

Обзор технологических трендов  
McKinsey Digital  
Июль, 2023

---

**Роман Теленков**

Методология.....	3	Технологии иммерсивной реальности.....	22
Проанализированные тренды.....	4	Облачные и граничные вычисления.....	24
Общая информация.....	5	Квантовые технологии.....	26
Прикладной ИИ.....	8	Мобильность будущего.....	28
Внедрение машинного обучения....	10	Биоинженерия будущего.....	30
Генеративный ИИ.....	12	Космические технологии будущего.....	32
Разработка ПО нового поколения.	14	Электрификация и возобновляемая энергия.....	34
Технологии доверия и цифровая идентичность.....	16	Климатические технологии.....	35
Web3.....	18	Заключение.....	36
Продвинутое соединение.....	20		

В рамках проведенного исследования были проанализированы:

- Поисковые запросы пользователей
- Новостные публикации
- Количество патентных заявок
- Научно-исследовательские публикации
- Инвестиции в отрасль
- Количество опубликованных вакансий

- Прикладной ИИ
- Разработка ПО нового поколения
- Облачные и граничные вычисления
- Архитектура доверия и цифровая идентичность
- Будущее мобильности
- Электрификация и возобновляемые источники энергии
- Климатические технологии помимо электрификации и ВИЭ
- Продвинутое соединение
- Технологии иммерсивной реальности
- Внедрение машинного обучения
- Web3
- Биоинженерия
- Космические технологии
- Генеративный ИИ
- Квантовые технологии

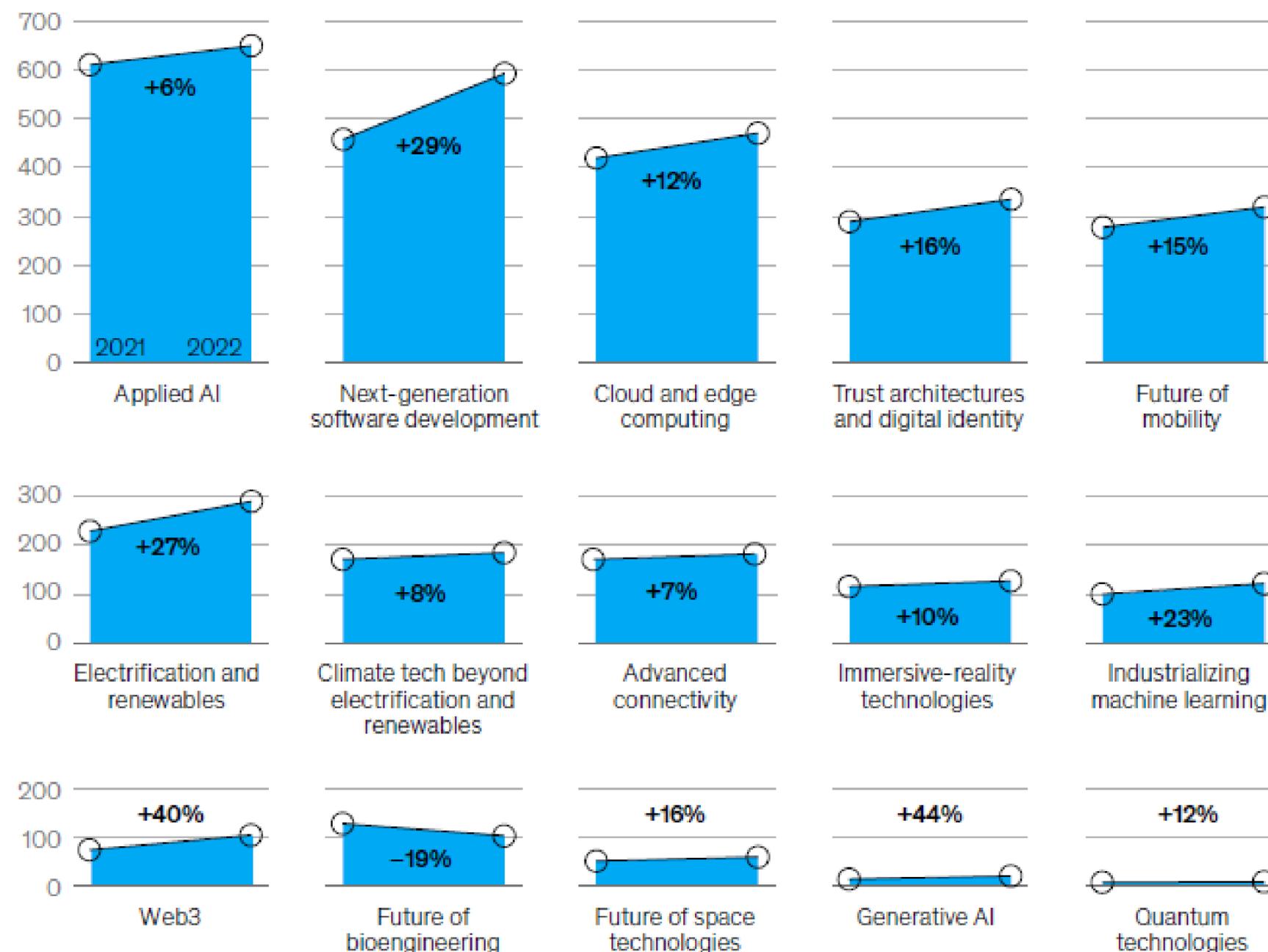
- На **13%** уменьшилось число вакансий по всем отраслям с 2021 по 2022
- На **15%** увеличилось число вакансий в технологических отраслях с 2021 по 2022

**Нехватка кадров** – основная проблема, сдерживающая рост технологического сектора.

В предстоящем десятилетии работа от **20 до 30%** рабочих может оказаться под влиянием автоматизации, что приведет к существенному изменению требуемых от специалистов наборов **НАВЫКОВ**.

- Наибольший рост в 2021-2022 году продемонстрировали вакансии разработчиков ПО следующего поколения (29%)
- На втором месте по темпу роста числа вакансий – специалисты в области возобновляемых источников энергии (27%)
- Из представленных сфер технологических инноваций дефицит кадров отсутствует только по 5 направлениям:
  1. возобновляемые источники энергии
  2. обеспечение энергоэффективности
  3. графический дизайн
  4. молекулярная биология
  5. дистанционное зондирование

Tech trend job postings,<sup>1</sup> 2021–22, thousands

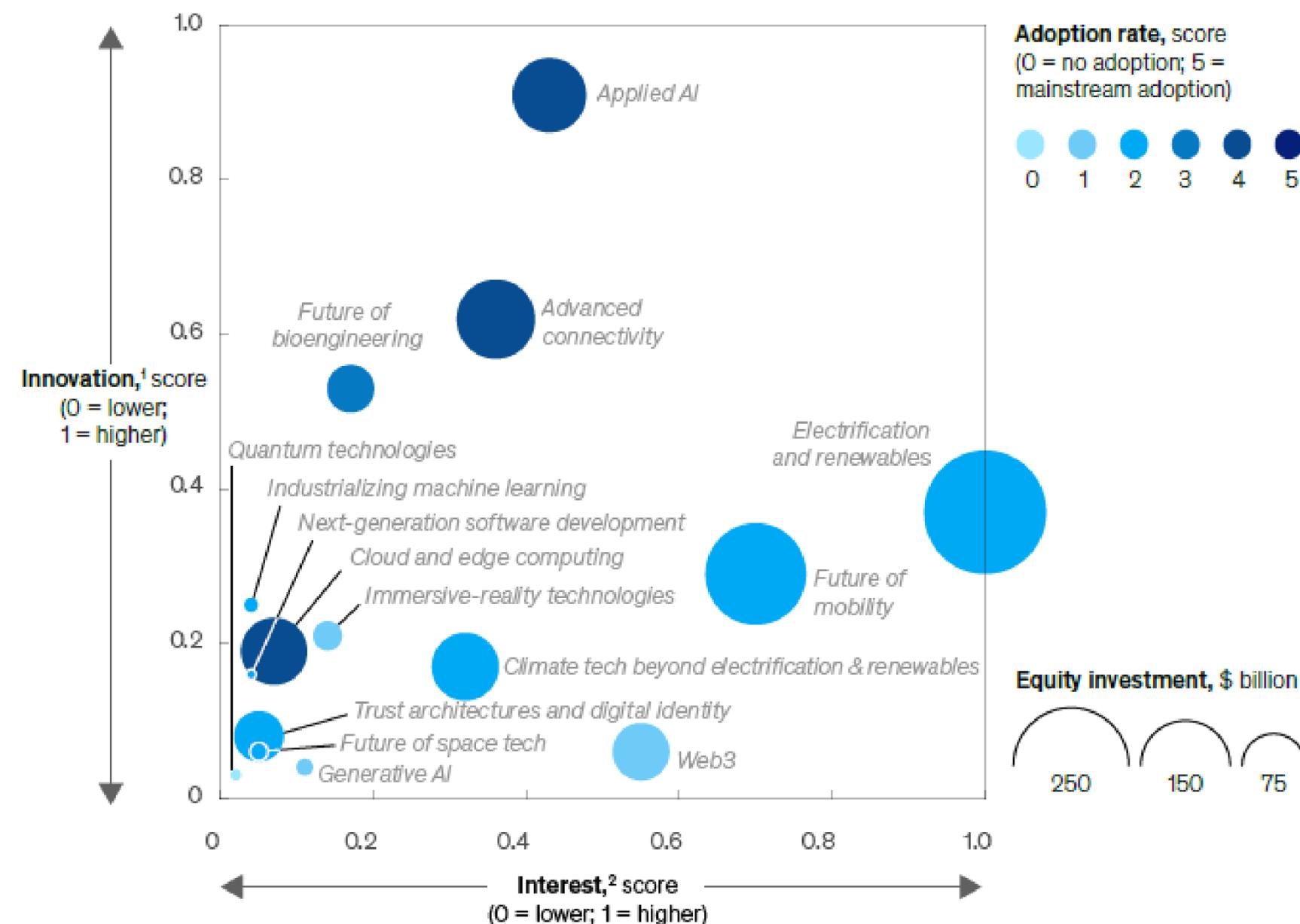


В ходе работы составители отчета проанализировали интерес, проявляемый по отношению к различным технологиям и трендам. В таблице представлено ранжирование технологий по инновационности (количество исследований, количество патентных заявок) и интересу (число новостей и упоминаний в поисковых запросах).

Так, наиболее инновационным оказалась технологий прикладного ИИ, в то время как наибольший интерес проявлялся к теме возобновляемых источников энергии.

ИИ общего назначения оказался в группе трендов, к которым проявлялся наименьший интерес.

Innovation, interest, investment, and adoption, by technology trend, 2022



Прикладной ИИ представляет из себя тренд по внедрению технологий машинного обучения и прочих процессов автоматизации производства и обнаружения имплицитных паттернов в массивах данных. Включает в себя технологии машинного обучения, компьютерного зрения, NLP.

### Ключевые вызовы тренда:

- Недостаток кадров и капиталовложений
- Высокие риски в сфере обеспечения кибербезопасности и конфиденциальности данных
- Регулирование ИИ может повлиять на специфику его внедрения
- Этические вопросы, затрагивающие работу с большими массивами данных и последующей автоматизацией процессов

### Показатели тренда:

- Потенциальная экономическая выгода от прикладного ИИ может достигать от \$17 до \$26 трлн
- Число организаций, использующих прикладной ИИ, выросла более чем вдвое с 20% в 2017 году до 50% в 2022
- 25% респондентов из организаций вложили 5% и более от выручки в ИИ
- Несмотря на падение инвестиций в прикладной ИИ с \$146 млрд до \$106 млрд, их уровень остается более высоким по сравнению с 2018–2020 годами

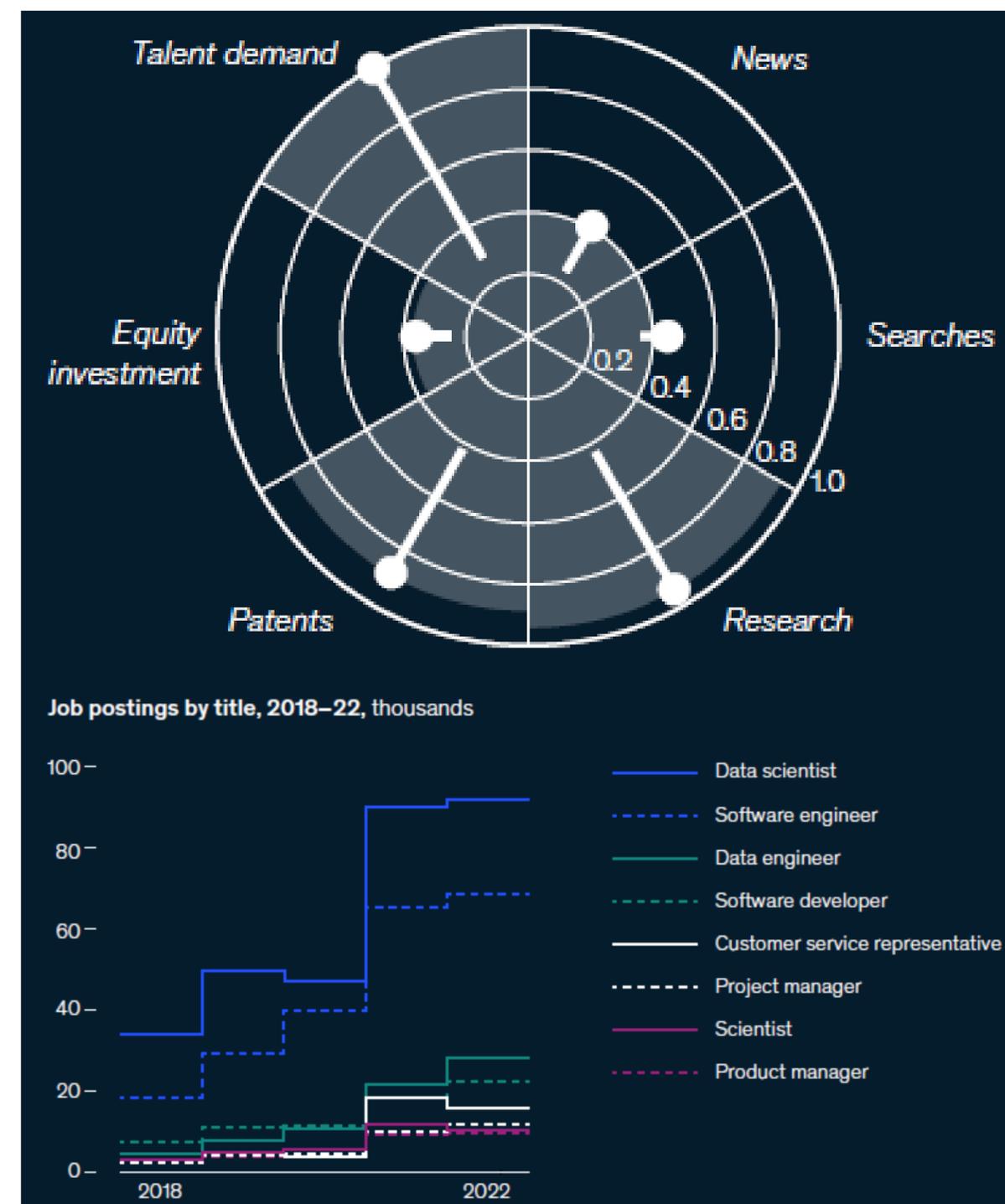
## Прикладной ИИ

Прикладной ИИ в 2021–2022 году демонстрирует высокую потребность в кадрах, актуален в научно-исследовательской деятельности, а проекты по этому направлению получают большое число заявок на патенты.

Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$104 млрд**

На **6%** с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

С 2018 по 2022 год наибольший рост вакансий наблюдался для позиций специалистов по работе с данными и инженеров-программистов. Наиболее востребованными у компаний навыками были машинное обучение и работа с данными. Наблюдался переизбыток специалистов с навыками Deep learning.



Машинное обучение – это комплекс регулярно поддерживаемых специалистами мероприятий по масштабированию бизнес-процессов. Оно основывается на управлении данными, разработке и имплементации моделей, поддержании функционирования моделей, дополнительной поддержке их функционирования.

### Ключевые вызовы тренда:

- Неопределенность дальнейших объемов инвестиций в тренд
- Подотчетность процессов в моделях, обрабатывающих большие объемы информации
- Быстрые темпы развития рынка требуют отсутствия привязки компаний к поставщику услуг в области машинного обучения
- Потребность в специалистах, определяющих соответствие интересов организаций инвестициям, осуществляемым в развитие тех или иных методов машинного обучения

### Показатели тренда:

- Инвестиции в внедрение машинного обучения в 2021 году достигли \$4,7 млрд, а в 2022 – \$3,4 млрд
- 85% респондентов, участвовавших в опросе, сообщили о наличии заложенного на операции по машинному обучению бюджета
- В 2022 году произошло большое количество сделок крупных компаний с технологическими платформами с целью внедрения технологий машинного обучения

## Внедрение машинного обучения

В рамках тренда внедрения машинного обучения наиболее заметным направлением развития была публикация большого количества патентных заявок на финансирование проектов.

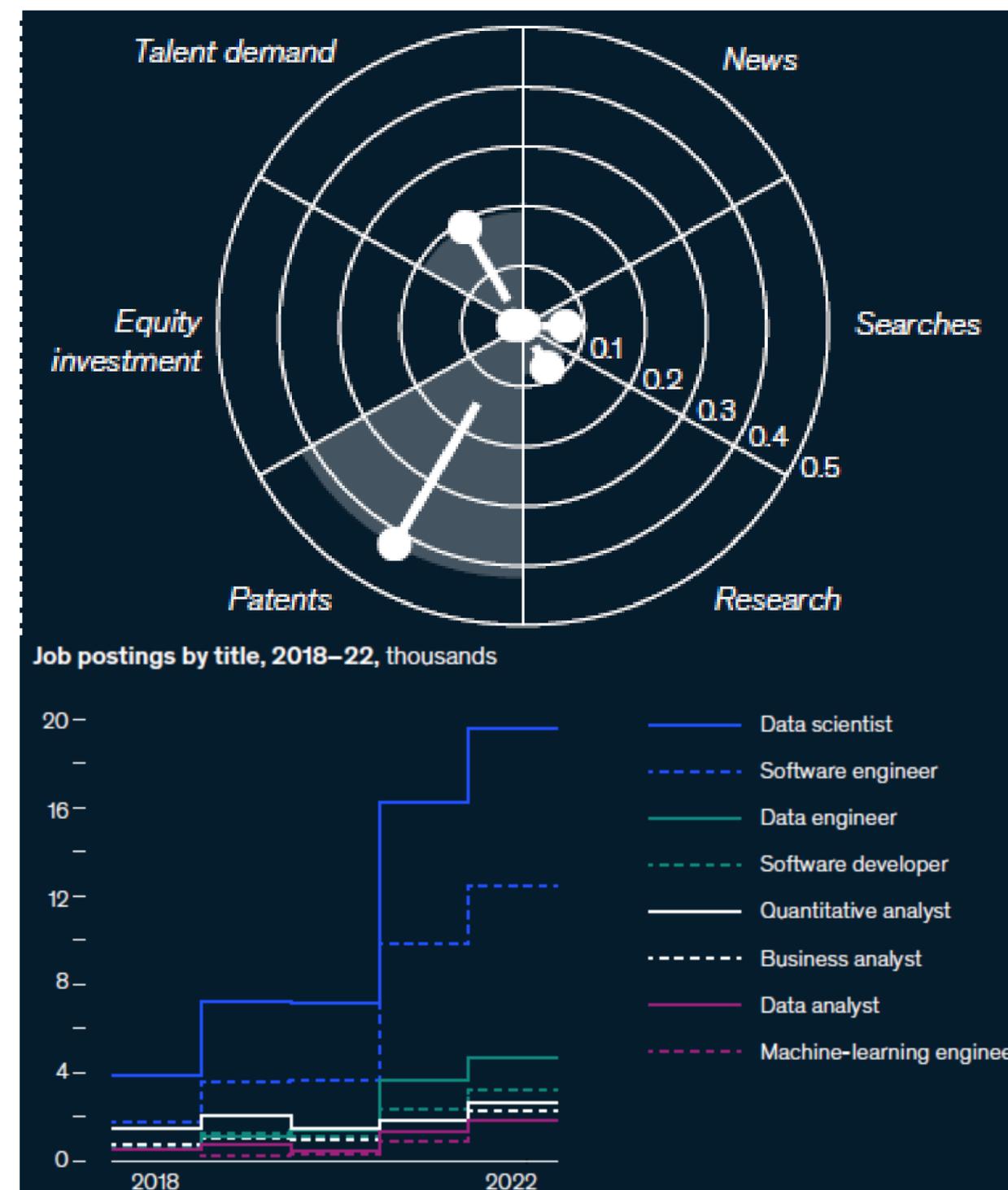
Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$3 млрд**

На **23%** с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

Инвестиции в внедрение машинного обучения в 2021 году достигли \$4,7 млрд, а в 2022 – \$3,4 млрд

Количество публикуемых вакансий в рамках тренда выросло более, чем вчетверо, при этом наибольший скачок роста произошел в 2021 году.

Наиболее востребованными навыками в рамках тренда были умение работать в библиотеках TensorFlow, PyTorch, а также навыки машинного обучения.



Генеративный ИИ – вид ИИ, способный генерировать визуальную, звуковую информацию, код, протеиновые цепочки и различные другие виды информации на основе данных, на которых он был обучен. Основан на моделях машинного обучения, прикладном уровне (пользовательском интерфейсе), инструментальном уровне (интерфейс восприятия информации), аппаратном обеспечении.

### Ключевые вызовы тренда:

- Обеспечение кибербезопасности и конфиденциальности данных
- Этические вопросы, включающие управление данными, подотчетность ИИ, объяснимость принципов работы моделей
- Деятельность регуляторов по ограничению использования и разработки ИИ
- Проблемы соблюдения авторских прав
- Риск роста вреда окружающей среде с увеличением потребностей в вычислительных мощностях для ИИ

### Показатели тренда:

- Венчурные инвестиции выросли на 425% с 2018 года
- GPT-4 демонстрирует значительный рост в скорости и качестве обработки информации, что говорит о высоком темпе развития технологии генеративного ИИ
- Такие компании как Microsoft, инвестировавшая \$10 млрд в OpenAI, а также компании, владеющие облачными технологиями, проявляют интерес к генеративному ИИ и предоставляют мощности для обучения моделей
- Почти 80% современных исследований ИИ сосредоточены на исследовании генеративных моделей ИИ

## Генеративный ИИ

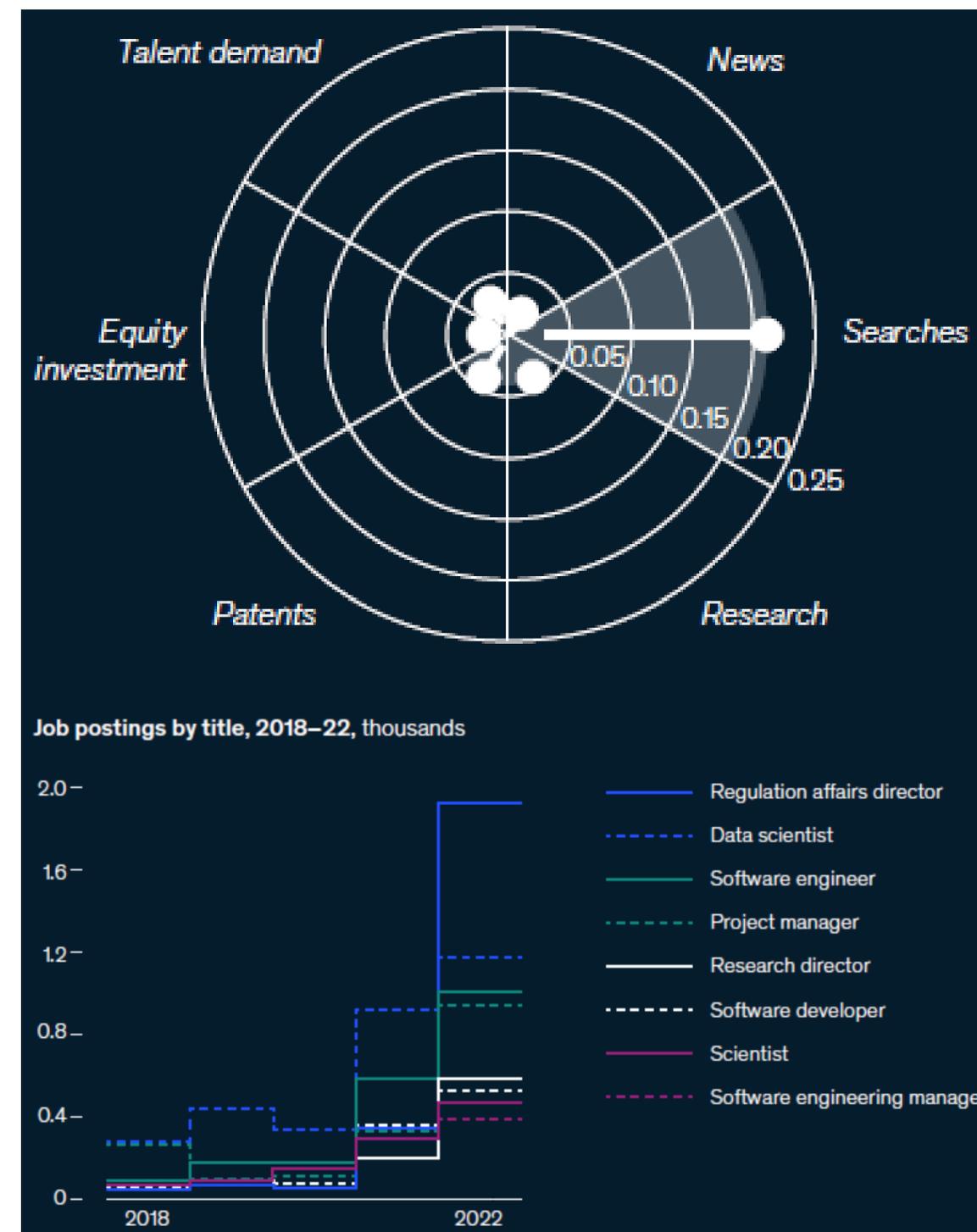
На данный момент использование генеративного ИИ предприятиями заключается в вспомогательной деятельности, однако отмечается высокий потенциал данной технологии при ее развитии. Интерес к генеративному ИИ проявляется прежде всего в большом количестве поисковых запросов пользователей.

Объем инвестиций в капитал в 2022: \$5 млрд

На 44% с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

В отличие от других технологий, в рамках тренда развития генеративного ИИ наиболее востребованными специалистами в 2022 оказались консультанты по регулированию ИИ, что говорит о стремлении соблюсти политические и этические стандарты при его использовании и разработке

Наиболее востребованными навыками оказались машинное обучение, программирование в Python, знание нормативного регулирования ИИ.



Тренд представляет из себя развитие low-code, no-code платформ, автоматизированной интеграции и внедрения процессов, появление инструментов генеративного ИИ, способного тестировать ПО и в режиме реального времени анализировать код в автоматическом режиме.

### Ключевые вызовы тренда:

- Высокие риски некорректного написания кода ИИ при отсутствии проверки его человеком
- Потенциал low-code и no-code платформ может быть ограничен из-за необходимости мониторинга кода квалифицированными специалистами
- Качество и безопасность могут стать более критичными проблемами при появлении AI-pair программистов
- Кастомизация API требует значительных усилий
- Интеграция API может способствовать увеличению риска киберугроз

### Показатели тренда:

- По прогнозу Gartner к 2026 году 80% пользователей с низким знанием программирования или его отсутствием будут работать вне традиционных IT-организаций, что говорит о потенциальном снижении потребности в квалифицированных кадрах для выполнения сложных задач
- В июне 2022 года на GitHub был выложен инструмент для парного программирования ИИ GitHub CoPilot, позволяющие писать код, основываясь на текстовых и речевых запросах пользователя

# Разработка ПО нового поколения

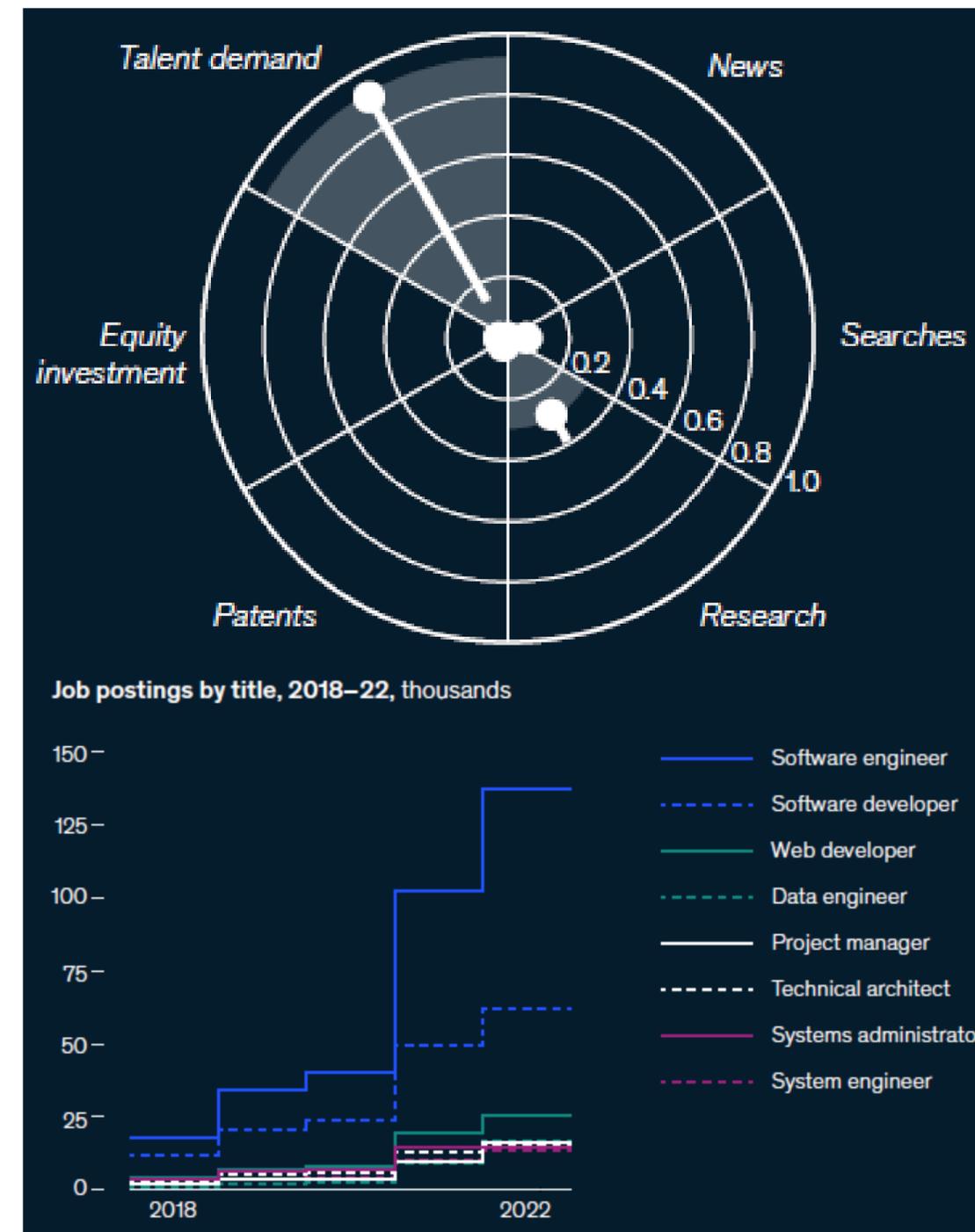
Несмотря на высокую продуктивность использования ПО нового поколения, развитие данного тренда замедляется ввиду жесткой нехватки квалифицированных специалистов и частого отсутствия технических возможностей для обеспечения функционирования такого ПО. Новостные публикации и число патентов выросли в 3 раза с 2018 года, однако, число научных публикаций и объем инвестиций снизились.

Объем инвестиций в капитал в 2022: \$2 млрд

На 29% с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

Разработка ПО нового поколения требует привлечения наибольшего среди всех остальных трендов числа высококвалифицированных специалистов.

Среди наиболее востребованных навыков: непрерывная интеграция, облачные вычисления, умение работы с сетевыми сервисами Amazon, Java, DevOps, Python.



Данный тренд представляет из себя управление рисками при работе с информацией и построение доверительных отношений между компаниями и пользователями в использовании персональных данных. Тренд основывается на технологии zero-trust architecture (дизайн безопасности, основывающийся на изначальной уязвимости систем компании), работе с цифровыми идентичностями пользователей, прозрачном функционировании ИИ, обеспечении технологической устойчивости.

## Ключевые вызовы тренда:

- Сложность имплементации из-за дефицита кадров и вычислительных мощностей, потребности в координации архитектур безопасности
- Сложность совместимости и интеграции технологий, отсутствие универсальных решений для удовлетворения требований регуляторов и пользователей
- Нехватка стандартизации и широко принятых правил в области обеспечения доверия
- Конфликт между подходами privacy and fairness и privacy and safety
- Цифровое доверие не является приоритетным принципом для многих менеджеров

## Показатели тренда:

- Государственное регулирование в сфере работы с данными создает необходимость для корпораций повышать сохранность и конфиденциальность данных и доверие пользователей
- Повышается потребность в объяснении принципов работы машинного обучения, которой способствует внедрение ИИ, характеризующийся огромным количеством параметров

# Технологии доверия и цифровая идентичность

Развитие этого тренда требует от специалистов квалификаций в управлении данными и способности к работе в рамках риск-ориентированного подхода.

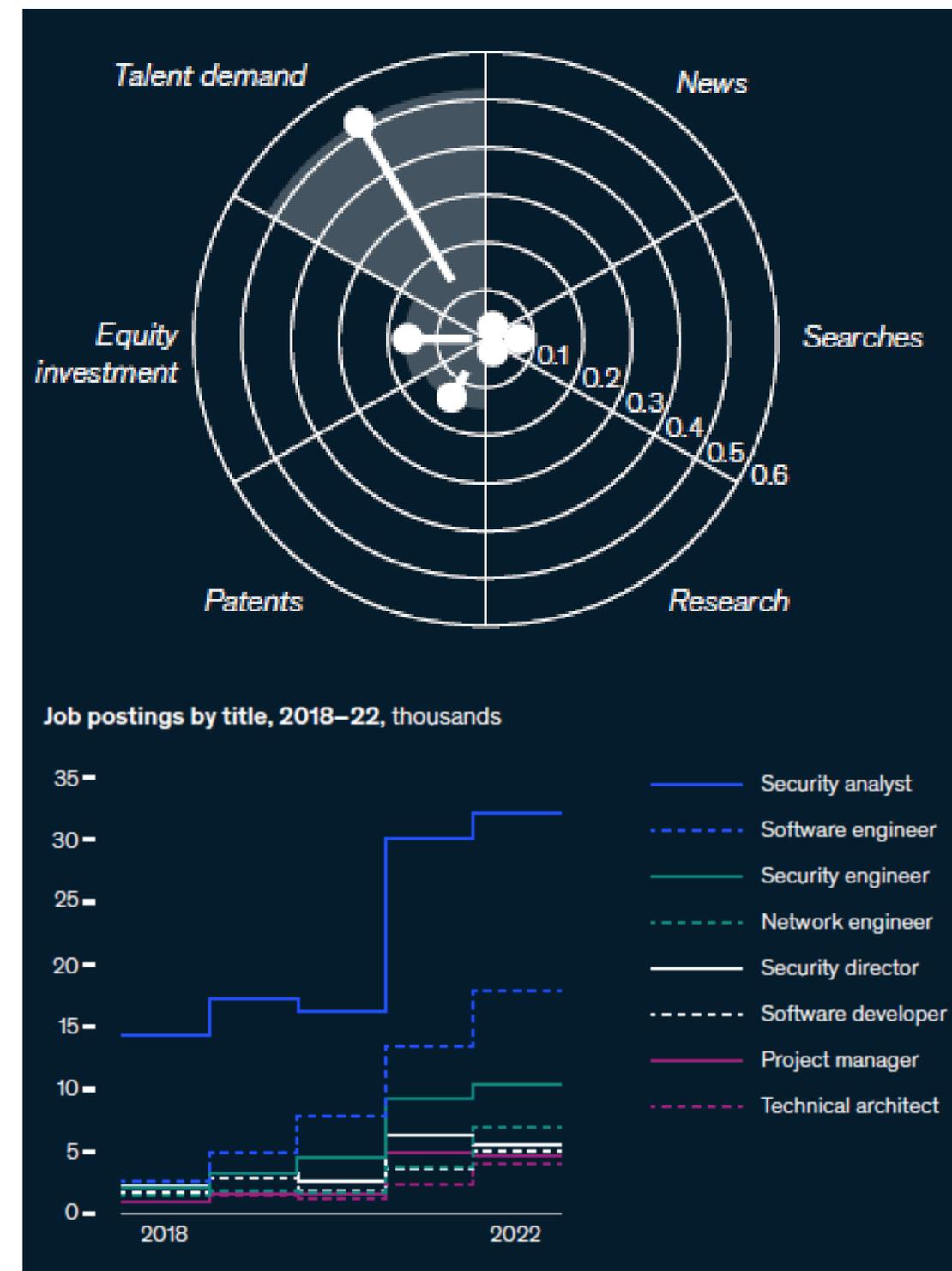
Помимо потребности в кадрах, данный тренд был отмечен ростом инвестиций и патентных заявок.

Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$47 млрд**

На **16%** с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

Тренд демонстрирует рост числа вакансий специалистов по безопасности информационных сетей и разработчиков ПО.

Наиболее востребованные навыки: компьютерная безопасность, аналитика рисков, нормативное регулирование. Наблюдается переизбыток специалистов с навыками обеспечения сетевой безопасности (network security).



Концепция Web3 основывается на децентрализованном хранении данных, свободном обмене криптовалютами, предоставлении возможностей создания новых бизнес-моделей с участием децентрализованных автономных организаций (DAO). Тренд основывается на технологиях блокчейна, «умных» контрактах (smart contracts), цифровых активах и токенах.

#### Ключевые вызовы тренда:

- Рост рисков зарегулированности со стороны государственных структур, стремящихся защитить интересы инвесторов и ввести классификацию активов
- Отсутствие четкой ясности ценности Web3 по сравнению с существующими решениями
- Низкий уровень зрелости инфраструктуры
- Растущий интерес регуляторов в защите интересов владельцев криптовалютных кошельков, особенно в свете произошедших недавно крупных взломов
- Потенциально высокая уязвимость технологий Web3

#### Показатели тренда:

- Криптовалютный рынок, являющийся одним из ключевых направлений тренда Web3, в течение 2022 года упал на 50%. Однако ряд других метрик, такие как операции с невзаимозаменяемыми токенами, число загрузок инструментов Ethereum, продемонстрировали рост
- Одним из факторов, замедляющих рост, является стремление регуляторов наложить ограничения на торговлю криптовалютами
- Развитие Web3 позволяет повысить энергоэффективность вычислительных систем
- Одним из последних нововведений в рамках концепции Web3 являются zero-knowledge systems, способные повысить гарантии безопасности информации

Основной особенностью Web3 является децентрализация и распределение хранимых данных между пользователями. Тренд получил наибольшую заметность через поисковые запросы пользователей и новостные публикации. Тем не менее, также рос объем инвестиций в данном направлении.

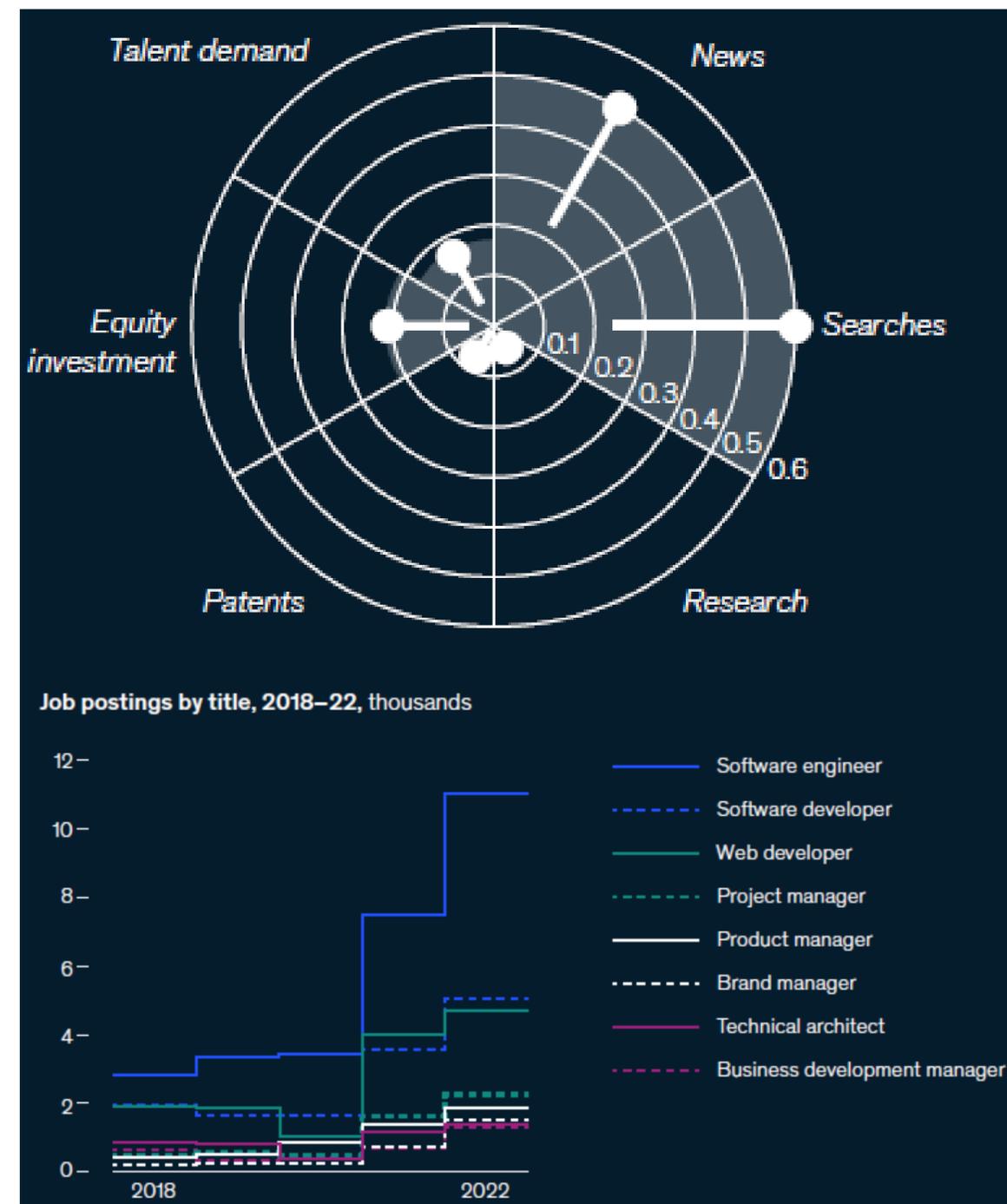
Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$62 млрд**

На **40%** с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

Число вакансий инженеров-программистов ПО выросло четырехкратно в период с 2020 по 2022. Тем не менее, динамика дальнейших лет является неопределенной ввиду волатильности курсов криптовалют.

Наиболее востребованные навыки: блокчейн, облачные вычисления, работа со стейкхолдерами.

Наблюдается переизбыток специалистов с навыками работы с блокчейн.



Тренд представляет из себя развитие технологий ускоренного и наиболее доступного соединения. Тренд включает в себя развитие оптоволоконных сетей, low-power, wide-area networks, Wi-Fi 6 и 7, Wi-Fi следующего поколения, 5G, 6G сотовую связь, высокочастотные платформы радиосвязи, околоземные спутники связи с возможностью прямой связи спутника с телефоном.

### Ключевые вызовы тренда:

- Жизнеспособность бизнес-моделей, основывающаяся на монетизации технологий продвинутого соединения
- Внедрение технологий продвинутого соединения требует зрелой инфраструктуры сферы, в которой эти технологии применяются (к примеру, гейминг и промышленные вертикали)
- Риски увеличения интенсивности инициатив по государственному регулированию внедрения технологий

### Показатели тренда:

- Одним из показателей тренда является интеграция различных способов соединения друг с другом (к примеру, wi-fi и спутниковые телекоммуникации) для улучшения удобства пользователя
- Несмотря на внедрение 5G, его монетизация пока не достигла ожидаемых значений, а промышленное использование развивается недостаточно быстро
- Рост числа предприятий, разрабатывающих оптоволоконные соединения и консолидация рынка

## Продвинутое соединение

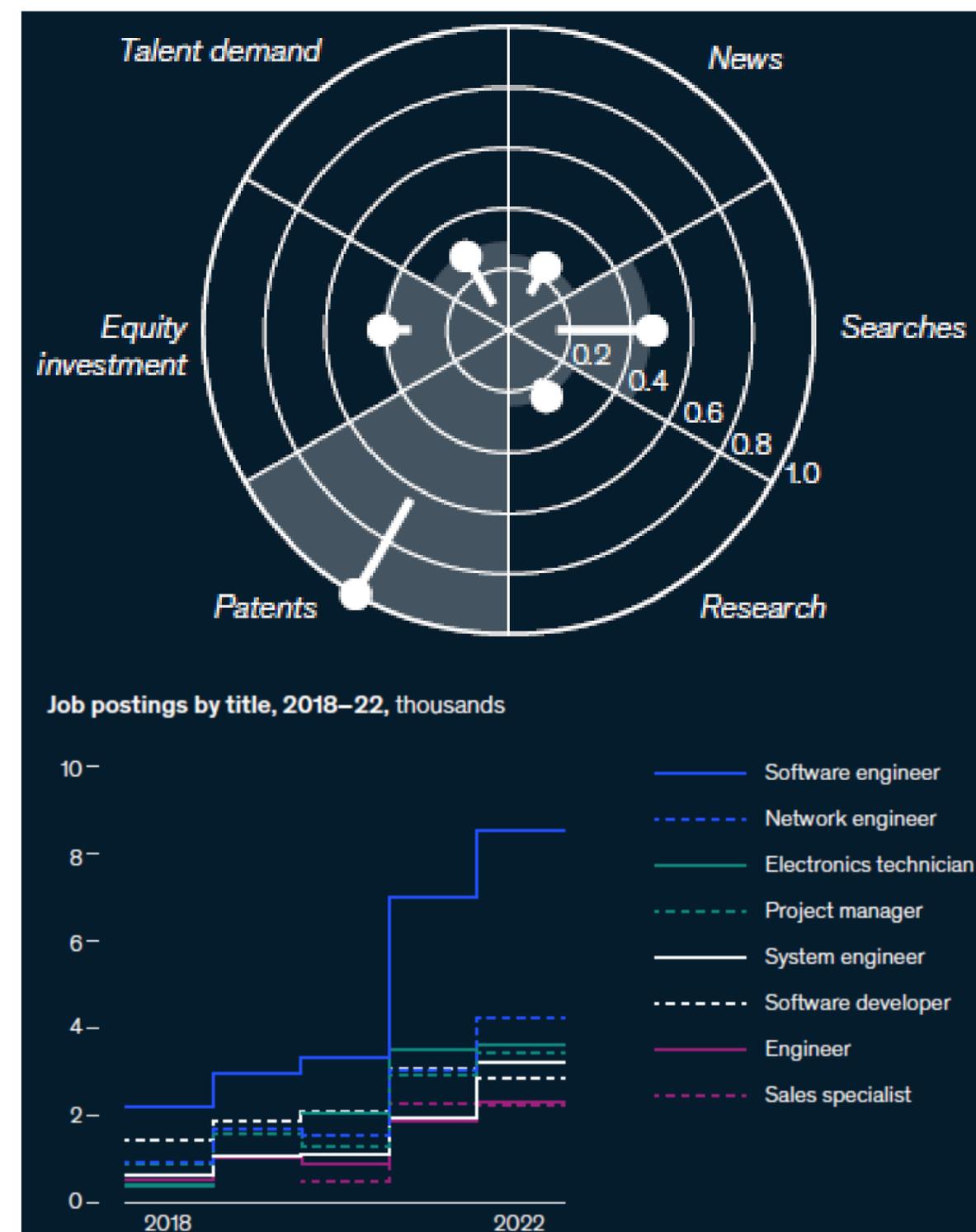
В рамках рассматриваемого периода наибольшее развитие тренда произошло в сфере патентования проектов – рост произошел в 2021-2022 годах. Также выросло число инвестиций и поисковых запросов по теме.

Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$118** млрд

На **7%** с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

Для развития технологий продвинутого соединения требуется большое количество инженеров-программистов и ряда других специалистов.

Наиболее востребованные навыки: работа с телекоммуникациями, интернет Вещей, Kubernetes.



Тренд представляет из себя использование пространственных вычислений для цифровой интерпретации физического пространства, его симуляции и другие технологии для создания виртуальной реальности. Среди них: технологии дополненной, смешанной и виртуальной реальности, пространственные вычисления, имитация тактильных ощущений, картографирующее местность программирование.

## Показатели тренда:

- Инвестиции в технологии иммерсивной реальности в 2018 году составляли \$14 млрд, достигли пика в \$32 млрд в 2021 году и \$16 млрд в 2022 году
- Число установленных приложений дополненной реальности на плоских девайсах увеличилось с 1,03 млрд в 2016 году до 6,06 млрд в 2022 году
- В 2022 году был выпущен целый ряд головных гарнитур дополненной реальности от ведущих компаний в этой области, что говорит о развитии рынка и технологии
- Несмотря на сокращение темпа инвестиций в рамках данного тренда, технологии развиваются посредством коммерческого и научного сотрудничества

## Ключевые вызовы тренда:

- Используемые устройства требуют улучшения эргономичности и надежности
- Темп сокращения стоимости устройств не гарантирует скорой доступности для широкого круга потребителей
- Наличие потребительского спроса на такие сложные технологии как AR остается под вопросом
- Отсутствие решений по вопросам безопасности использования и конфиденциальности пользовательских данных

Тренд развития технологий иммерсивной реальности сопровождался ростом числа патентных заявок и потребности в кадровом обеспечении.

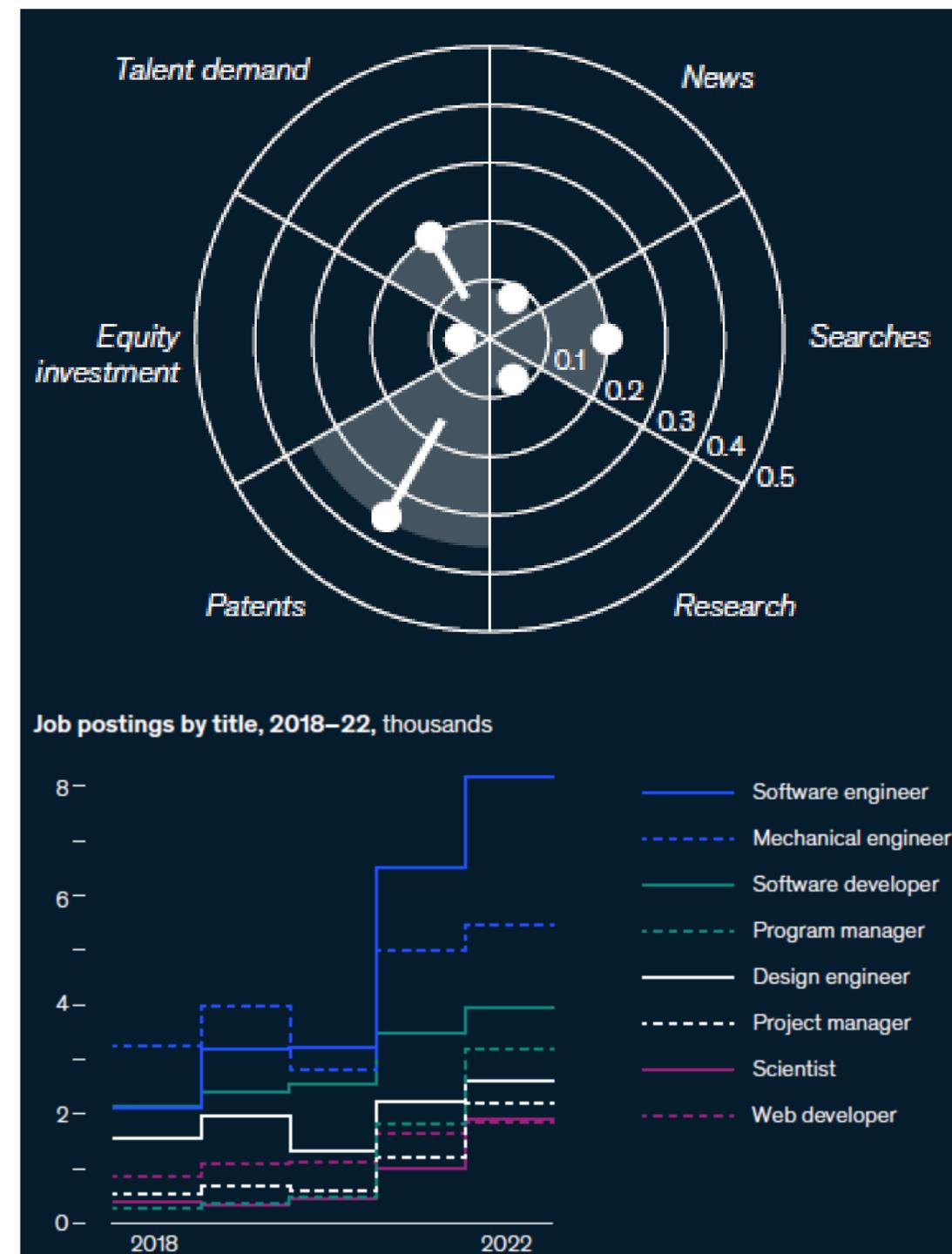
Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$16 млрд**

На **10%** с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

В рамках данного тренда наблюдается большое количество публикаций вакансий инженеров-программистов и разработчиков ПО – потребность в таких кадрах с 2020 года удвоилось.

Наиболее востребованные навыки: product engineering, компьютерное зрение, графический дизайн.

Наблюдается переизбыток специалистов с навыками графического дизайна и 3D-моделирования.



Тренд представляет из себя использование множества центров передачи и обработки данных, которые ускорят их доставку конечному пользователю и, одновременно с этим, позволят соблюдать региональное законодательство в области хранения данных и их конфиденциальности. Используемые технологии: интернет Вещей, локализация границ обработки и хранения данных, Operator, network, and mobile edge computing (MEC), metro edge.

### Ключевые вызовы тренда:

- Вероятность возникновения препятствий для роста из-за ограниченной экономии за счет масштабирования на граничных вычислениях в связи с худшей экономией по сравнению с традиционными облачными вычислениями
- Неопределенность рентабельности инвестиций, отсутствие понимания выгоды от использования технологии у потребителя, высокие требования к навыкам разработчиков и ряд других препятствий для внедрения

### Показатели тренда:

- Последние тренды демонстрируют снижение популярности облачного хранения данных и их перемещения в локальные центры хранения и обработки
- На момент публикации было обнаружено более 400 кейсов использования граничных вычислений в различных отраслях, а в течение следующих пяти лет этот тренд ожидает двузначный рост во всем мире
- Использование облачных вычислений при использовании машинного обучения набирает обороты
- Граничные вычисления в целом рассматриваются как дополнение и развитие облачных технологий

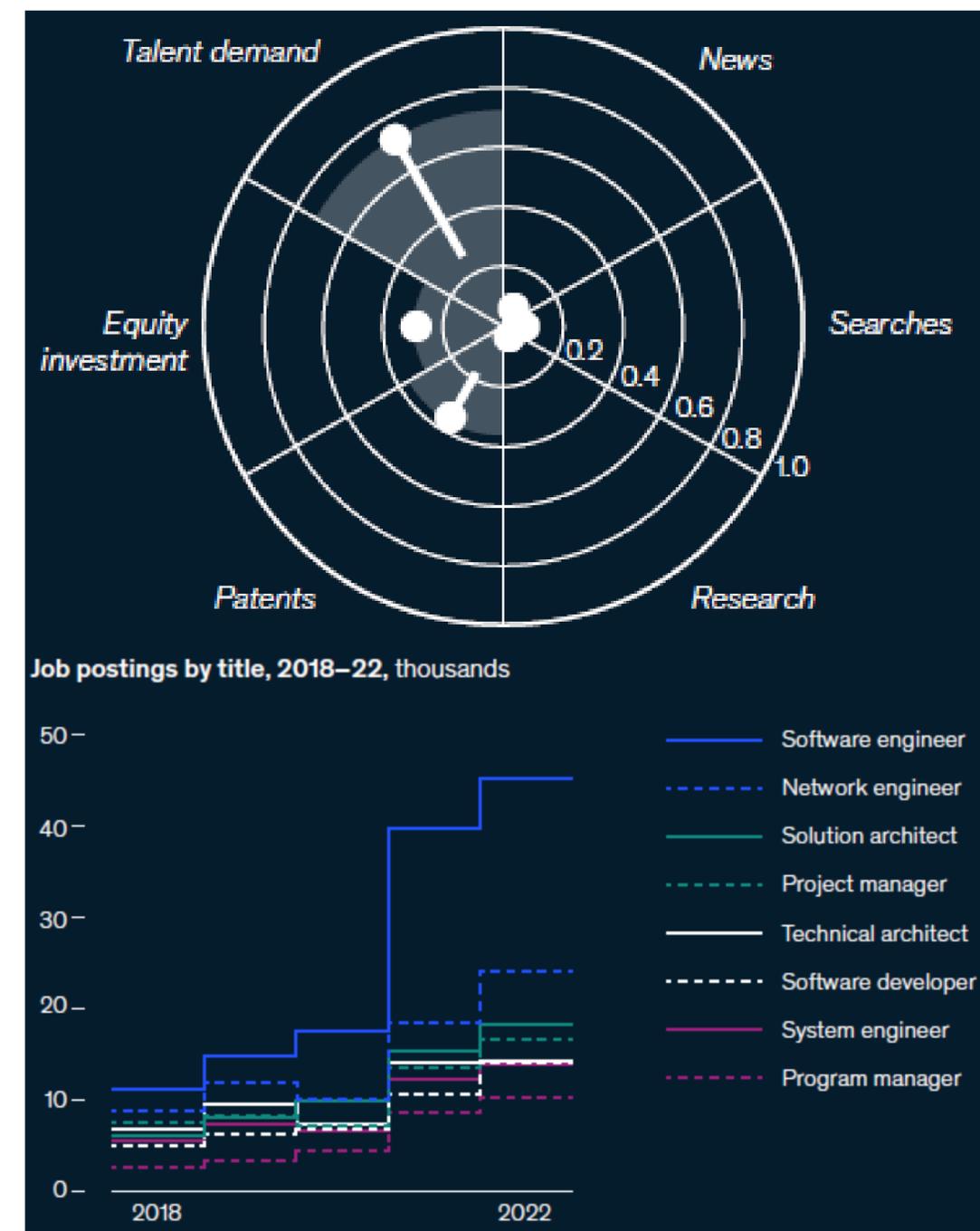
Данный тренд является ключевым для многих компаний, внедряющих цифровые решения в свою бизнес-модель. В связи с этим наблюдается рост потребности в квалифицированных кадрах и числа патентных заявок на проведение инновационных исследований.

Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$84** млрд

На **12%** с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

С 2020 года потребность в инженерах-разработчиках выросла в 2,5 раза, кратный рост демонстрируют также другие позиции.

Наиболее востребованные навыки: инфраструктурный менеджмент, облачные вычисления, работа с сетевыми сервисами Amazon.



Развитие квантовых технологий может предоставить миру улучшенные вычислительные мощности по сравнению с обычными компьютерами, более надежные сети коммуникаций, более чувствительные сенсоры, точные симуляции и множество других уникальных возможностей. Тренд включает в себя: квантовые вычисления, квантовые коммуникации, квантовое зондирование.

## Показатели тренда:

- IBM, Google в 2022 году анонсировали создание и улучшение ряда устройств, основанных на квантовых технологиях
- Несмотря на потребность в кадрах, в дальнейшем она может сужаться в связи с ростом числа университетов, готовящих специалистов в направлении квантовых технологий
- Эксперты ожидают рост инвестиций в квантовые вычисления, основанный на растущей потребности в надежном шифровании данных

## Ключевые вызовы тренда:

- Жизнеспособность технологии: техническая способность производить достаточный объем вычислений для обеспечения превосходства над традиционными компьютерами
- Для обеспечения эффективности затрат энергии на работу квантового компьютера над суперкомпьютером требуется достижение квантового превосходства
- Потенциальные технологические, финансовые и регуляторные барьеры
- Отсутствие зрелых экосистем и потребность в высококвалифицированных кадрах при внедрении на данном этапе развития

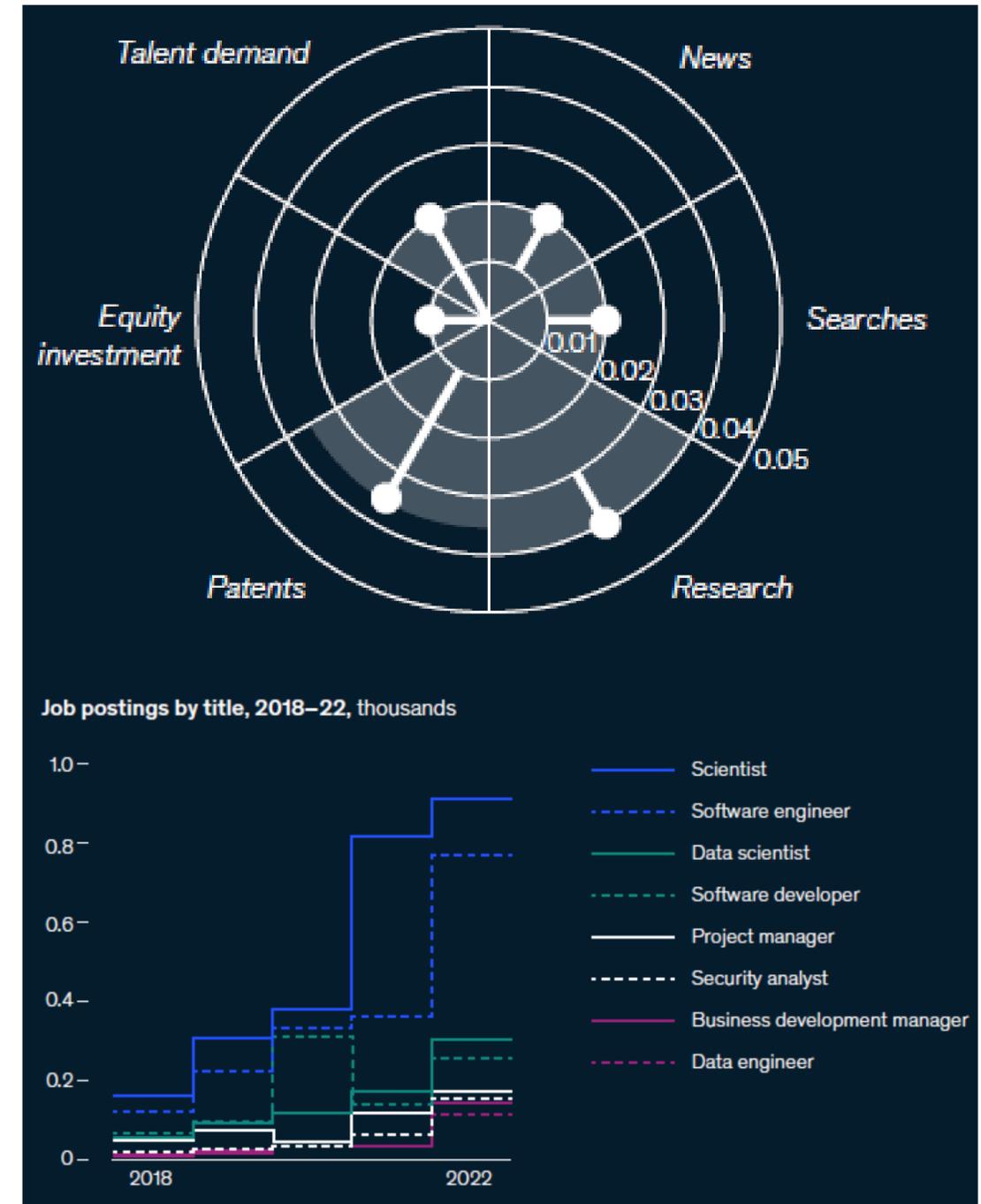
Несмотря на рост исследований и числа патентов, в относительном выражении квантовые технологии являются лишь зарождающимся трендом.

Объем инвестиций в капитал в 2022: \$2 млрд

На 12% с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

Для развития научно-исследовательской деятельности в рамках тренда привлекаются специалисты из квантовой физики, различных других областей физики, математики, химии и прочих наук. Наблюдается рост потребности в прикладных навыках, несмотря на основную занятость в научной деятельности в пределах обозначенного тренда.

Наиболее востребованные навыки в прикладном поле: криогеника, криптография, машинное обучение.



Тренд представляет из себя переход к автомобилям на автоматизированном управлении, электромобилям и совместном использовании автотранспорта. Тренд включает в себя: технологии автономного вождения, connected-vehicle technologies, технологии электрификации, решения совместного использования транспортных средств, инновации в использовании материалов, извлечение выгоды из декарбонизации

### Ключевые вызовы тренда:

- Отсутствие понимания объема энергии, необходимого для обеспечения функционирования растущего числа электрифицированного транспорта
- Неопределенность в вопросах безопасности транспортных средств и распределения ответственности в случае происшествий, регуляторные риски
- Потенциальная неспособность аккумуляторов иметь достаточный запас хода для поддержки необходимых приложений
- Необходимость создания дорогостоящей инфраструктуры для поддержания функционирования электрифицированных устройств (к прим., дронов служб доставки)
- Необходимость обеспечения доступа к большому запасу сырья для производства батарей и иных комплектующих

## Показатели тренда:

- К 2035 году технологии автоматического вождения могут произвести до \$400 млрд выручки
- Компании, специализирующиеся на автоматизированных и эргономичных транспортных средствах демонстрируют рост и масштабируют бизнес
- Среднегодовой рост сектора с 2019 по 2030 годы ожидается в размере 5,5%
- Рынок испытывает давление из-за дефицита полупроводников и другого оборудования, необходимого для производства электромобилей и автоматизированных транспортных средств

# Мобильность будущего

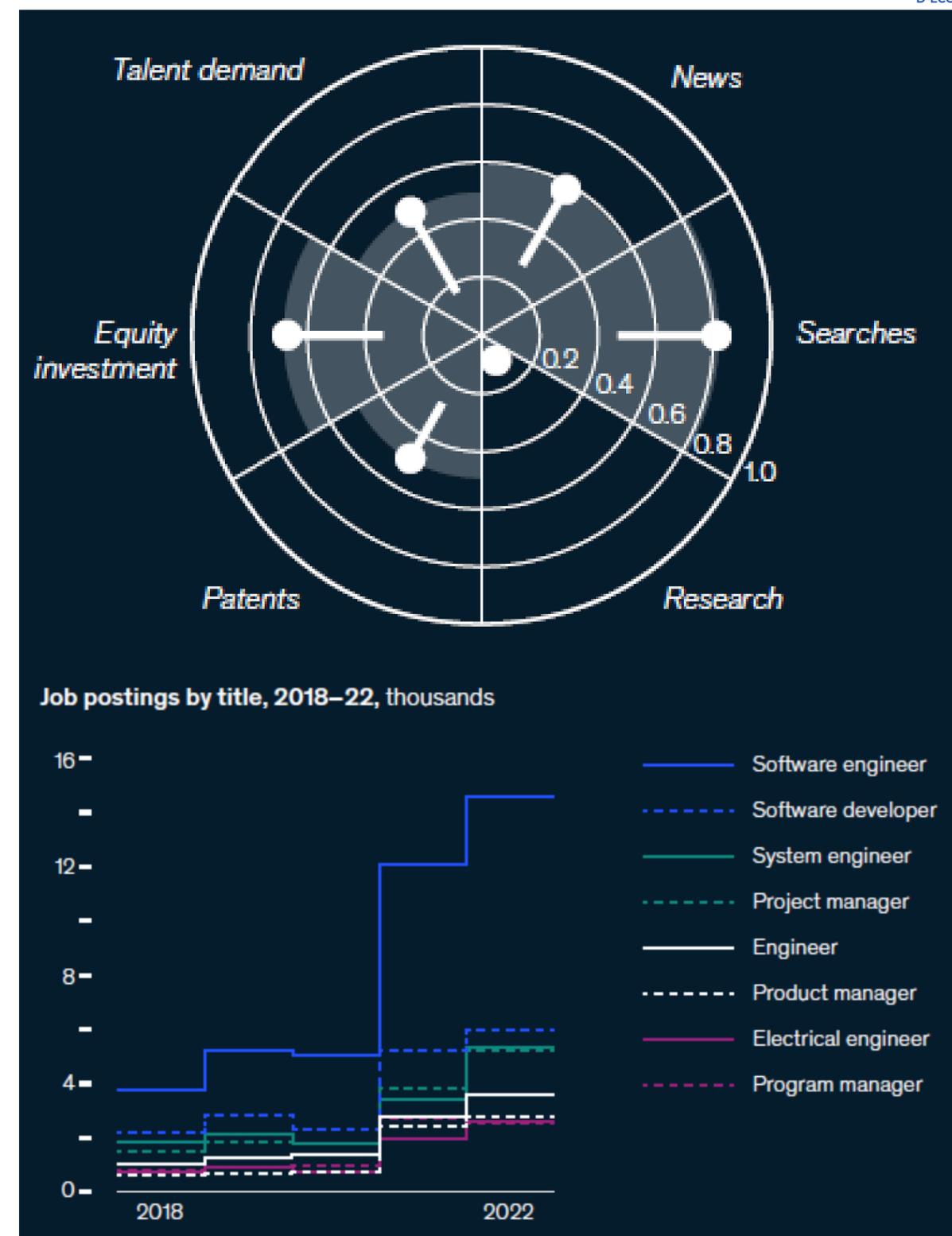
Интерес к тренду проявляется в виде роста числа поисковых запросов, капиталовложений, патентов и новостных публикаций.

Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$194** млрд

На **15%** с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

В рамках тренда наблюдается четырехкратный рост вакансий инженеров-разработчиков, а также двухкратный рост потребности в ряде других специалистов. Динамика тренда позволяет прогнозировать сохранение высокой потребности в инженерах, имеющих навыки работы с электрическим транспортом.

Наиболее дефицитные навыки: инженерия электромобилей, электротехника, логистические операции



Тренд представляет из себя ряд технологий в развитии здравоохранения, сельского хозяйства, устойчивого производства энергии и материалов с помощью биоинженерии. В рамках тренда развиваются следующие технологии: омики (ряд биологических наук, заканчивающихся на «омика», таких как геномика, протеомика и др.), тканевая инженерия, технологии биоматериалов.

## Ключевые вызовы тренда:

- Общественное восприятие развития биотехнологий во многом определяет пределы их развития
- Государственное регулирование на данный момент накладывает ограничения на развитие биоинженерии
- Самовоспроизводство и устойчивость биологических систем может сопровождаться серьезными непредвиденными последствиями

## Показатели тренда:

- Успех в исследованиях некоторых экспериментальных видов терапии привел к расширению новых инициатив в данном направлении, в особенности в связи с разработкой вакцин от COVID-19, стимулировавших исследования РНК-терапий
- На рынке выросла предложение культивируемого мяса, хотя остаются значительные препятствия для его роста
- Климатические соглашения создают спрос на биоматериалы, химикаты и различные технологии оптимизации их жизненного цикла

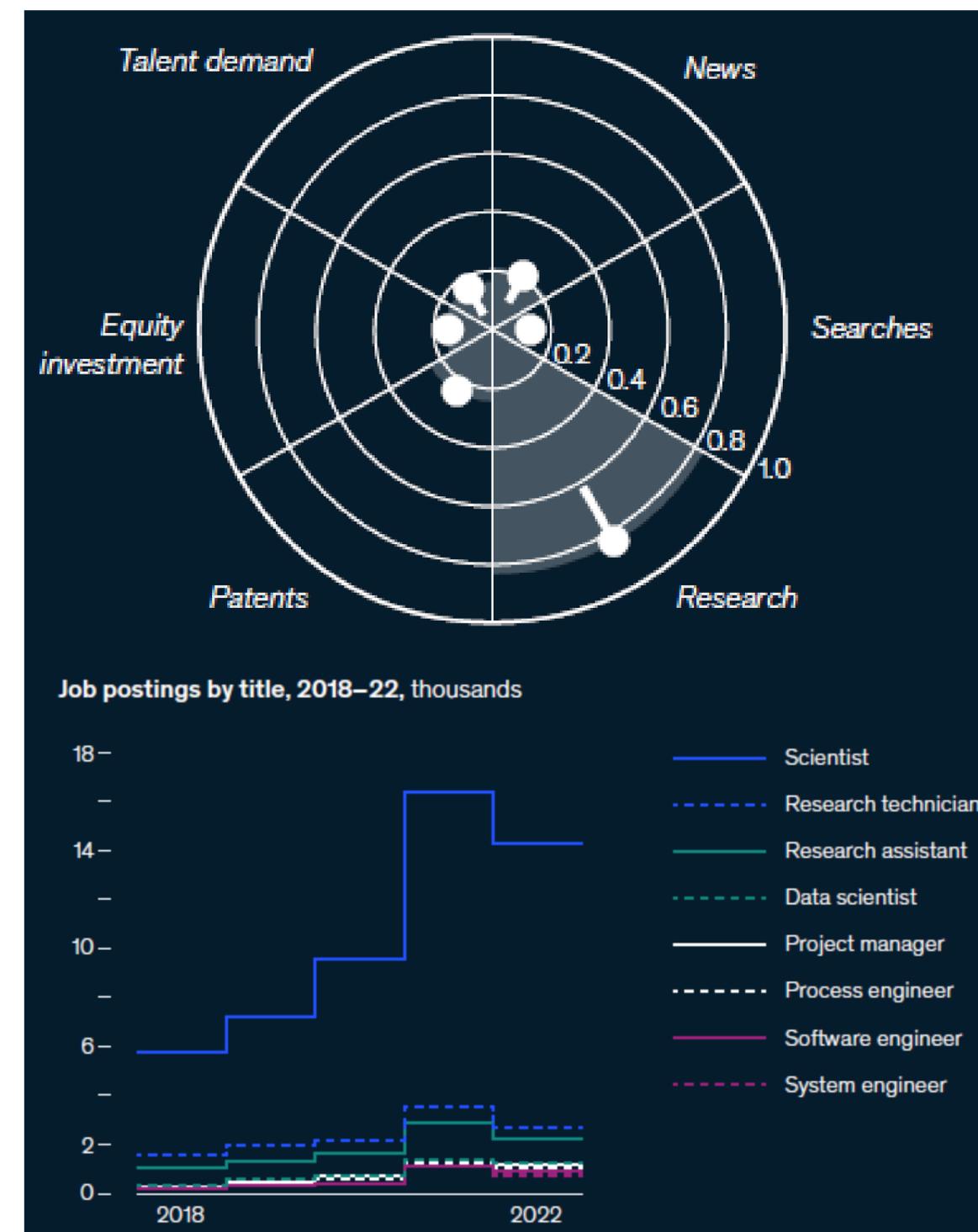
Интерес к тренду проявляется в виде роста числа научных исследований. Тренд является вторым среди выделенных McKinsey по интенсивности научных исследований, а потребность в кадрах с 2018 года выросла втрое.

Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$43 млрд**

На **19%** с 2021 по 2022 снизилось число вакансий в рамках тренда

Перед выходом на рынок технологии биоинженерии требуют нескольких лет или десятилетий исследований, что формирует высокую потребность в исследователях соответствующих областей. Рост тренда демонстрируется на примере потребности в кадрах.

Наиболее дефицитные навыки: клеточная терапия, машинное обучение, CRISPR.



Одним из наиболее существенных направлений в рамках тренда развития космических технологий является сокращение издержек и оптимизация параметров ракет и запускаемых в космос аппаратов, а также возможность создания орбитального производства. Тренд включает в себя: запуск малых спутников, зондирование, улучшения SWaP-C (вес, размер, стоимость и энергозатратность), улучшение технологий запуска.

## Ключевые вызовы тренда:

- Зависимость масштабируемости от рентабельности космических технологий
- Потребность в механизмах управления для распределения орбит ввиду растущего числа спутников и игроков на рынке
- Растущие одновременно с усложнением информационных систем риски кибербезопасности

## Показатели тренда:

- Компании частного сектора демонстрируют готовность к запускам аппаратов на поверхность Луны
- В 2023–2024 годах ожидается вывод в эксплуатацию целого ряда новых ракет-носителей, способных запускать на орбиту более тяжелые, чем прежде, космические аппараты
- Рост спроса на космические запуски со стороны компаний из растущего числа секторов, таких как сельское хозяйство и страховых компаний с целью прогнозирования ущерба от стихийных бедствий

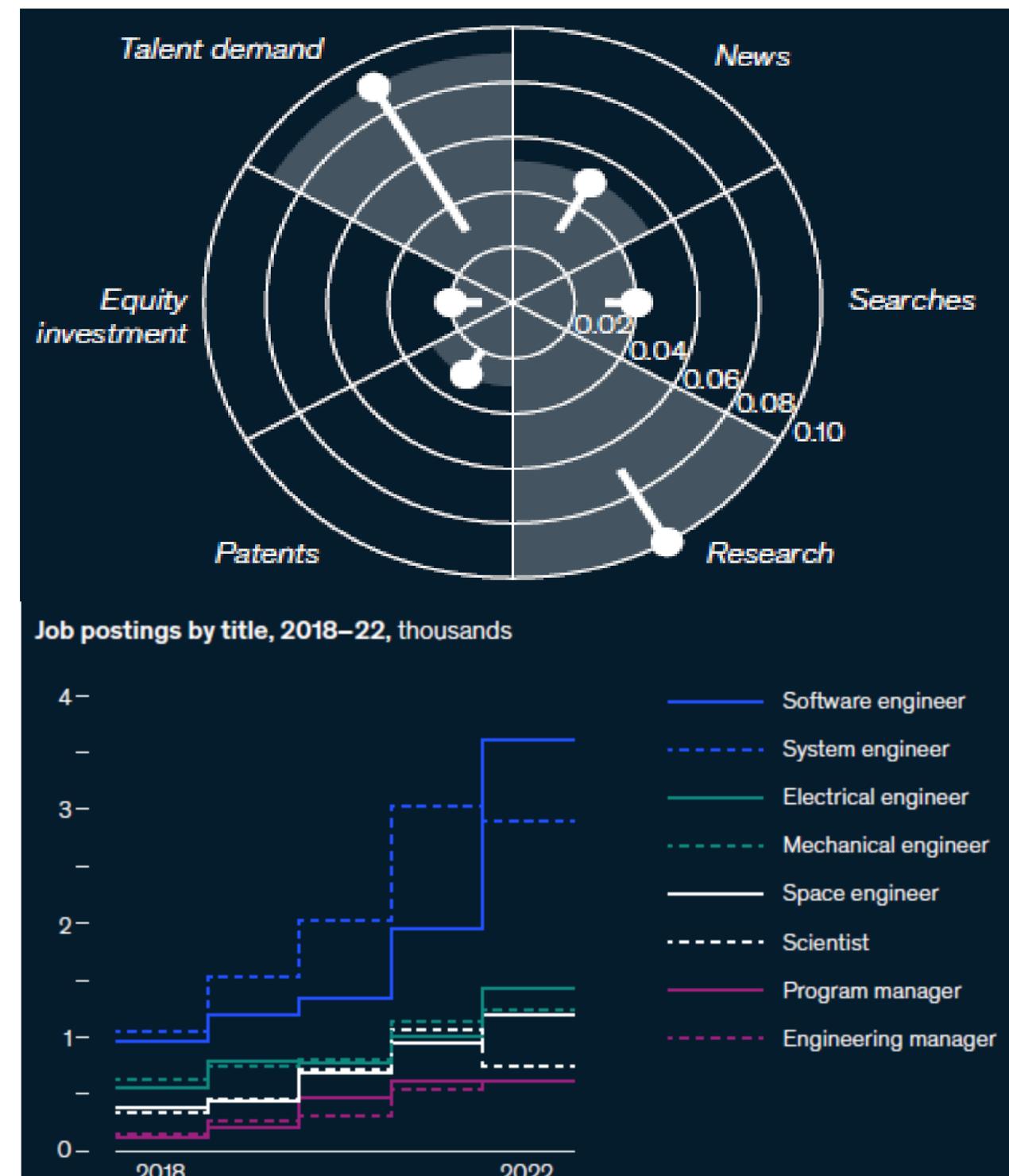
В рамках тренда развития космических технологий наблюдается рост потребности в кадровом обеспечении, а также растет число научных исследований. Несмотря на это, интерес к тренду является относительно невысоким по сравнению с другими тенденциями.

Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$6 млрд**

На **16%** с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

Наибольшую потребность индустрия космических технологий испытывает в разработчиках ПО и системных инженерах. Несмотря на высокую значимость традиционных инженеров, компании стали чаще нанимать разработчиков ПО и других IT-специалистов.

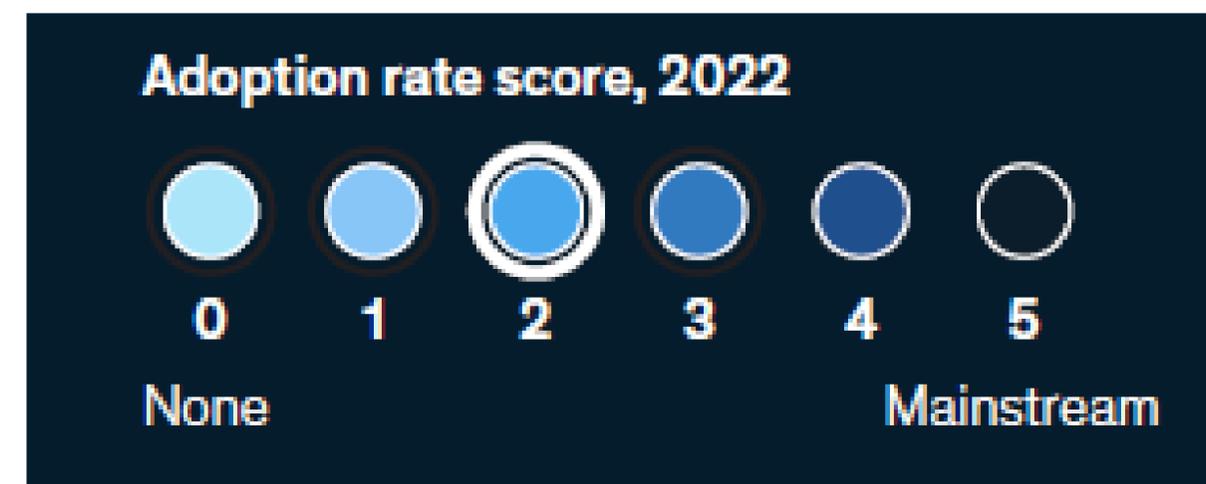
Наиболее дефицитные навыки: разработка систем теплопередачи, гидромеханика, географические информационные системы



В данный тренд входят направления технологического развития, позволяющие использовать ветровую, солнечную и гидроэнергию. Примерами использования технологии являются атомные электростанции, электромобили, использование водорода и иные источники энергии.

Объем инвестиций в капитал в 2022: **\$288 млрд**

На **27%** с 2021 по 2022 выросло число вакансий в рамках тренда

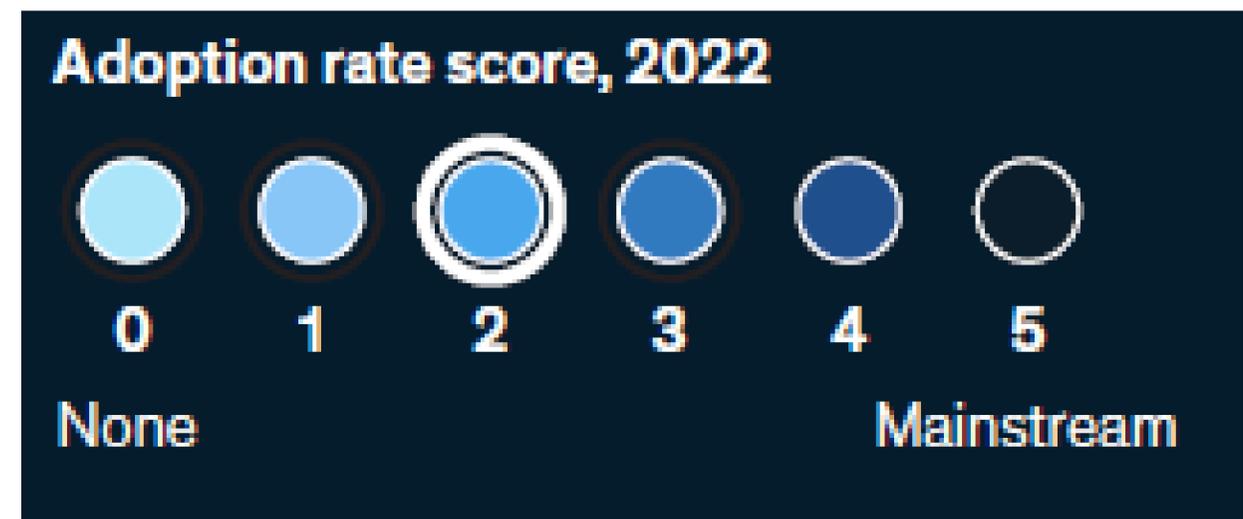


Климатические технологии  
помимо электрификации и  
возобновляемых источников  
энергии

В группу данных технологий  
входит захват углекислого газа,  
утилизация, естественные  
решения климатических  
вопросов, альтернативные  
протеины и агропромышленные  
химикаты, поддержание  
биоразнообразия и прочие  
технологии.

Объем инвестиций в капитал в  
2022: **\$86 млрд**

На **8%** с 2021 по 2022 выросло  
число вакансий в рамках тренда



## Заключение

- Основным сдерживающим фактором развития передовых технологий является потребность в высококвалифицированных кадрах
- Рост инвестиций и интереса к технологиям значительно вырос в 2020–2021 годах, однако дальнейшие темпы роста, скорее всего, существенно замедлятся в силу ряда ограничений
- С развитием технологий растут потребности в их регулировании – обеспечении конфиденциальности данных, кибербезопасности, распределении ответственности за утечки и другие инциденты
- Развитие ряда трендов может быть замедлено ввиду неопределенности рентабельности предлагаемых решений

Спасибо  
за внимание!