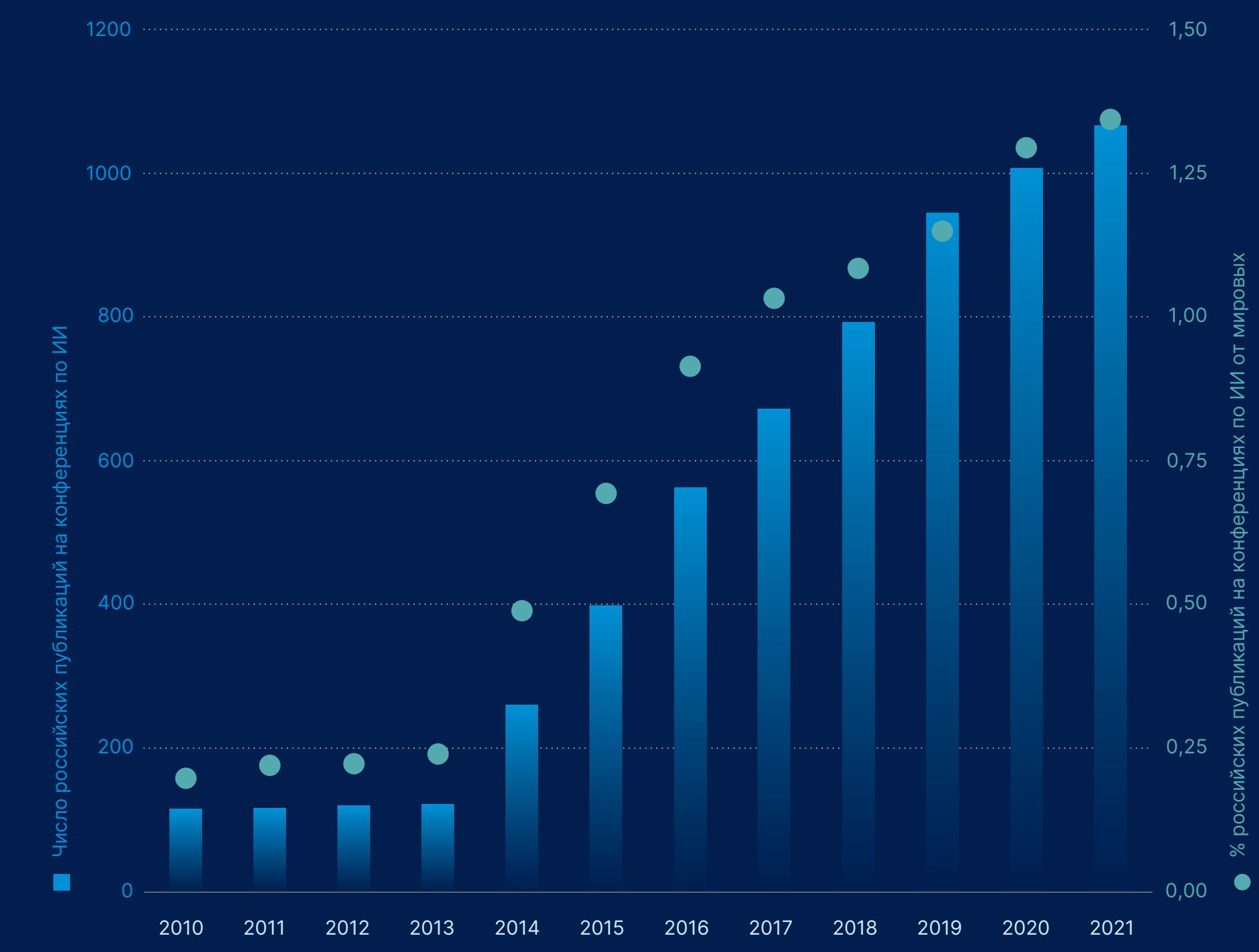


Рис. 3. Динамика публикаций российских авторов на конференциях 2010—2021 гг.

1.4 Публикации на конференциях — страны

Рейтинг стран, исследователи которых опубликовали наибольшее число статей на мировых конференциях по ИИ за 5 лет — с 2017 по 2021 год.

На рис. 4 приведен рейтинг ТОП-20 стран мира по количеству публикаций, представленных исследователями из этой страны на мировых конференциях по ИИ.

Россия в этом рейтинге поднялась в 2021 г. с 23 места на 17-е

12

Подробнее
слайд 8 →

место по данному показателю занимает в 2021 г. Россия, по данным отчета AI Index-2022



Рис. 4. Общее число статей на конференциях по ИИ 2017–2021 гг.

17

▲ 6

место в мире занимает Россия по публикациям на конференциях

1.5 Публикации на конференциях A*

Динамика публикаций российских исследователей за 2010–2021 годы на ведущих мировых конференциях класса A*.

Среди всех конференций принято выделять наиболее важные, ведущие конференции, на которых собирается до 20 000 исследователей. На работы опубликованные на конференциях A* обычно ссылаются в несколько раз чаще, чем на публикации в журналах. Для ML/AI это такие конференции, как NeurIPS, ICML и другие.

На рис. 5 приведено количество публикаций на конференциях A*, представленных исследователями из России.

A* — флагманская конференция, занимающая ведущее место в своей отрасли по классификации CORE.

89

Публикаций на конференциях A* из России в 2021

Количество публикаций на конференциях A* является одним из 3-х основных показателей Федерального проекта «Искусственный интеллект»

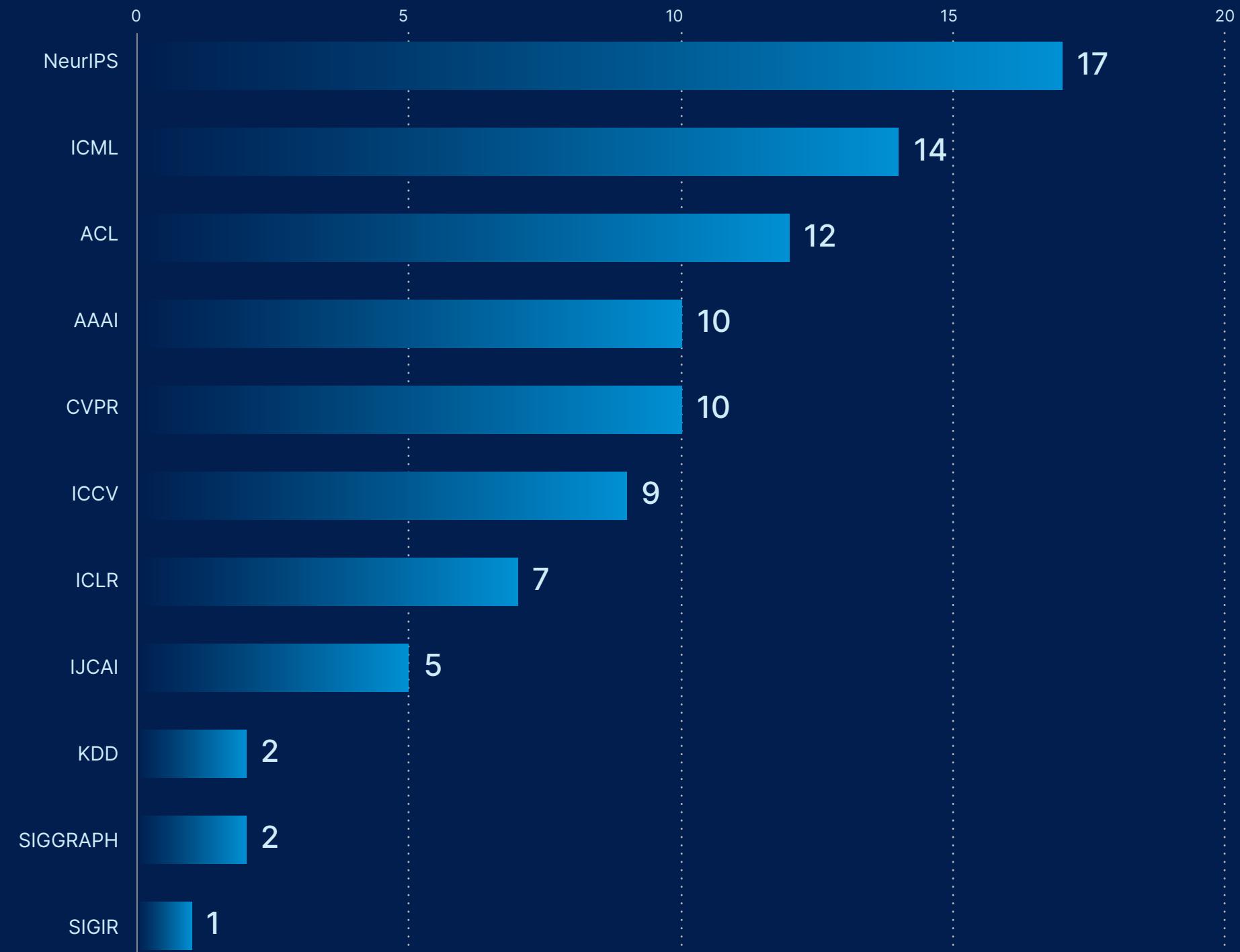


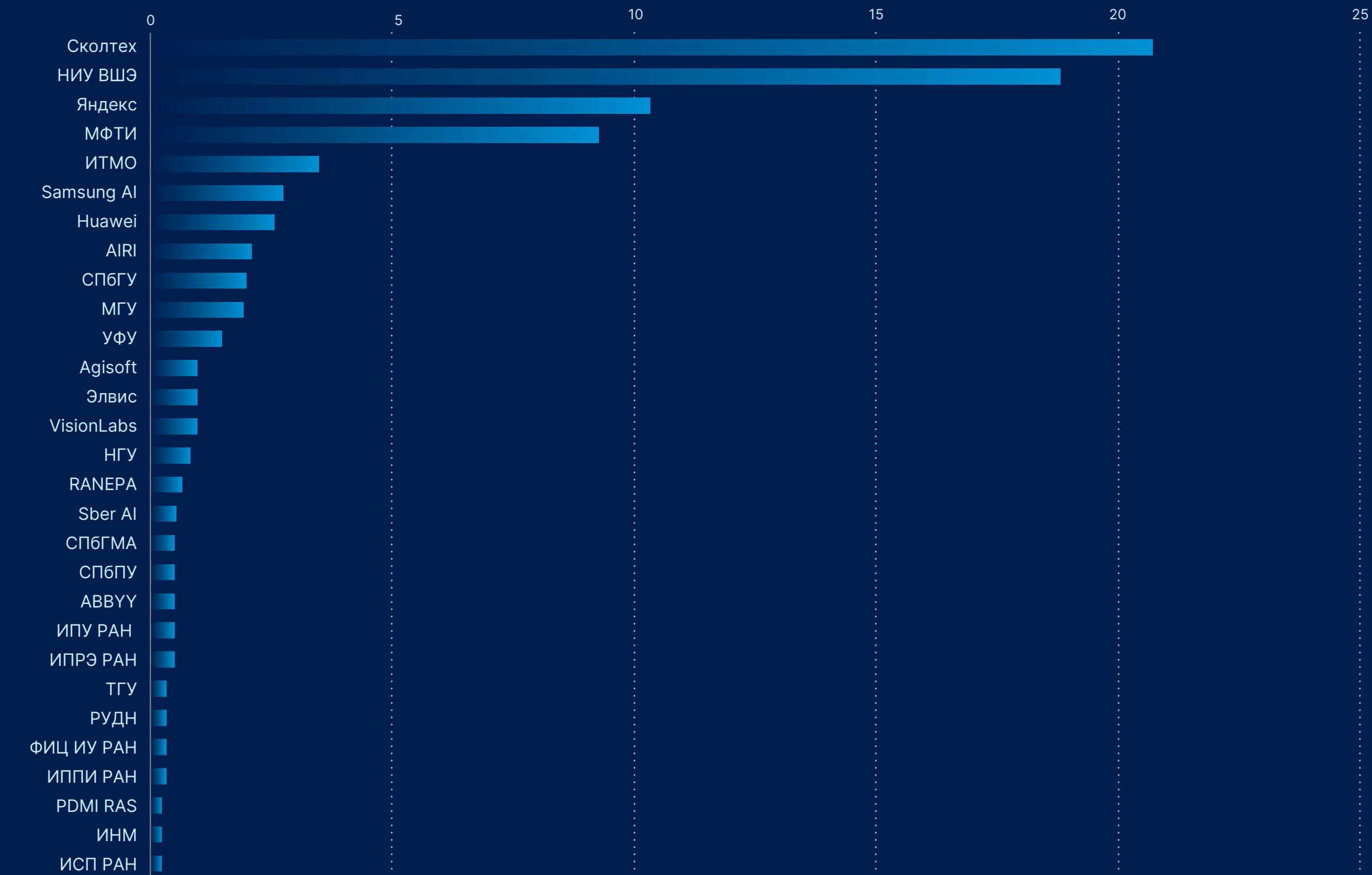
Рис. 5. Число статей от российских исследователей на конференциях A* в 2021 г.

1.6 Публикации на конференциях A* — организации

На рис. 6 приведен рейтинг российских организаций по числу публикаций на конференциях A* за 2021 год. В рейтинг вошли как ведущие университеты, такие как Сколтех, НИУ ВШЭ, МФТИ, так и коммерческие компании, такие как Яндекс, Samsung, Huawei и др.

Три ведущих университета — Сколтех, НИУ ВШЭ, МФТИ — ответственны за 82% всех публикаций на конференциях A*

Рис. 6.
Кол-во статей
на конференциях
A* в 2021 г.



1.7 Публикации на конференциях А* — авторы

Российские авторы, лидирующие по числу публикаций на конференциях А* за 2021 год, в алфавитном порядке.



Николай Арефьев
МГУ
8 h-индекс
4 публикации



Артем Бабенко
Яндекс, НИУ ВШЭ
14 h-индекс
9 публикаций



Евгений Бурнаев
Сколтех
9 h-индекс
8 публикаций



Александр Гасников
МФТИ
32 h-индекс
4 публикации



Александр Коротин
Сколтех
7 h-индекс
5 публикаций



Виктор Лемпицкий
Яндекс, Сколтех
54 h-индекс
4 публикации



Андрей Малинин
Яндекс
12 h-индекс
4 публикации



Иван Оседец
Сколтех
42 h-индекс
4 публикации



Александр Панченко
Сколтех
22 h-индекс
4 публикации



Людмила Прохоренкова
Яндекс, НИУ ВШЭ
14 h-индекс
6 публикаций



Макс Рябинин
Яндекс, НИУ ВШЭ
3 h-индекс
4 публикации



Валентин Хрульков
Сколтех
9 h-индекс
4 публикации

h-индекс, или индекс Хирша — научометрический показатель, предложенный в 2005 г. аргентино-американским физиком Хорхе Хиршем, является количественной характеристикой продуктивности учёного, группы учёных, научной организации или страны в целом, основанной на количестве публикаций и количестве цитирований этих публикаций. Нужно отметить, что индекс Хирша характеризует лишь количество публикаций и цитирований, но не характеризует научную ценность работ и общий вклад автора в мировую науку.

1.8 Патенты — динамика

Динамика выданных российским авторам патентов, относящихся к тематике ИИ, за 1991–2021 гг.

Несмотря на то, что польза патентования в области ИИ вызывает многочисленные дискуссии, тем не менее в мире активно патентуют технологии и продукты относящиеся к ИИ. Общее количество ИИ патентов стабильно растет, выросши в 4,5 раза с 21,806 патентов в 2000 г. до 101,876 патентов в 2019 г. Наибольшее количество патентов опубликовано в США. В России патентование в области ИИ остается скромным, не достигая 100 патентов в год за последние 10 лет.

72

Патента
по ИИ в 2021

~400

заявок на патенты по ИИ подано в России в 2021 г. по данным отчета AI Index-2022 Такое большое количество заявок связано с тем, что они учитывают все патенты поданные в зоне RU, в том числе международные патенты, перешедшие в национальную фазу в России, тогда как мы считаем корректным учитывать только патенты российских авторов.

На рис. 7 приведена динамика выданных российским авторам патентов по ИИ за последние 20 лет.

**Патентование
в области ИИ в России
остается очень
скромным, менее
100 патентов в год**

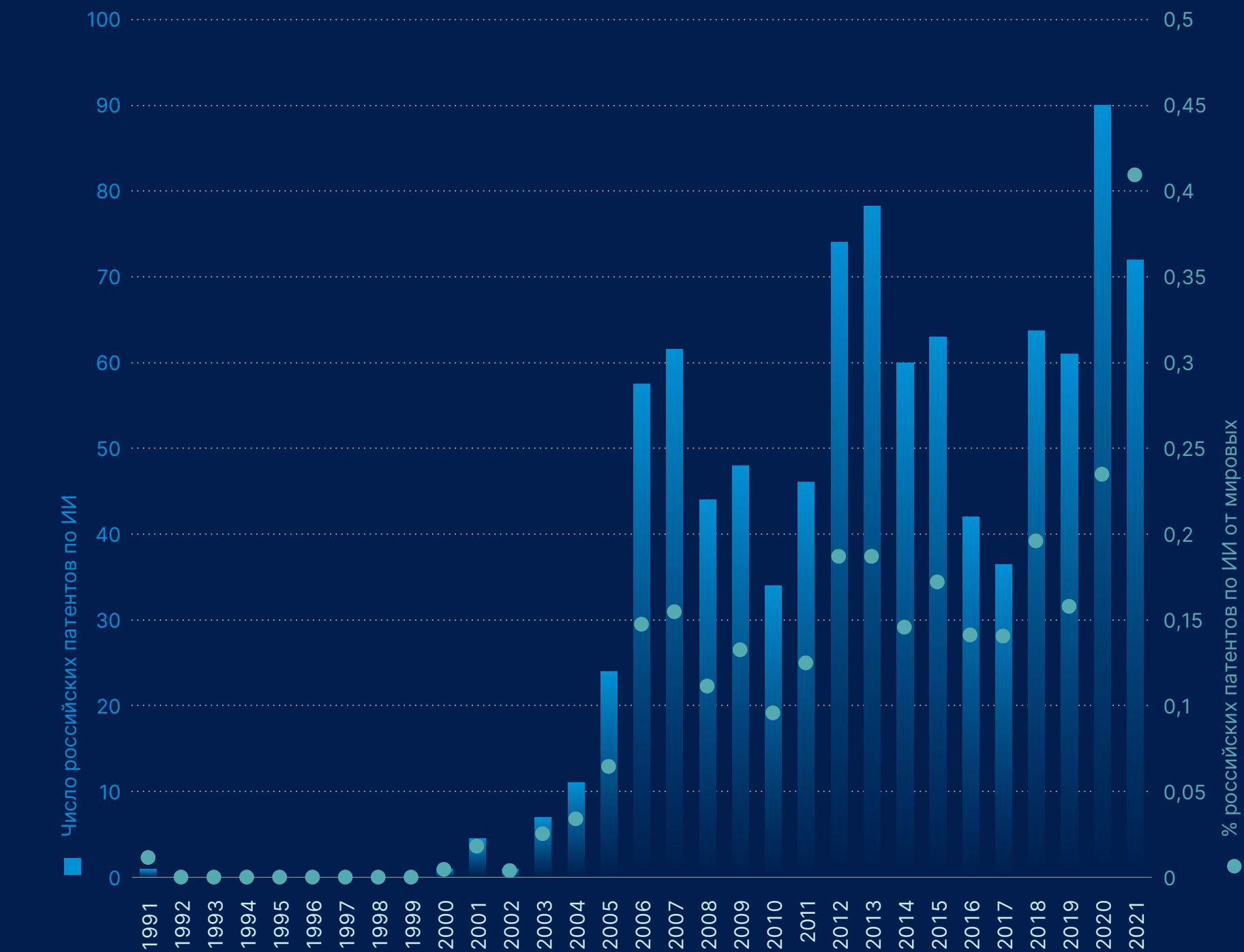


Рис. 7. Динамика патентов по ИИ, выданных — российским авторам 1991–2021 гг.

1.9 Патенты — страны

Рейтинг стран, в которых выдано наибольшее число патентов по ИИ за 5 лет — с 2017 по 2021 гг.

На рис. 8 приведен рейтинг стран по количеству выданных патентов, относящихся к ИИ, выданных за последние 5 лет.

Россия в этом рейтинге опустилась в 2021 году с 21 места на 22-е.

10

Подробнее
слайд 8 →

место по данному показателю
занимает в 2021 г. Россия,
по данным отчета AI Index-2022

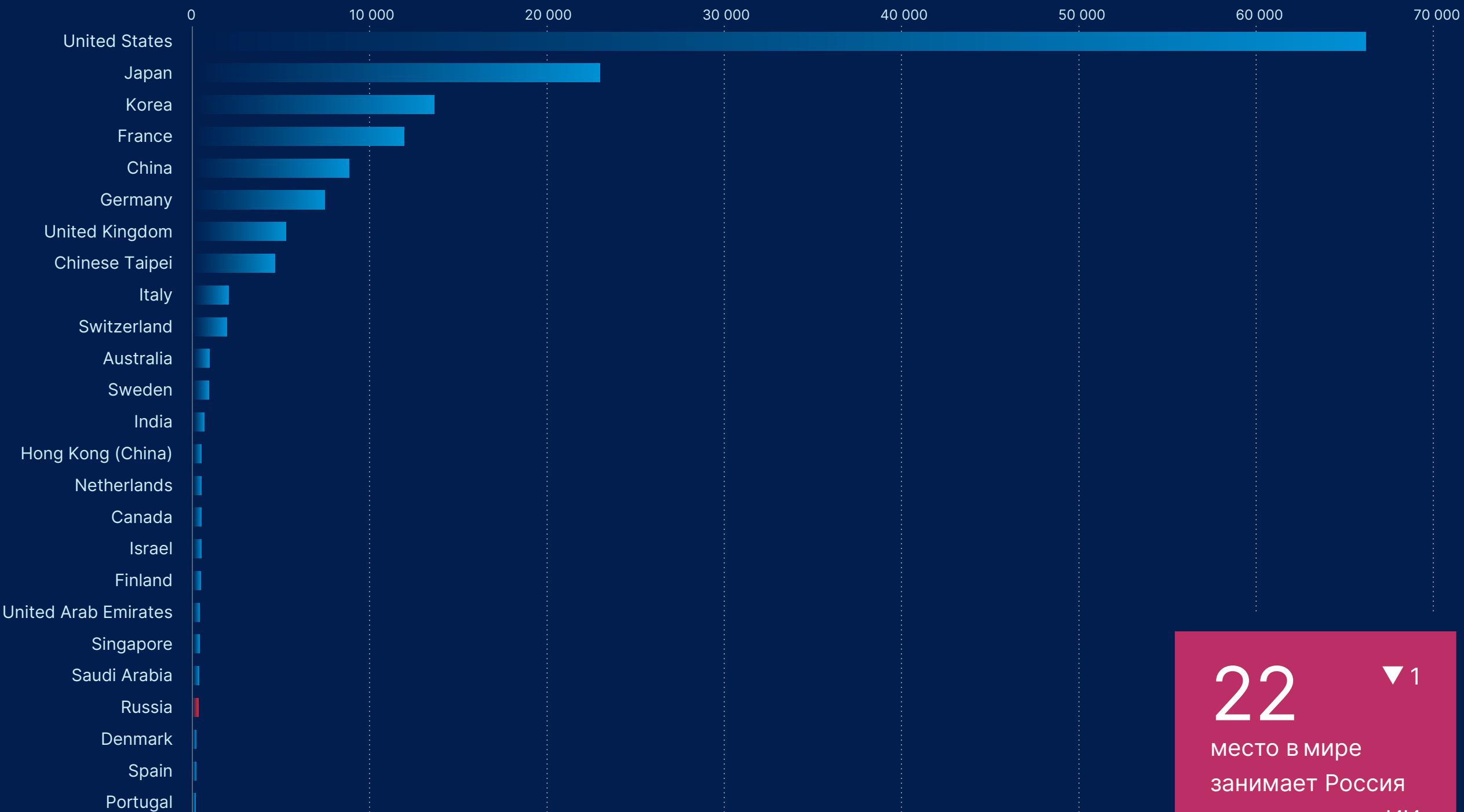


Рис. 8. Общее число патентов по ИИ 2017–2021 гг.

22

▼ 1

место в мире
занимает Россия
по патентам по ИИ

1.10 OpenSource библиотеки

Наиболее популярные OpenSource библиотеки российского происхождения

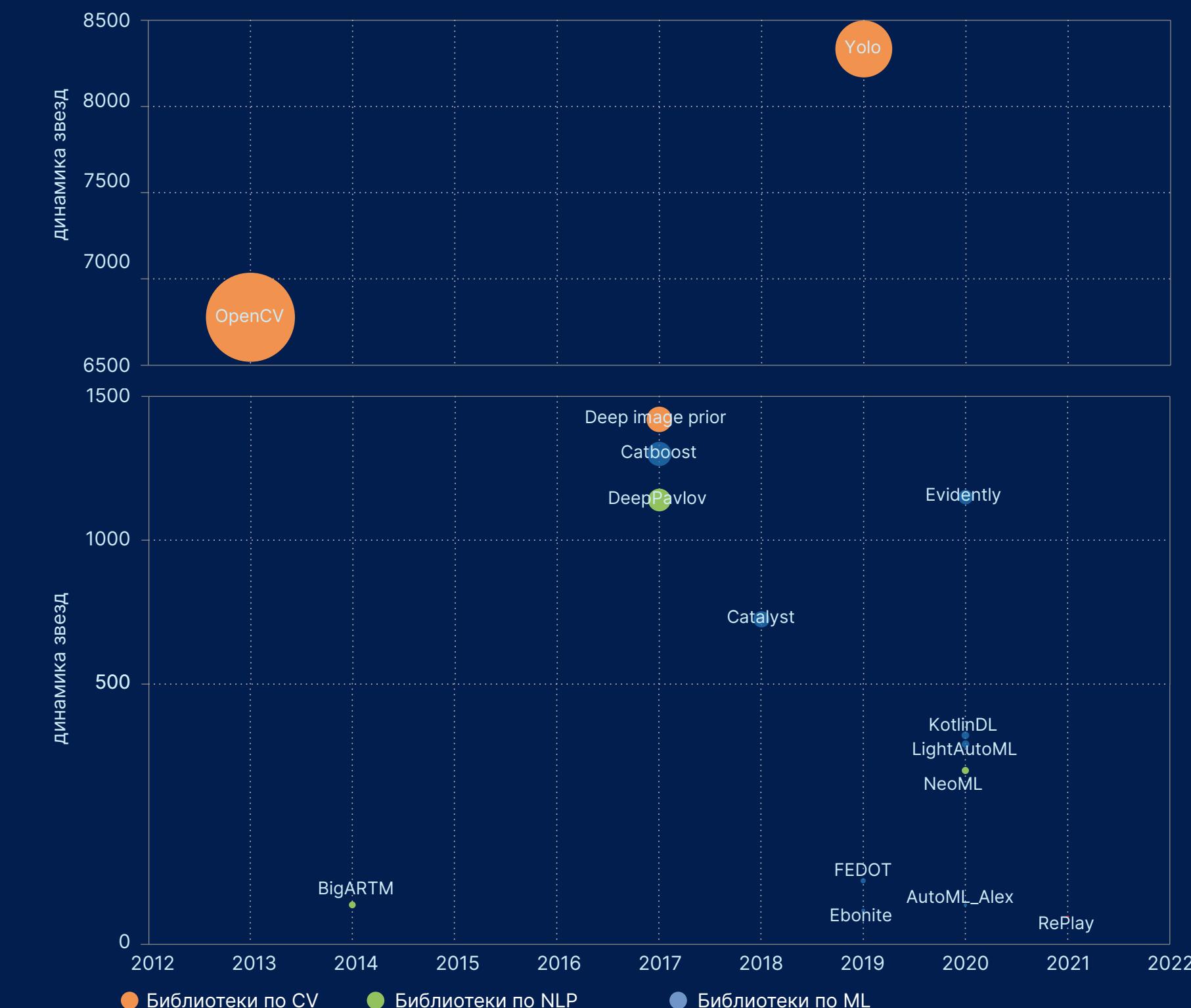
На графике отображены наиболее популярные OpenSource библиотеки российского происхождения. Размер кружка соответствует количеству «звезд» библиотеки. По оси X — год запуска библиотеки. По оси Y отображена динамика новых «звезд» в год в среднем за время жизни библиотеки. Видно, что наиболее популярные библиотеки это OpenCV (теперь принадлежащая Intel) и Yolo.

Отдельно отметим «восходящую звезду» — библиотеку Evidently, разрабатываемую командой Эмели Драль — демонстрирующую впечатляющую «звездную динамику».

7 К
новых «звезд» у библиотеки
Yolo в 2021

Топ 15 библиотек:

1	OpenCV	★ 61K
2	Yolo	★ 25K
3	Deep image prior	★ 7,1K
4	NeoM	★ 667
5	BigARTM	★ 608
6	DeepPavlov	★ 5,7K
7	FEDOT	★ 366
8	Ebonite	★ 195
9	AutoML_Alex	★ 151
10	Catboost	★ 6,5K
11	Catalyst	★ 2,9K
12	Evidently	★ 2,3K
13	KotlinDL	★ 802
14	LightAutoML	★ 768
15	RePlay	★ 53



Бизнес

*llabs

2.1 Рынок ИИ — динамика

Динамика роста рынка искусственного интеллекта в России за 2001–2021 годы

Несмотря на то, что однозначно рынок ИИ оценить невозможно^[1], мы все же делаем свою оценку рынка «сверху» исходя из совокупного объема выручки компаний, для которых искусственный интеллект дает существенный вклад в их бизнес-модель и существенно влияет на их выручку. Подробнее об этих компаниях на слайде 2.4.

В нашем распоряжении есть данные по выручкам этих компаний за период 2001–2021 гг. Исходя из этих данных мы можем оценить рынок ИИ в 2021 г. в 552 млрд ₽ или \$6,9 млрд (по курсу 1\$ = 80₽) (оценка сверху). Рост рынка составил 28% относительно 2020 г.

Рынок ИИ России в 2021 г. показывает рост в 6 раз выше, чем ВВП России^[2]

550 млрд ₽
Рынок ИИ России 2021 г.

¹ «Почему невозможно оценить рынок искусственного интеллекта?», Альманах «Искусственный интеллект» №2, 2019.

² (по данным Минэкономразвития ВВП России в 2021 году вырос на 4,6% относительно 2020 года).

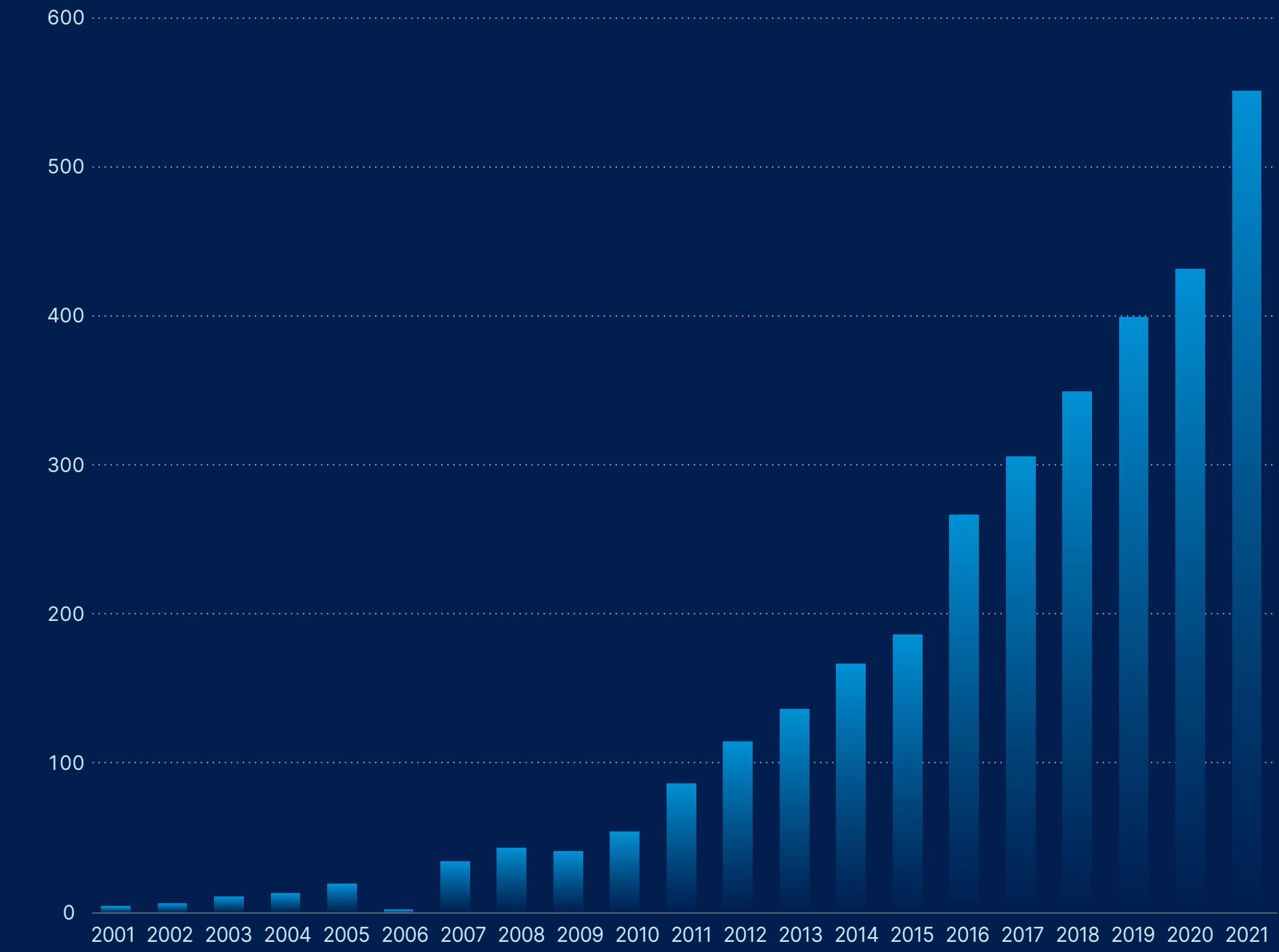


Рис. 9. Размер ИИ рынка РФ, млрд ₽

2.2 Рынок ИИ — структура

Структура рынка искусственного интеллекта в России в 2021 г.

В нашей методологии объем рынка мы определяем исходя из выручки компаний. Учитывая, что одна компания может входить в несколько сегментов, при расчете структуры рынка мы делим ее выручку пропорционально на все сегменты.

Основной сегмент рынка ИИ в России — это Анализ данных, который достиг 61,2%. Сегмент NLP занимает 32,8%.

61,2%

занимает сегмент Анализ данных в рынке ИИ в России в 2021 г.

Лидерами рынка ИИ в 2021 г. стали Яндекс (выручка 209 млрд ₽, рост 57% к 2020 г.) и VK — (выручка 57 млрд ₽, рост 22% к 2020 г.)

Подробнее на сайте
aiRussia.online

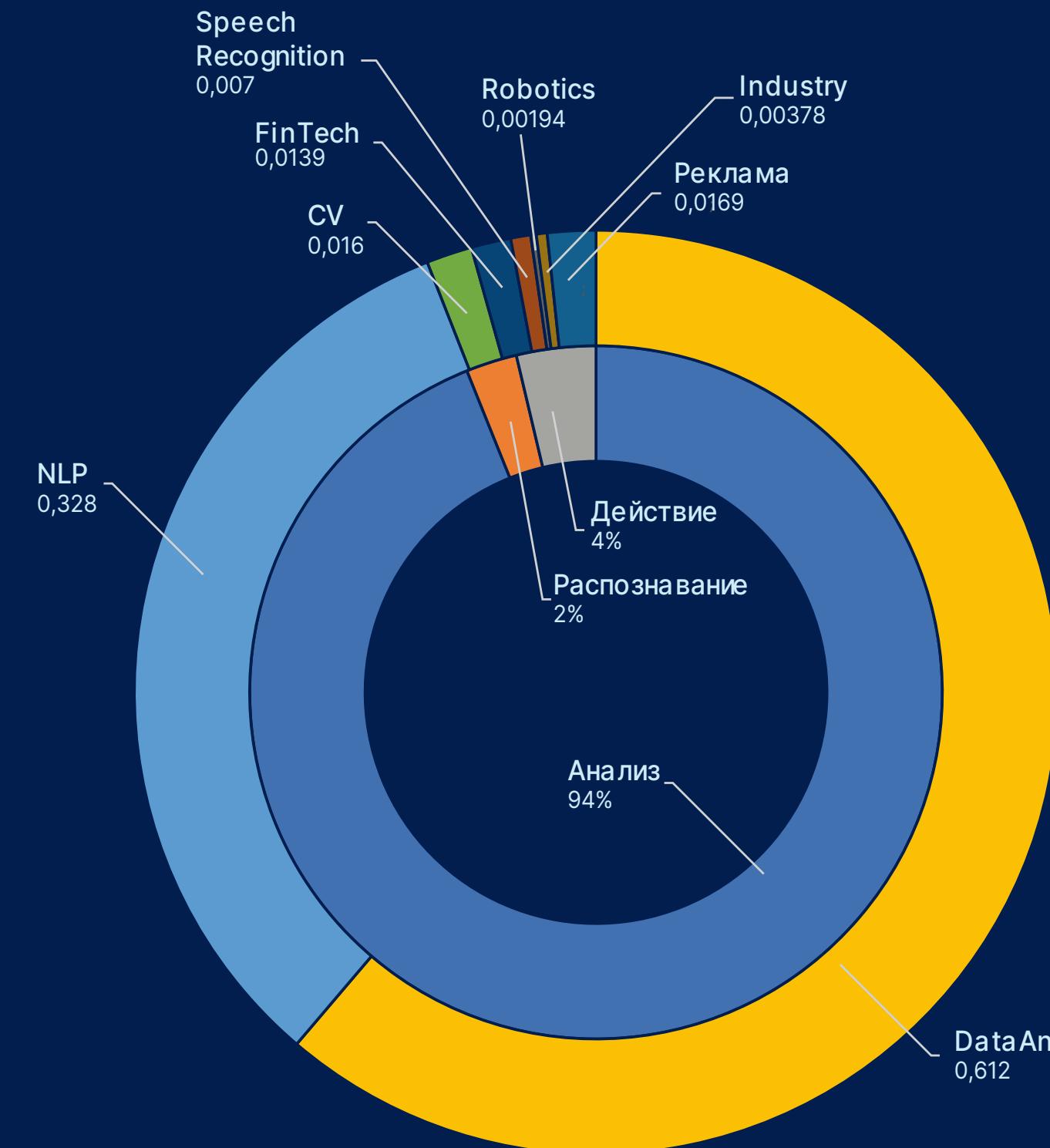


Рис. 10. Структура рынка искусственного интеллекта в России в 2021 г.

2.3 Рынок ИИ – динамика по отраслям

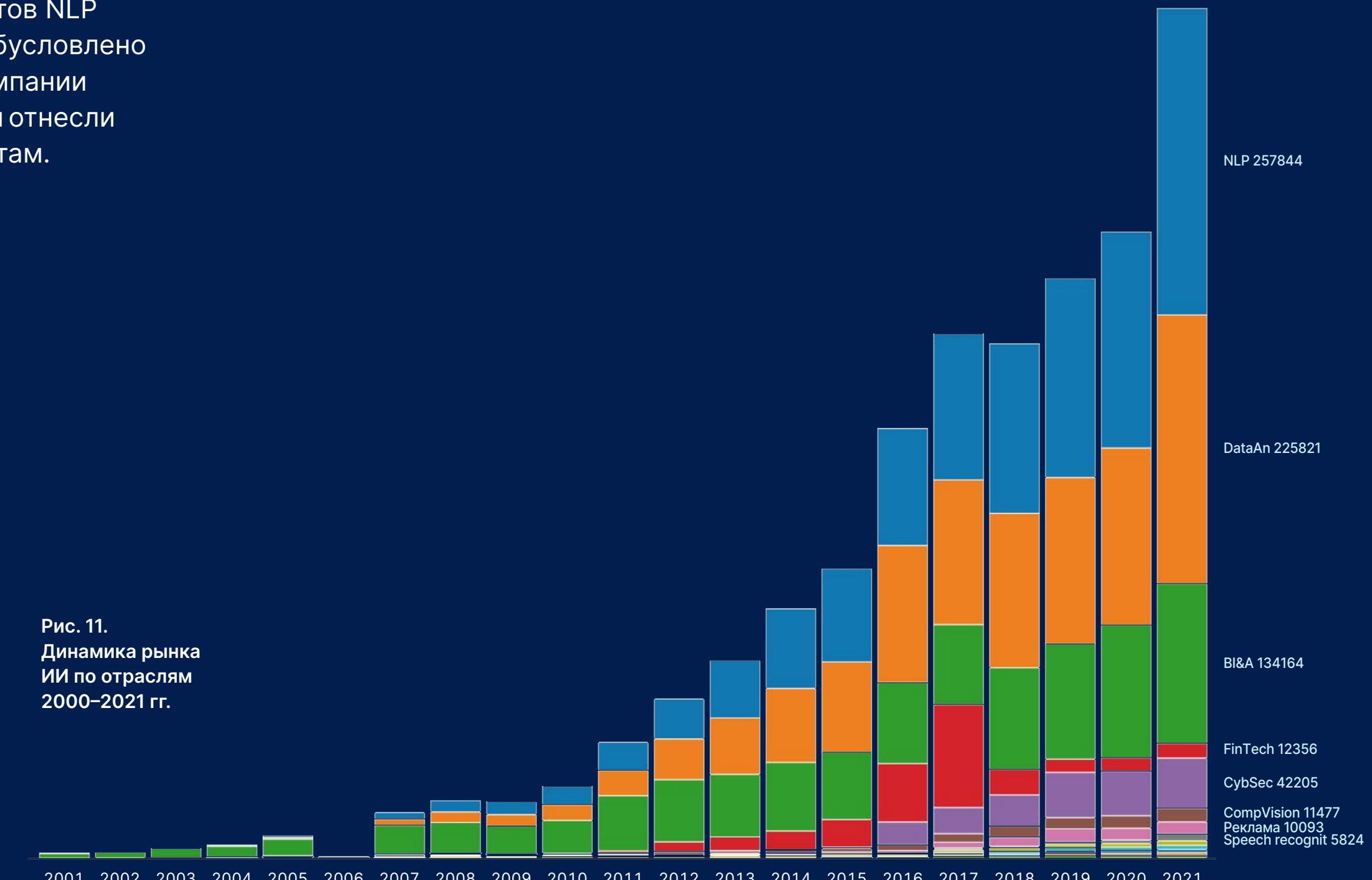
Динамика роста рынка искусственного интеллекта в России за 2001–2021 годы по отраслям

На рисунке приведена динамика изменения выручек российских ИИ-компаний по сегментам.

На карте [aiRussia.online](#) можно посмотреть обновленную с учетом данных за 2021 г. динамику роста сегментов по времени с 2010 по 2021 г.

Увеличение сегментов NLP и анализа данных обусловлено ростом выручки компании Яндекс, которую мы отнесли к этим двум сегментам.

Рис. 11. Динамика рынка ИИ по отраслям 2000–2021 гг.



2.4 Компании ИИ — карта

Компании работающие в области ИИ в России в 2021 г.

В 2021 г. в России насчитывается ~400 компаний, работающих в сфере искусственного интеллекта.

Все их можно посмотреть на интерактивной Карте компаний ИИ России (проект компании IP Laboratory).

Наиболее крупные сегменты, объединяющие 62% всех компаний на рынке (некоторые компании могут входить в несколько сегментов):

Сегменты	Кол-во компаний
Computer vision	76
Business Analytics	77
Healthcare	54
Natural language processing	55
Data Analysis	49

Подробнее на сайте
aiRussia.online

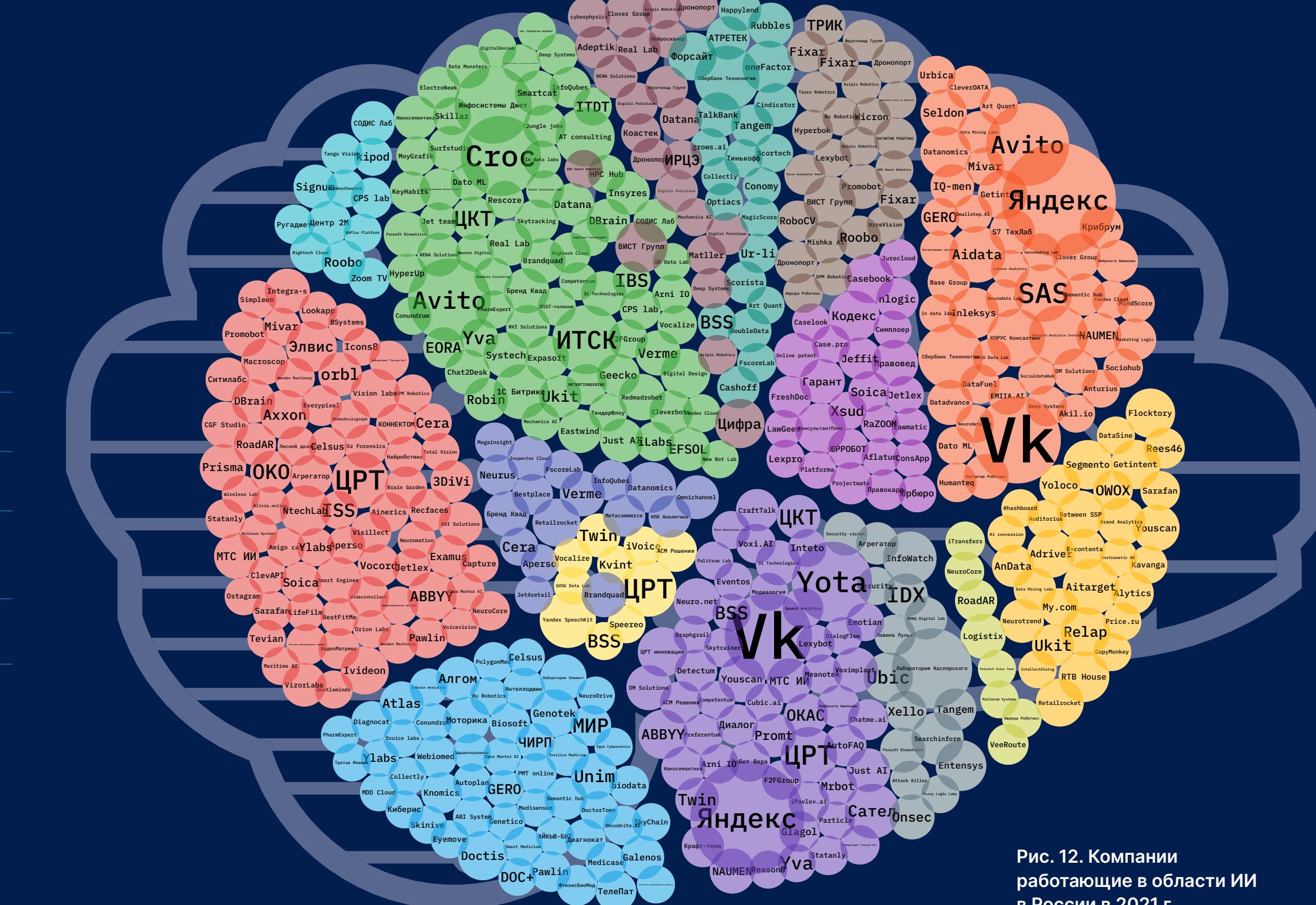


Рис. 12. Компании работающие в области ИИ в России в 2021 г.

2.5 Компании ИИ — стартапы vs корпорации

Размер компаний (по годовой выручке) в области ИИ в России в 2021 г.

Рынок ИИ в России любопытен по размеру годовой выручки компаний. Около 300 компаний (75% от общего количества) с выручкой менее 150 млн ₽ в год занимают всего 1,5% рынка в денежном выражении. Тогда как ~100 компаний (25% от общего количества) занимают 98,5% рынка.

Причем 2 компании (Яндекс и VK) занимают практически половину рынка — 48% в денежном выражении, а 80% рынка приходится всего на 7 компаний.

Таким образом, рынок российского ИИ состоит из нескольких огромных корпораций и большого числа микро и малых предприятий.

48 %
рынка ИИ занимают
всего 2 компании

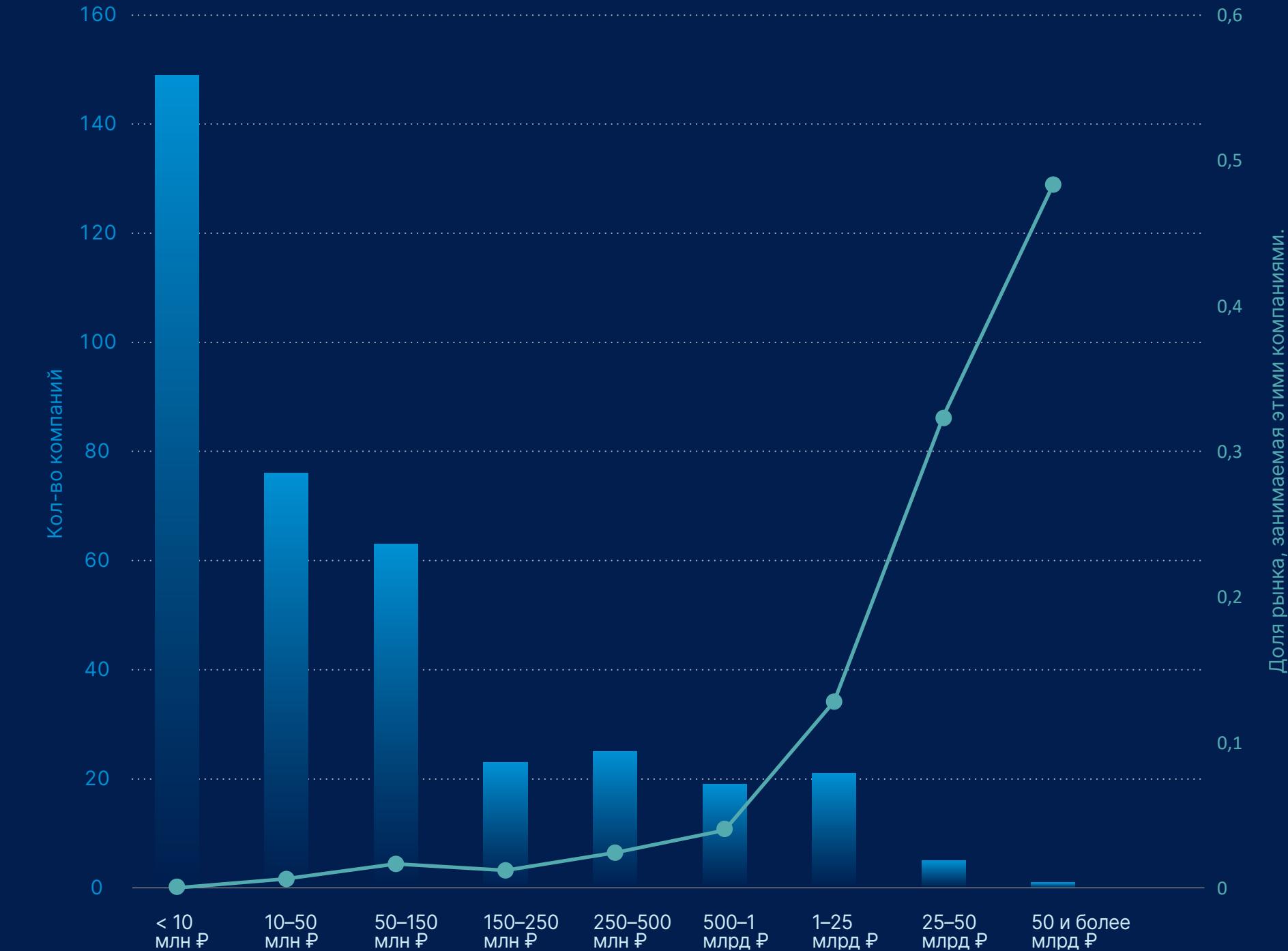


Рис. 13. Кол-во компаний по размеру выручки и доля рынка, которую они занимают

2.6 Компании ИИ — регионы

Региональная концентрация ИИ компаний в России в 2021 г.

С точки зрения региональной концентрации компаний в области ИИ, безусловным лидером является Москва, где сосредоточен 71% всех компаний рынка.

На втором месте находится Санкт-Петербург, там сосредоточено 10% компаний.

71 %
Компаний в области ИИ
находятся в Москве

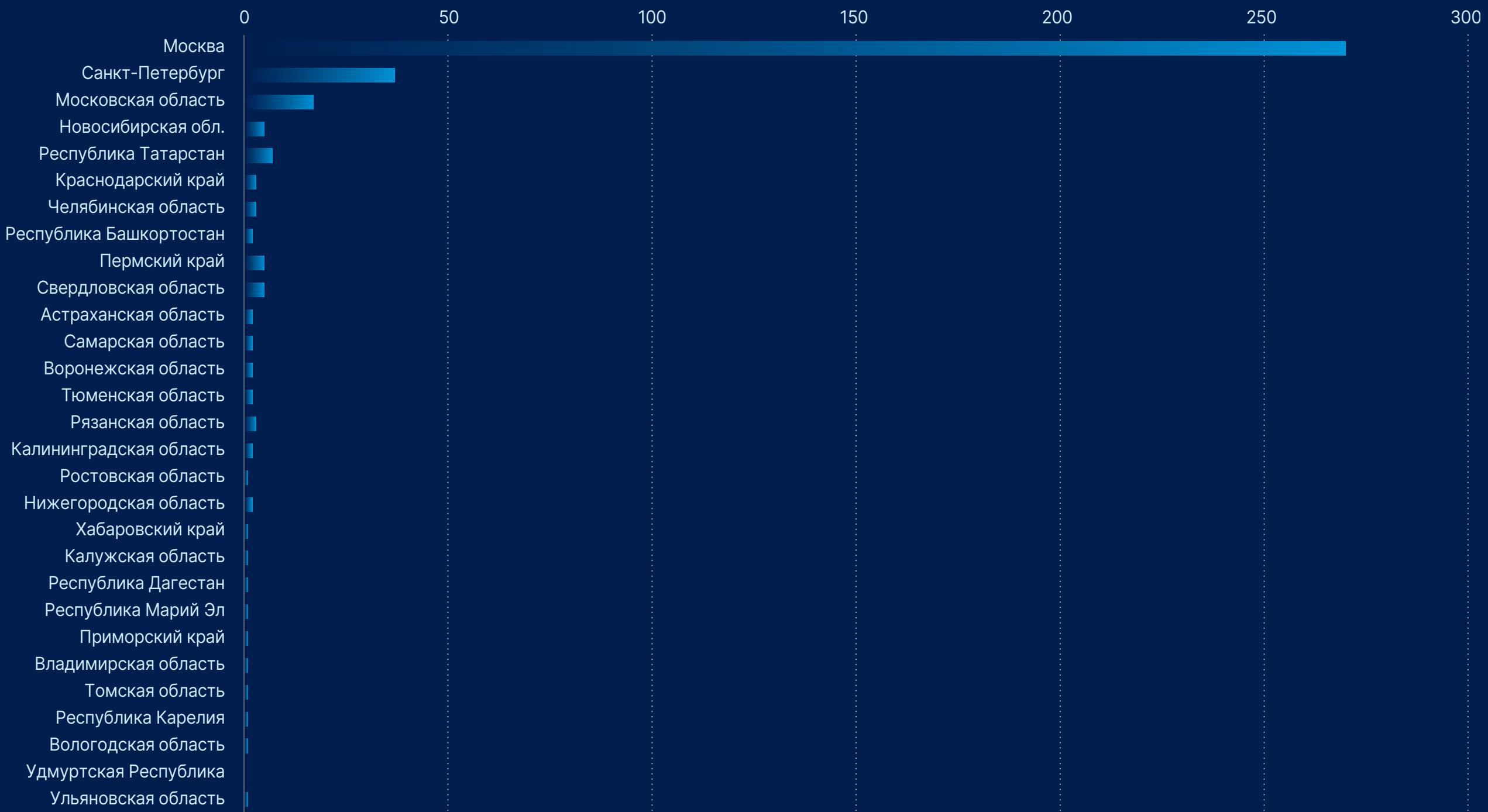


Рис. 14. Распределение количества ИИ-компаний по регионам РФ

Стартапы и инвестиции

В этом разделе мы рассматриваем мировой венчурный рынок и российский венчурный рынок

DSIGHT



WEBIOMED

3.1 Мировой венчурный рынок ИИ — динамика

Динамика мирового венчурного рынка искусственного интеллекта за 2015–2021 гг.

Глобальный венчурный рынок в 2021 г. составил 620,8 млрд \$, показав рост в 111% относительно 2020 года. Сегмент искусственного интеллекта составляет 11% в 2021 г., причем доля от 8 до 12% сохраняется уже 5 лет.

Финансирование ИИ увеличилось в 2021 г. на 108% и достигло 66,8 млрд \$. Медианный размер сделок на поздних стадиях вырос на 70% по сравнению с 2020 годом и достиг 85 млн \$. Количество сделок выросло на 16% по отношению к 2020 г. и достигло 2 841.

\$66,8B
Объем венчурных
сделок в области
ИИ в 2021 г.

В 2021 г. состоялось 179 мега раундов (инвестиции от 100 млн \$) на 40,8 млрд \$. Рост составил 174% в объеме сделок и 127% по количеству сделок по отношению к 2020 г.

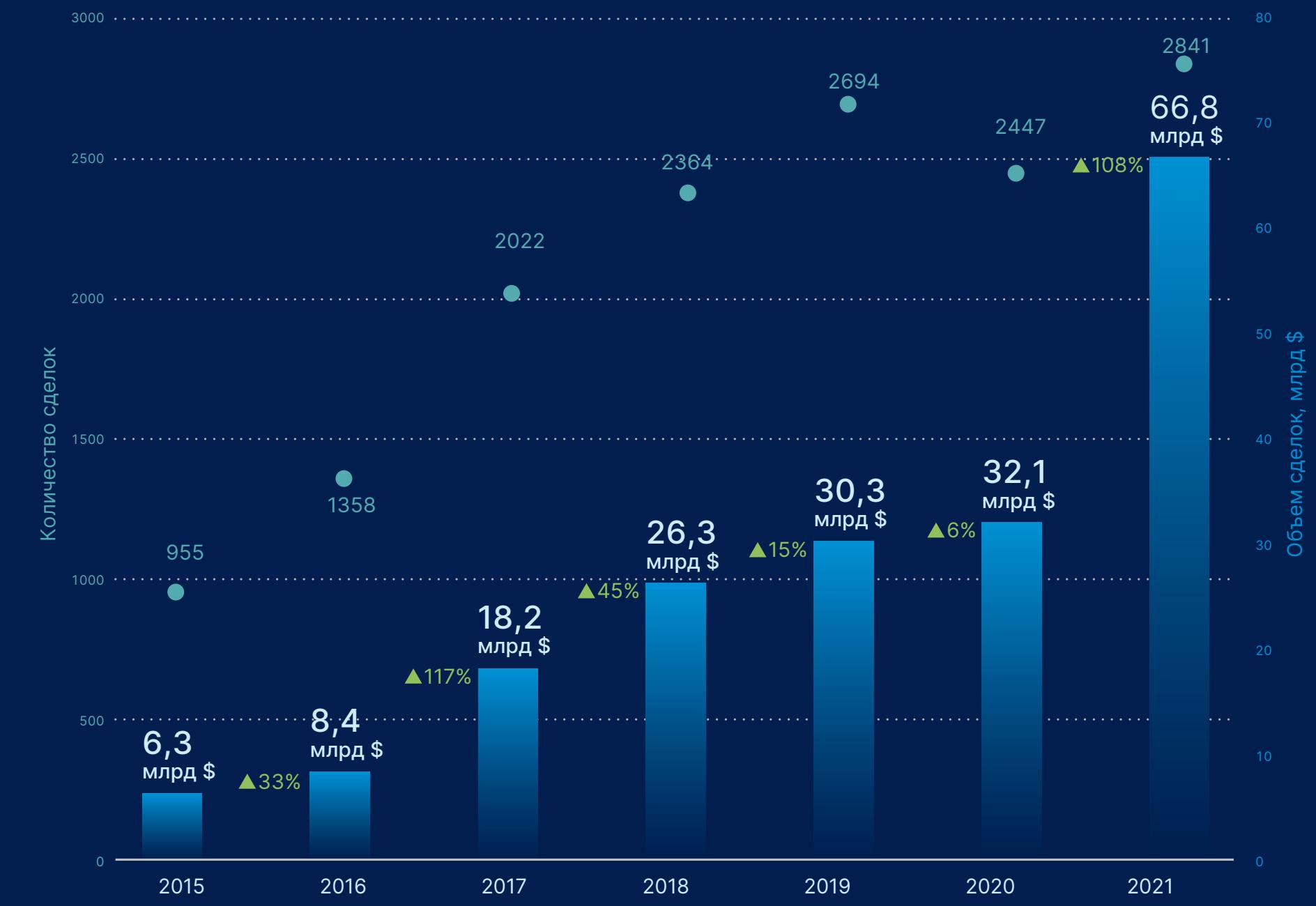
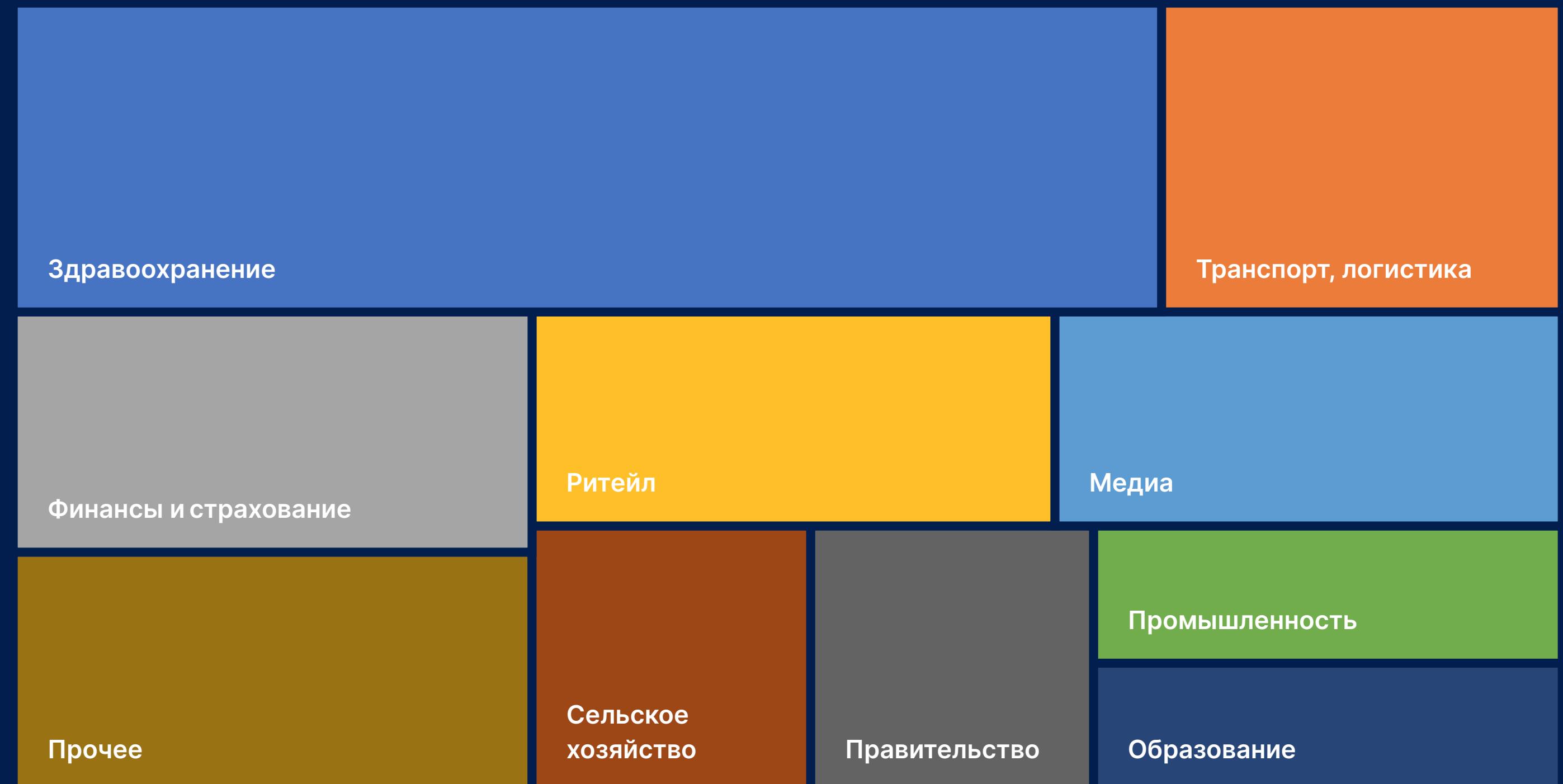


Рис. 15. Мировой объем сделок по ИИ 2015–2021 гг.

3.2 Мировой венчурный рынок ИИ — структура

Структура мирового венчурного рынка искусственного интеллекта в 2021 г.

Основным сегментом для венчурных инвестиций являются компании здравоохранения, на них приходится почти пятая часть общего финансирования.



3.3 Мировой венчурный рынок ИИ — регионы

Динамика венчурного рынка искусственного интеллекта по регионам за 2015–2021 гг

Лидером и по объему, и по количеству сделок является США, фонды которой за 2021 г. проинвестировали 40,3 млрд \$ в 1128 сделках, Азиатские инвесторы совершили 1036 сделок, но объем инвестиций составил 18,1 млрд \$, что в 2,2 раза меньше, чем в США.

1128

Венчурных сделок в 2021 г. в США

Среди инвесторов самым активным мировым инвестором в области ИИ стал фонд Tiger Global Management. За 2021 г. фонд совершила 48 сделок в 44 компаниях, в т.ч. 31 мега раунд.

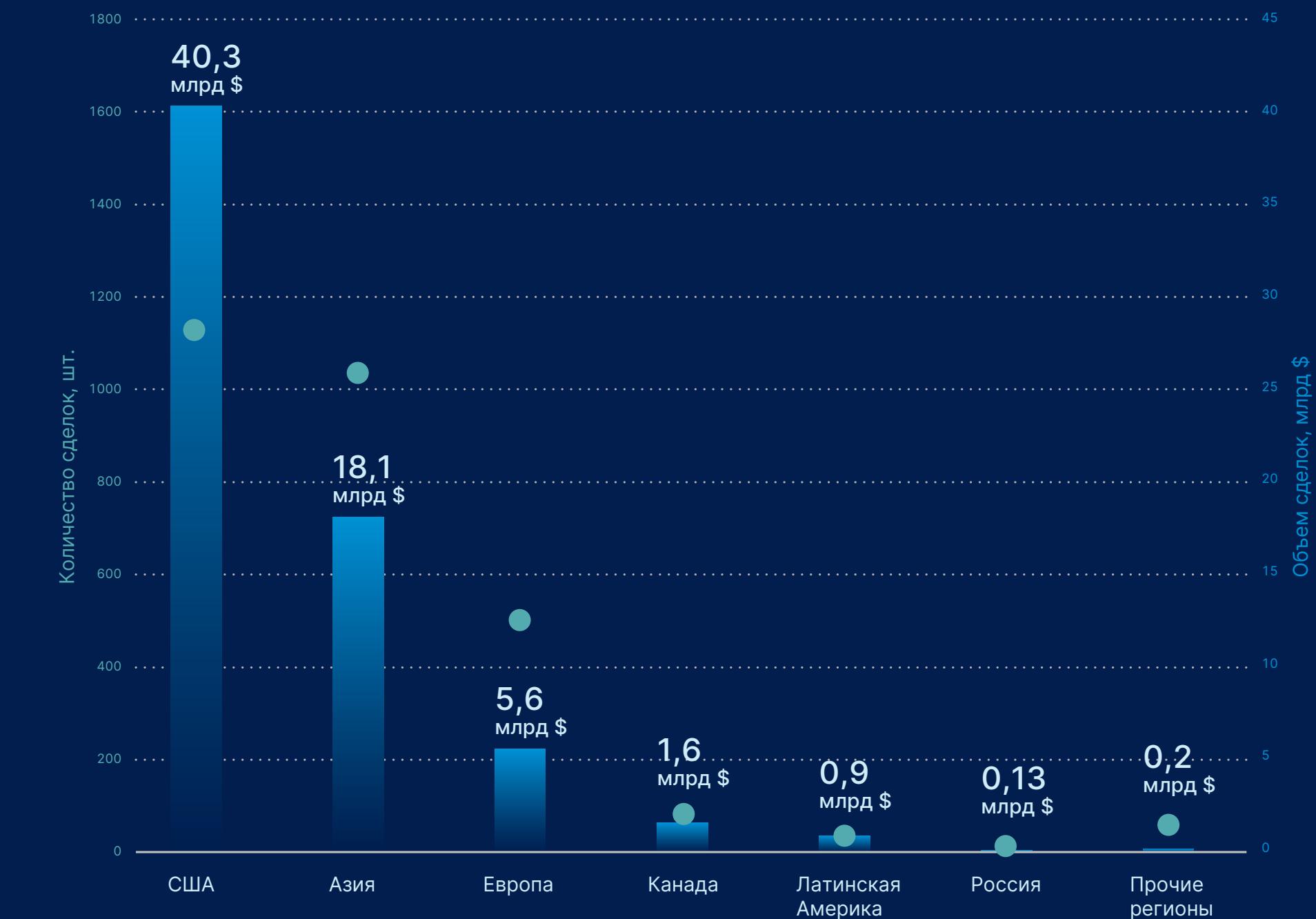


Рис. 16. Динамика венчурного ИИ рынка по регионам 2015–2021 гг.

3.4 Мировой венчурный рынок ИИ — сделки

Динамика и структура сделок на венчурном рынке искусственного интеллекта за 2015–2021 гг

В число рассматриваемых сделок на венчурном рынке входят не только инвестиции в капитал компаний (сделки раундов А, В, С и D), но также и сделки слияния и поглощения (M&A), первичное размещение на бирже (IPO) и сделки со специальным структурированием (SPAC).

Количество M&A сделок в ИИ выросло на 96% по всему миру по отношению к 2020 году. Всего было совершено 311 сделок, 12% из них были в области здравоохранения.

В 2021 г. состоялось 40 IPO и 15 SPAC*.

311

Сделок по слиянию и поглощению (M&A) было совершено в 2021 г.

* Компания, созданная специально для слияния с другой частной компанией, которая желает выйти на биржу, минуя процедуру IPO

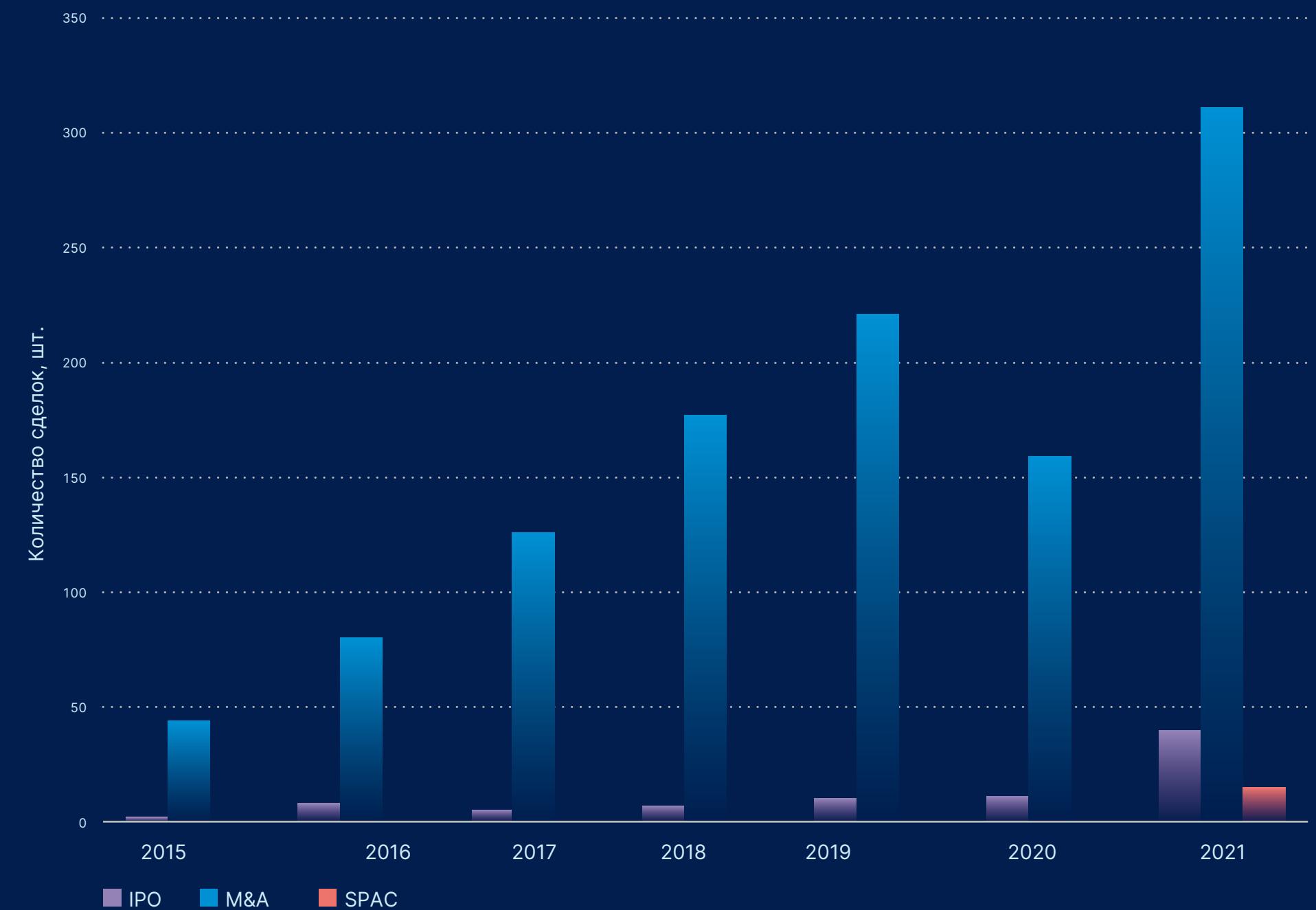


Рис. 17. Динамика M&A, IPO, SPAC 2015–2021 гг.

3.5 Мировой венчурный рынок ИИ — единороги

Динамика появления новых единорогов — компаний, занимающихся ИИ, с оценкой более 1 млрд \$

В 2021 г. еще 65 компаний в области ИИ достигли оценки более 1 млрд \$, став «единорогами», что на 44% больше, чем в 2020 г.

На конец 2021 г. в мире насчитывалось 125 ИИ компаний с оценкой более 1 млрд \$. Примечательно, что в мире за 2021 год появилось 517 компаний-единорогов, 13% из которых — компании в области ИИ.

125

Компаний-единорогов в области ИИ насчитывается в мире в 2021 г.

США является безусловным лидером по количеству компаний-единорогов. На конец 2021 г. в США насчитывалось 77 компаний-единорогов, в Азии — 6.

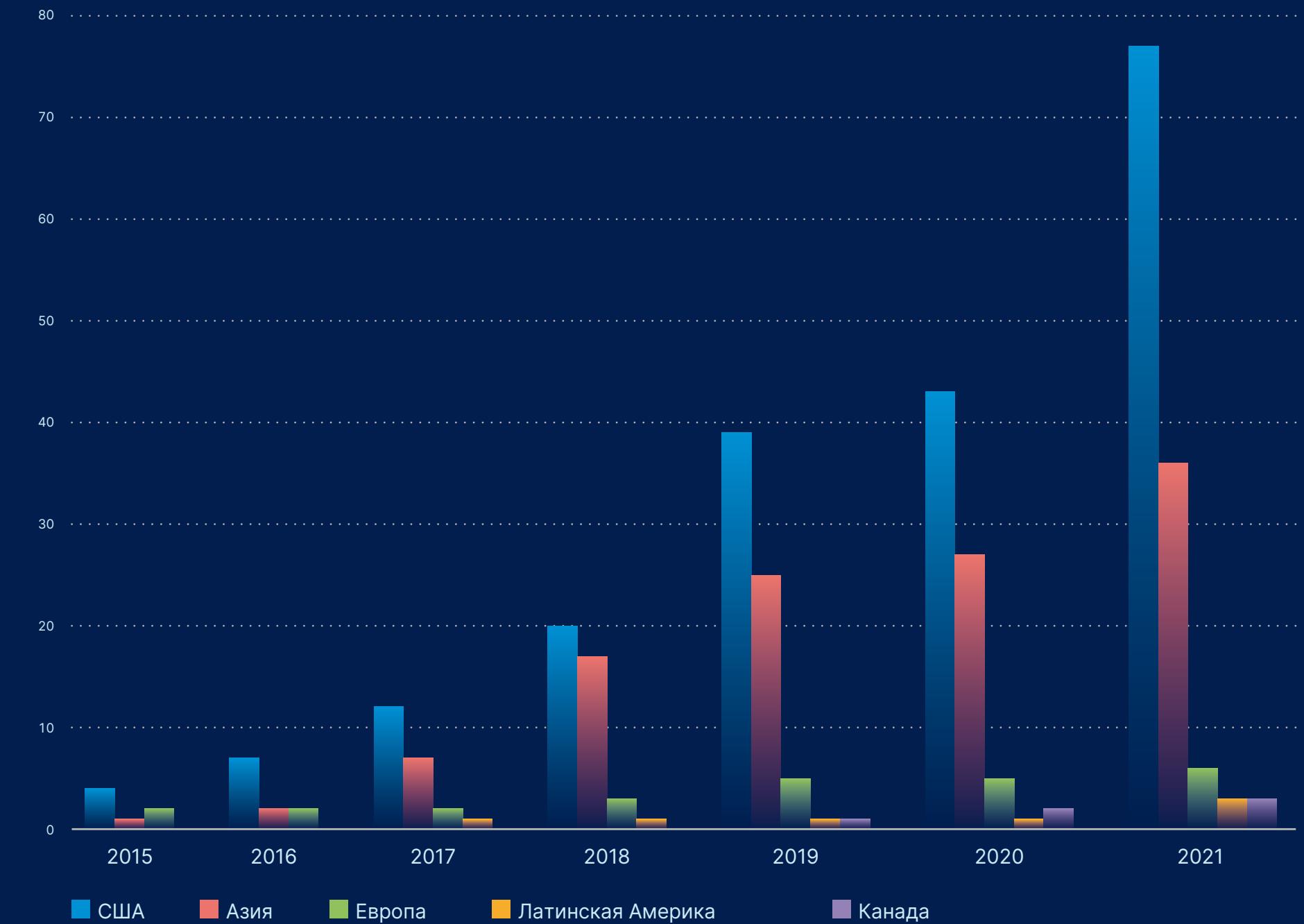


Рис. 18. Количество «компаний-единорогов» по регионам, шт.

3.6 Российский венчурный рынок ИИ — динамика

Объем инвестиций в ИИ стартапы и число инвестиционных сделок с российскими стартапами 2015–2021 гг.

На российском рынке в 2021 г. активность инвесторов значительно выросла относительно 2020 г. Было проинвестировано 77 сделок на 226 млн \$ против 37 сделок в 2020 г. на 84 млн \$, рост инвестиций составил ~170%. Средний рост рынка (CAGR) за 2015–2021 г. составил 62%.

В 2019 г. в оценке рынка мы также учитывали сделку с компанией Acronis. Она выделена на графике, чтобы можно было оценить динамику рынка без нее.

Среди сделок 2021 г. стоит выделить M&A сделку VisionLabs с МТС на 7 млрд ₽.

170%
Рост российского венчурного рынка в ИИ в 2021 г.

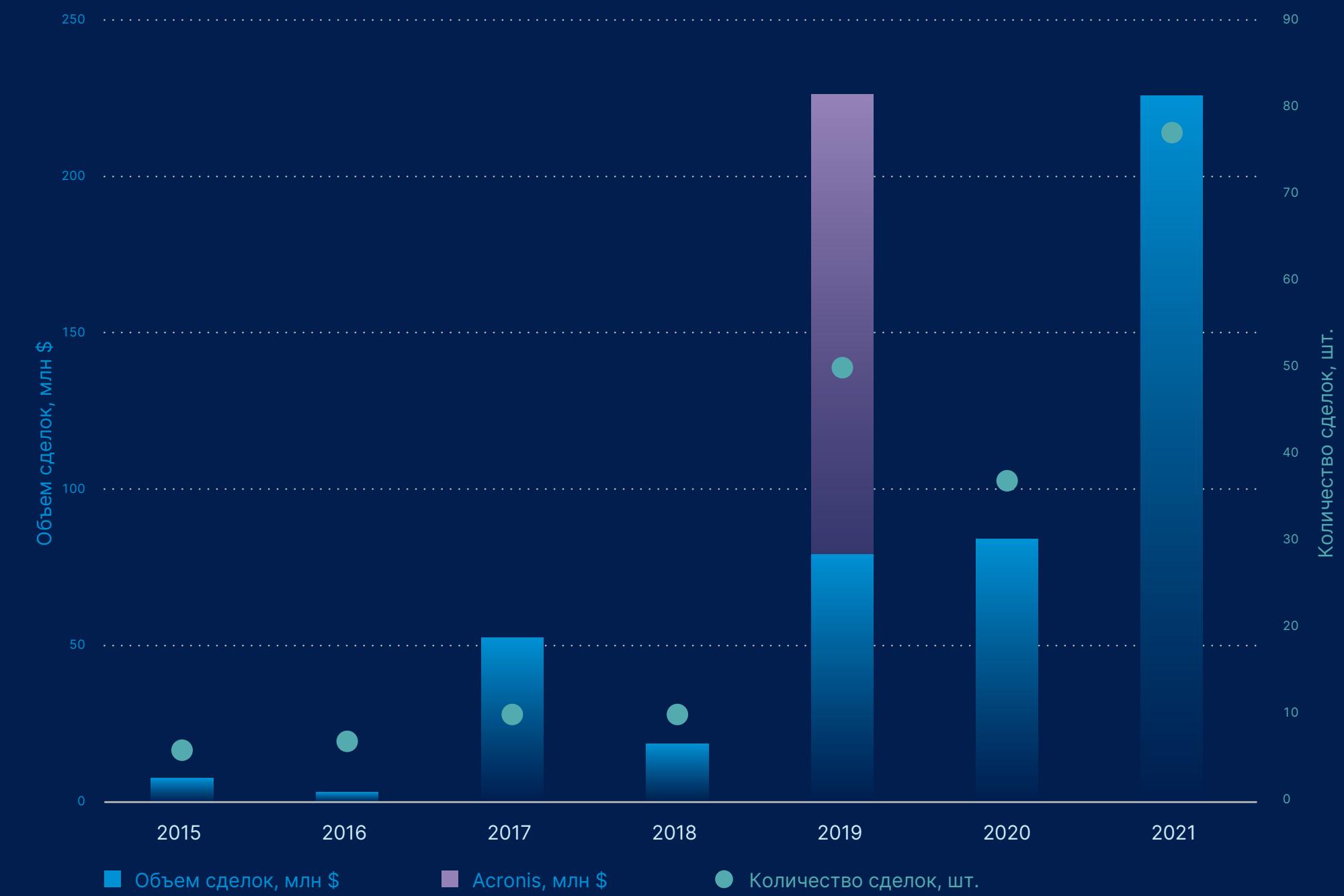


Рис. 19. Объем инвестиций в ИИ стартапы и число инвестиционных сделок с российскими стартапами 2015–2021 гг., млн \$

3.7 Российский венчурный рынок ИИ — структура

Структура объема сделок по типам раундов для сделок с российскими стартапами 2015–2021 гг.

Структура инвестиций в разрезе раундов стартапов значительно изменилась в 2021 г., поскольку ряд компаний подняли крупные раунды (C и D). Мы видим, что многие проекты, которые подняли ранние раунды в 2018 — 2020 гг. продолжали поднимать финансирование в 2021 г.,

Что касается ранней стадии инвестиций (Seed, A и B), то этих сделок было очень мало. На стадии Seed и Pre-seed состоялась 41 сделка (>50% всех сделок), но это всего 10% от объема инвестиций. Еще 9% пришлось на стадию A и 25% на стадию B. На крупные раунды (C+) пришлось 56% всех инвестиций.

56%

Инвестиций было в сделки на поздних стадиях

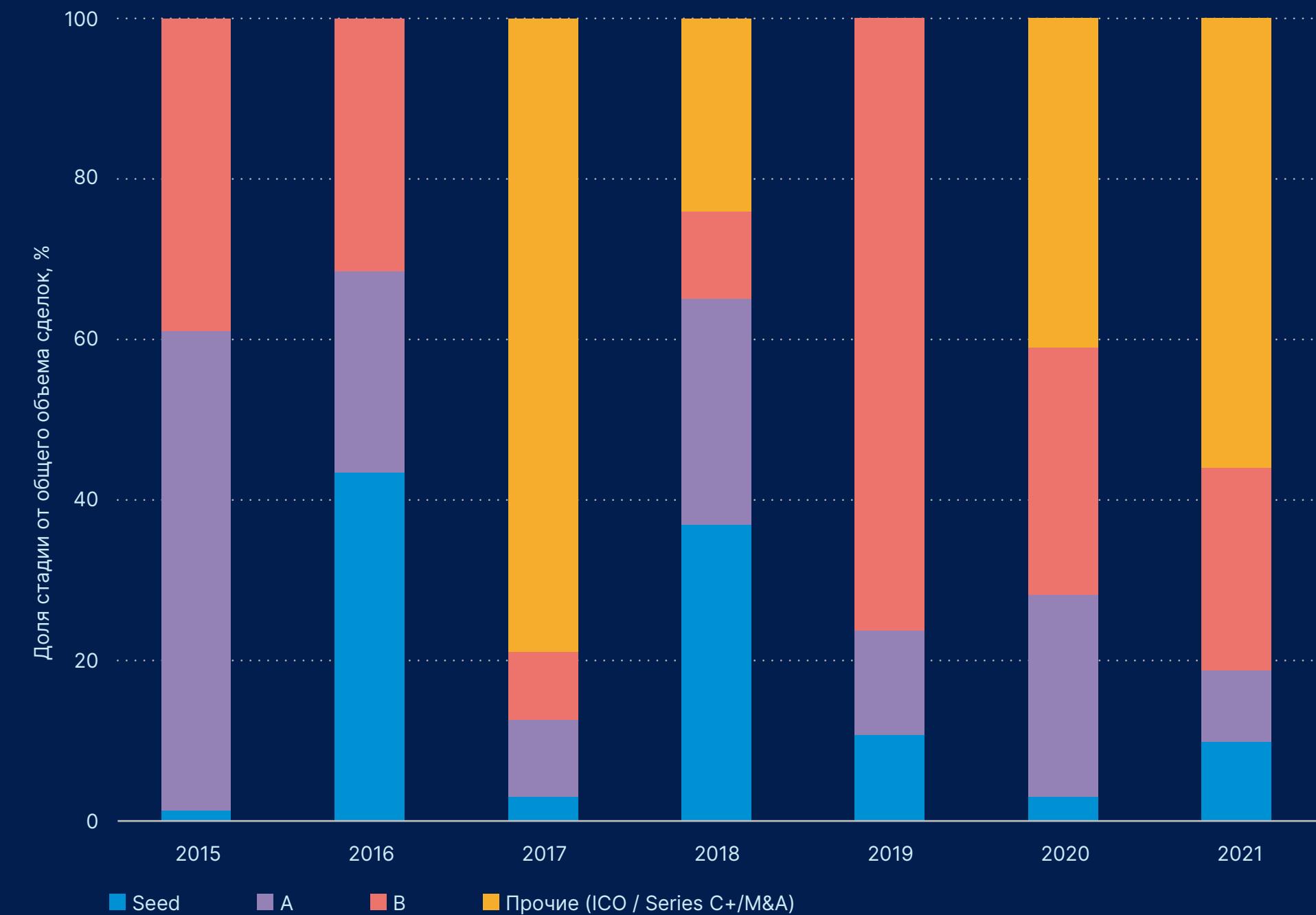


Рис. 20. Структура объема сделок по типам раундов для сделок с российскими стартапами 2015–2021 гг.

3.8 Российский венчурный рынок ИИ — размер сделки

Средневзвешенный размер раунда по типам для сделок с российскими стартапами 2015–2021 гг.

Средневзвешенный размер сделок увеличился относительно 2020 г. в 1,3 раза.

Средневзвешенный размер сделок на стадии Seed увеличился в 2,7 раза, на стадии В в 1,9 раза. Однако на стадии С+ уменьшился в 0,9 раз, а средневзвешенный размер сделок раунда А уменьшился в 0,7 раз.

2,9

млн \$

Средний размер сделки в 2021 г.

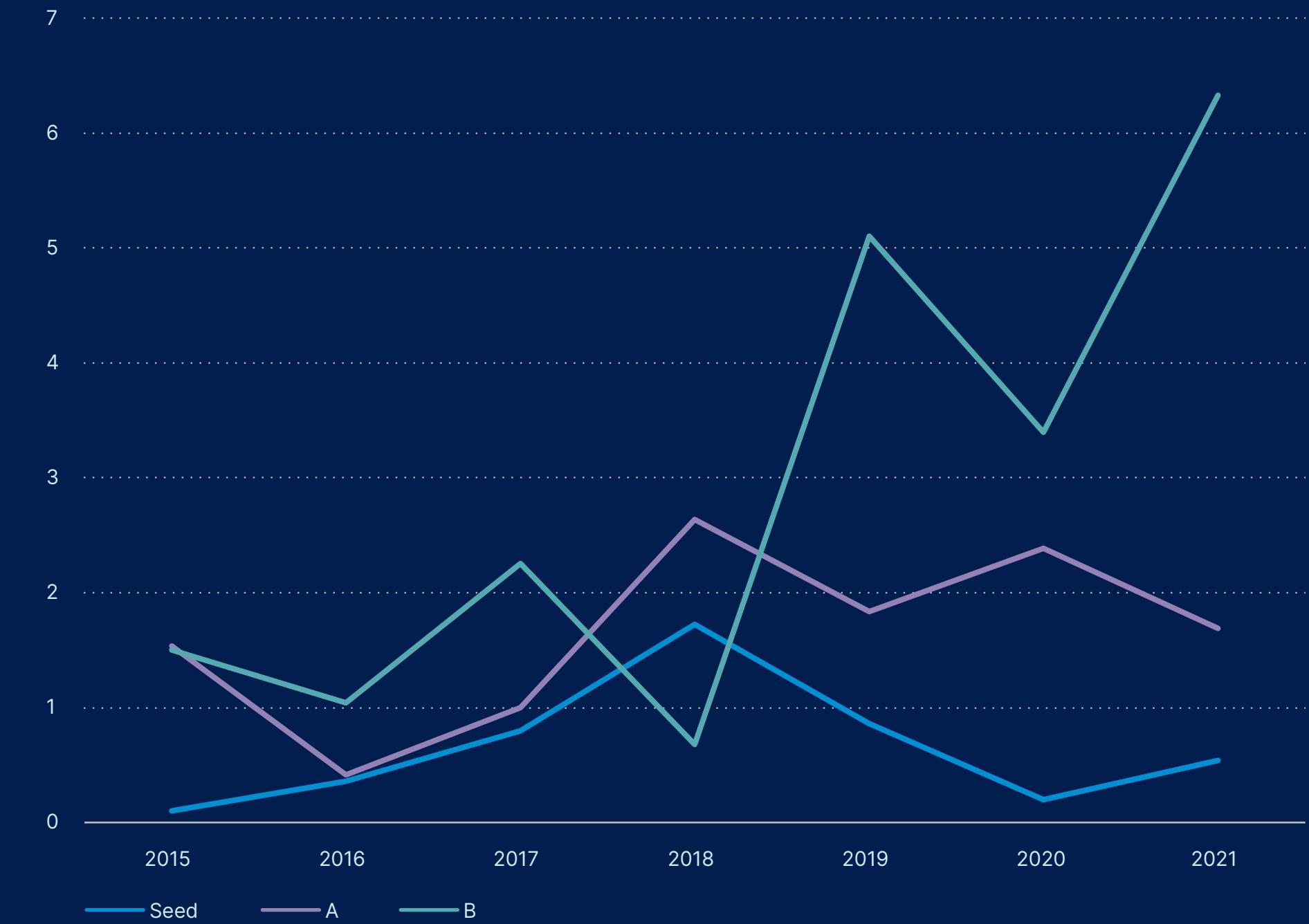


Рис. 21. Средневзвешенный размер раунда по типам для сделок с российскими стартапами 2015–2021 гг., млн \$

3.9 Российский венчурный рынок ИИ — отрасли

Структура венчурных инвестиций в стартапы в области ИИ по направлениям за 2021 г.

74 % всех инвестиций (168 млн \$) и 23,4% всех сделок (17 сделок) пришлось на стартапы в области BUSINESS SOFTWARE.

В сегменте ADVERTISING & MARKETING состоялось 8 сделок на 9,2 млн \$.

6 сделок пришлось на EDTECH. В стартапы в этой области вложили 8 млн \$.

В сегменте ROBOTICS состоялось 5 сделок на 7 млн \$.

Отметим, что 98% по объему и 65% по количеству сделок занимают стартапы, которые работают по модели B2B, на модель B2C приходится 8% по объему и 29% по количеству. Как видно, российские инвесторы не очень верят в модель B2C продаж.

74 %

Инвестиций было сделано в проекты Business Software

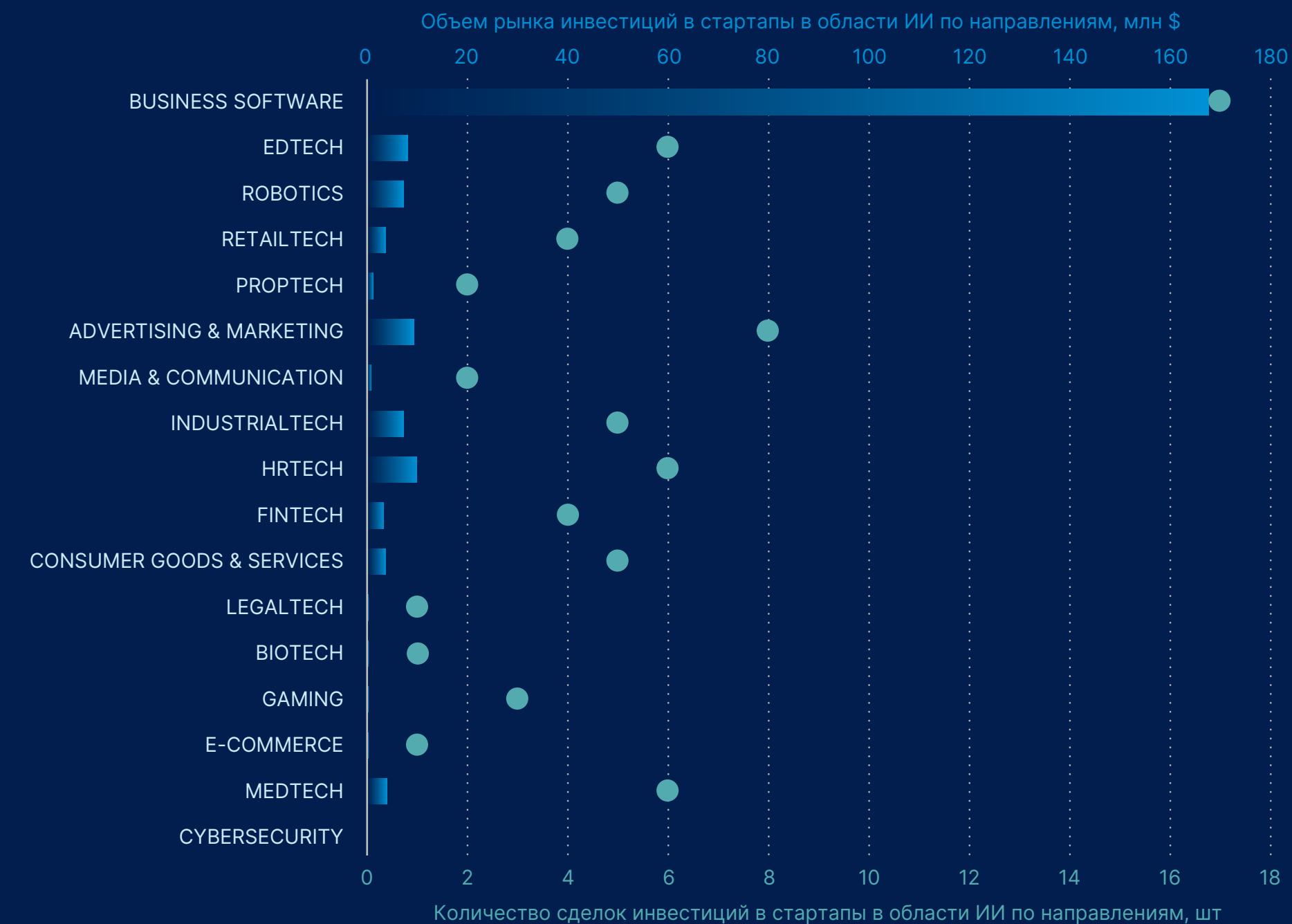


Рис. 22. Структура венчурных инвестиций в стартапы в области ИИ по направлениям за 2021 г.

3.10 Российский венчурный рынок ИИ — здравоохранение

Сравнение венчурных инвестиций в сектор здравоохранения в ИИ в мире и в России за 2021 год.

Сектор здравоохранения является лидером венчурных инвестиций в 2021 г. в мире. Объем инвестиций там вырос в 1,8x, достигнув 12 248 млн \$ против 6 639 млн \$ в 2020 г.

Однако в России мы наблюдаем обратный тренд. В 2021 г. инвестиции в ИИ проекты в области здравоохранения составили всего 5,4 млн \$, что в 3,2 раза меньше чем в 2020 г., когда объем таких инвестиций составил 17,2 млн \$.

-69 %
Падение инвестиций в ИИ
в здравоохранении в 2021 году

Рис. 23.
Динамика мировых
инвестиций, млн \$



Рис. 24.
Динамика российских
инвестиций, млн \$



Государственная поддержка



4.1 Финансирование ИИ в 2021

Общий объем финансирования ИИ со стороны государства в 2021 г. и сравнение с другими федеральными программами.

Финансирование отрасли ИИ в России сейчас осуществляется в рамках Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», одним из проектов которой является Федеральный проект «Искусственный интеллект».

На графике показаны основные проекты входящие в состав НП «Цифровая экономика».

Видно, что на реализацию ФП «Искусственный интеллект» в 2021 г. было потрачено ~3% бюджета НП «Цифровая экономика РФ».

Из запланированных 4,7 млрд ₽ в 2021 г. исполнено 99% утвержденного бюджета.

4,7 млрд ₽

было профинансировано в 2021 г. государством на ИИ

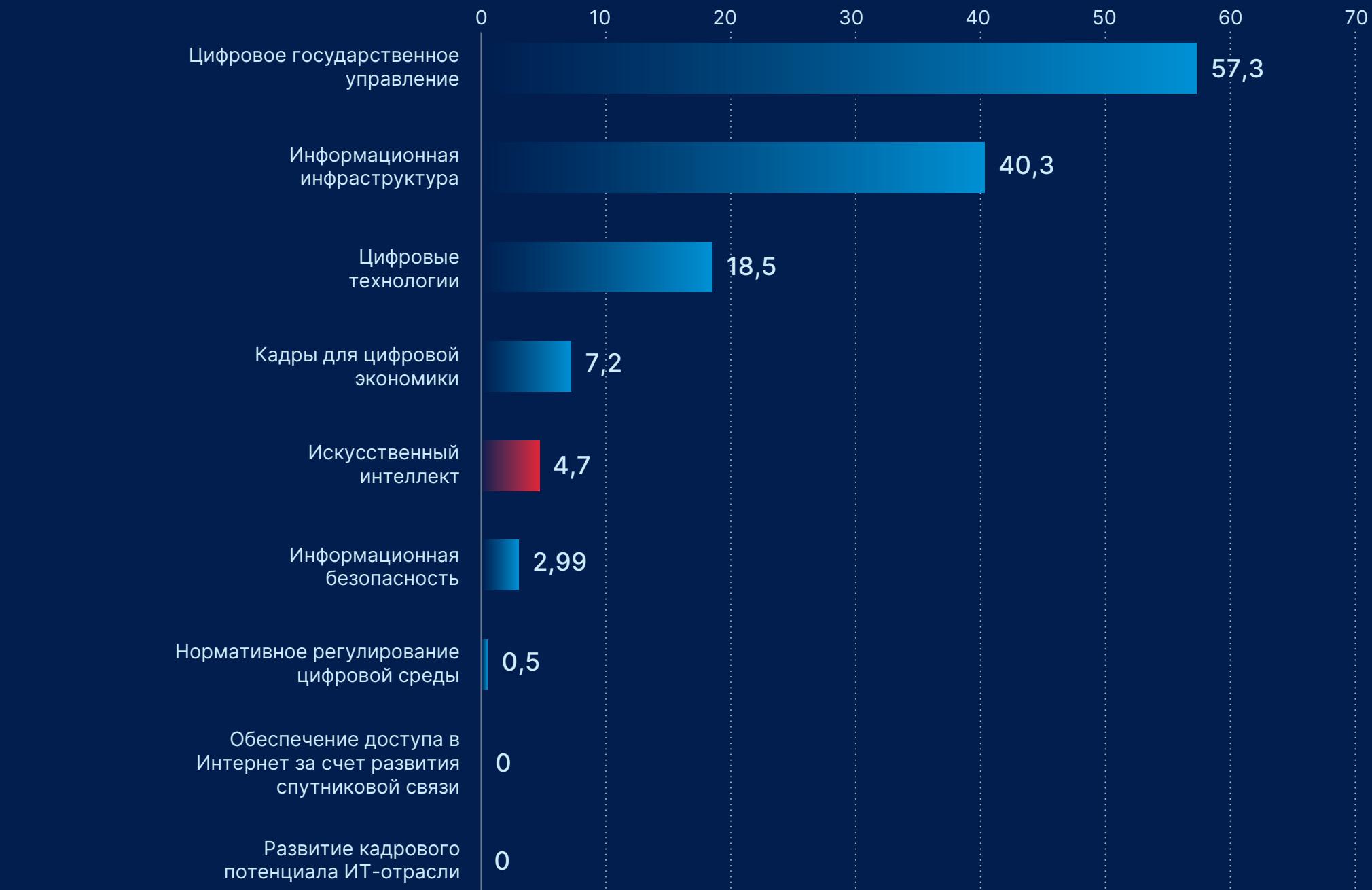


Рис. 25. Общий объем финансирования ИИ со стороны государства в 2021 г. и сравнение с другими федеральными программами, млрд ₽

4.2 Финансирование ИИ — динамика

Финансирование развития технологий искусственного интеллекта в РФ за 2019–2021 гг.

В 2018–2020 годы финансирование ИИ осуществлялось через институты развития в виде отдельных программ, а начиная с 2021 г. все финансирование идет в рамках Федерального проекта «Искусственный интеллект», где часть проектов и компаний по прежнему финансируются через институты развития, а часть идет через ФОИВы.

На графике показана динамика финансирования технологий ИИ по годам.

С принятием ФП «Искусственный интеллект» финансирование ИИ в целом выросло примерно в 2 раза.

~2×

Примерно в 2 раза выросло годовое финансирование ИИ от государства с запуском ФП «Искусственный интеллект»

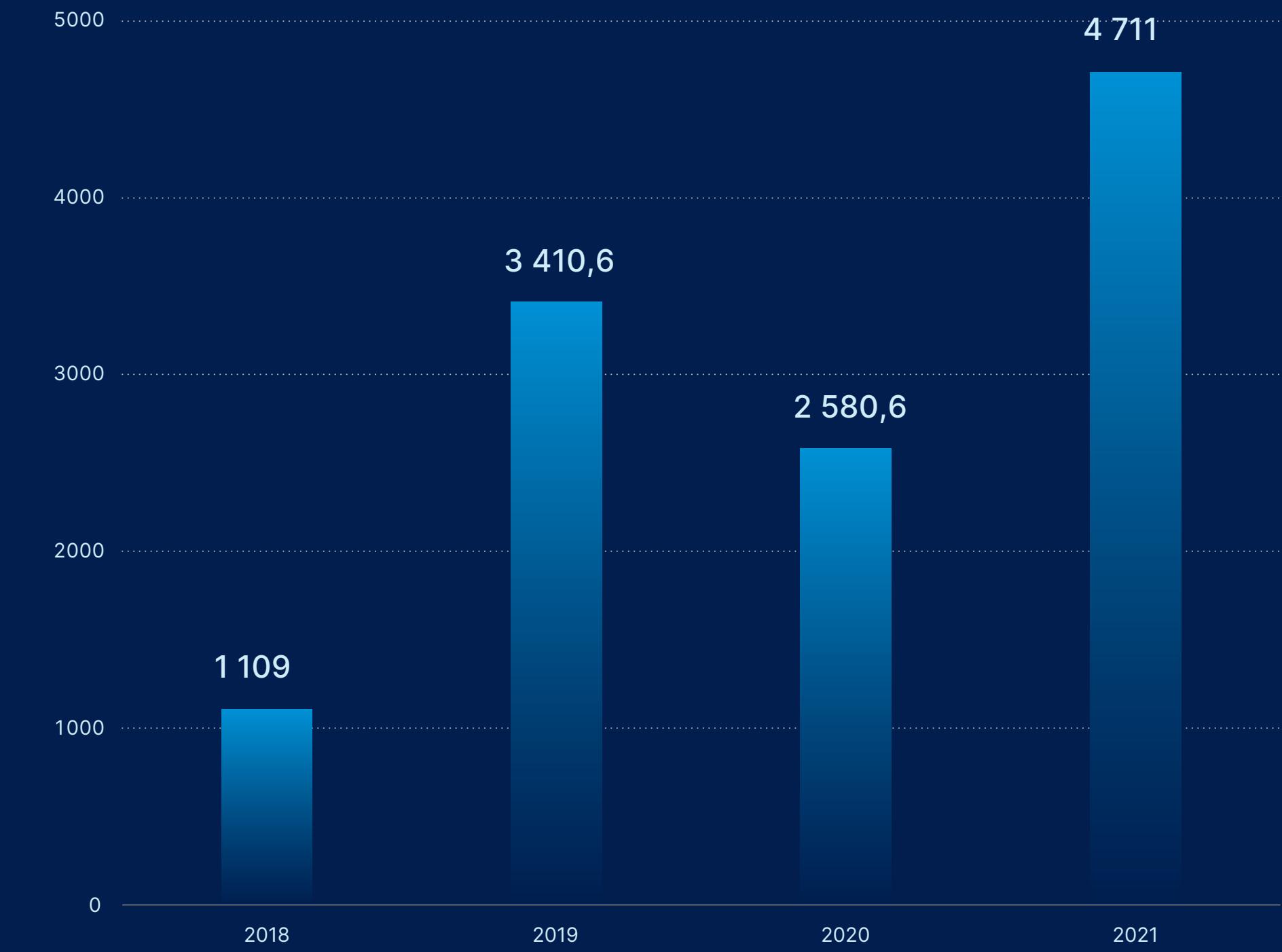


Рис. 26. Финансирование развития ИИ в РФ 2019–2021 гг., млн ₽

4.3 Финансирование ИИ — операторы

Финансирование развития ИИ в РФ через институты развития в 2019–2021 гг.

В период с 2018 по 2020 годы финансирование ИИ осуществлялось в рамках дорожной карты развития «сквозной» цифровой технологии «Нейротехнологии и искусственный интеллект» на поддержку проектов коммерческих компаний и происходило на конкурсной основе через институты развития:

- АО «Российская венчурная компания»
- Минпромторг
- Фонд «Сколково» России
- Фонд содействия инновациям
- Российский фонд развития информационных технологий

Среди институтов развития лидером по финансированию компаний ИИ остается Фонд Содействия Инновациям

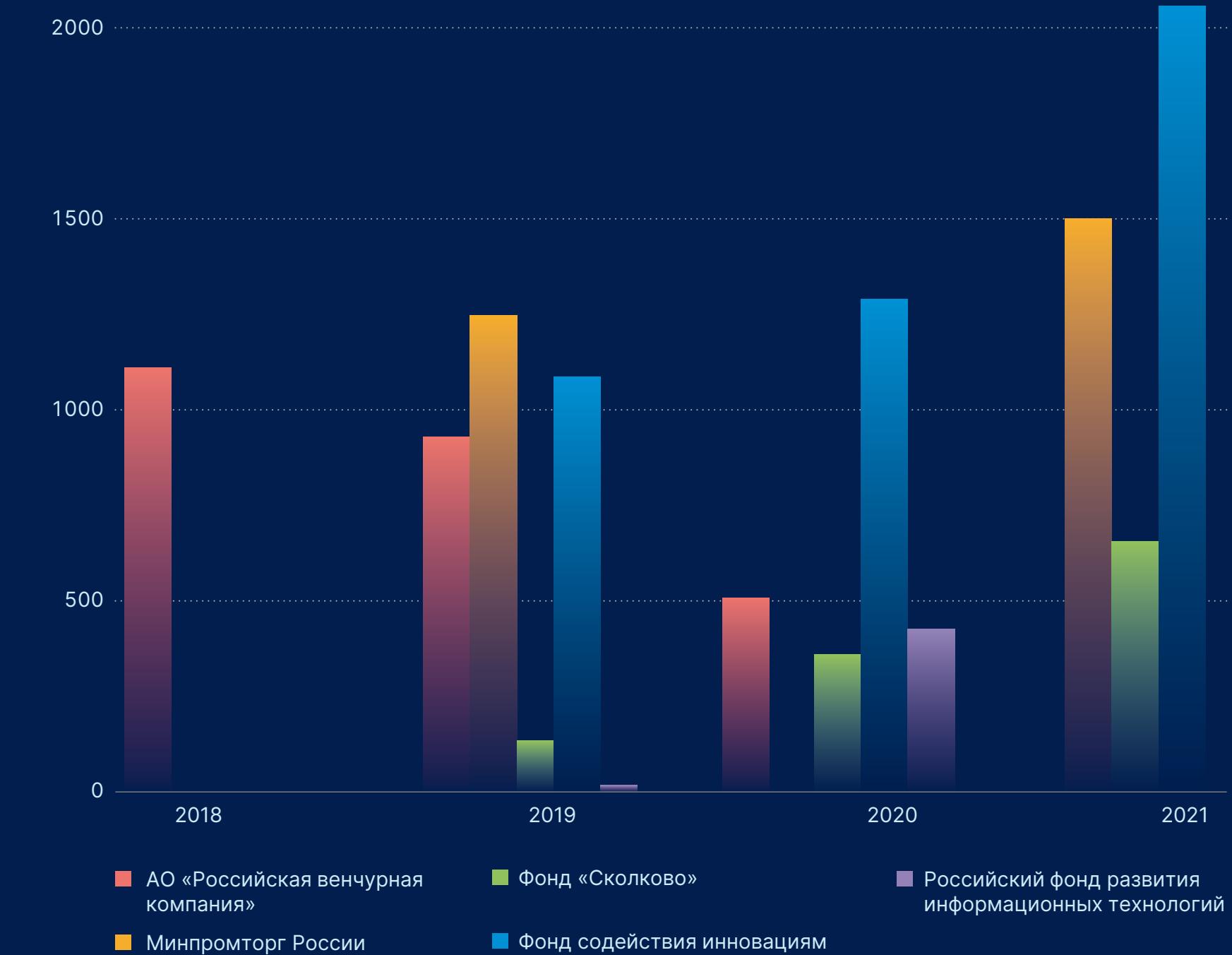


Рис. 27. Финансирование развития ИИ в РФ через институты развития 2019–2021 гг., млн ₽

4.4 Новые исследовательские центры в сфере ИИ

В 2021 г. в рамках ФП «Искусственный интеллект» профинансирано 6 новых Центров Искусственного интеллекта, каждому выделено по 150 млн ₽. Всего в 2021–2024 г. каждый центр получит около 1,2 млрд ₽. Центры созданы в следующих университетах и НИИ:

- Сколковский институт науки и технологий
 - Университет Иннополис
 - Национальный исследовательский университет ИТМО
 - Национальный исследовательский университет — Высшая школа экономики
 - Институт системного программирования им. В.П. Иванникова РАН
 - Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)
- | | | | | |
|----------------|-----------------|--------------|----------|-----------------------|
| Промышленность | Медицина | Безопасность | Экология | Беспилотный транспорт |
| Энергетика | | | | |
| Финтех | Медиа и реклама | | | |
| Телеком | Логистика | | | |
| Робототехника | Право | | | |
| Образование | Этика | | | |

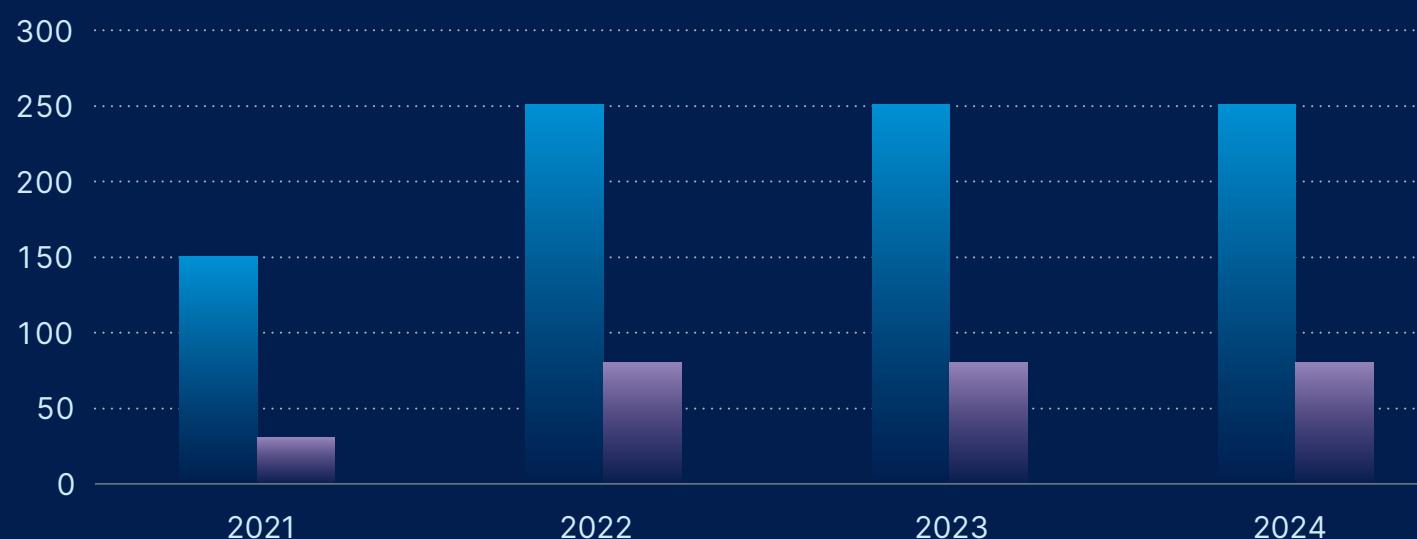


Рис. 28. Плановое финансирование каждого центра ИИ в 2021–2024, млн ₽

Гос. финансирование
Внебюджет (не менее)

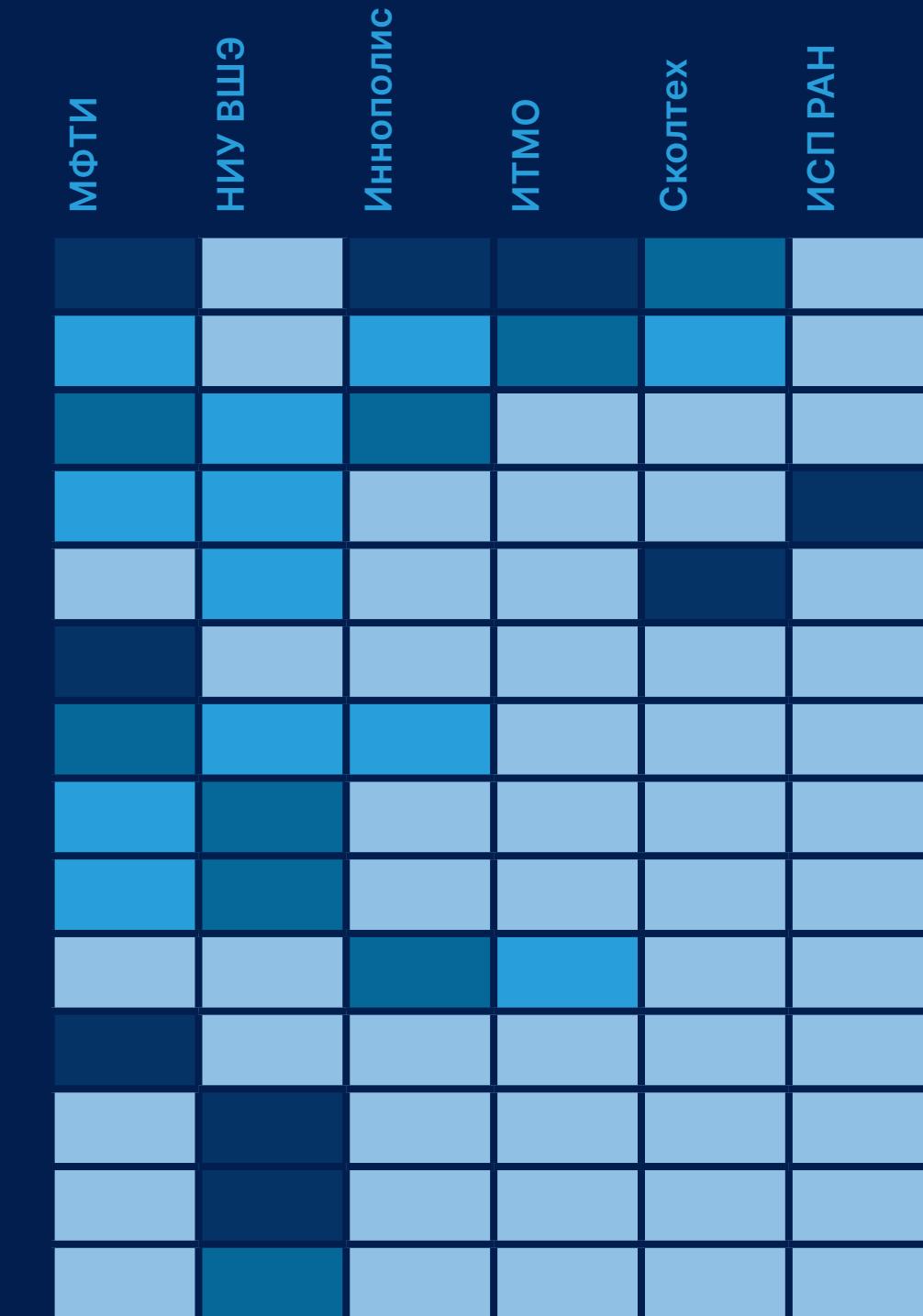


Рис. 29. Карта направлений специализации исследовательских центров в сфере ИИ

4.5 Центры НТИ в сфере ИИ, созданные в 2018 г.

Самой первой поддержкой ИИ от государства стало создание и функционирование центров Национальной технологической инициативы (НТИ) в сфере искусственного интеллекта, осуществляющееся в рамках национального проекта «Наука и университеты»:

- Центр компетенций НТИ по направлению «Искусственный интеллект» на базе МФТИ
- Центр компетенций НТИ по направлению «Технологии хранения и анализа больших данных» на базе МГУ им. М.В. Ломоносова
- Национальный центр когнитивных разработок на базе ИТМО

Государственное финансирование Центрам компетенций НТИ было изначально предоставлено на 3 года (рис. 30), в расчете на то, что далее Центры перейдут на самоокупаемость благодаря работе с партнерами. Нужно отметить, что все Центры привлекли софинансирование от индустрии (рис. 31).

Рис. 30. Финансирование центров НТИ в сфере ИИ, млн ₽

- Центр Национальной технологической инициативы по направлению «Искусственный интеллект»
- Центр компетенций НТИ по направлению «Технологии хранения и анализа больших данных»
- Национальный центр когнитивных разработок

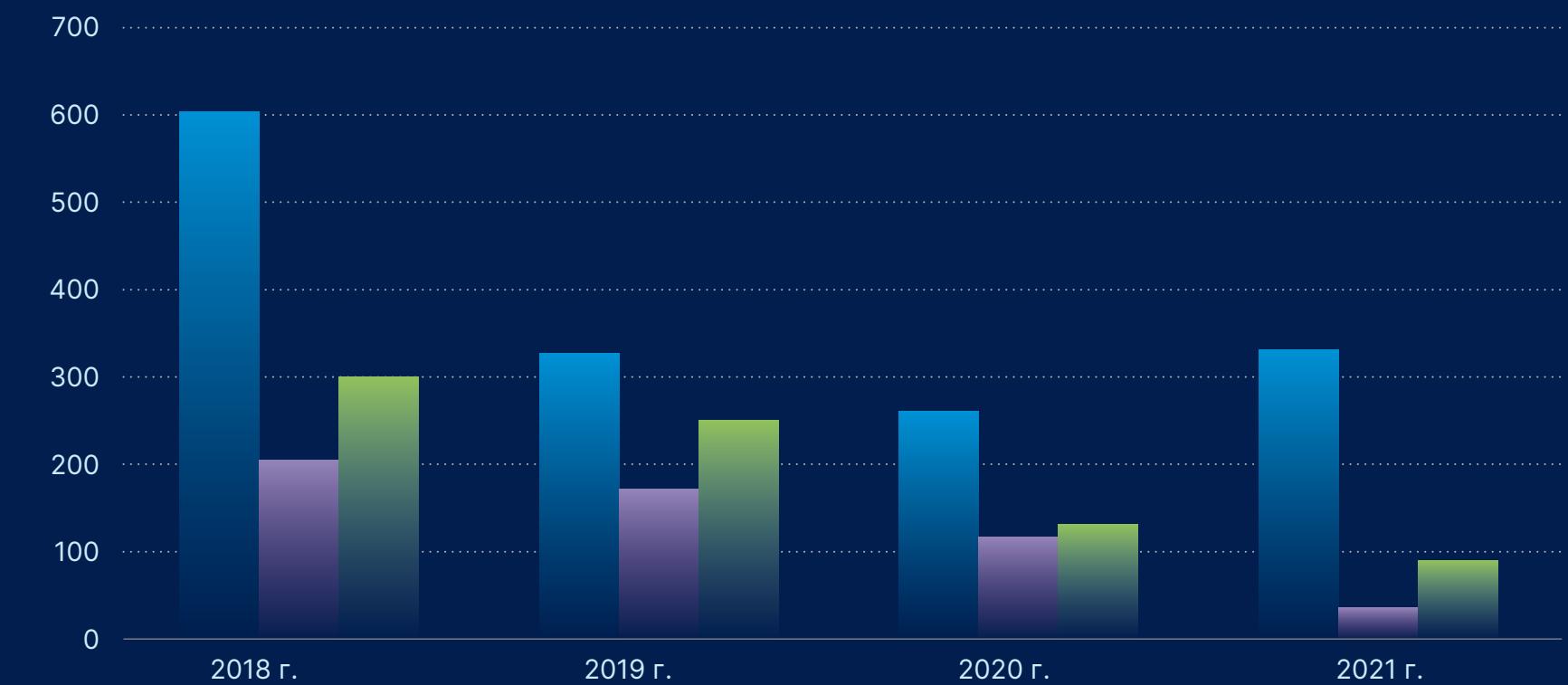
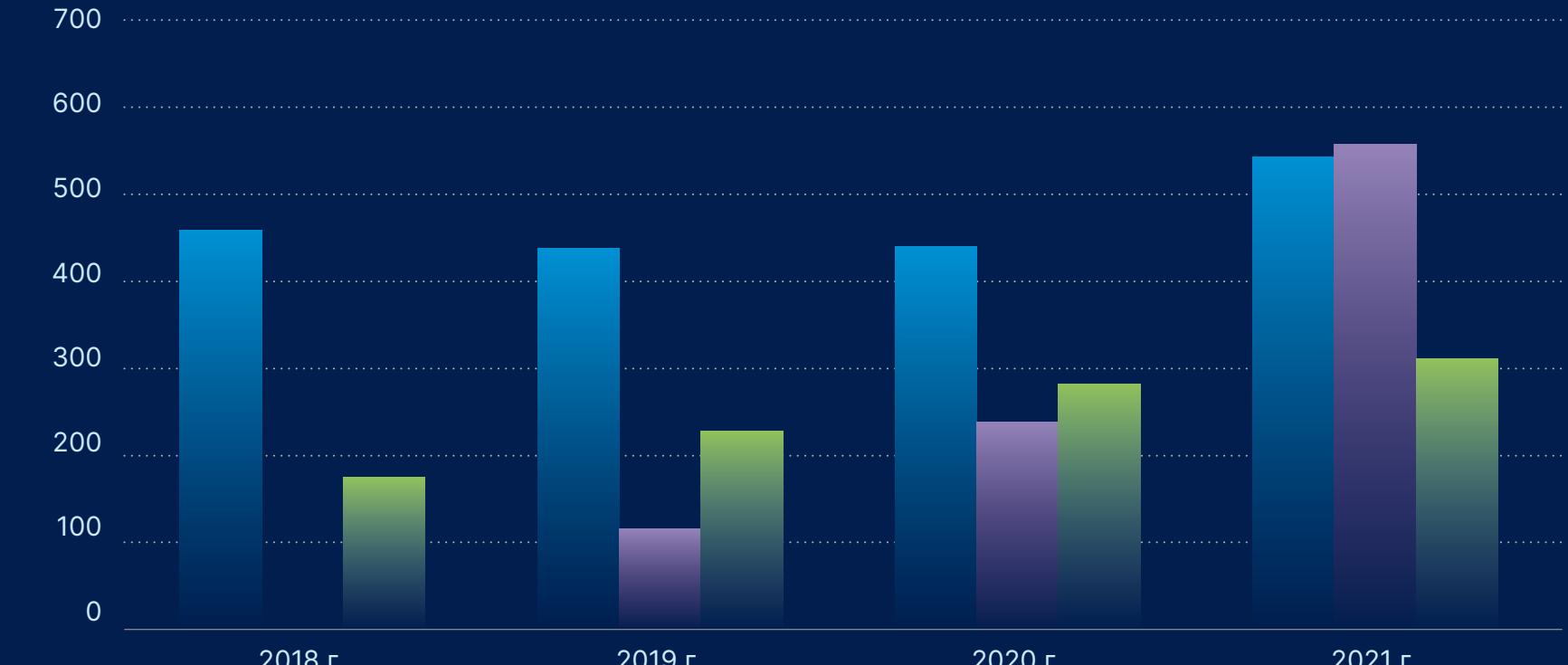


Рис. 31. Внебюджетное финансирование центров НТИ в сфере ИИ, млн ₽

- Центр Национальной технологической инициативы по направлению «Искусственный интеллект»
- Центр компетенций НТИ по направлению «Технологии хранения и анализа больших данных»
- Национальный центр когнитивных разработок



4.6 Государственные закупки — объемы

Государственное финансирование отрасли ИИ в форме закупки товаров и услуг за 2021 г.

Помимо грантового финансирования, государство финансирует отрасль ИИ, закупая товары и услуги у компаний. Мы проанализировали государственные закупки в области ИИ на сайте zakupki.gov.ru за 2016–2021 гг. Эти закупки проводятся по двум законам:

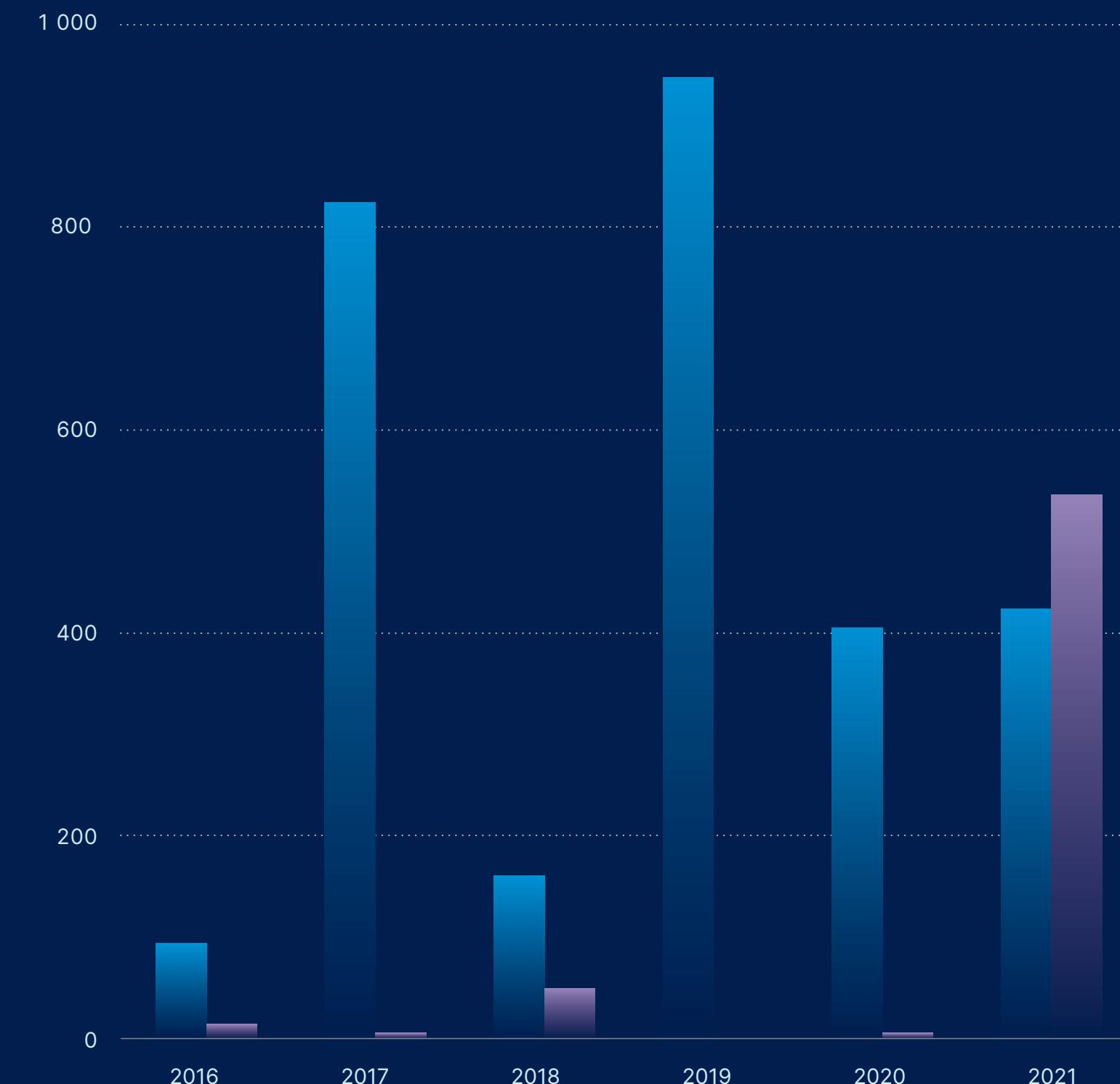
- 44-ФЗ (по нему закупают бюджетные учреждения)
- 223-ФЗ (по нему закупают компании и корпорации, принадлежащие государству).

960 млн ₽
было потрачено в 2021 г.
на государственные закупки в ИИ

На графике видно, что в 2020 г. был спад закупок, скорее всего это связано с Covid-19. Интересно, что в следующем 2021 г. закупки по 223-ФЗ сильно возросли, а по 44-ФЗ практически не изменились. Возможно, это связано с тем, что 223-ФЗ более гибкий для проведения закупок ПО и услуг, связанных с ИИ.

Рис. 32. Закупки в области ИИ по 44 и 223 ФЗ, млн ₽

- Закупки госкорпораций в области ИИ, 44-ФЗ
- Закупки госкорпораций в области ИИ, 223-ФЗ



4.7 Государственные закупки — регионы

Государственные закупки товаров и услуг в области ИИ в разрезе регионов в 2021 г.

На рисунке представлено распределение объема и количества закупок по регионам. Видно, что самым активным заказчиком технологий ИИ является Москва, на нее приходится как самое большое количество закупок, так и их наибольший объем в деньгах — 83%.

83%
от общего объема госзакупок в ИИ
проводится в Москве



Рис. 33. Кол-во закупок госкорпорациями ИИ по регионам 2021 г., млн ₽

4.8 Государственные закупки — структура

Структура государственных закупок товаров и услуг в области ИИ в разрезе категорий в 2021 г.

Если посмотреть на структуру закупок, то мы увидим, что в ней есть следующие основные категории:

- Разработка программного обеспечения (ПО)
- Закупка оборудования
- Оказание услуг, связанных с ИИ или использующих ИИ
- Консалтинговые услуги

На графике видно, что наибольший объем закупок приходится на оказание услуг, связанных с ИИ и разработку программного обеспечения. Интересно отметить, что в 2021 г. закупок оборудования и программно-аппаратных комплексов не было.

501 139 508 ₽

153 999 056 ₽

304 509 029 ₽

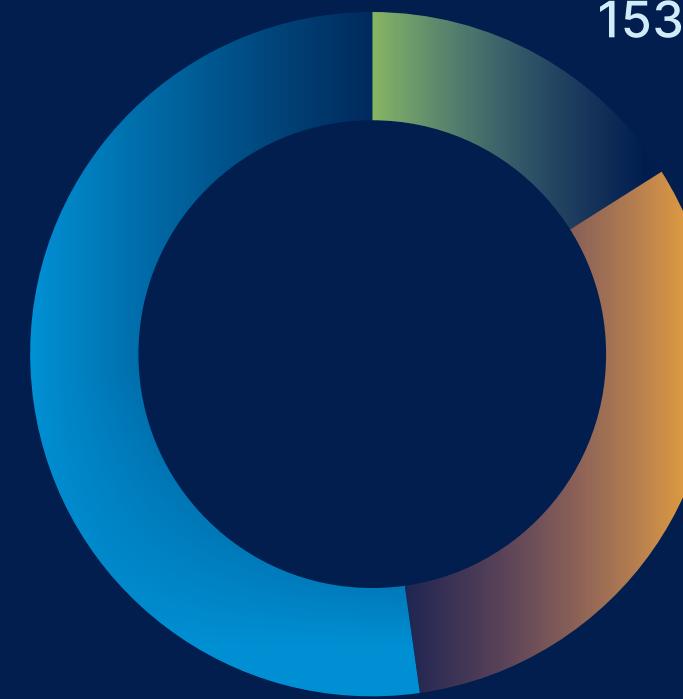


Рис. 34.
Объем закупок
госкорпорациями ИИ
по типу товара, ₽

- ПО
- Оборудование
- ПО, консалтинг
- Консалтинг
- Услуги

52%

занимает оказание услуг, связанных с ИИ, от общего объема госзакупок

Образование



5.1 Динамика приема абитуриентов в университеты

Количество мест в университетах России по специальностям, относящимся к ИИ за 2014–2021 гг.

В России образовательная программа жестко задана при поступлении в университет и, если студент поступил на гуманитарный факультет, то он не сможет получить специализацию по ИИ. Поэтому, мы считаем абитурентов тех специальностей, которые так или иначе относятся к ИИ — «Математика», «Информационная безопасность» и «Информационная и вычислительная техника».

На графике приведена динамика количества мест на бакалавров по информатике и вычислительной технике, математике и информационной безопасности. Видно, что последние годы набор стабильно растет примерно на ~7 тыс. специалистов в год. В 2021 г. на эти специальности поступило 70 тыс. студентов.

70 тыс.
мест в университетах
на специальности ИВТ,
Математика и ИБ в 2021г.

~7 тыс.
мест в год, рост количества
студентов по специальностям,
относящимся к ИИ



Рис. 35. Кол-во бакалавров по специальностям ИВТ, Математика, ИБ (Россия), чел.

5.2 Бюджетные/внебюджетные места по ИИ

Распределение бюджетных/платных мест по специальностям, относящимся к ИИ за 2014–2021 гг.

В России университеты принимают студентов на бюджетные места (оплачиваемые государством) и внебюджетные места (за образование платит студент). В 2021 г., впервые за много лет, количество внебюджетных мест (на специальностях «Математика», «Информационная безопасность» и «Информационная и вычислительная техника») сильно сократилось.

На графике приведена динамика количества бюджетных мест на бакалавров в разбиении

по специальностям. Видно, что в 2021 г. количество бюджетных мест увеличилось на 8 тыс. мест, тогда как количество платных мест уменьшилось на 1,5 тыс. мест.

Вероятно, это проявление общего кризиса в российском высшем образовании, о котором уже писали исследователи*. И оно обозначает падение уровня абитуриентов, так как университеты были вынуждены взять не прошедших по конкурсу абитуриентов на бюджетные места, в результате чего сократились внебюджетные места.

-1,5 тыс.

Внебюджетных мест на специальности ИВТ, Математика и ИБ в 2021 г.

Количество абитуриентов поступающих на специальности, относящиеся к ИИ, впервые за 8 лет упало, приведя к сокращению платных мест

* Как вузам России избежать недобора студентов», РБК, 17.11.2021

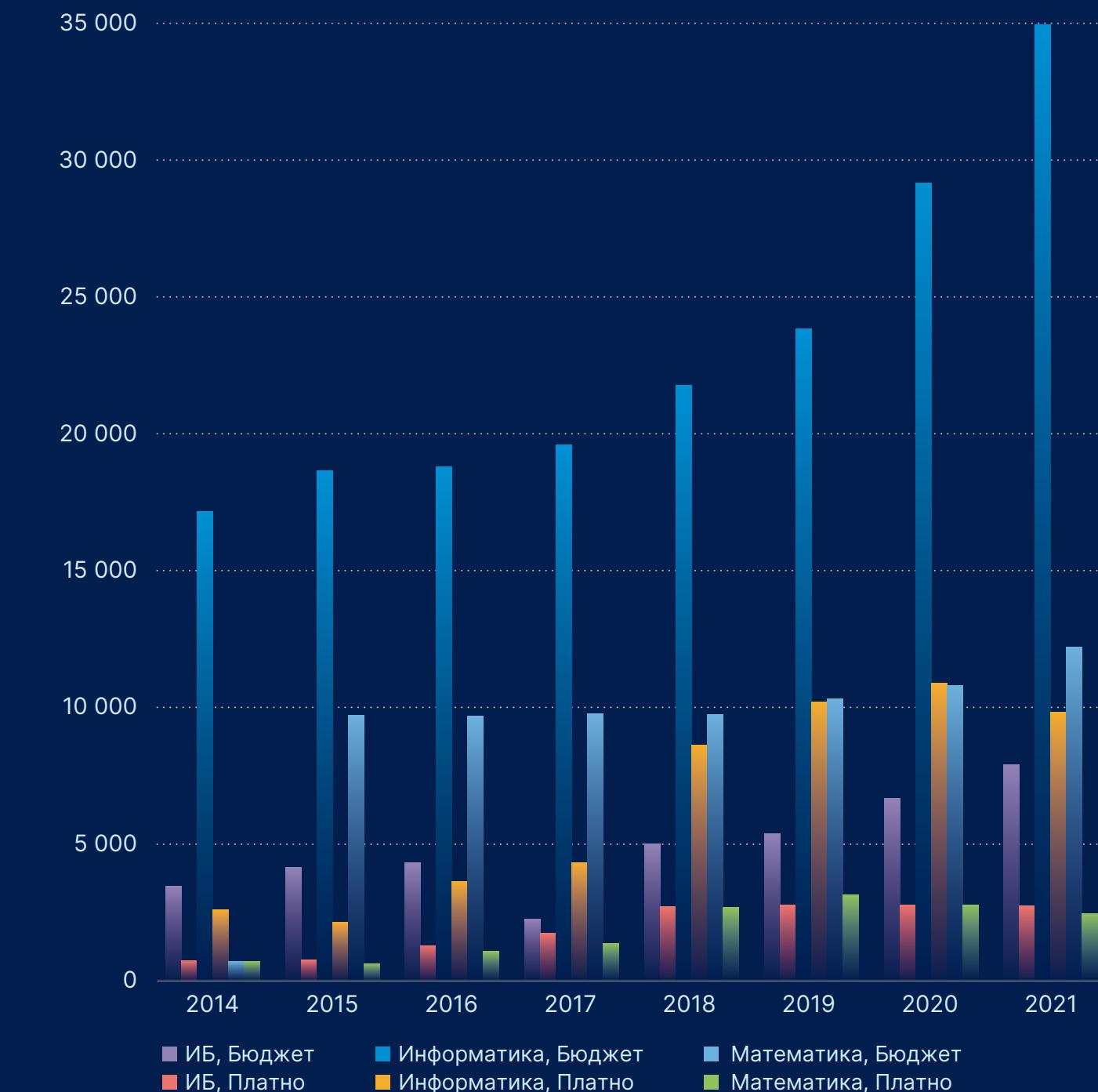


Рис. 36. Распределение бюджетных/платных мест по специальностям, шт.

5.3 Динамика выпуска топ-6 университетов



Оценка выпуска бакалавров и магистров из 6 топ-ВУЗов России в 2021 г..

Несмотря на постоянный рост количества выпускников, «кадровый голод» на рынке ИИ не уменьшается. В первую очередь это связано с тем, что ключевые задачи в ИИ могут выполнять только те выпускники, которые получили непосредственные навыки, связанные с ML. В первую очередь, это выпускники университетов МФТИ, МГУ, НИУ ВШЭ, СПбГУ, Сколтеха и ИТМО.

На графиках приведена динамика мест на бакалавров и магистров в этих университетах, из которой видно, что в 2021 г. количество мест увеличилось в 1,6 раза.

Исходя из этих данных мы оценили количество выпускников (бакалавриат + магистратура) в 2021 г. (считая, что 90% доучились, а 70% бакалавров пошли в магистратуру). Наша оценка количества выпускников, владеющих технологиями ML — ~3 700 человек

~3 700

выпускников в 2021 г.
обладает нужными навыками
в области ML/DL

~2 100

бакалавров и магистров
выпустили в 2021 г. университеты
по специальностям ИИ (по оценке АЦ)

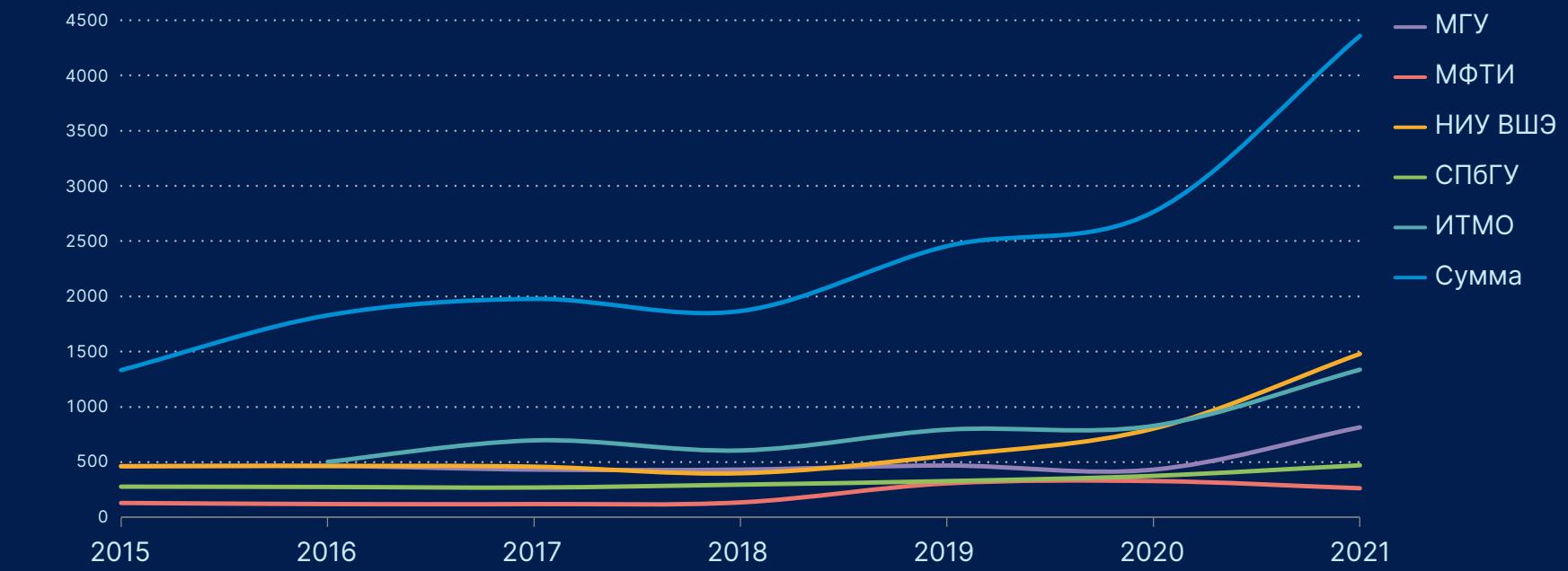


Рис. 37. Количество мест в бакалавриате/специальности ТОП-5 ВУЗов по ИИ, шт.

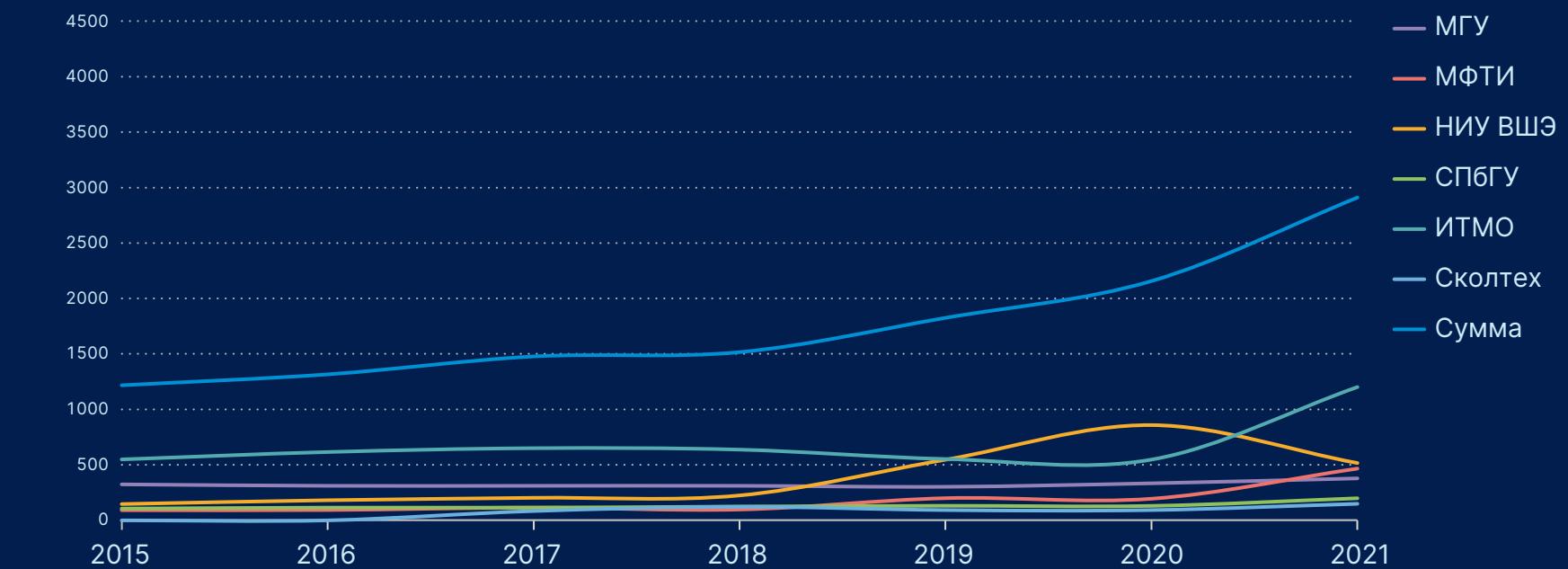


Рис. 38. Количество мест в магистратуре ТОП-6 ВУЗов по ИИ, шт.

5.4 Уровень компетенций специалистов

Оценка уровня компетенций российских специалистов в области Data Science

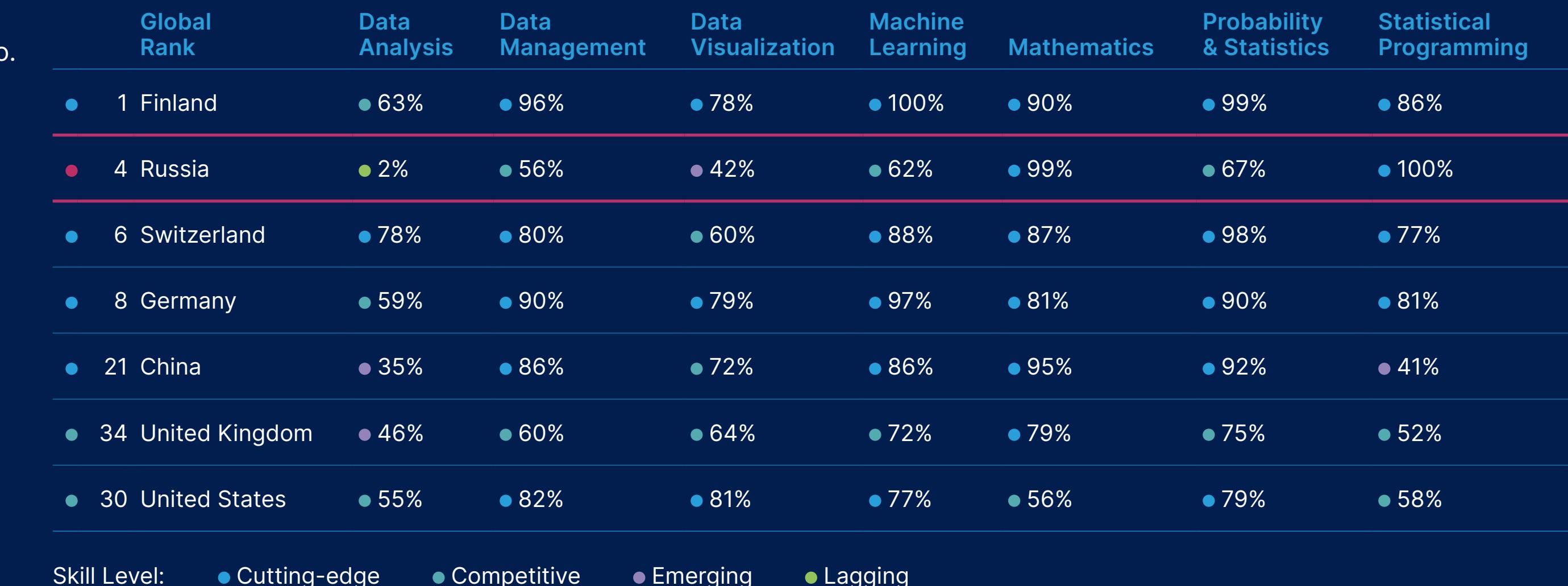
Оценить средний уровень компетенций специалистов в отрасли достаточно сложно.

Но есть оценки в отдельных сегментах, например на основании данных Coursera, ведущей платформы онлайн образования, которая оценивает компетенции обучающихся на онлайн курсах по ИИ.

Эти цифры показывают высокий уровень фундаментального образования с одной стороны и не очень высокий уровень прикладного образования, требующего практических навыков. Это известная проблема российского образования, из-за которой ведущие российские компании создают свои кафедры в ведущих университетах.

4

место в мире занимает Россия по уровню компетенций в Data Science



Уровень российских специалистов очень высокий засчет сильной математики программирования, но нужно улучшать подготовку по статистике и анализу данных

Также нужно заметить, что в выборку Coursera попадают только те студенты, которым недостаточно базового образования, доступного в ВУЗе, и они вынуждены искать дополнительные курсы. Это может объяснять низкое место в рейтинге среди стран, у которых высокий рейтинг в области ИИ (США, Китай, Великобритания)

данные



АССОЦИАЦИЯ
БОЛЬШИХ ДАННЫХ

6.1 Объем данных в России

Оценка объема данных, производимых в мире и в России

К сожалению, по объемам данных в России нет никакой статистики. Поэтому мы делаем оценку объема производимых в России данных на основании общего объема данных и доли России в отдельных отраслях. Мы оцениваем долю России в 2,2%, что примерно совпадает с оценкой от IDC в 2,4%.

1,7 зеттабайта
объем данных,
произведенных по нашей
оценке в России в 2021 г.

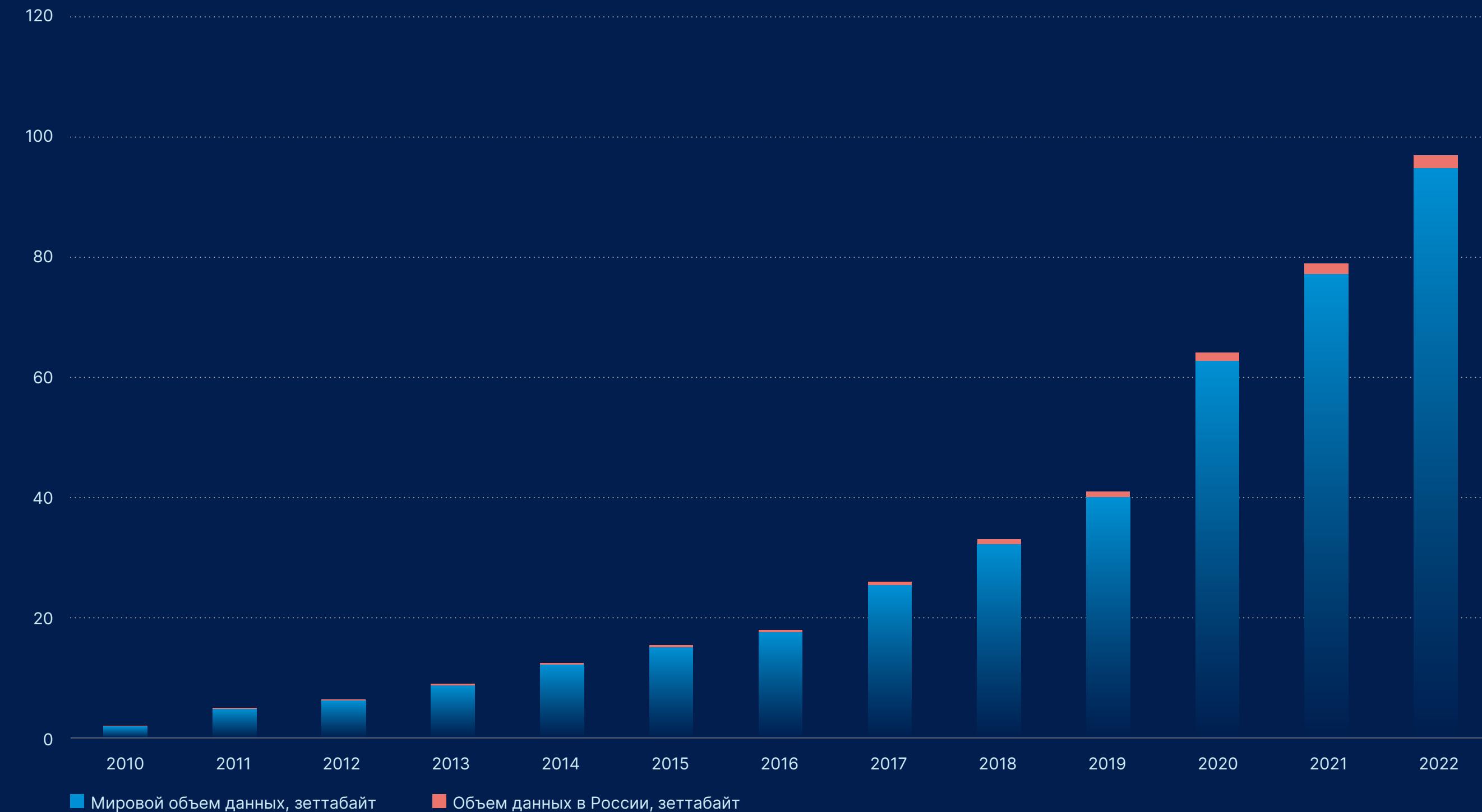


Рис. 39. Объем данных произведенных в мире и в России, зеттбайт

6.2 РЫНОК данных в России

Отечественный рынок данных показывал стабильный рост с 2010 г. По оценкам экспертов кризис 2020 г., связанный с пандемией Короновируса, не оказал негативного влияния на основные показатели и дальнейшие темпы роста. Прогноз рынка не учитывает событий 2022 г.

46

млрд ₽
Оценка рынка больших данных в России в 2021 г.

Крынку данных в России эксперты относят 3 основные составляющие:

CAGR

15%

16%

17%

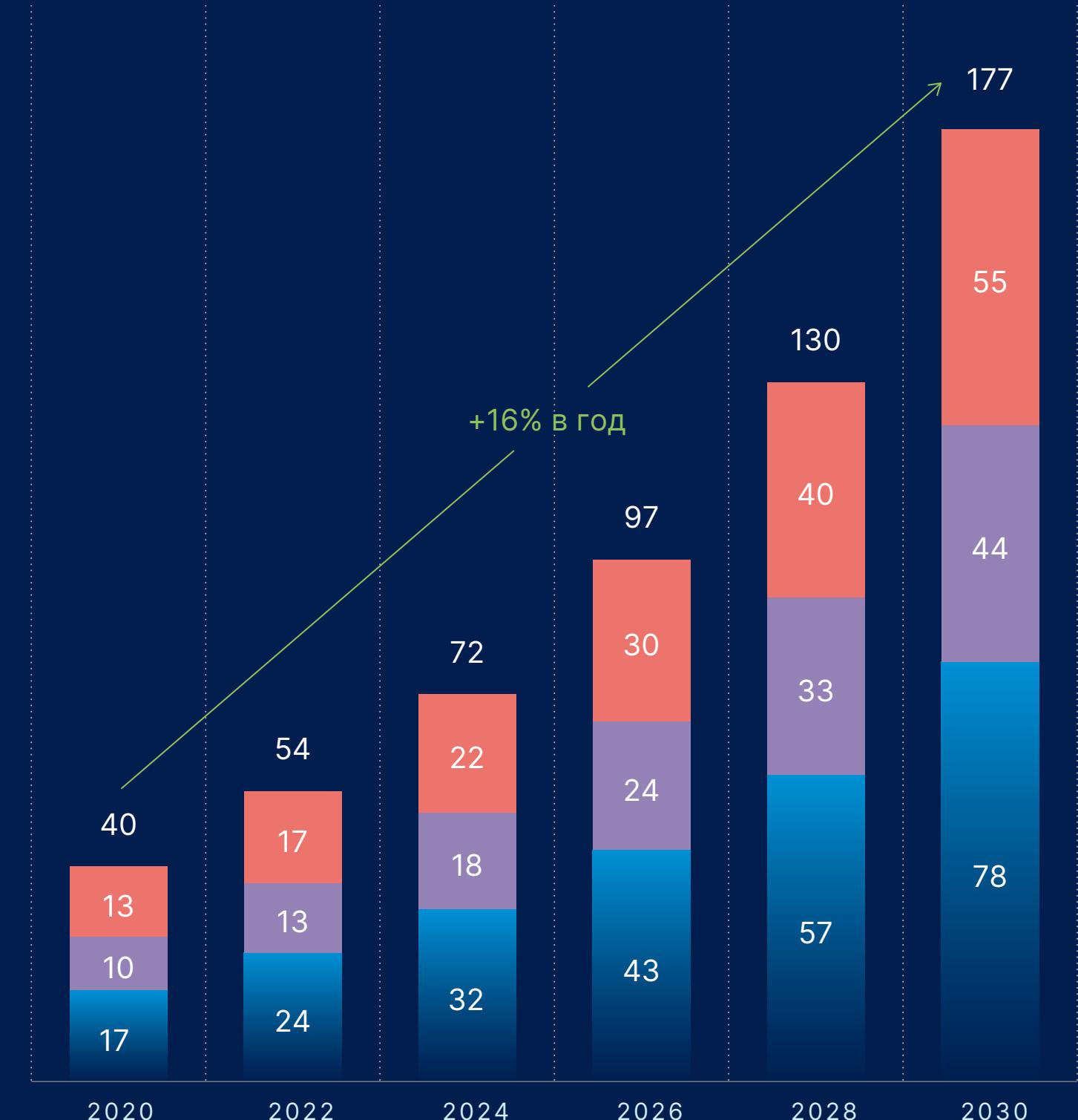
Вертикальные решения и услуги — приложения и бизнес-услуги, направленные на решение конкретных проблем конечного пользователя

Технологические инструменты — программное обеспечение для решения общих задач, таких как анализ данных, ИИ, ML

Цифровая инфраструктура — цифровые платформы для хранения, обработки и интеграции больших данных

Рис. 40. Оценка рынка данных в России, млрд ₽, 2020–2030 гг.

Источник: АБД, IDC, Wikibon, анализ BCG, экспертные оценки



Заключение



7.1 Выводы



Наука

...российские исследователи сделали около 1,7 тыс. публикаций в научных журналах и более 1 тыс. публикаций на конференциях, поднявшись с 23-го на 17-е место в мире по этим показателям.

17 место



Бизнес

...рынок российского интеллекта в России в 2021 году вырос на 28% и составил ~550 млрд ₽.

550 млрд ₽



Стартапы и инвестиции

...венчурный рынок России бурно вырос, в первую очередь за счет сделок на поздних стадиях (С и D). Рост рынка составил 170%.

170%



Гос. поддержка

Годовое финансирование ИИ от государства выросло примерно в 2 раза. Результаты увеличения господдержки становятся заметны по всем направлениям.

×2



Образование

...примерно 3700 выпускников российских университетов вышли на рынок труда с необходимыми для компаний компетенциями.

3,7 тыс.



Данные

...рынок данных, стабильно растущий с 2010 года на 15%, вырос до 46 млрд ₽.

46 млрд ₽

7.2 Факторы в мире

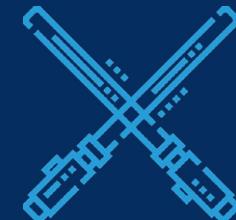
Ключевые факторы, которые, на наш взгляд, окажут сильное влияние на развитие ИИ в мире в 2022 г.

Позитивные +



Рост котировок акций

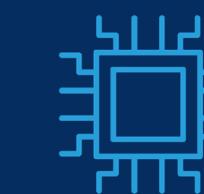
Акции ведущих компаний в ИИ (в первую очередь Google, Amazon, Apple, Meta*, Microsoft) сильно растут на бирже. И хотя этот рост вызван скорее финансовыми причинами, тем не менее он дает возможность компаниям продолжать вкладывать в R&D.



Phygital и метавселенные

В 2021 г. началась виртуализация цифрового пространства и переход многих оффлайн-бизнесов в смешанный формат «phygital», комбинирующий физический и виртуальный пользовательский опыт. Meta* и NVIDIA объявили о создании собственных виртуальных миров metaverse и omniverse.

Негативные —



Дефицит полупроводников

Сильный дефицит производства полупроводников, наметившийся в 2021 г., уже привел к дефициту оборудования для ИИ и росту его стоимости, что создает барьеры для малых и средних компаний.



«Гонка вооружений» в ИИ

Противостояние Китая и США во многом определяет развитие ИИ в мире. Но к сожалению, эта гонка сильно затрудняет сотрудничество и влияет на качество работы, а значит скорее негативный фактор.

* По решению суда Meta Platforms считается в России экстремистской организацией.

7.3 Факторы в России

Ключевые факторы, которые, на наш взгляд, окажут сильное влияние на развитие ИИ в России в 2022 г.

Позитивные +



Федеральный проект «Искусственный интеллект»

С запуском Федерального проекта ИИ стал одним из приоритетных технологий на государственном уровне и меры поддержки по нему значительно увеличились, что приведет к росту отрасли.



Онлайн ускоряет и упрощает

Одним из последствий пандемии Covid-19 стал глобальный переход в онлайн. Это позволило российским исследователям участвовать в международных событиях и конференциях, не неся денежные и временные затраты на командировки.

Негативные —



Санкции на оборудование и технологии

Из-за новых санкций, введенных в результате спец. операции на Украине, стало невозможно покупать оборудование и наращивать вычислительную мощность, необходимую для хранения, обработки данных и обучения моделей ИИ.



Отток кадров

Отток перспективных кадров никогда не прекращался, но в последние месяцы он значительно усилился, что приведет к ослаблению бизнеса в ИИ.



Разрушение сотрудничества

Научное международное сотрудничество, с трудом выстроенное за последние годы, стремительно теряет объемы. Международные компании, работавшие в России, закрываются и, в том числе, закрывают R&D. Глобальные рынки закрылись для российских компаний и стартапов.



Падение инвестиций

В связи с текущей политической ситуации мы видим полное разрушение инвестиционного рынка в России. Инвестиции требуют долгосрочного планирования, которое сейчас невозможно. Зарубежные инвестиции в Россию приостановлены на неопределенный срок.

7.4 Тренды в мире

Ключевые тренды, которые, на наш взгляд, оказывают сильное влияние на развитие ИИ в мире в 2022 г.



Большие модели

В сообществе ML/DL уже укрепилось стойкое мнение, что ~~битву выигрывают большие батальоны~~ чем больше модель, тем лучшие результаты она дает. Это значит, что продолжится тренд на рост количества параметров модели.

Большие данные

Для больших моделей нужно все больше данных. 9 из 10 моделей, поставивших новые SOTA в 2021 г. сделали это за счет дообучения на доп. данных, а значит их будет генерироваться и обрабатываться все больше.

Суверенный ИИ

Многие государства стремятся иметь свой собственный независимый стек технологий ИИ. Не комментируя возможность такого стека, отметим, что этот тренд влияет на приоритеты финансирования R&D в ИИ.

«Гонка вооружений» в ИИ

Противостояние Китая и США в области ИИ во многом определяет развитие ИИ в мире и остается одним из самых мощных трендов.

Этичный и объяснимый ИИ

Продолжится тренд на «непредвзятый и этичный» ИИ, что в первую очередь предъявляет требования к данным, на которых он обучен. Поэтому акцент регуляторов будет смещаться с моделей на датасеты и их качество и полноту, а также на объяснимость выводов и результатов, получаемых при помощи алгоритмов.

ИИ для военных задач

Общая глобальная geopolитическая нестабильность и, в частности, специальная операция на Украине, влияет не только на российскую отрасль ИИ, но и на все мировое научное и бизнес-сообщество. Помимо изменения стоимости сырья и энергии (глобально влияющих на бизнес) изменятся приоритеты финансирования R&D. На первый план выйдут прикладные задачи для военных и разведки, а также для информационных войн (генерация фейкового контента, фактчекинг и т.п.)

Дисклеймер



Настоящий аналитический отчет подготовлен с использованием данных из различных научометрических баз,, основные из которых перечислены в разделе «Основные источники и ссылки», а также анализа открытых источников информации, в том числе научных публикаций, патентов, СМИ, сайтов компаний, сайтов университетов и др. Также мы использовали закрытые системы поиска и машинного анализа больших текстов, которые обрабатывают открытые источники, такие как OpenAlex, Google Scholar, OECD, Seldon, CB Insights и некоторые другие.

В отчете приводятся ссылки на основные источники тех или иных цифр. При такой методике сбора и обработки информации, возможно, не все компании, университеты и люди попали в наше рассмотрение. Мы не включили в рассмотрение военные применения технологий ИИ, так как по ним нет открытой достоверной информации.

Данный аналитический отчет выражает мнение редакции и может не совпадать с официальной позицией Центра компетенций НТИ по искусственноому интеллекту на базе МФТИ и/или его членов и/или партнеров настоящего издания.

Данный аналитический отчет выражает мнение редакции и может не совпадать с официальной позицией Центра компетенций НТИ по искусственноому интеллекту на базе МФТИ и/или его членов и/или партнеров настоящего издания.

Благодарности



Наш отчет подготовлен с использованием множества разных данных. На отдельных слайдах указаны логотипы партнеров, предоставивших нам информацию.

Мы благодарим наших партнеров и контрибьюторов

- Компанию Seldon и лично Илию Димитрова, Наталью Кадомкину и Веронику Семенюк
- Компанию Dsight и лично Арсения Даббаха и Ивана Лунегова
- Компанию Webiomed и лично Александра Гусева
- Центр экспертизы по реализации федерального проекта «Искусственный интеллект» и лично Сергея Наквасина
- Ассоциацию Больших Данных и лично Алексея Неймана и Екатерину Голышеву
- Лабораторию ИИ ПАО Сбербанк и лично Ольгу Плоскую
- ООО «АйПи Лаборатория» за помощь в верстке и подготовке инфографики



Редакторы и контрибьюторы



Центр компетенций НТИ
«Искусственный интеллект»

Редакция

Руководитель проекта:

Игорь Пивоваров

Главный редактор:

Сергей Шумский

Ведущие аналитики:

Наталия Гутенева

Илья Северов

Аналитики:

Наталья Подсосонная

Кирилл Кубанов

Иван Лунегов

Программист:

Леонид Картушин

Верстка и графика:

Юрий Брусницин

Елена Чинарина

Александр Кей

Контрибьюторы

Александр Гусев, Webiomed

Ольга Плосская, ПАО Сбербанк

Михаил Бурцев, DeepPavlov, AIRI

Владимир Авербах, ПАО «Сбербанк»

Контакты для обратной связи

Илья Северов, severov.is@mipt.ru

Консультанты

Дмитрий Ветров, ВШЭ

Михаил Бурцев, МФТИ, AIRI

Александр Крайнов, Яндекс

Приложения

Основные источники и ссылки

1. Stanford ai index report 2022. <https://hai.stanford.edu/research/ai-index-2022>.
2. OpenAlex: An open and comprehensive catalog of scholarly papers, authors, institutions, and more. <https://openalex.org>.
3. OECD AI Policy Observatory. <https://oecd.ai>.
4. Данные по участию российских компаний в конференциях А* предоставлены Аналитическим Центром при Правительстве РФ
5. Данные по российским open-source решениям предоставлены Лабораторией по ИИ ПАО Сбербанк
6. Данные о российских ИИ-компаниях подготовлены компанией ООО «АйПи Лаборатория» и нанесены на карту Искусственного Интеллекта. <http://airussia.online>.
7. Данные по выручкам, тендерам и гос. закупкам предоставлены компанией Seldon. <https://company.myseldon.com>.
8. Данные по венчурным сделкам в России предоставлены компанией Dsight. <https://dsight.org>.
9. Данные по венчурным сделкам в мире взяты из отчетов CB Insights State of AI 2021 Report и CB Insights 2021 State of Venture Report (<https://www.cbinsights.com>), а также предоставлены Ассоциацией Больших Данных. <https://rubda.ru>.
10. Данные по гос. финансированию ИИ в РФ взяты с сайтов Казначейства и Мин.Цифры
11. Данные по набору в бакалавриат по математике и информатике рассчитаны на основе исследования НИУ ВШЭ «Мониторинг качества приема в ВУЗы» за 2021 год. <https://ege.hse.ru>.
12. Данные по количеству мест в бакалавриате и магистратуре топ-6 ВУЗов по ИИ взяты с сайтов приемных комиссий ВУЗов
13. Показатели компетенций Coursera взяты из отчета Global Skills Report 2021. <https://www.coursera.org/skills-reports/global>.

Центр Прикладного ИИ

Основные цели центра

Проведение ориентированных фундаментальных и прикладных исследований в области искусственного интеллекта и использование полученных результатов для разработки и внедрения программной платформы мульти масштабного мониторинга и управления климатическими и экологическими рисками для реализации Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. и Энергетической стратегии РФ до 2035 г. для поддержки управленческих решений по снижению углеродного следа.

Направления

Предметом исследовательской и инжиниринговой деятельности Центра является разработка теоретических и прикладных методов и алгоритмов ИИ, реализация разработанных алгоритмов в виде программных средств и платформенных решений, а также решение с их помощью широкого класса актуальных востребованных прикладных задач для устойчивого развития российской промышленности и экономики, включая задачи мониторинга и оценки углеродного следа и поддержки принятия управленческих решений по его снижению.

Индустриальные партнеры Центра

- Сбербанк
- Ассоциация «Искусственный интеллект в промышленности» (создана при поддержке ПАО «Газпромнефть»)
- СитиЭйр
- Яндекс

Научные партнеры Центра

- Институт Географии РАН
- Института космических исследований РАН
- Института вычислительной математики имени Г.И. Марчука
- Российская экономическая школа
- Института глобального климата и экологии им. Ю.А. Израэля
- Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН

Руководство центра

- Евгений Бурнаев — профессор, доктор физико-математических наук, руководитель Центра. E.Burnaev@skoltech.ru
- Максим Мироненко — заместитель руководителя Центра. M.Mironenko@skoltech.ru

Ключевые исследователи

- профессор, доктор физ-мат. наук Иван Оседец
- к.т.н. Владимир Игнатьев
- к.ф.-м.н., доцент Владимир Вановский
- к.ф.-м.н. Алексей Зайцев
- к.ф.-м.н. Алексей Артемов
- к.ф.-м.н. Илья Трофимов
- профессор, доктор физ-мат. наук Александр Бернштейн
- к.ф.-м.н. Сергей Баранников
- профессор, доктор физ-мат. наук Андрей Осипцов
- к.ф.-м.н. Максим Шараев
- профессор, доктор физ-мат. наук Николай Бриллиантов

Исследовательский центр в сфере искусственного интеллекта Университета Иннополис



Основные цели центра

Ускорение перехода приоритетных отраслей к цифровой экономике, их цифровой трансформации и решения стратегических задач индустриальных компаний за счет решения фундаментальных задач машинного обучения и разработки и коммерциализации аппаратно-программного обеспечения, основанного на новых технологиях искусственного интеллекта

Направления

Деятельность Центра разделена на четыре основных направления развития. Это наука, индустрия, образование и популяризация технологий ИИ.

В рамках центра развивается 5 продуктовых направлений:

- **Новые материалы** — ускорение поиска новых материалов с помощью искусственного интеллекта, рациональный дизайн экспериментов, ML-решение задачи «структура-свойство»
- **Техническое обслуживание в транспорте** — Применение технологий компьютерного зрения в решении задач технического обслуживания и ремонта различных видов транспорта, автоматизированное выявление дефектов на узлах и агрегатах
- **Складская логистика** — Повышение безопасности логистических процессов: оптимизация процессов на складе фулфилмента с помощью технологий ИИ, компьютерное зрение для контроля за выполнением работ сборщиков заказов на складе фулфилмента
- **Безопасность ТЭК** — Обеспечение комплексной безопасности инфраструктуры ТЭК за счет создания комплексной платформы видеоаналитики, алгоритмами компьютерного зрения обрабатывающей видеоданные с БПЛА, стационарных камер и прочих источников
- **Медицинская диагностика** — автоматизированная диагностика, предоставляющая врачу квалифицированное «второе мнение» на основе анализа искусственным интеллектом мультимодальных медицинских данных

Индустриальные партнеры Центра

- ООО «СИБУР»
- АО «Танеко»
- Группа компаний «ХимРар»
- ПАО «Аэрофлот»
- АО «Синара — Транспортные Машины»
- АО «Почта России»
- ООО «Wildberries»
- ПАО «Татнефть»
- РТК Радиология
- Московский клинический научный центр им. А.С. Логинова
- МИНПРОМТОРГ РОССИИ

Руководство центра

- Рамиль Кулев — директор Центра
r.kuleev@innopolis.ru

Центр Искусственного Интеллекта НИУ ВШЭ



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Основные цели центра

- Разработка новых технологий ИИ, позволяющих расширить области его применения и преодолеть существующие ограничения для решения прикладных задач;
- Оптимизация моделей искусственного интеллекта;
- Создание программных инструментов и средств для применения искусственного интеллекта в науке и бизнесе;
- Разработка открытой программной библиотеки методов искусственного интеллекта, которая позволит решать социально значимые задачи;
- Подготовка высококвалифицированных кадров в области ИИ

Направления

К основным направлениям работы Центра относятся:

- Разработка новых технологий ИИ, позволяющих расширить области его применения и преодолеть существующие ограничения для решения прикладных задач;
- Создание программных инструментов и средств для применения искусственного интеллекта в науке и бизнесе;
- Разработка открытой программной библиотеки методов искусственного интеллекта, которая позволит решать социально значимые задачи

Индустриальные партнеры Центра:

- Сбербанк
- Центр искусственного интеллекта МТС
- Яндекс

Ключевые исследователи

- | | | |
|-------------------------|-------------------|------------------|
| ■ Е.Л. Артёмова | ■ Е.А. Кучеряый | ■ М.А. Сторчевой |
| ■ А.А. Бонч-Осмоловская | ■ А.А. Наумов | ■ А.Д. Суворов |
| ■ Н.А. Дмитрик | ■ П.А. Паршаков | ■ А.В. Суворова |
| ■ О.В. Драгой | ■ М.С. Попцова | ■ М.А. Сторчевой |
| ■ И.А. Карлов | ■ А.В. Савченко | ■ Т.В. Теплова |
| ■ И.В. Кирия | ■ А.В. Сироткин | ■ А.Е. Устюжанин |
| ■ А.В. Кычкин | ■ С.А. Сластников | ■ М.А. Чумакова |
| ■ С.О. Кузнецов | ■ А.В. Соколов | ■ А.В. Углева. |

Руководство центра

- Дмитрий Ветров — научный руководитель Центра. dvetrov@hse.ru
- Анна Козырева — директор Проектного офиса Центра. aakozyreva@hse.ru

Центр Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект»



Основные цели центра

- Создание новых технологий, продуктов и услуг для рынков НТИ;
- Создание и вывод на рынки НТИ спинофф-компаний, нацеленных на преодоление технологических барьеров и быстрый рост капитализации;
- Наращивание человеческого капитала в области искусственного интеллекта и технологического предпринимательства;
- Развитие системы целевой подготовки научных и инженерных кадров, способных решать сложные задачи в области искусственного интеллекта;
- Развитие кооперации академических организаций с предприятиями различных отраслей реального сектора экономики.

В рамках работы Центра выделено 7 ключевых направлений

- разговорный искусственный интеллект;
- распознавание текстов и речи, лингвистический;
- анализ экспертные, рекомендательные, информационно-аналитические системы, автоматизация проектирования и управления;
- робототехника, умные машины;
- «умные» сети и системы в энергетике, связи, городском хозяйстве и в других отраслях, «умный дом», «умный город»;
- специализированные процессоры и вычислительные системы для искусственного интеллекта, дизайн-центр по проектированию специализированных микросхем, микропроцессоров, микроконтроллеров, чипсетов и приборов для устройств и систем с искусственным интеллектом;
- техническое зрение, обнаружение, распознавание, дешифрация, классификация изображений.

Индустриальные партнеры Центра:

- ПАО Ростелеком
- ГК ХимРар
- АО Глонасс
- Нейроботикс
- ОАО РЖД
- BiTronics Lab
- ГК 1520
- Миландр
- ПАО Россети
- АО Крибрум
- АО Концерн ВКО Алмаз-Антей
- Наносемантика
- АО Росэлектроника
- Нейросети Ашманова
- ПАО Газпром нефть
- АО МТЛ

Руководство центра

- Александр Микуленков — директор Центра. mikulenkov.as@mipt.ru

Научные партнеры Центра:

- НИУ ВШЭ
- Сколтех
- Университет Иннополис
- АО НИИАС

Исследовательский центр доверенного искусственного интеллекта ИСП РАН

ИСП РАН

Основные цели центра

Создание методик и аппаратно-программных платформ для разработки и верификации технологий искусственного интеллекта (ТИИ) с требуемым уровнем доверия, за счет взаимосвязанных активностей:

- проведение фундаментальных и прикладных исследований в области доверенного искусственного интеллекта (ИИ);
- аprobация результатов исследований и создание масштабируемой (облачной) платформы, включающей специализированные инструменты разработки доверенных систем ИИ;
- подготовка высококвалифицированных кадров через реализацию новых учебных курсов по тематике Центра и вовлечение студентов и молодых специалистов во все активности Центра, в том числе разработку прикладных доверенных систем ИИ;
- создание и модерирование распределенного сообщества ведущих российских ученых по тематике Центра и экосистемы потребителей, на основе принципа равнодоступности результатов работы Центра.

Направления

- проведение прорывных исследований в области доверенного искусственного интеллекта;
- создание и совершенствование отчуждаемых средств разработки, тестирования и верификации данных и программного обеспечения для реализации и поддержки систем, использующих ТИИ;
- классификацию ошибок и уязвимостей, специфичных для ИИ и создание соответствующей базы данных;
- повышение уровня доверия к прикладным системам, использующим ТИИ, за счет повышения качества и безопасности элементов, необходимых для создания таких систем, в том числе массивов данных, моделей, платформ и алгоритмов машинного обучения;
- разработка методики и соответствующих инструментов защиты от известных атак, специфичных для ТИИ;
- снижение возможных социально-экономических последствий от реализации компьютерных атак на информационную инфраструктуру за счет повышения уровня защищенности систем, использующих ТИИ;
- совершенствование нормативного и методического обеспечения процессов безопасной разработки программного обеспечения, использующего ТИИ;
- повышение уровня квалификации специалистов, задействованных при разработке систем, использующих ТИИ, в вопросах доверия к таким системам;
- подготовка кадров, способных оказывать существенное влияние на развитие открытых и доверенных технологий ИИ, оперативно адаптировать их для специализированного оборудования, находить и исправлять ошибки, обеспечить долгосрочное развитие в рамках международного сообщества.

Индустриальные партнеры Центра

- АО «Лаборатория Касперского»
- ЗАО «ЕС-Лизинг», ООО «Технопром»
- ООО «Интерпроком»

Научные партнеры Центра

- ННГУ, Сколтех, Институт психологии РАН, МФТИ, МНОЦ МГУ, Иннополис, Мехмат МГУ

Руководство центра

- Денис Юрьевич Турдаков — руководитель Исследовательского центра доверенного искусственного интеллекта ИСП РАН, turdakov@ispras.ru
- Аветисян Арутюн Ишханович — директор ИСП РАН, научный руководитель Исследовательского центра доверенного искусственного интеллекта ИСП РАН

Центр «Сильный искусственный интеллект в промышленности» на базе Университета ИТМО



Основные цели Центра

Создание информационной технологии управления жизненным циклом крупных распределенных промышленных предприятий на основе генеративного ИИ, реализуемой на четырех уровнях:

- Библиотеки и фреймворки алгоритмов сильного ИИ;
- Платформы сопровождения и испытания систем на основе сильного ИИ;
- Отраслевые СППР для типовых задач промышленности;
- Прикладные решения в интересах конкретных индустриальных партнеров.

Направления

- Автоматическое машинное обучение для построения графовых композитных моделей на мультимодальных данных, использующее эволюционные алгоритмы в многокритериальной постановке.
- Интеллектуальная оптимизация многомасштабных процессов на графовых структурах в вероятностной (нечеткой) постановке, использующая поиск лазеек для работы с комбинаторно-сложными задачами.
- Генеративный дизайн производственных объектов с применением противоборствующего обучения, обучения с подкреплением и эволюционных подходов.
- Технологии автоматического синтеза комплексных производственных процессов на основе подходов мультиагентного кооперативного ИИ.
- Композитные графовые базы знаний с логико-вероятностным выводом на основе технологий процесс майнинга и вероятностного обучения.

Индустриальные партнеры Центра

- ПАО «Газпром нефть»
- Siemens
- Huawei

Руководство Центра

- Александр Валерьевич Бухановский — научный руководитель Центра, avbukhanovskii@itmo.ru

Ключевые исследователи

- Ульянцев Владимир
- Калужная Анна
- Насонов Денис
- Иванов Сергей
- Чирва Дарья
- Колюбин Сергей
- Буздалов Максим
- Матвеев Юрий
- Смирнов Александр

Исследовательский центр прикладных систем искусственного интеллекта МФТИ



Центр компетенций НТИ
«Искусственный интеллект»

Основные цели центра

Создание на базе открытых платформенных решений программно-аппаратного обеспечения (отраслевых платформ) для разработки разговорных ассистентов, робототехнических систем и беспилотного автотранспорта с текстовыми, голосовыми, фото и видео сервисами и их экспериментальных образцов на этой основе с элементами сильного искусственного интеллекта для применения в электронной коммерции и ряде других областей.

Направления

- «Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта»
- «Искусственный интеллект для робототехники и управления беспилотными системами»

Ключевые исследователи

- к.ф.-м.н. Михаил Бурцев
- Данила Корнев
- к.т.н. Юрий Куратов
- к.т.н. Диляра Баймурзина
- Денис Кузнецов
- Олег Сериков
- к.т.н. Дмитрий Гаврилов
- к.ф.-м.н. Антон Фортунатов

- Павел Родионов
- к.т.н. Денис Учаев
- к.т.н. Роман Горбачёв
- к.т.н. Егор Давыденко
- Владимир Литвиненко
- к.т.н. Владимир Герасимов
- к.т.н. Инна Минашина

Индустриальные партнеры Центра

- ПАО «Сбербанк России»

Руководство центра

- Кондратьев Вячеслав Владимирович — директор центра, kondratev.vv@mipt.ru
- Сафонов Дмитрий — руководитель проектного офиса, safonov.du@mipt.ru

Общий мейл центра: aicenter@mipt.ru



**Центр компетенций НТИ
«Искусственный интеллект»**

Все права принадлежат Центру компетенций
Национальной технологической инициативы на базе
МФТИ по направлению «Искусственный интеллект».

Распространение данного Альманаха разрешено в виде
публикации ссылки на сайт Альманаха www.aiReport.ru или
выкладывание файла с обязательным указанием ссылки на сайт.