

РОБОТЫ-ГУМАНОИДЫ: НА ПОРОГЕ БУДУЩЕГО

ПЕРЕВОД: СЕРГЕЙ ШИХОВ

sergey@acon.ru

В последние четыре года мы наблюдаем стремительный рост количества компаний, которые сосредоточили свои усилия на разработках нового аппаратного и программного обеспечения для создания по-настоящему «жизнеспособных» роботов-гуманоидов. Сейчас эта область робототехники находится на этапе активного развития: происходит внедрение инноваций, поиск наилучших решений, инвестирование денежных средств. Эти же стадии в свое время прошли отрасли автомобиле- и авиастроения, производства персональных компьютеров. Теперь очередь за человекоподобными роботами. В статье рассмотрены наиболее перспективные разработки человекоподобных роботов, а также приведены данные исследований, прогнозирующих развитие этой области на ближайшие 10 лет.

ИНВЕСТИЦИИ OPENAI В 1X TECHNOLOGIES

Одним из крупных инвесторов, финансирующих сектор роботов-гуманоидов, является создатель всемирно известной нейросети GPT-4 компания OpenAI. В марте 2023 года OpenAI вложила \$23,5 млн в разработку проекта «A2 Series» компании 1X Technologies (до 2022 года компания носила название Halodi Robotics), которая с 2014-го работает над созданием человекоподобных роботов. Специалистам 1X Technologies удалось добиться прекрасных результатов, однако их робот Eve обладает рядом существенных ограничений, главное из которых — отсутствие ног, робот перемещается на колесах. Это не позволяет ему в полной мере заменить человека в выполнении ряда задач, а потому 1X сосредоточилась на создании робота Neo, с двумя ногами (рис. 1). Данная разработка приближает нас к моменту, когда мы собственными глазами увидим ответ на любопытный вопрос: как искусственный интеллект может функционировать в форме, идентичной человеческому телу? Помимо мощного ИИ, создатели оснастили Neo электрическими приводами вместо гидравлики, экраном в качестве лица и руками, подобными человеческим.

ИЛОН МАСК И ЕГО TESLA

Еще в 2021 году Илон Маск объявил о вступлении Tesla в сектор гуманоидной робототехники. За год компания проделала огромную работу и создала прототип человекоподобного робота Optimus (рис. 2). В 2022-м Маск продемонстрировал видео, где Optimus выполнял простые операции: ходил и собирал предметы. Затем прототип Optimus прошел еще пять или шесть итераций,

становясь все более совершенным, однако потом прогресс застыл из-за проблем с поставками приводов. А точнее, выяснилось, что существующие на рынке приводные решения не обладают теми характеристиками, которые требовались Tesla для дальнейшей модернизации ее робота-гуманоида. Разработчики Tesla были вынуждены спроектировать и изготовить специальные приводы, которые создают движение путем преобразования электричества в механическую работу.



РИС. 1. ◀
Робот Neo компании
1X Technologies.
Источник: [www.1x.tech/
andriods/neo](http://www.1x.tech/andriods/neo)



РИС. 2. ▶
Робот Optimus Tesla.
Источник: [ru.wikipedia.org/
wiki/Tesla_Bot](http://ru.wikipedia.org/wiki/Tesla_Bot)

Как сказал Маск: «Нам фактически пришлось создать собственные приводы, объединяющие двигатель, силовую электронику, контроллер и датчики. И действительно, каждый из наших приводов разработан индивидуально. Они легче, прочнее и эффективнее, чем любые другие приводы, существующие в мире, и, что ценно, их изготовление может быть масштабировано до серийного производства». По словам Маска, на сегодня Optimus — это «недооцененная и наименее понятая часть того,

что мы делаем в Tesla, но в долгосрочной перспективе он, скорее всего, будет иметь гораздо более важное значение, чем наши автомобили».

НОВЫЙ ИГРОК — КОМПАНИЯ FIGURE

Безусловно, OpenAI и Tesla являются признанными лидерами в области освоения искусственного интеллекта, однако на этом поле есть и другие игроки. Один из них — Бретт Эдкок — основатель «онлайн-рынка талантов» Vettery и компании Archer Aviation, выпускающей электрические самолеты вертикального взлета и посадки. Недавно Эдкок объявил о том, что специалисты его нового предприятия Figure разрабатывают робота-гуманоида. Генеральный план по реализации этого проекта включает в себя три основных этапа:

1. Изготовление многофункционального электромеханического гуманоида.
2. Наделение робота возможностями для выполнения всех манипуляций, доступных человеку.
3. Использование робота в качестве реальной рабочей силы.

На момент основания целью компании Figure было создание «первого в мире коммерчески жизнеспособного робота-гуманоида общего назначения», и на сегодня специалистам Figure удалось добиться немалых успехов. Робот первого поколения Figure 01 (рис. 3) имеет рост 170 см и вес 60 кг, он поднимает 20-килограммовый груз, передвигается со скоростью до 1,2 м/с и работает до 5 ч без подзарядки. Более того, будучи двуногим гуманоидом, он может не только ходить, но и подниматься по лестнице, а также действовать в большинстве сред, доступных людям. Обладая человеческими руками и механикой тела, Figure 01 способен использовать те же инструменты, что и люди, для эффективного выполнения самых разнообразных задач.

Ежемесячный журнал IEEE Spectrum, издаваемый Институтом инженеров электротехники и электроники, опубликовал данные, согласно которым в 2023 году штат компании Figure насчитывал более 40 инженеров, в том числе специалистов из Florida Institute for Human and Machine Cognition (некоммерческого исследовательского института, где ученые работают над созданием систем, способных усиливать и расширять когнитивные, физические и перцептивные способности человека), Boston Dynamics, Tesla, Waymo, Google X и других. Из чего можно сделать вывод о мощном потенциале стремительно развивающейся компании Figure.

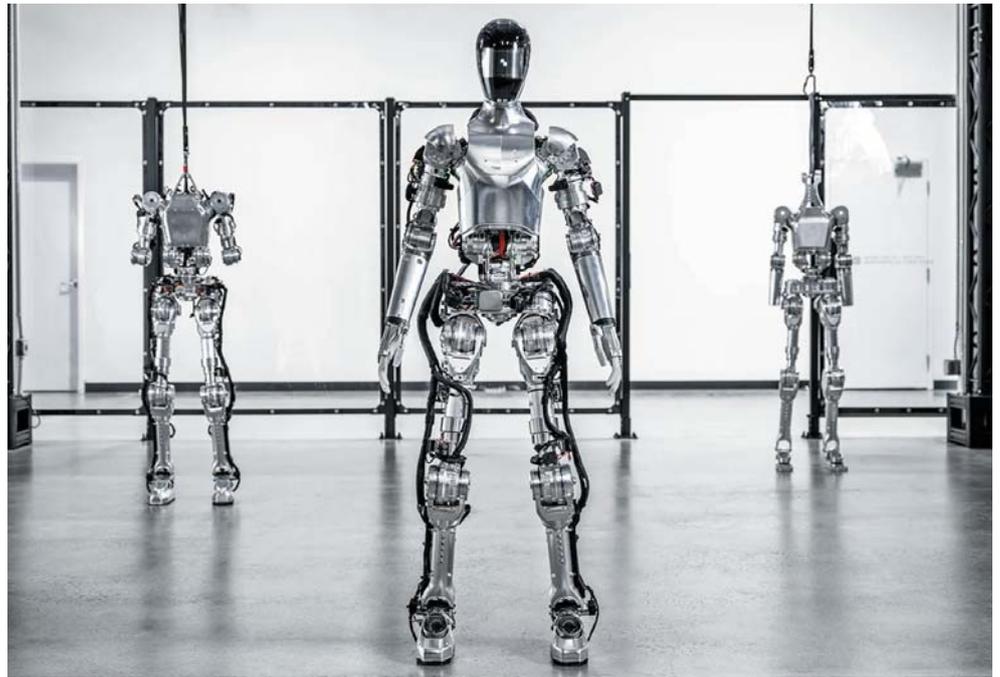


РИС. 3. ▲
Робот Figure 01.
Источник: www.figure.ai/

APPTRONIK — СТАРТАП, КОТОРЫЙ МОЖЕТ ВЗЛЕТЕТЬ

Еще один интересный стартап — компания Apptronik и ее последняя разработка «гуманоидный робот общего назначения» Apollo, оснащенный искусственным интеллектом.

«Рабочая лошадка» Apollo (рис. 4) имеет рост 173 см, вес 73 кг и предназначен для помощи людям, работающим в промышленных отраслях, на заводах и в розничной торговле. Apollo способен поднимать и переносить груз весом 25 кг и может функционировать на одной зарядке около 4 ч, а возможность сменить перезаряжаемую батарею позволяют продлить рабочий день Apollo до 22 ч.

В Apptronik считают, что роботы, подобные Apollo, не заменят человеческую рабочую силу, но станут эффективным инструментом, который можно будет использовать для выполнения определенных задач. Свою миссию Apptronik видит в решении проблемы дефицита рабочей силы, сокращения текучки кадров, повышении эффективности труда и снижении производственного травматизма, и помогут в этом такие роботы, как Apollo.

PHOENIX — РОБОТ «20-B-1»

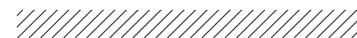
Применение роботам найдется не только на промышленных производствах и в быту, но и в сложных профессиях. Так, человекоподобный робот Phoenix (рис. 5) был создан канадской компанией Sanctuary AI для выполнения реально существующих задач, входящих в обязанности представителей различных



РИС. 4. ◀
Робот Apollo
компании Apptronik.
Источник: <https://apptronik.com/apollo>



РИС. 5. ◀
Робот Phoenix
компании Sanctuary AI.
Источник: <https://sanctuary.ai/product>



профессий. Обучение Phoenix происходит при помощи системы, специально разработанной для этой цели: эксперты Sanstuary AI снимают видео, на котором в деталях запечатлен процесс выполнения конкретной задачи сотрудником компании-партнера. Отснятый материал оцифровывается, и полученные данные используются для создания виртуальной среды, содержащей все объекты и моделирующей физику реального мира, включая гравитацию и сопротивление. В такой «песочнице» искусственный интеллект может практиковаться, выполняя поставленную перед ним задачу снова и снова хоть миллион раз. И только когда разработчики решат, что ИИ достаточно хорошо освоил действия в виртуальном мире, ему будет разрешено попробовать сделать то же самое в физическом мире.

Обучаясь таким образом, Phoenix уже овладел навыками для работы по 20 различным специальностям. В Sanstuary AI полагают, что их метод наиболее эффективен для подготовки человекоподобных роботов к выполнению конкретных задач в различных профессиях. Следует отметить, что Phoenix ушел гораздо дальше по пути освоения навыков, чем его «бытовые» собратья. Однако останавливаться рано: следующая вершина, которую намереваются покорить в Sanstuary AI, — дать роботу надежное чувство осязания, чтобы он мог оказывать на объекты точно рассчитанное давление.

DIGIT: УЖЕ НА РАБОТЕ

Такие роботы, как Phoenix, безусловно, открывают широкие возможности для роботизации всех обла-

стей человеческой деятельности, но на пике актуальности по-прежнему остается возможность применения андроидов в качестве домашних помощников. По-видимому, ближе всего к этой цели подошла компания Agility Robotics со своим новаторским двуногим роботом Digit (рис. 6).

В сентябре 2023 г. Agility сообщила об открытии завода по производству роботов RoboFab в Салеме, штат Орегон. RoboFab занимает территорию в 6500 м² и рассчитан на выпуск более 10 000 роботов в год, а первый Digit приступил к работе уже в конце 2023 года. В его обязанности входит загрузка, разгрузка и перемещение контейнеров. Сегодня роботы Digit трудятся как на родной RoboFab, так и на заводах партнеров компании Agility.

Разработчики постарались создать для своего робота такой дизайн, который давал бы ему максимум возможностей для эффективного и безопасного выполнения человеческих задач в человеческой среде, ведь, по замыслу Agility, Digit будет работать не в изолированных цехах, а совместно с людьми в едином пространстве, а это значит, что подобно людям, он должен обладать некой степенью многозадачности.

В Agility рассчитывают, что уже к 2025 году роботы получат широкое распространение и займут рабочие места не только на производственных предприятиях и складах, но и в больницах, гостиницах и розничных магазинах. Полученный таким образом опыт совместной работы роботов и людей станет основой, которая в конечном итоге поможет Agility создать доступного по цене качественного робота для бытового применения.

ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Не только Agility стремится первой занять пустующую пока нишу бытовых роботов-гуманоидов. Маск и Эддок считают, что тот, кто сумеет раньше всех создать эффективного робота «общего назначения», выполняющего достаточно широкий круг задач, будет диктовать рынку свои условия. Вот почему эта территория возможностей вполне способна оказаться местом, где начнется следующая высокотехнологичная золотая лихорадка, число участников которой со временем будет только расти. Итак, какие же прогнозы можно сделать о будущем человекоподобных роботов, основываясь на текущих тенденциях?

Коммерциализация производства

По мнению экспертов, рынок персональных роботов-гуманоидов станет значимой частью мировой экономики лишь тогда, когда достигнет «плато производительности», что ориентировочно произойдет не раньше 2035–2040 годов.

Американская консалтинговая компания Gartner, которая проводит исследования рынков информационных технологий, разработала метод, помогающий оценить отношение пользователей к новым технологическим решениям. Результаты такого исследования предоставляются в виде Нуре Cycle-графика, отражающего степень проникновения в общество, адаптации и социального влияния изучаемой технологии. В соответствии с одним из последних исследований, можно сделать вывод, что производство мобильных роботов и дронов (включая дронов-доставщиков, не гуманоидных складских роботов и даже автономных транспортных средств) начнет приносить коммерческую выгоду не раньше, чем будут успешно решены вопросы, связанные с высокой стоимостью и ограниченной функциональностью роботов, а кроме того, будут четко определены условия сосуществования андроидов с людьми. И этот процесс займет лет 20.

Стоимость роботов

Темп распространения использования человекоподобных роботов в промышленности и быту напрямую зависит от их цены, функциональных возможностей и надежности. Американская компания Goldman-Sachs, специализирующаяся на предоставлении финансовых услуг, опубликовала свои выводы о перспективах внедрения роботов в сферы производства,



РИС. 6. ▶

Робот Digit
компании Agility Robotics.
Источник: robotsguide.com/
robots/digit

складских услуг и ухода за пожилыми людьми. Наибольшее влияние на скорость, с которой роботы будут интегрироваться в эти сферы, оказывает стоимость андроидов. Эксперты Goldman-Sachs взяли прототип робота Tesla Optimus в качестве модели для расчета окупаемости и предложили несколько сценариев развития событий — реалистичный, оптимистичный и сценарий мечты.

Реалистичный сценарий предполагает, что в 2025 году цена гуманоидного робота, способного эффективно выполнять разнообразные задачи, составит ориентировочно \$250 000. Стоит ли производственным предприятиям делать такие вложения? Рабочий на заводе Tesla получает в среднем \$23,75 в час. Предполагается, что Optimus работает 20 часов в день (4 часа в день отведено для зарядки и обслуживания). Согласно этим расчетам, срок окупаемости Optimus составит приблизительно два года. Это указывает по крайней мере на некоторую экономическую целесообразность коммерциализации, однако не снимает самый сложный краткосрочный вопрос: какую долю задач на заводе такой человекоподобный робот сможет выполнять так же хорошо или лучше, чем рабочий-человек?

И если предположить, что роботы будут достаточно функциональны, чтобы в значительной степени взять на себя все те обязанности, которые выполняют люди, а также учесть прогнозируемый к 2025 г. дефицит рабочей силы в развитых странах, обусловленный демографическим спадом, то становится очевидным, что единственным фактором, способным сдерживать рост рынка гуманоидных роботов, будет их стоимость.

Как уже было сказано, в реалистичном сценарии Goldman-Sachs стоимость робота Optimus в 2025 г. составит \$250 000. Эта цифра основана на предположении, что Tesla закупит необходимые для производства андроидов электронные компоненты в небольших объемах в 2025 г., а затем в течение последующих 10 лет будет сокращать расходы на 15% в год.

Оптимистичный сценарий предполагает, что стоимость Optimus в 2025 г. не превысит \$50 000. Tesla сможет добиться этого, если обеспечит закупку электронных компонентов по гораздо более низкой цене, для чего использует уже имеющиеся связи и опыт, полученные за годы производства автомобилей. Также оптимистичный сценарий включает последующее снижение

затрат на изготовление Optimus на 20% в год (аналогично тому, как это происходило с изготовлением электромобилей). Осуществление данного плана позволило бы Tesla увеличить продажи роботов до 1 млн штук в год.

И наконец, сценарий мечты обещает, что Tesla удастся снизить цену на Optimus до \$20 000. Однако единственный, кто верит в возможность реализации такого сценария, — это сам Илон Маск.

Неэкономические факторы

Производители гуманоидных роботов действительно могут добиться выдающихся результатов, наделив своих андроидов широчайшим спектром возможностей и значительно уменьшив их цену. Однако остается еще один серьезный вопрос, который вряд ли будет решен в ближайшие 10 лет, а значит, до 2035 года ситуация с нехваткой рабочей силы в развитых странах существенно не изменится. Речь идет о проблемах, связанных с доверием, безопасностью и конфиденциальностью.

Ускорить процесс адаптации людей к роботам помогут прогрессивные предприятия, охотно внедряющие различные инновации. Скорее всего, именно такие компании встанут в авангарде интеграции роботов в сферу производства и услуг. А использование человекоподобных роботов в быту, вероятно, начнется с Японии, где есть большой опыт принятия новых технологий.

Когда первые гуманоидные роботы положительно зарекомендуют себя, дальнейшее их распространение пойдет быстрыми темпами.

Многоагентные системы: коллаборация платформ AI

В течение следующих 10 лет развитие так называемых многоагентных систем (MultiAgent Orchestration) позволит разному программному обеспечению для роботизированных решений бесперебойно работать в рамках единой системы. Наличие стандартизированного ПО на предприятии крайне важно для эффективного взаимодействия между всеми частями «парка роботов», включающего оборудование от различных производителей, оптимизированное под выполнение разнообразных задач. Это ускорит внедрение роботов в производственный процесс, а также снизит финансовые затраты на техническую поддержку андроидов, что в конечном итоге повысит производительность и экономическую эффективность компании.

Конкуренция, рождающая лидеров

Задолго до того времени, как человекоподобные роботы займут существенную долю рынка электроники и начнут приносить ощутимый доход, возникнет серьезная конкуренция среди производителей, которая постепенно отсеет большинство, оставив лишь нескольких лидеров. Так происходило на заре развития автомобилестроения и персональных компьютеров, когда открывающиеся блестящие возможности привлекали в эти сферы предпринимателей и инвесторов. И точно так же, как мы видим на примере мобильных телефонов, поисковых систем и социальных сетей, первой компании, ставшей лидером рынка, не всегда удается сохранить свое положение на долгие годы. ●

По материалам статьи
Humanoid Robots are Finally on the Way.
<https://www.circuitinsight.com/programs/56233.html>



Сергей Шихов,
директор по управлению проектами, «А-КОНТРАКТ»

Антропоморфные роботы объединяют в себе две предметные области:

- ИИ общего назначения (не узкоспециализированный, а способный выполнять потенциально неограниченное количество задач).
- Человекоподобный внешний вид, который не только обеспечивает функционирование робота в рамках производственной линии, но и дает ему возможность взаимодействовать с предметами, предназначенными для использования человеческим существом.

В качестве одного из ключевых маркеров прогресса в этой группе технологий эксперты выделяют появление (пока еще в будущем) робота, который сможет выполнять весь спектр рутинных задач по уходу за домохозяйством.

К слову, именно такой робот фигурирует в романе Р. Хайнлайна «Дверь в лето».

Наблюдать за прогрессом в этой области очень интересно, хотя и несколько тревожно.