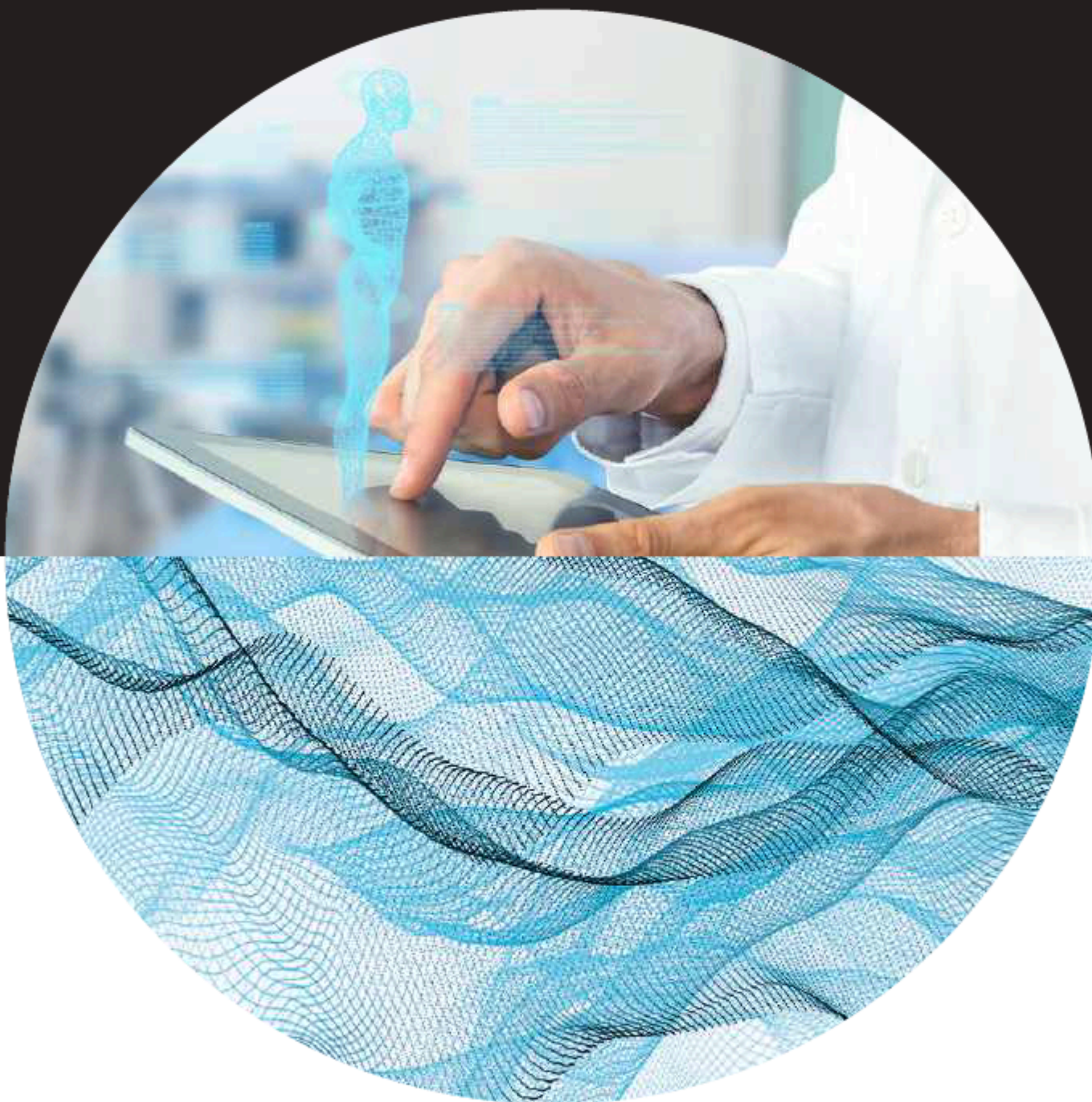


# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ



Решение проблем,  
рост экономики  
и улучшение нашего  
качества жизни



Australian Government



ЦИТАТА

Naikowicz SA<sup>1\*</sup> ,<sup>1</sup>, Чен С, Уорк Т, Карими С<sup>1</sup> ,<sup>1</sup> Эванс М<sup>1</sup> ,  
Отзывы<sup>3</sup> , Доусон Д.<sup>1</sup> , Чарльстон А<sup>2</sup> , Бреннан Т.<sup>2</sup> Моффатт С<sup>2</sup>  
, Шрикumar С<sup>2</sup>, Тонг Кей Джей<sup>2</sup> (2019) Искусственный  
интеллект: решение проблем, рост экономики и улучшение  
качества нашей жизни. CSIRO Data61, Австралия.

Авторские права

© Организация научных и промышленных исследований Содружества,  
2019. В пределах, разрешенных законом, все  
права защищены, и никакая часть этой публикации, защищенная авторским  
правом, не может быть воспроизведена или скопирована в любой форме  
или любыми средствами, кроме как с письменного разрешения CSIRO.

ВАЖНОЕ ЗАЯВЛЕНИЕ ОБ ОТКАЗЕ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

CSIRO сообщает, что информация, содержащаяся в этой  
публикации, включает общие утверждения, основанные на  
научных исследованиях. Читателю рекомендуется  
осознавать, что такая информация может быть неполной или не может быть  
использована в какой-либо конкретной ситуации. Поэтому нельзя полагаться  
на эту информацию или предпринимать какие-либо действия без  
предварительного обращения за профессиональной, научной и технической  
консультацией к эксперту. В пределах, допускаемых законом, CSIRO (включая  
своих сотрудников и консультантов) исключает всякую ответственность  
перед любым лицом за любые последствия, включая, но не ограничиваясь этим,  
все убытки, ущербы, издержки и любую другую  
компенсацию, возникающие прямо или косвенно в результате использования  
этой публикации (частично или полностью) и любой информации или  
материалов, содержащихся в ней.

БЛАГОДАРНОСТИ

Это исследование финансировалось правительством Австралии.  
Авторы хотели бы выразить благодарность экспертам из  
промышленности, правительства и общественных организаций, которые  
сформировали руководящий комитет, руководивший исследованием.  
Авторы хотели бы поблагодарить наших коллег рецензентов,  
которые предоставили подробные, вдумчивые и полезные материалы

вклад в ранние проекты внесли доктор Лорен Палмер  
(Австралийский совет ученых академий), профессор Майкл  
Милфорд (Технологический университет Квинсленда), профессор  
Питер Корк (Технологический университет Квинсленда),  
профессор Тоби Уолш (Data61 и Университет Нового Южного Уэльса),  
доктор Эндрю Рисон (Data61), доктор Оливье Сальвадо (Data61),  
доктор Эллиот Дафф (Data61) и профессор Сюю Ки (Data61).  
Авторы благодарны многим исследователям из  
CSIRO, Data61 и австралийских университетов, которые  
поделились своим опытом. Авторы благодарны многим  
австралийским сотрудникам правительства, которые предоставили  
подробные комментарии и рекомендации. Авторы также хотели бы  
поблагодарить сотни людей, посетивших консультативные  
семинары в Сиднее, Брисбене, Мельбурне и Перте, и  
тех людей, которые посетили конференцию Data61+ LIVE  
в Брисбене и Сиднее. Поделившись своими знаниями и  
взглядом на искусственный интеллект, вы помогли сделать  
возможным этот отчет.

ACCESSIBI LIT Y

CSIRO стремится предоставлять доступный в Интернете контент  
везде, где это возможно. Если у вас возникли трудности с  
доступом к этому документу, пожалуйста, свяжитесь с  
csiroenquiries@csiro.au.

Примечания

Все денежные значения приведены в австралийских  
долларах, если не указано иное.

CSIRO Data61  
21 AlphaBeta Advisors-стратегия и экономика  
3 Правительство Квинсленда, Офис Квинсленда  
Главный предприниматель  
+ Автор-корреспондент: Стефан Хайкович, старший главный  
научный сотрудник отдела стратегического прогнозирования CSIRO Data61



# Содержание

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Foreword.....                                                                                         | 1  |
| Краткое изложение .....                                                                               | 2  |
| 1 Введение .....                                                                                      | 7  |
| 2. Как искусственный интеллект может повлиять на жизнь австралийцев? .....                            | 9  |
| 3 Что такое искусственный интеллект? .....                                                            | 15 |
| 4 Экономическая ценность искусственного интеллекта .....                                              | 19 |
| 5 Что делает этот мир? .....                                                                          | 23 |
| 6 Что такое Австралия doing?.....                                                                     | 24 |
| 7 Разработка искусственного интеллекта Strategies.....                                                | 27 |
| Технологическая специализация .....                                                                   | 27 |
| 7.1 7.2 Целенаправленное исследование .....                                                           | 29 |
| 7.3 Экосистемы бизнеса и знаний .....                                                                 | 30 |
| 7.4 История перехода от продажи стали к продаже стального ноу-хау.....                                | 31 |
| 8 Возможных специализаций в области искусственного интеллекта для Австралии .....                     | 33 |
| Искусственный интеллект для улучшения здоровья, ухода за престарелыми и инвалидами .....              | 34 |
| Искусственный интеллект для улучшения жизни в городах и поселках .....                                | 36 |
| Infrastructure Искусственный интеллект для улучшения использования природных ресурсов Management..... | 40 |
| 9 Основ на будущее.....                                                                               | 47 |
| Развитие штата специалистов по ИИ .....                                                               | 47 |
| 9.2 Переходы в карьере и повышение квалификации .....                                                 | 48 |
| Управление данными и Access.....                                                                      | 49 |
| 9.4 Укрепление доверия к ИИ .....                                                                     | 50 |
| 9.5 Наука, исследования и развитие технологий.....                                                    | 50 |
| 9.6 Цифровая инфраструктура и кибербезопасность .....                                                 | 51 |
| Стандарты, функциональная совместимость и Ethics.....                                                 | 51 |
| 10 Conclusion.....                                                                                    | 53 |
| 11 References.....                                                                                    | 54 |

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

## КРАТКИЕ ФАКТЫ

1



Цифровые технологии, включая искусственный интеллект, потенциально стоят 315 миллиардов австралийских долларов для австралийской экономики к 2028 году [18], а ИИ может стоить 22,17 триллиона австралийских долларов для мировой экономики к 2030 году [11].

3



В австралийском секторе информации, коммуникаций и технологий (ИКТ) занято 663 100 человек в областях, связанных с искусственным интеллектом. Это число вырастет до 758 700 человек.

к 2023 году в размере 20 000 дополнительных работников в год [3]. Сегодня 66 000 работников ИКТ проживают в отдаленных и региональных районах [38].

2



Австралийской промышленности к 2030 году потребуется до 161 000 новых специалистов в области искусственного интеллекта в области машинного обучения, компьютерного зрения, обработки естественного языка и других технологий искусственного интеллекта.

4



Система искусственного интеллекта для выявления рака кожи (которая могла бы стать приложением для смартфонов) работала "наравне" с 21 сертифицированным дерматологом [17]. В Австралии в 2016 году было диагностировано 13 280 новых случаев меланомы, и 1770 человек умерли от этого заболевания [16]. Более ранняя диагностика с помощью искусственного интеллекта спасет жизни.



5



Внутрихозяйственный сельскохозяйственный робот Agbot II, разработанный Технологическим университетом Квинсленда, может сэкономить сельскохозяйственному сектору Австралии 1,3 миллиарда австралийских долларов в год за счет автоматизации удаления сорняков и повышения производительности сельского хозяйства [14].

6



ИИ может помочь снизить количество 1137 смертей в год [81] и 57 000 травм в год [82] на дорогах Австралии. Автономное экстренное торможение в сочетании с системы предупреждения о столкновении спереди и сзади снизили количество дорожно-транспортных происшествий с травмами на автомагистралях США на 56% [87]. В сочетании с коррекцией выезда с полосы движения эти полуавтоматические технологии могли бы предотвратить или уменьшить тяжесть 1,3 миллиона автомобильных аварий на дорогах США ежегодно [86].

7



Добыча полезных ископаемых в регионе Пилбара на западе Австралии является одной из самых автоматизированных в мире. Компания Fortescue эксплуатирует 112 беспилотных грузовиков с увеличением производительности на 30%. BHP располагает 50 автономными грузовиками на своей площадке в Джимблбаре и 20 автономными буровыми установками по всему штату [131]. Запущенная в 2008 году компания Rio Tinto's mine-of-the-future [132] имеет 140 автоматизированных погрузчиков, более 11 автоматизированных буровых установок, и 60% километров пути проходит в автономном режиме.

8



В 2018 году в Австралии насчитывалось 1465 стартапов, 21% из которых считают искусственный интеллект релевантным для своих продуктов или услуг [47]. Этот показатель увеличился на 6% по сравнению с 2017 годом [48]. В рамках этого исследования мы опросили 72 начинающие компании с искусственным интеллектом, из которых 84% сообщили, что адаптируют или разрабатывают новые алгоритмы, а не просто используют наборы инструментов искусственного интеллекта.

9



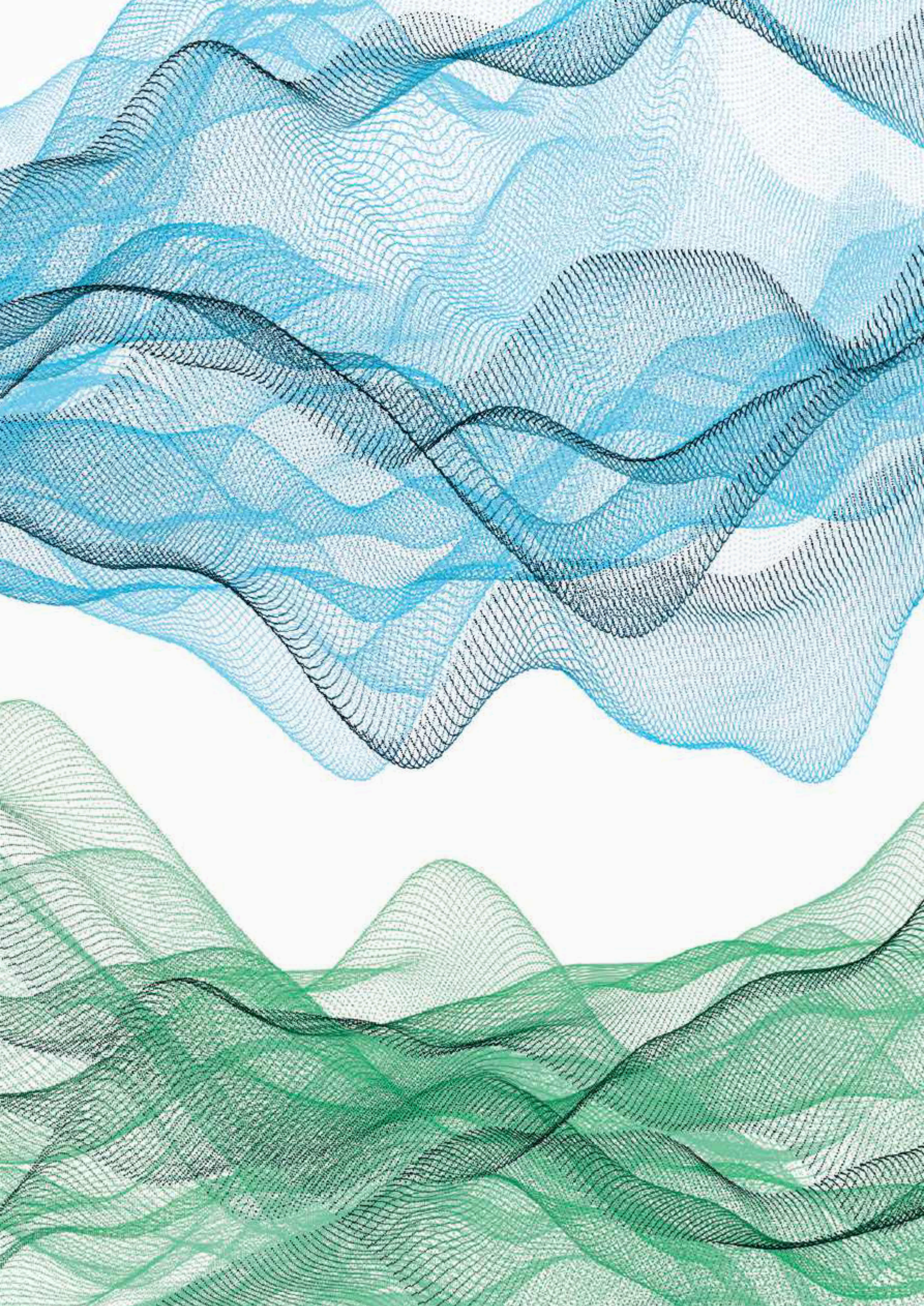
Искусственный интеллект используется для обслуживания моста в Сиднейской гавани . Data61 разместила на мосту 2400 датчиков, которые контролируют 800 стальных и бетонных опор под проезжей частью. Данные, генерируемые этими датчиками, анализируются с использованием машинного обучения и прогнозной аналитики для определения приоритетных мест для упреждающего технического обслуживания. Это снижает затраты и сводит к минимуму перебои в движении.

10



Беспилотные летательные аппараты уже используются для спасательных операций и обнаружения акул в австралийском прибое. 18 января 2018 года два мальчика-подростка во время прилива в 700 метрах от берега (при 3-метровой зыби) недалеко от Леннокс-Хед, Новый Южный Уэльс, были спасены воздушным дроном, который сбросил на них надувное плавающее устройство. Спасательные дроны могут быть оснащены системами искусственного интеллекта, которые могут автоматически обнаруживать нуждающихся людей и помогать им . Разрабатываются системы машинного обучения и компьютерного зрения, которые будут автоматически определять разрывные течения, чтобы посетители пляжа могли быть предупреждены.







# ПРЕДИСЛОВИЕ

**Искусственный интеллект (ИИ) - это одна из тех технологий, подобно достижениям в редактировании генов или квантовых вычислениях, которые способны изменить саму жизнь. Она обладает потенциалом для преобразования экономики, раскрытия новых социальных и экологических ценностей и ускорения научных открытий. С учетом того, что ИИ, по оценкам, принесет 13 триллионов долларов экономической активности во всем мире к 2030 году, глобальная гонка за лидерство в области ИИ действительно идет полным ходом.**

В апреле 2019 года национальное научное агентство Австралии CSIRO и Департамент промышленных инноваций и науки (DIIS) совместно разработали дискуссионный документ по этике искусственного интеллекта, чтобы ответить на вопросы, связанные с искусственным интеллектом, гарантируя, что мы используем этические и инклюзивные ценности для управления глубоким влиянием, которое это окажет на то, как мы живем, работаем и развлекаемся.

В сочетании с дискуссионным документом мы работали с DIIS над разработкой этого отчета, который показывает, как искусственный интеллект может повысить производительность австралийской промышленности, создавая рабочие места и способствуя экономическому росту и улучшению качества жизни нынешнего и будущих поколений.

В этом отчете используется опыт CSIRO, работающей в глубоких сотрудничестве с нашей сетью специалистов по цифровым технологиям и учет отзывов, собранных в ходе национальных консультаций с государственными, академическими и отраслевыми заинтересованными сторонами. Если Австралия сможет сосредоточить свою деятельность в области искусственного интеллекта на областях, вызывающих острую потребность, которые важны для всех австралийцев, таких как засуха и производство продуктов питания, областях, в которых у нас уже есть передовой мировой опыт, тогда мы сможем добиться наибольшего эффекта. С помощью этой дорожной карты мы подчеркиваем возможности искусственного интеллекта для решения больших проблем, которые опираются на наши сильные стороны, с целью экспорта решений в мир в трех областях: здоровое старение; города и инфраструктура; а также природные ресурсы и окружающая среда.

Искусственный интеллект уже является хорошо зарекомендовавшей себя технологией, и его приложения во многих отраслях начинают обретать форму. Однако успех наших отраслей будущего будет определяться тем, будет ли искусственный интеллект просто использоваться для сокращения затрат или мы воспользуемся всеми преимуществами этой мощной технологии для расширения новых возможностей и создания новой ценности. Мы считаем, что эта ценность создается, когда ИИ сотрудничает с людьми, обладающими глубоким опытом работы в ключевых отраслях промышленности Австралии. Это позволяет нам направить мощь этой технологии на умножение наших человеческих способностей.

Мы уже сделали первые шаги к определению нашего будущего с ИИ, но к разговору должно присоединиться больше людей, больше отраслей и больше сообществ. Этот отчет, *Искусственный интеллект: решение проблем, рост экономики и улучшение качества нашей жизни, предоставляет рекомендации и возможные пути продвижения вперед для обеспечения того, чтобы наша нация использовала весь потенциал искусственного интеллекта в нашем уникальном австралийском контексте, чтобы создать лучшее будущее для всех нас.*

**Доктор Ларри Маршалл**

Главный исполнительный директор

Организация научных и промышленных исследований  
Содружества (CSIRO)



# ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ

## Краткие сведения

Искусственный интеллект (ИИ) можно определить как совокупность данных

взаимосвязанных технологий, используемых для автономного решения проблем и выполнения задач по достижению определенных целей, в некоторых случаях без четкого руководства со стороны

заботясь о человеке. Области искусственного интеллекта включают

машинное обучение, компьютерное зрение, технологии человеческого

языка, робототехнику, представление знаний и другие научные

области. Мощь ИИ проистекает из конвергенции технологий. ИИ - это технология

общего назначения, которая может быть использована для

повысить эффективность, безопасность и качество производственных процессов практически в каждой отрасли. Искусственный интеллект уже используется для решения сложных проблем в области здравоохранения, социального обеспечения, безопасности, окружающей среды, энергетики, инфраструктуры, транспорта, образования и других секторах.

Глобальные инвестиции в искусственный интеллект продолжают расти. Только за последние несколько лет

14 стран с наиболее развитой экономикой мира объявили

о выделении более 86 миллиардов долларов на целевые программы и мероприятия

в области искусственного интеллекта. В основном это осуществлялось в форме

инвестиций государственного сектора, но также включает некоторые средства частного

сектора. Эти инвестиции повышают возможности

и конкурентоспособность правительств, компаний и

работников в мировом сообществе и мировой экономике.

Австралия создала ведущие мировые возможности в

ряд ключевых областей, связанных с искусственным интеллектом, находятся в наших университетах, исследовательских организациях и компаниях. Искусственный интеллект.

также он уже широко применяется и разрабатывается австралийскими правительствами, компаниями и стартапами. У Австралии есть неиспользованные возможности развивать, координировать, консолидировать и сконцентрировать наши глубокие, но распределенные возможности искусственного интеллекта в вопросах национального значения. Мы также можем создавать новые отрасли искусственного интеллекта, создающие рабочие места.

Только за последние несколько лет 14 из

самые развитые экономики мира объявили о выделении

более 86 миллиардов австралийских долларов на целевые программы и мероприятия в области искусственного интеллекта.

Чтобы максимизировать будущие выгоды и создать правильный

фонды для внедрения, адаптации и развития технологий искусственного

интеллекта, правительству, промышленности и сообществу следует рассмотреть возможность

принятия мер в следующих областях: - Создание технической рабочей силы,

специализирующейся на искусственном интеллекте, для удовлетворения потребностей

оперативных потребностей промышленности. По нашим оценкам, к 2030 году потребуется от 32 000 до 161 000 специалистов в области искусственного интеллекта;

Помогают работникам, чья работа, вероятно, положительно повлияет на

подверженный негативному влиянию искусственного интеллекта и связанных с ним цифровых технологий совершайте ранние и стратегические карьерные переходы;

Обеспечить эффективное управление данными и доступ к ним, поскольку ИИ

как правило, алгоритмы, требующие больших объемов данных, и

алгоритмы машинного обучения нуждаются в разработке и тестировании "обучающих данных"; - Укрепляйте доверие к ИИ, обеспечивая высокие стандарты и

прозрачность для всех приложений, разработанных и

применяемых в Австралии, потому что без доверия люди

вряд ли примут технологии искусственного интеллекта;

Повысить активность в сфере науки, исследований и

конвейер развития технологий для обеспечения передовых

возможностей искусственного интеллекта для правительства и промышленности в

будущем; - Улучшение цифровой инфраструктуры (для передачи данных,

хранение, анализ и сбор данных) и кибербезопасность, чтобы

искусственный интеллект мог безопасно и эффективно

использоваться в городах и регионах Австралии; и - Разработать

соответствующие системы и стандарты для обеспечения безопасной,

гарантированный по качеству, совместимый и этичный искусственный

интеллект разрабатывается и применяется в Австралии. - Правительства

по всему миру предпринимают стратегические шаги для

улучшения возможностей искусственного интеллекта в своих странах. В

этом отчете определены три стратегии высокого уровня для

достижения желаемого будущего искусственного интеллекта для Австралии:

Технологическая специализация: это включает в себя выбор и

разработка целевых областей специализированных возможностей искусственного

интеллекта для получения сравнительных преимуществ на мировом рынке. - Исследование,

ориентированное на миссию: оно включает в себя определение четких

цели и задачи для исследований, которые связаны с

решениями основных проблем национального значения.

Экосистемы бизнеса и знаний: этот подход

организационный дизайн направлен на выявление и использование сетей экспертных знаний и ресурсов, расположенных за пределами юрисдикционных границ.

Разработка ИИ уже идет полным ходом

в австралийских компаниях, правительствах и общественных организациях.

Мы определили три области с высоким потенциалом специализации в области искусственного интеллекта

(Рисунок 1) для Австралии на основе (а) существующих возможностей

и областей, в которых у нас есть сравнительные преимущества;

(б) возможностей решать большие проблемы в Австралии и;

(в) возможностей экспортировать наши решения по всему миру.

Предлагаемые области специализации включают: 1.

**Здоровье, старение и инвалидность.** Это предполагает использование

Искусственный интеллект для улучшения здоровья человека (либо с помощью профилактики, либо с помощью лечения), достижения здорового старения и поддержки людей, живущих с ограниченными возможностями. Решения, относящиеся к этой предлагаемой специализации в области искусственного интеллекта, имеют высокую ценность с учетом повышения ор

Специализации в области искусственного интеллекта

Решаем важные проблемы дома, экспортируем решения по всему миру и развиваем свои сильные стороны.



Рисунок 1. Области с высоким потенциалом специализации в области искусственного интеллекта для Австралии.

высокие показатели хронических заболеваний, старение населения и неустойчивый рост расходов на здравоохранение. По оценкам Статистического Бюро Австралии, поддержка инвалидов с помощью искусственного интеллекта принесет пользу 4,3 миллионам австралийцев, живущих с ограниченными возможностями. Искусственный интеллект может изменить жизнь людей с ограниченными возможностями, улучшив их жизненные возможности и помогая им получить хорошую работу. Австралия уже обладает ведущими в мире возможностями в области искусственного интеллекта для поддержки здоровья, старения и инвалидности. Эти проблемы являются общими для стран по всему миру, и мы можем экспортировать наши решения на глобальный рынок.

2. Города, поселки и инфраструктура. Это предполагает использование

искусственный интеллект для снижения затрат и повышения эффективности планирования, проектирования, строительства инфраструктуры, эксплуатации и технического обслуживания. Существуют значительные недостатки в построенной инфраструктуре, которые уже влияют на функционирование наших городов. Автоматизация и сенсорные системы могут улучшить нашу инфраструктуру. У нас есть ведущие мировые возможности в этой области, и мы можем экспортировать решения в быстро урбанизирующийся мир.

3. Природные ресурсы и окружающая среда. Австралия уже

мировой лидер в области сельскохозяйственной робототехники и использования передовых технологий обработки данных и машинного обучения на фермах. Мы также лидируем в автоматизации горных работ и приложениях для мониторинга окружающей среды / управления

Искусственный интеллект. Мы можем развивать эти технологии в отраслях, которые экспортируют в мир, нуждающийся в большем количестве продуктов питания, клетчатки, минералов и более чистой окружающей среде. • Несмотря на важность специализации, мы отмечаем, что многие

положительные результаты, которых Австралия могла бы достичь

благодаря разработке и внедрению ИИ, появятся по случайной случайности. Эти области специализации не должны ограничивать и, по возможности, поддерживать органичное развитие основных исследований и возможностей в области искусственного интеллекта в различных сегментах инновационной экосистемы Австралии. • Разработка искусственного интеллекта уже идет полным ходом по всей Австралии.

компаниями, правительствами и общественными организациями. Многие организации и частные лица разрабатывают свои собственные планы и стратегии в области искусственного интеллекта на будущее. В этом документе мы определили высокоуровневый путь для развития искусственного интеллекта в Австралии, начиная с экспериментов, которые в конечном итоге приводят к появлению совершенно новых отраслей (рисунок 2). • Этот документ предназначен для руководства будущими инвестициями

в области искусственного интеллекта и начать национальный диалог о некоторых способах, с помощью которых эти технологии могут привести к новым экономическим и социальным результатам для Австралии. Он был подготовлен компанией CSIRO Data61 для информирования правительства Австралии о рассмотрении потенциальных направлений повышения осведомленности, исследование и внедрение искусственного интеллекта в наших отраслях и сообществах.



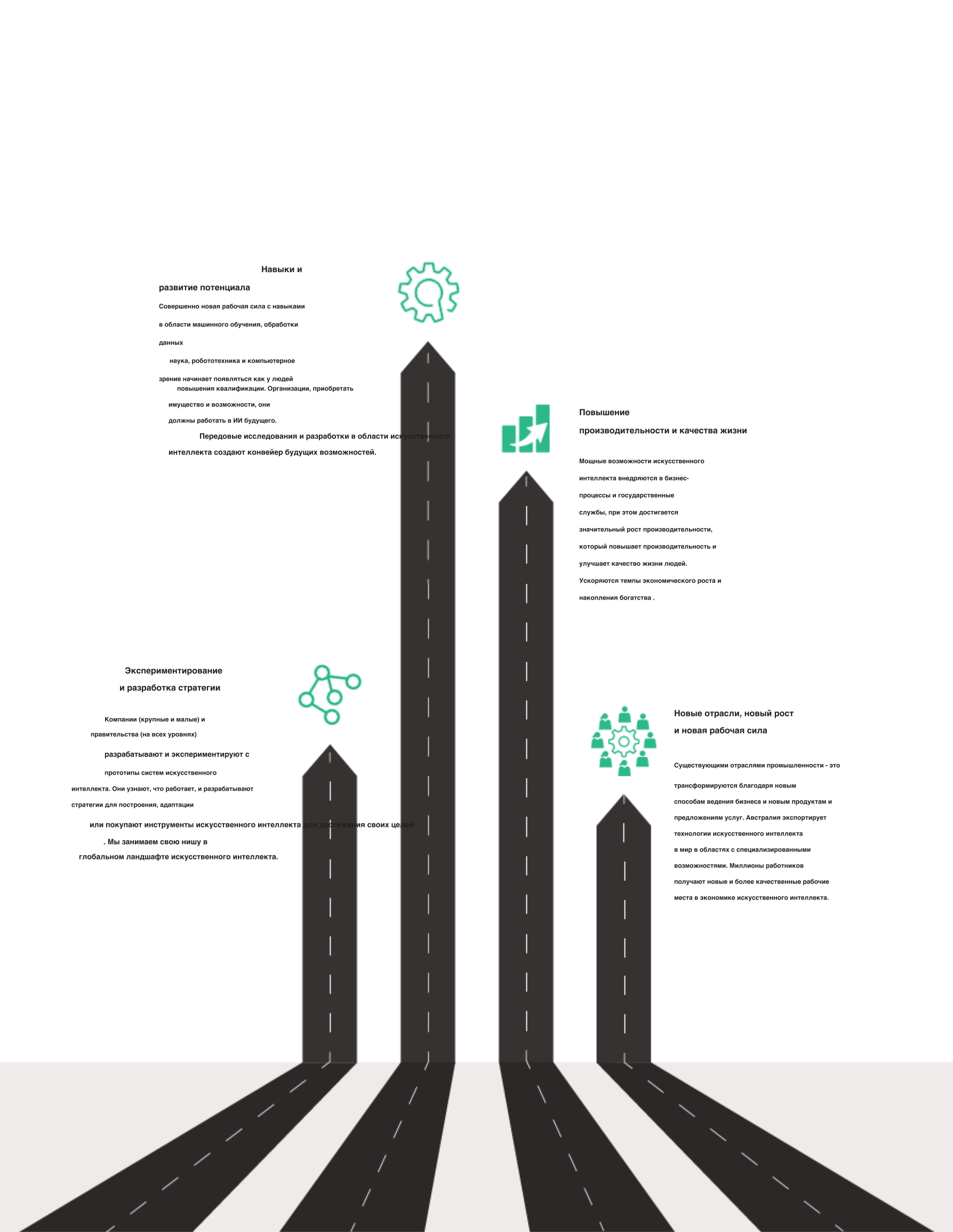


Рисунок 2. Путь Австралии к искусственному

интеллекту - Этапы на пути к 2030 году









# 1 ВВЕДЕНИЕ

**Искусственный интеллект (ИИ) - это технология общего назначения, которая потенциально может быть применена практически во всех отраслях австралийской и мировой экономики.**

Искусственный интеллект имеет параллели с изобретением электричества в 19 веке. Как технология общего назначения, электричество

трансформировал Австралию и мировую экономику на последних этапах промышленной революции. Это дало возможность и изменило каждую отрасль, одновременно создавая саму совершенно новую отрасль.

Сотни тысяч австралийцев нашли хорошую работу и сделали карьеру, строя нашу электрическую сеть и обслуживая созданные ею отрасли промышленности.

Ни одна страна не будет управлять или решать, как будет происходить предстоящая трансформация ИИ - это будут глобальные усилия.

Технологические инновации будут продолжаться быстрыми темпами. Вопрос в том, как мы можем наилучшим образом подготовить нашу нацию к адаптации и извлечь выгоду из этих изменений на благо всех австралийцев. Многие страны уже активно перешли на внедрение искусственного интеллекта, взяв на себя значительные обязательства по инвестициям в развитие технологических возможностей своих стран и готовности внедрять эти технологии в будущем. Австралия прокладывает свой путь.

Уже ожидается, что искусственный интеллект может стать ключом к тому, чтобы помочь нам решить некоторые из величайших проблем человечества, таких как изменение климата, устойчивые к антибиотикам бактерии, дорожно-транспортные происшествия, рак и отсутствие продовольственной безопасности, воды и энергии. Мы уже создаем машины, которые могут учиться и решать проблемы без четкого руководства со стороны человека-оператора. Это может вывести нас в новые пространства. Искусственный интеллект также представляет собой потенциальное решение проблемы спада производительности, который сдерживает экономический рост и накопление богатства в странах с развитой экономикой, включая Австралию. Революция искусственного интеллекта не будет идентичной, но будет иметь параллели, с предыдущими промышленными революциями, такими как появление электричества. Искусственный интеллект будет продолжать сталкиваться с другими технологиями и поднимать наши человеческие знания и возможности на новый уровень. Этот отчет направлен на изучение того, что может означать искусственный интеллект в будущем Австралии и как мы можем использовать наши текущие исследования и отраслевые основы, чтобы наилучшим образом использовать преимущества искусственного интеллекта и улучшить качество жизни нынешних и будущих австралийцев.

**Искусственный интеллект будет продолжать сталкиваться с другими технологиями и поднимать наши человеческие знания и возможности на новый уровень.**

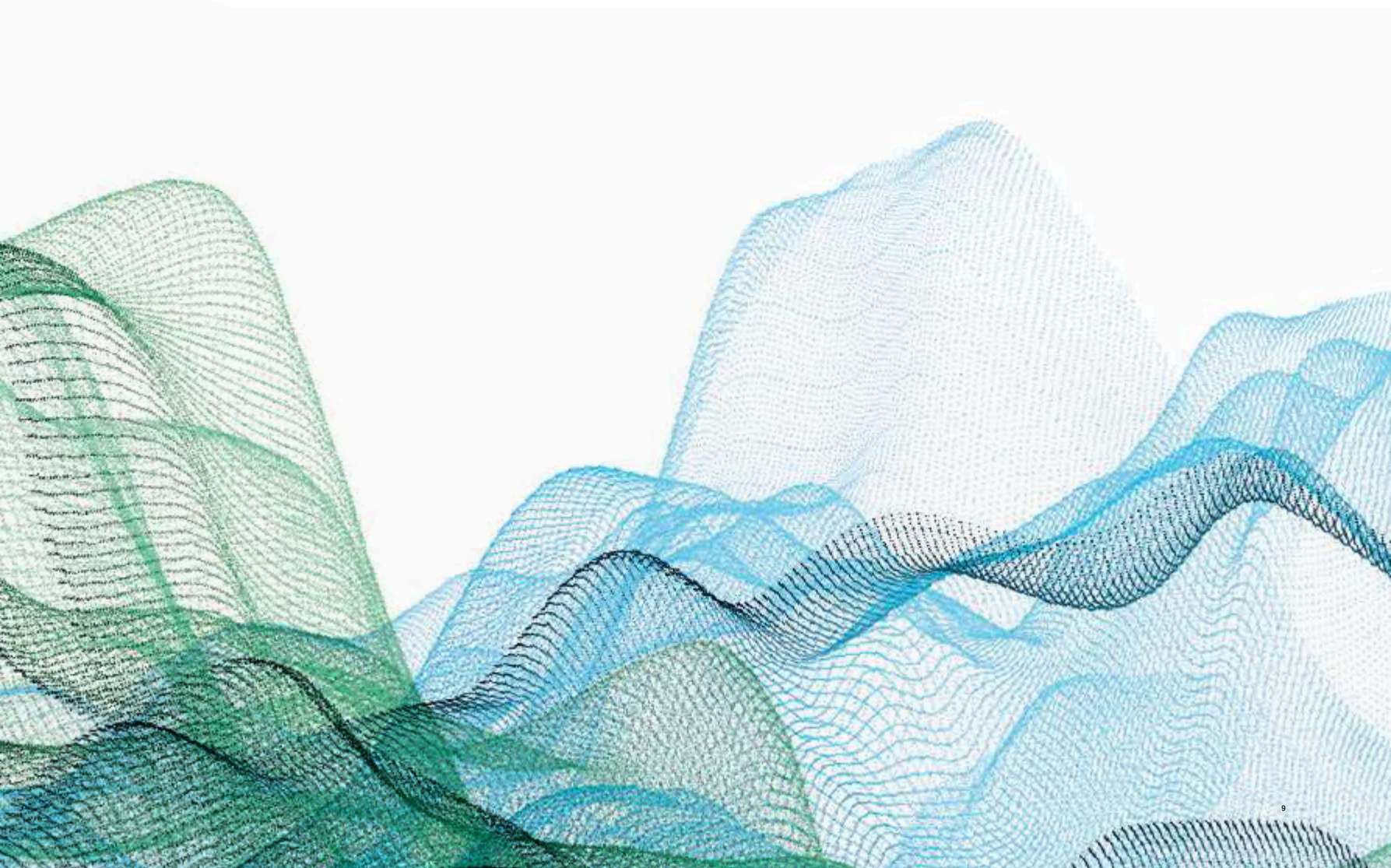




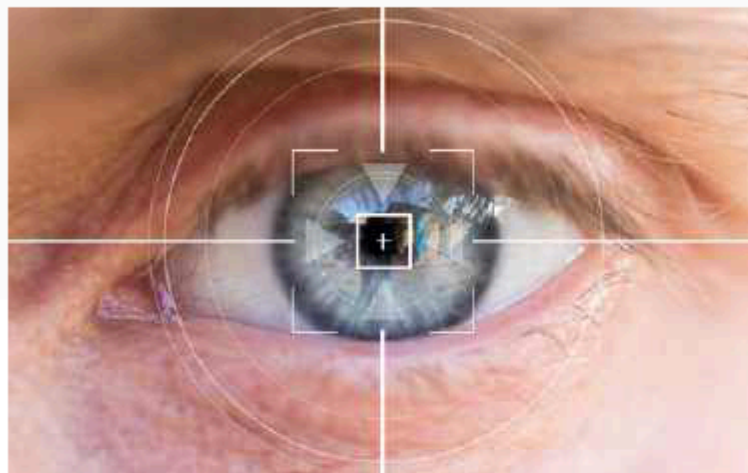
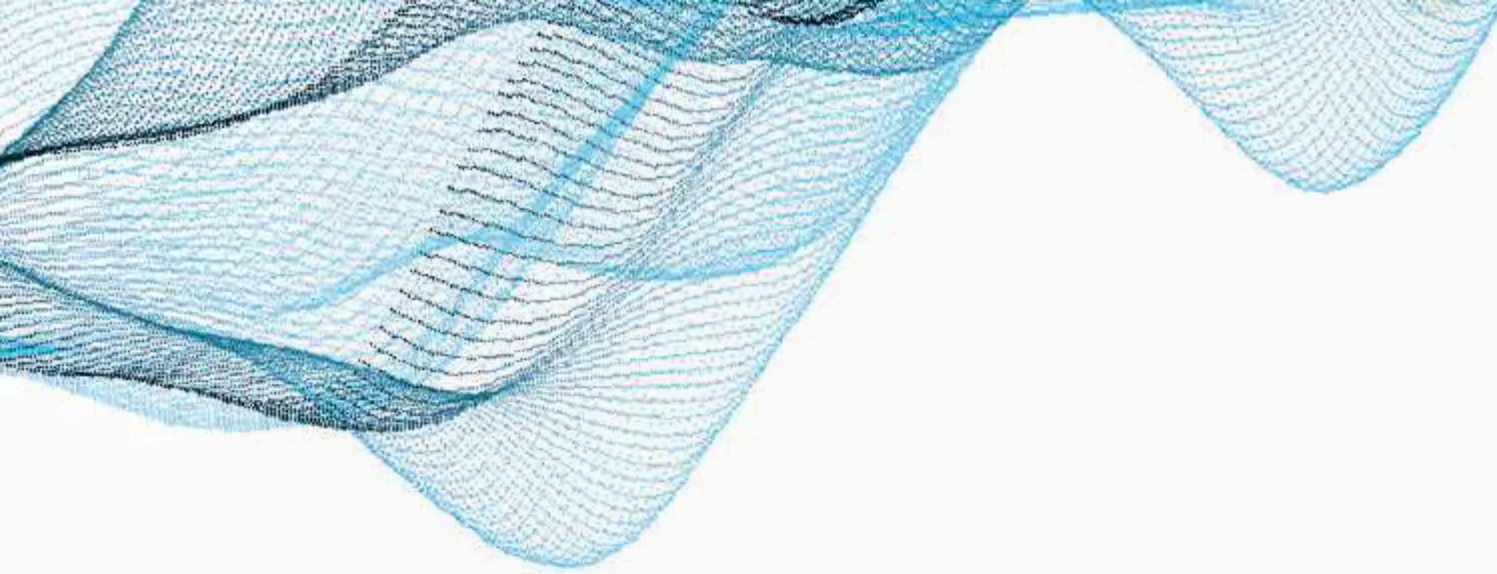


## 2. КАК ИИ МОЖЕТ ПОВЛИЯТЬ НА ЖИЗНЬ австралийцев?

Такая новая незнакомая технология, как ИИ, может показаться пугающей и далекой от потребностей обычных австралийцев. Но это уже используется, чтобы помогать нам на регулярной основе, и это использование станет более заметным и результативным в течение ближайшего десятилетия, поскольку технология продолжает развиваться. В этом разделе мы исследуем некоторые из вполне реальных способов, с помощью которых, как ожидается, текущие технологии искусственного интеллекта и те, которые появятся в следующем десятилетии, помогут австралийцам.







### Помощь людям с ограниченными возможностями, например, с нарушениями зрения

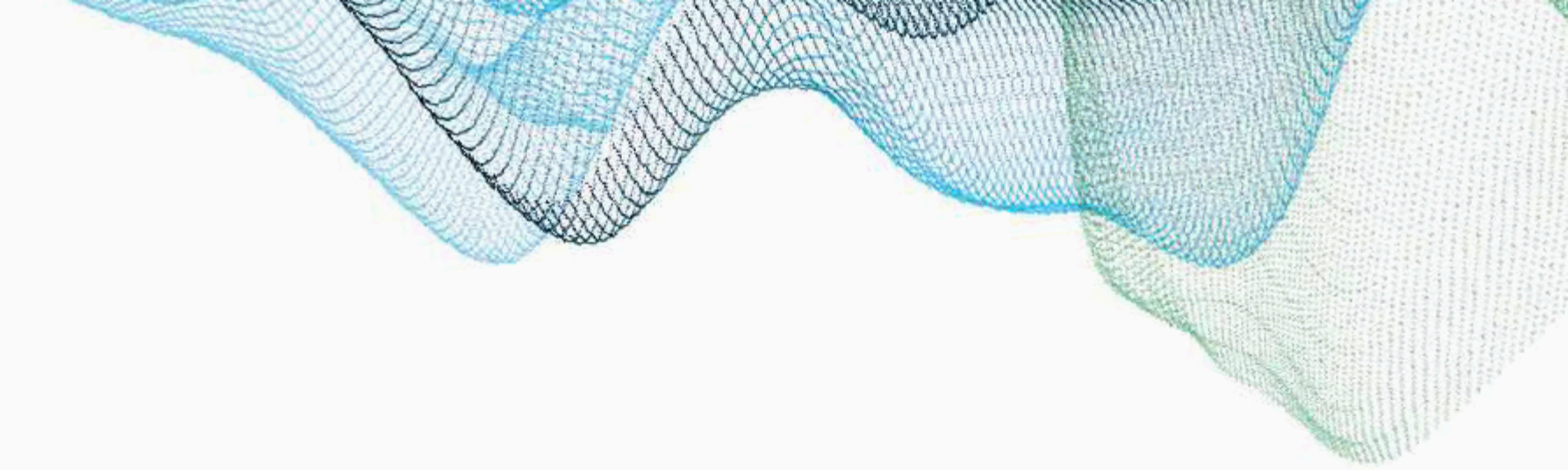
Более 575 000 австралийцев в настоящее время живут с нарушениями зрения [12], включая такие состояния, как пигментный ретинит - генетическое заболевание, связанное с постепенной потерей зрения и, хотя и редко, полной слепотой. Искусственный интеллект уже способствует прогрессу в диагностике таких состояний, а также разработке новых технологий для восстановления или улучшения нашего зрения. Примером может служить разработка бионического глаза - австралийской технологии, которая может восстановить зрение у людей с пигментным ретинитом и другими заболеваниями, связанными со зрением. Бионический глаз состоит из камеры (прикрепляется к очкам), блоку обработки зрения и электродной матрице, хирургически имплантированной за сетчатку. Технология преобразует визуальные образы в электрические сигналы, которые позволяют человеку испытывать улучшенное зрение - и видеть предметы.



### Помощь пожилым людям дольше жить самостоятельно дома

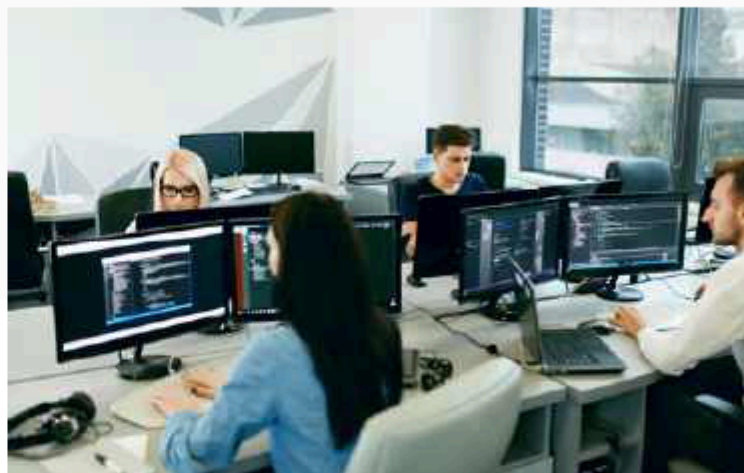
Более 3,8 миллиона австралийцев старше 80 лет [13], и многим приходится рассматривать возможность необходимости покинуть семейный дом и переехать в учреждение по уходу. Искусственный интеллект уже помогает пожилым австралийцам дольше оставаться в своих домах. Сенсорные системы, использующие компьютерное зрение, установленные в домах, могут отслеживать движение и поведение, чтобы обнаружить, если что-то не так (например, падение или длительное отсутствие движения) и автоматически вызвать помощь. Роботизированные устройства могут помогать поднимать и перемещать тяжелые предметы. Интеллектуальные устройства, оснащенные технологиями человеческого языка, получают и доставляют напоминания о важных задачах и событиях. Устройство для выдачи лекарств может помочь обеспечить прием нужных лекарств, в нужное время и в нужных дозировках. Домашнее оборудование для мониторинга состояния здоровья может избавить пожилых австралийцев от необходимости посещать врача или больницу для обследования. И, наконец, хотя он никогда не сможет заменить человека, робот-компаньон может обеспечить комфорт и компанию близким людям, обладая способностью к разговору.





## Помогает фермерам сохранять свои владения без сорняков

Сорняки снижают урожайность, пастбища и продуктивность скота на австралийских фермах. С годами некоторые сорняки стали устойчивыми к гербицидам, и фермерам иногда приходится прибегать к вырыванию их из земли. Искусственный интеллект может помочь. Например, сельскохозяйственный робот Agbot II, разработанный Квинслендским технологическим университетом, примерно вдвое меньше трактора и может передвигаться по загонам, выполняя сельскохозяйственные операции автономно. Agbot II может сэкономить сельскохозяйственному сектору Австралии 1,3 миллиарда долларов в год за счет автоматизации удаления сорняков и повышения производительности сельского хозяйства [14]. Такие технологии, как AgBot II, используют компьютерное зрение и машинное обучение для идентификации и классификации сорняков, а затем определяют оптимальный метод удаления сорняков. Затем робототехнику можно использовать для опрыскивания сорняков (нужным типом и количеством гербицида), механического уничтожения сорняков (вырывания их из земли) или использования методов микроволнового уничтожения. У сорняков нет шансов. Это повысит урожайность сельскохозяйственных культур и пастбищ, а также сэкономит фермерам время и деньги. Сельскохозяйственные роботы могут выполнять широкий спектр операций по посеву, опрыскиванию, обработке почвы, уборке урожая и мониторингу.



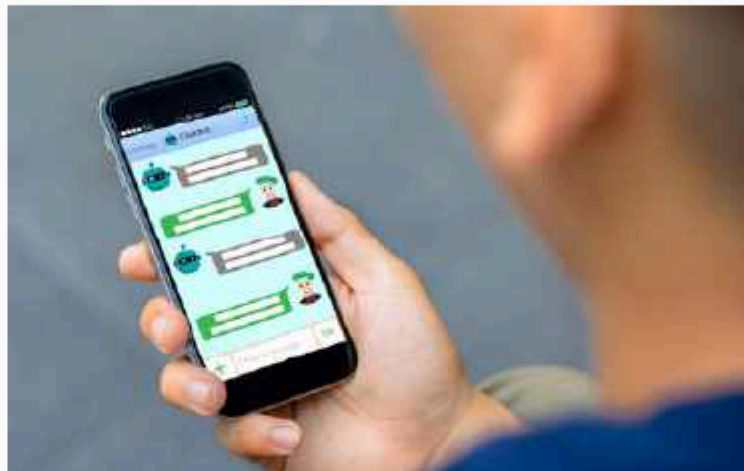
## Помощь владельцам малого бизнеса, пытающимся справиться с повседневными задачами, связанными с управлением их предприятием

Искусственный интеллект уже помогает владельцам бизнеса лучше понимать своих клиентов, цепочки поставок и возникающие возможности для роста. Уже существует множество австралийских компаний (крупных и малых), использующих прогностическую аналитику и машинное обучение для анализа своих данных о продажах - потенциально в сочетании с другими данными (например, данными переписи населения) - чтобы быстро сообщить, сколько каких продуктов заказать и когда (дни, недели, месяцы) на основе сезонного спроса. Эти инструменты также могут помочь определить, какие продукты пользуются спросом у клиентов, или способы мониторинга складских запасов и производственной активности на заводе, чтобы автоматически размещать заказы на новые продукты или компоненты, когда их не хватает или прогнозируется пик спроса. Это может привести к значительной экономии средств и новым возможностям для нашего бизнеса в плане конкуренции и процветания.



### Помощь пожарным в тушении лесных пожаров

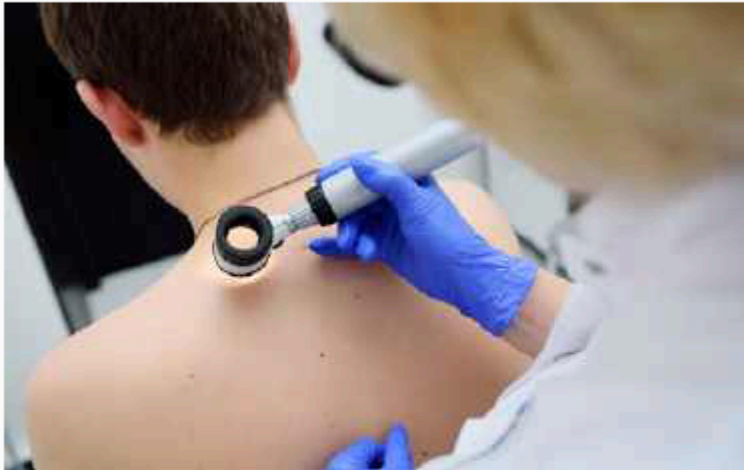
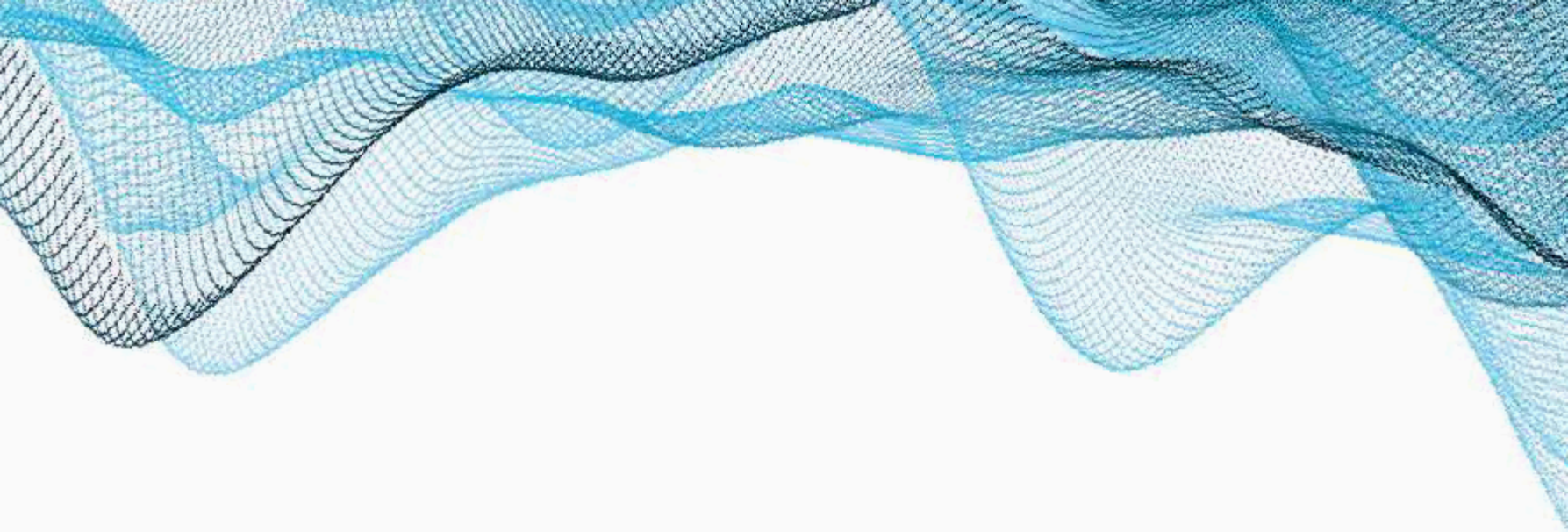
Тушение точечных пожаров (небольших возгораний) до того, как они перерастут в крупные пожары, является критически важным мероприятием для пожарных бригад. Но где пожарным следует концентрировать усилия и направлять ресурсы? Искусственный интеллект может помочь. Искусственный интеллект уже используется для быстрого составления карты фронтов лесных пожаров и моделирования распространения огня на основе количества топлива, рельефа местности и климата, чтобы помочь пожарным в точном определении их усилий, позволяя им спасать жизни и имущество. Например, система CSIRO Data61 "Spark" использует машинное обучение для составления карты фронтов возгорания и определения приоритетов. Эти системы обладают потенциалом для работы в режиме реального времени, предоставляя пожарным регулярные обновления и информацию для тактических действий по мере быстрого развития ситуации.



### Помощь людям в улучшении их психического здоровья

По данным Beyond Blue, более миллиона австралийцев в настоящее время страдают от депрессии. Некоторые из этих людей не получают помощи, и существует риск серьезных негативных жизненных последствий, которые иногда могут включать риск самоубийства. Искусственный интеллект может помочь. Например, в октябре 2017 года Lifeline запустила чат-бота #BeALifeline для прямых сообщений в Twitter (DM), предназначенного для помощи людям, переживающим трудные времена [15]. Он может диагностировать людей из группы риска и, при необходимости, начать беседу, чтобы снизить вероятность негативных исходов или самоубийства. Исследователи из Мельбурнского университета [15] обнаружили, что молодые люди, страдающие депрессией или тяжелыми жизненными обстоятельствами, хотя бы чат-ботов с поддержкой искусственного интеллекта. Чат-бот может помочь кому-то начать трудный разговор, а затем получить квалифицированную помощь человека. По мере того, как ИИ и обработка естественного языка, стоящие за чат-ботом, улучшатся, он сможет вести гораздо более реалистичные и полезные беседы с людьми, находящимися в группе риска. Искусственный интеллект также может достигать людей в отдаленных районах Австралии в любое время дня и ночи с помощью широкого спектра устройств. Чат-бот всегда рядом и всегда готов прийти на помощь. Чат-боты не могут заменить людей-консультантов, однако они могут помочь и будут играть все более важную роль в снижении риска депрессии и самоубийств. Для многих австралийцев эти технологии могли бы облегчить откровенность в отношении проблем и получение профессиональной помощи от консультанта-человека.





## Помощь людям, больным раком

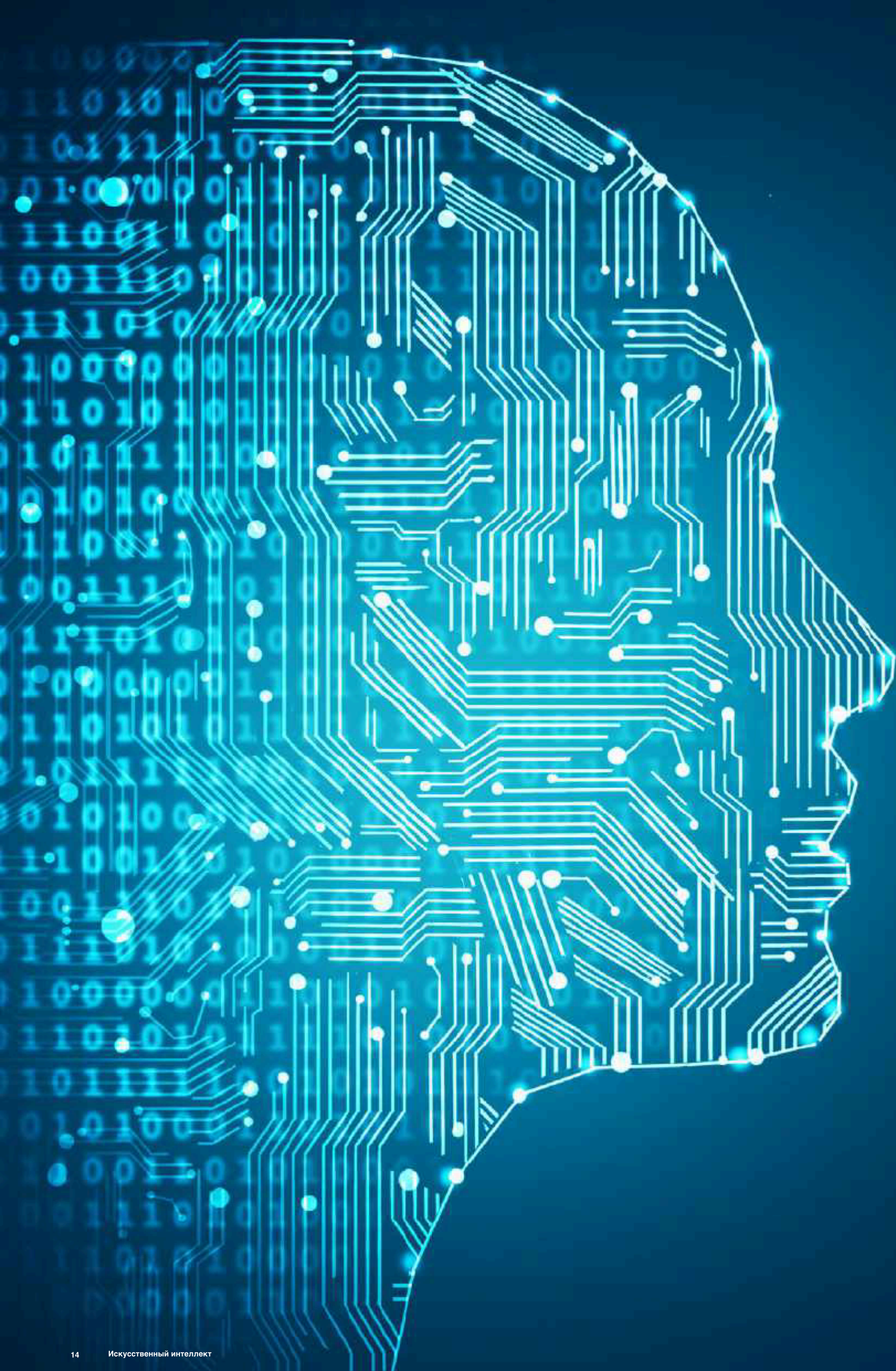
В Австралии в 2016 году было диагностировано 13 280 новых случаев меланомы, и 1770 человек умерли от этого заболевания [16]. При раннем диагнозе и лечении прогноз для лечения этих типов состояний хороший. Но при позднем выявлении шансы на выживание намного меньше. Искусственный интеллект может помочь. Например, метод машинного обучения с использованием глубоких сверточных нейронных сетей был разработан учеными Стэнфордского университета для выявления раковых заболеваний кожи по изображениям [17]. Исследователи протестировали ИИ на 21 сертифицированном дерматологе. Они обнаружили, что ИИ работает "наравне" с человеческими дерматологами. Исследователи указали, что технология может быть включена в приложения для смартфонов. Это позволит проводить недорогое и более раннее выявление рака кожи, что улучшит показатели выживаемости пациентов. Многие австралийцы, которые стесняются обращаться к врачу, могут захотеть воспользоваться удобным приложением для смартфонов, которое выявляет рак кожи. Затем они могли бы обратиться к клиницисту для постановки официального диагноза и раннего лечения с гораздо большими шансами на выживание. Многие другие виды рака можно диагностировать и лечить на ранних стадиях с помощью ИИ, что приводит к повышению показателей выживаемости.



## Создание возможностей для карьерного роста

Поскольку ИИ меняет экономику, он создаст новые отрасли и новые рабочие места. Исследование Data61 и консалтинговой фирмы AlphaBeta показало, что цифровые инновации могут принести Австралии дополнительные 315 миллиардов долларов валовой экономической ценности в период с 2020 по 2030 год [18]. Новые отрасли в таких областях, как робототехника, автоматизация транспортных средств и кибербезопасность, повысят спрос на квалифицированных работников. Это уже происходит. В 2017 году в австралийском секторе информации, коммуникаций и технологий (ИКТ) работало около 663 100 человек, что на 3,5% больше, чем годом ранее [3]. По прогнозам, к 2023 году этот показатель вырастет до 758 700 работников, что составляет примерно 20 000 дополнительных работников в год в течение предстоящего пятилетнего периода. К одной из наиболее быстрорастущих профессий относится "программисты программного обеспечения и прикладных программ", в которой в ближайшие пять лет откроется около 80 000 новых рабочих мест [3]. И зарплаты здесь хорошие. Например, веб-сайт Australian Government Job Outlook указывает, что разработчики программного обеспечения и прикладных программ, вероятно, столкнутся с очень сильным будущим ростом и более низкой безработицей по сравнению с рынком труда в целом с годовой зарплатой до вычета налогов в размере 104 156 долларов по сравнению со средним рабочим в 73 112 долларов. Эти рабочие места также будут доступны большому числу австралийцев, причем многие из этих типов рабочих мест переместятся из крупных городов Австралии во многочисленные региональные центры. Обладая правильным сочетанием технических и человеческих / деловых навыков, австралийцы будут иметь все возможности для успешной карьеры в отличном месте.







# 3 ЧТО ТАКОЕ ИИ?

Искусственный интеллект - это мощная, полезная и преобразующая технология общего назначения. В последнее время дискуссия об искусственном интеллекте сменила направление - теперь речь идет не о том, могут ли компьютеры думать самостоятельно, как это было исследовано такими пионерами, как знаменитый британский математик Алан Тьюринг в 1950-х годах. Это больше касается практического применения мощных технологий для выполнения полезных функций и преобразующего воздействия, которое это может оказать на экономику и общества в целом.

В этом отчете мы определяем искусственный интеллект как:

**Совокупность взаимосвязанных технологий, используемых для автономного решения проблем и выполнения задач по достижению определенных целей без четкого руководства со стороны человека.**



Машинное обучение лежит в основе искусственного интеллекта и в сочетании с другими технологиями, такими как компьютерное зрение, обработка естественного языка и робототехника, представляет собой потенциальный шаг к изменению того, что возможно для человечества и качества нашей жизни. Существует множество областей науки и техники (рисунок 3), которые считаются ключевыми для ИИ, таких как:

• **Машинное обучение.** Машинное обучение - это область исследований

это дает компьютерам возможность учиться без явного программирования. Существует три основных метода машинного обучения: статистическое машинное обучение направлено на поиск некоторого типа прогностической функции из обучающих данных; подходы к обучению с подкреплением предоставляют алгоритмам искусственного интеллекта "награды" или "штрафы" в зависимости от их эффективности решения проблем; и подходы к глубокому обучению используют искусственные нейронные сети.

• **Технологии человеческого языка.** Растет число

Приложения ИИ зависят от способности робототехники и компьютеризированных систем записывать, интерпретировать и использовать человеческий язык. Человеческий язык передается устно или с помощью текста (рукописного или напечатанного на машинке). Эти два основных канала коммуникации в первую очередь изучаются исследователями искусственного интеллекта в области обработки естественного языка; иногда их называют текстовой аналитикой и голосом и распознаванием речи. Использование этих технологий, вероятно, значительно расширится в течение ближайшего десятилетия. Например, по оценкам, к 2020 году половина всех поисковых запросов в Интернете будет выполняться с помощью голоса [19, 20].

• **Компьютерное зрение.** Это включает анализ цифровых изображений

используя алгоритмы обработки изображений [21]. Эти алгоритмы часто выполняют поиск изображений, распознавание изображений и визуализацию. Недавно глубокое обучение произвело революцию в этой области, улучшив выполнение некоторых задач до уровня человеческого видения. Прорыв 2014 года [22] в разработке неконтролируемого метода машинного обучения, называемого Генеративными состязательными сетями (GAN), который включает в себя генерацию изображений, которые выглядят аутентичными для людей, был крупным прорывом в этом направлении исследований.

• **Робототехника.** Одна из наиболее междисциплинарных областей искусственного интеллекта

робототехника - это интеллект. Он объединяет инженерные, компьютерное зрение, машинное обучение, электроника и различные другие дисциплины для создания роботов, которые могут взаимодействовать с окружающей средой через такие каналы, как датчики, речь, зрение или текст, для выполнения задач. Это подполе искусственного интеллекта часто переплетается с другими подполями искусственного интеллекта автоматического планирования и распознавания планов; поскольку планирование часто требуется роботу для руководства его движением и выбором [23].

• **Автоматизированное планирование.** Автоматизированное планирование - это область

ИИ, исследующая вычислительные модели и принципы, позволяющие искусственному агенту действовать осознанно [24]. Для

например, когда робот должен решить, как выполнить конкретную задачу, такую как перемещение объекта, он должен сначала спланировать требуемые действия. Планировщик определяет упорядоченный набор необходимых действий для выполнения задачи в данной среде. Автоматизированное планирование применялось при планировании космических миссий НАСА, производстве (например, Amada Corporation), системах диалога, умных домах, моделировании потребления электроэнергии, подводных аппаратах и компьютерных играх [24-27].

• **Экспертные системы.** Экспертные системы были представлены в 1965 году

с целью приближения человеческого опыта в принятии решений, позволяющих автоматизировать человеческие знания [28].

Эти системы часто включают в себя две части: (а) механизм вывода и; (б) базу знаний, которая включает факты и правила. Финансы и здравоохранение - два основных применения таких систем, при этом экспертные системы для диагностики заболеваний разрабатываются с 1970-х годов.

• **Представление знаний.** В основе любого интеллектуального

система является ее источником знаний. Такое знание о мире требует представления. Представление знаний предметной области является сложной задачей, потому что знания в форме человеческого опыта велики, динамичны и неоднородны. Представление знаний в настоящее время является активной областью исследований в сообществах машинного обучения, обработки естественного языка и компьютерного зрения, особенно для глубоких нейронных сетей [29]. Исследователи работают в областях искусственного интеллекта десятилетиями, так почему же сейчас этому уделяется так много внимания? Ответ частично связан с конвергенцией множества технологий.

Технологические инновации - это не прямая линия. Это не похоже на небоскреб, где один этаж, посвященный научным достижениям, построен вертикально над другим. Инновацию лучше представлять в виде перевернутой пирамиды, где одна идея ведет к нескольким другим, которые поддерживают еще больше идей. В своей недавней книге "Как работает Google" председатель правления Google Эрик Шмидт утверждает, что человечество вступает в эпоху "комбинаторных инноваций", когда темпы изменений ускоряются [30]. Вот почему сейчас все по-другому. Множество технологий сходятся для создания принципиально новых возможностей, которые откроют новые двери.





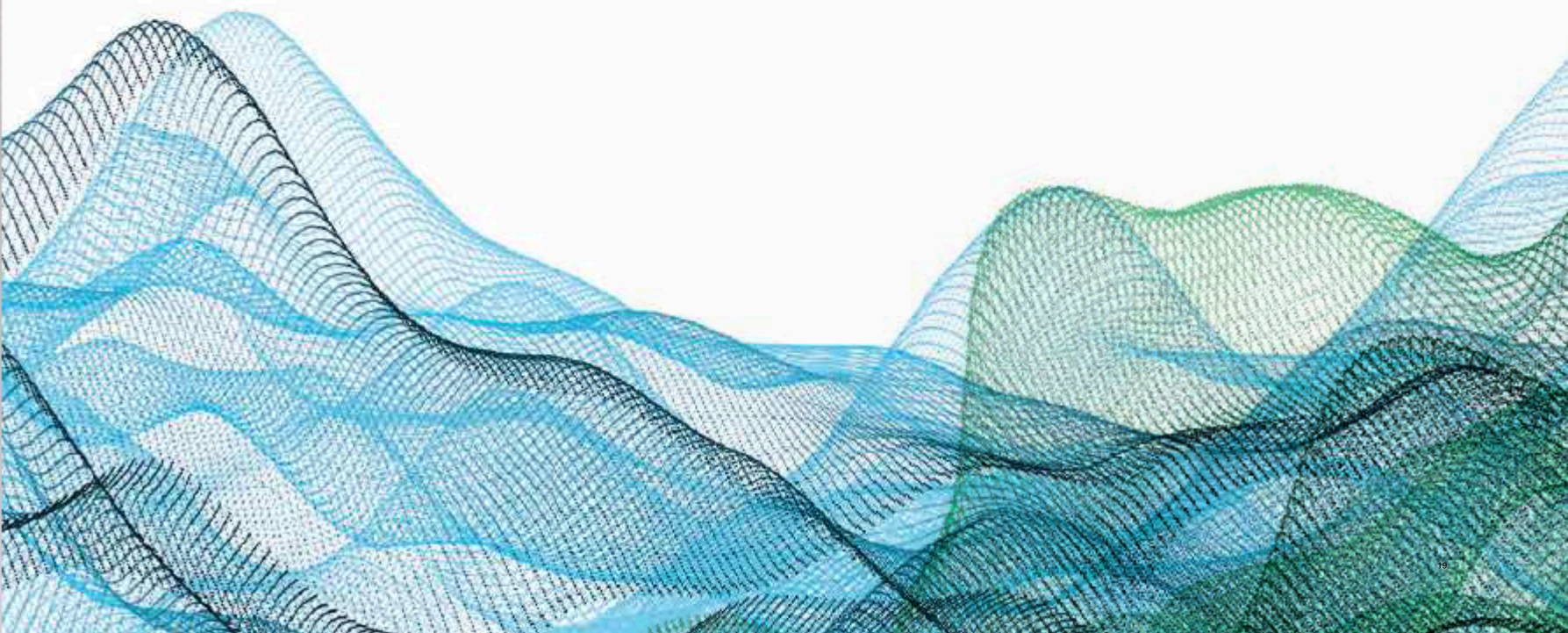
Рисунок 3. Научные области искусственного интеллекта.

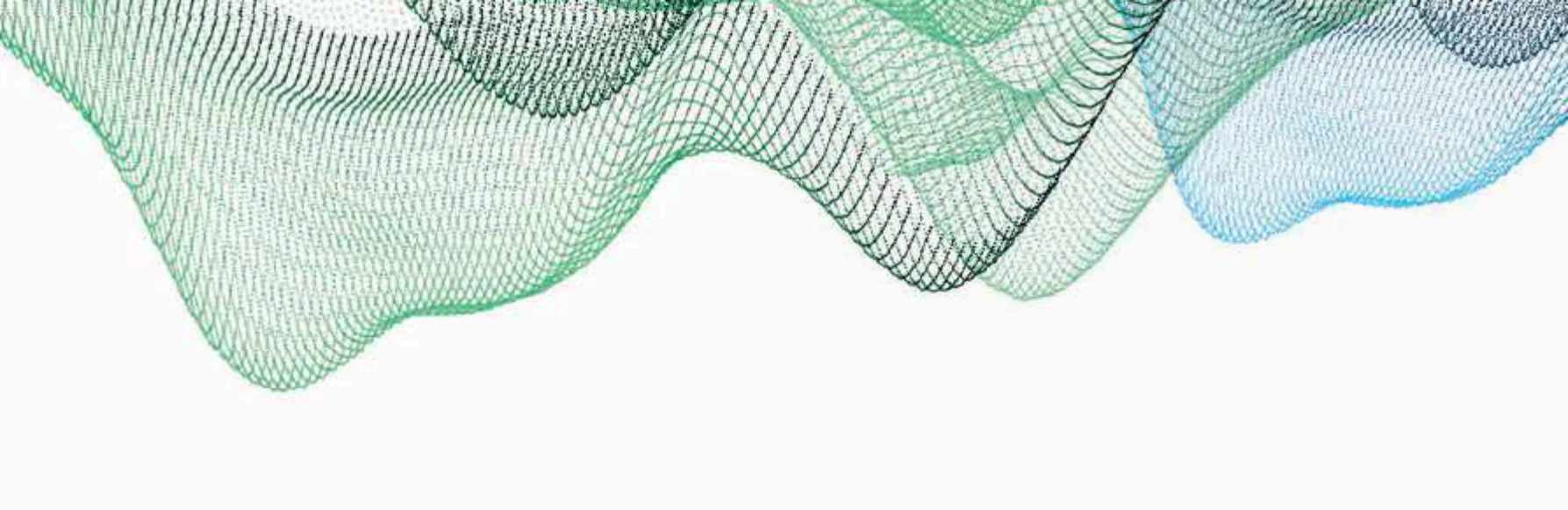




# 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ИИ

Производительность - это уровень эффективности, с помощью которого экономика преобразует свои ресурсы в продукцию. Повышение производительности жизненно важно для долгосрочного экономического роста и создания богатства. Искусственный интеллект представляет собой новую важную возможность повысить производительность труда и укрепить нашу национальную экономику. Это связано с тем, что искусственный интеллект создает потенциал для промышленности производить более качественные продукты и предоставлять более качественные услуги быстрее, дешевле и безопаснее.





Как и многие страны с развитой экономикой мира, Австралия сталкивается с проблемами среднесрочного роста, связанными со старением населения и низким ростом многофакторной производительности. Средние ежегодные темпы роста производительности труда в Австралии за последние 10 лет были примерно вдвое ниже, чем в среднем за 30 лет. Согласно экономическим исследованиям правительства Австралии, рост производительности должен увеличиться, чтобы сохранить нашу траекторию непрерывного повышения уровня жизни [31, 32]. Кроме того, общий экономический рост, измеряемый через валовой внутренний продукт (ВВП), также ниже исторических показателей (рисунок 4). В 1960-х годах среднегодовые темпы роста ВВП Австралии составляли 5,6%. В 2010-х годах он составлял в среднем 2,6% [33]. Это явление, влияющее на все страны с развитой экономикой мира, было названо Хосе Анхелем Гурриа - Генеральным секретарем ОЭСР - "ловушкой низкого экономического роста" [34].

Как технология общего назначения, ИИ может стать недостающим ингредиентом в уравнении производительности, которое перевернет ситуацию с ног на голову и вернет страны с развитой экономикой к более сильному росту. Эта точка зрения выдвинута в недавнем рабочем документе экономистов, опубликованном Стэнфордским университетом [35], и отдельном отчете экономистов консалтинговой фирмы Accenture [36]. Эти исследователи утверждают, что искусственный интеллект добавляет что-то новое в механизм повышения производительности экономики и переписывает уравнение экономического роста. Потенциал ИИ для повышения производительности подтверждается несколькими экономическими исследованиями, в которых оценивается рост производительности, связанный с применением ИИ и цифровых технологий. Например, консалтинговая фирма McKinsey [37] оценивает, что цифровые технологии могут внести от 140 до 250 миллиардов долларов в ВВП Австралии к 2025 году, и что технологии автоматизации (подмножество технологий искусственного интеллекта) составят от 30 до 60 миллиардов долларов для Австралии за тот же период времени. Другое недавнее исследование, проведенное консалтинговой фирмой AlphaBeta и компанией CSIRO Data61 [18], оценивает, что цифровые технологии, включая искусственный интеллект, потенциально стоят 315 миллиардов долларов для австралийской экономики к 2028 году.

Как технология общего назначения, искусственный интеллект может стать недостающим компонентом в уравнении производительности, которое перевернет ситуацию с ног на голову и вернет экономики развитых стран мира к более активному росту.

Среднегодовые темпы роста производительности труда в Австралии за последние 10 лет были примерно вдвое ниже, чем в долгосрочном среднем за 30 лет.

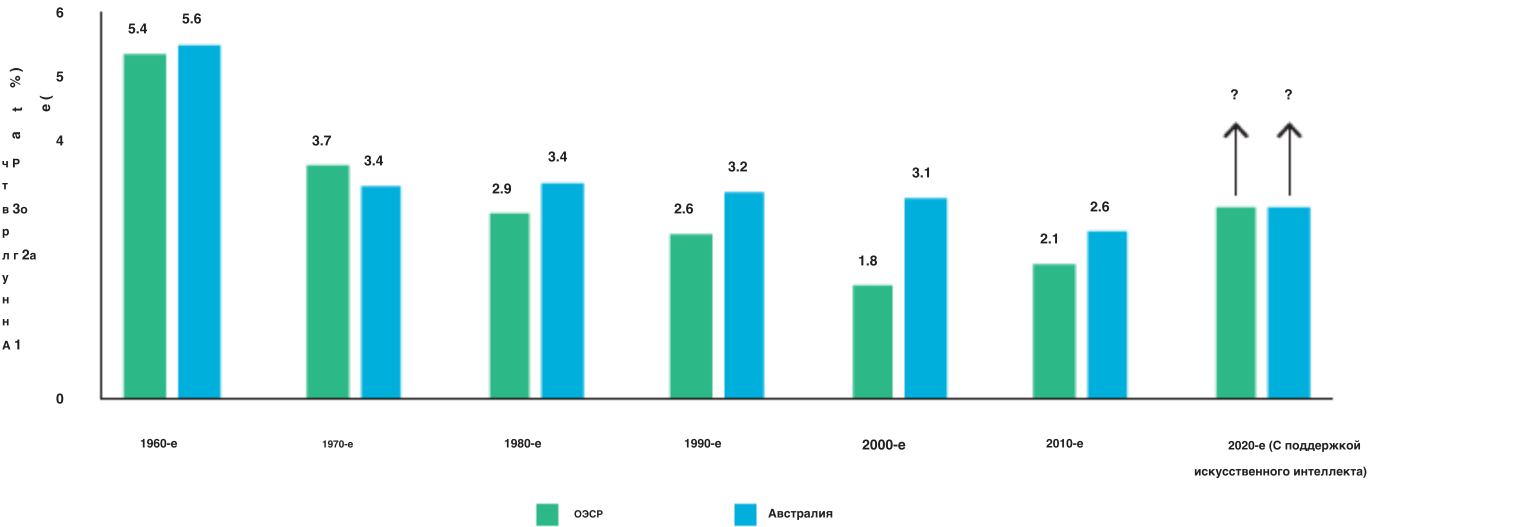


Рисунок 4. Среднегодовые темпы экономического роста по десятилетиям.

Источник: Статистика ОЭСР [25]





Еще одной актуальной тенденцией является растущее значение сектора информационных технологий для экономики Австралии (рисунок 5). Этот сектор как использует, так и развивает мощную технологию искусственного интеллекта. За последние несколько лет он отделился от остального фондового рынка и уже стимулирует рост австралийской экономики. Примерами могут служить компании, такие как Technology One, WiseTech, REA Group (включая realestate.com), carsales.com, Afterpay, Xero, все из которых вкладывают значительные средства в передовые цифровые технологии и возможности искусственного интеллекта. Согласно индексу информационных технологий S&P ASX200, за весь месяц, закончившийся июлем 2019 года, рыночная капитализация компаний технологического сектора ASX200 колебалась от 1,2 млрд до 10,2 млрд долларов при среднем значении в 4,9 млрд долларов, что свидетельствует о волатильности цен в этом секторе. Прорыв сектора информационных технологий в Соединенных Штатах можно увидеть в течение более длительного периода времени, сравнивая NASDAQ с индексом Dow Jones Industrial Average. NASDAQ демонстрировал более быстрый рост на протяжении десятилетий по сравнению с Dow Jones.

В недавнем отчете консалтинговой фирмы AlphaBeta [38] утверждается, что сектор информационных технологий в настоящее время вносит 122 миллиарда долларов в экономику Австралии, в которой занято 580 000 работников. В отчете предполагается, что мы можем увеличить ВВП Австралии на 207 миллиардов долларов в год, если австралийский технологический сектор будет расти наравне с мировыми лидерами. В отчете также говорится, что 66 000 работников сектора информационных технологий живут в отдаленных и региональных районах Австралии и что 90% предприятий сектора информационных технологий - это малые и средние предприятия.

Цифровые технологии, включая искусственный интеллект, потенциально принесут австралийской экономике 315 миллиардов австралийских долларов к 2028 году.

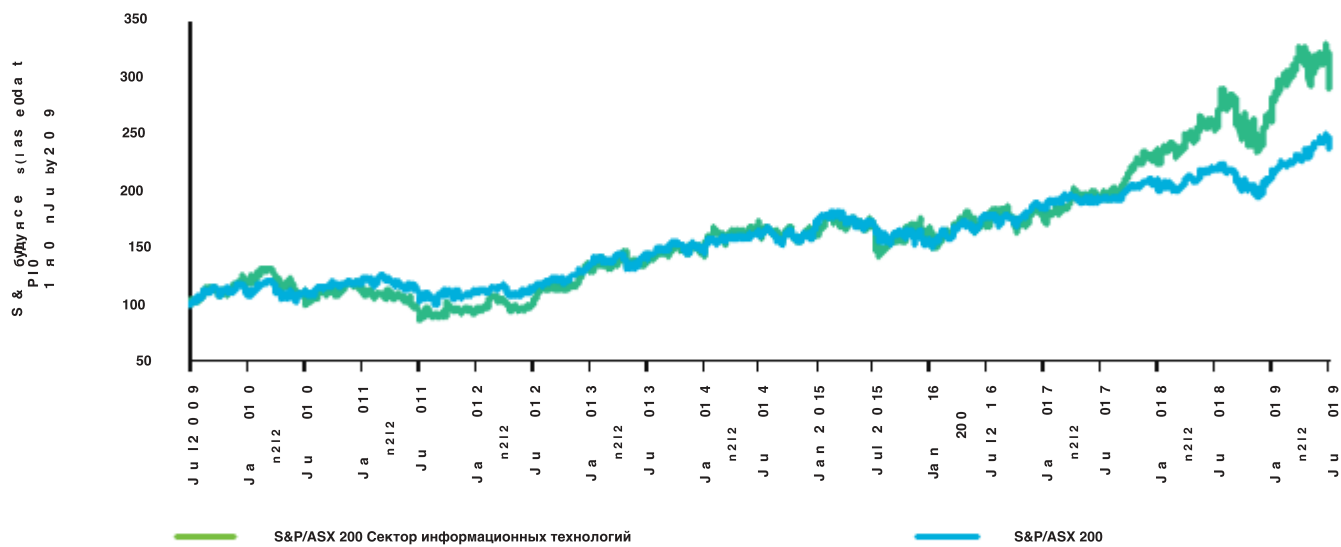


Рисунок 5. Сектор информационных технологий по сравнению с рынком в целом.  
Источник данных: Австралийская фондовая биржа и индексы S & P Dow Jones.







# 5 ЧТО ДЕЛАЕТ МИР ?

В последнее время наблюдается беспрецедентный уровень глобальной активности и инвестиций в искусственный интеллект. За последние несколько лет 14 из стран с развитой экономикой мира объявили о выделении в общей сложности 86 миллиардов долларов на программы и деятельность в области искусственного интеллекта. В основном это инвестиции государственного сектора, но также включают некоторые фонды частного сектора. Вероятны дополнительные инвестиции, не получающие огласки. В этих странах широко распространено мнение, что искусственный интеллект повысит производительность труда в промышленности и работников, а также достигнет конкурентного преимущества на мировых рынках. Инвестиции используются для финансирования исследований и разработок в области искусственного интеллекта, повышения профессиональной подготовки и просвещения, поощрения внедрения в отрасли, создания стартапов и продвижения этического применения.

У Австралии есть возможности использовать офшорные возможности

инвестиции в технологии искусственного интеллекта. У Австралии также есть возможности занять ниши на мировом рынке, создавая новые возможности для нашей собственной экономики и развивая отрасли, экспортирующие искусственный интеллект, которые укрепляют наши сильные стороны в науке и технике. 22 мая 2019 года все страны-члены Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) Совет по искусственному интеллекту (включая Австралию) одобрил набор рекомендаций по ИИ [39]. Хотя эти рекомендации не имеют обязательной юридической силы, они, вероятно, окажут влияние на ИИ в глобальном масштабе. Рекомендации содержат принципы полезного, безопасного и этического применения ИИ. В рекомендациях также предлагаются действия для правительств, стремящихся развивать возможности искусственного интеллекта. Эти действия касаются исследований и разработок, цифровой инфраструктуры, бизнес-экосистем, разработки политики, развития навыков и сотрудничества между юрисдикциями.

При подготовке этого документа мы рассмотрели разработки в области искусственного интеллекта во всем мире за последние несколько лет:

- Соединенные Штаты имеют глубокие, давние и ведущие мировые

во многих научных областях ИИ и во многих областях применения . Технологические корпорации США, такие как Alphabet (Google), Microsoft, Amazon, Apple и другие компании, котирующиеся на бирже NASDAQ, активно разрабатывают мощные системы искусственного интеллекта, которые становятся отраслевыми стандартами во многих секторах. У этих компаний большие бюджеты на исследования и разработки. Правительство США и филантропический сектор вкладывают значительные средства в прикладные аспекты исследований ИИ и в области открытий. Многие из наиболее влиятельных научных работ по машинному обучению были опубликованы исследователями из университетов и технологических компаний Соединенных Штатов. • В последние годы Китай вышел на первый план благодаря стремительному развитию

развитие передовых возможностей искусственного интеллекта в различных областях. Сегодня Китай обладает широкими и глубокими возможностями искусственного интеллекта с повсеместным внедрением робототехники и автономных систем во всех секторах промышленности. В китайском университетском и исследовательском секторе произошел взрыв академических публикаций в области искусственного интеллекта. В Китае наблюдается сочетание деятельности государственного и частного секторов в области искусственного интеллекта с огромными инвестициями в научные и прикладные исследования.

Такие компании, как Alibaba Baidu и Tencent, вкладывают значительные ресурсы в развитие специализированных возможностей искусственного интеллекта. • Европейская комиссия вложила значительные средства в развитие возможностей искусственного интеллекта конкурируя с деятельностью в Китае и Соединенных Штатах. В

Стратегия "Искусственный интеллект для Европы" предполагает инвестиции в исследовательские возможности искусственного интеллекта, связанные с робототехникой, квантовыми вычислениями и другими областями. Стратегия также поддерживает исследовательские центры по всей Европе с целью развития многочисленных центров передового опыта в области искусственного интеллекта. Европейская стратегия в области искусственного интеллекта уделяет значительное внимание этике и управлению данными; рассматривая этический искусственный интеллект как фактор конкурентной дифференциации. • Немецкая стратегия в области искусственного интеллекта была запущена в декабре 2018 года и

в первую очередь направлена на стимулирование развития обширного и хорошо зарекомендовавшего себя производственного сектора Германии. Немецкая стратегия в области искусственного интеллекта направлена на достижение высокого уровня гарантии качества, чтобы искусственный интеллект немецкого производства был признан потребителями как высококачественный; чего добиваются такие бренды, как Miele и BMW.

Правительство Германии также спонсирует многие университетские исследовательские группы для проведения исследований в области искусственного интеллекта, ориентированных исключительно на открытие, с целью выработки новых подходов к решению проблем искусственного интеллекта и технологических возможностей следующего поколения. • Канада была первой страной, запустившей официальную стратегию в области искусственного интеллекта

названа "Панканадской стратегией искусственного интеллекта" в 2017 году. Эта стратегия увеличила число выдающихся исследователей искусственного интеллекта и квалифицированных выпускников по всей стране, создала взаимосвязанные центры научного передового опыта в трех основных центрах Канады в области искусственного интеллекта (Эдмонтон, Монреаль и Торонто), поддержала национальное исследовательское сообщество в области искусственного интеллекта и выработала глобальное лидерство в области экономических, этических, политических и юридических последствий достижений в области искусственного интеллекта. С момента запуска этой стратегии Канада продолжает наращивать свою деятельность в области искусственного интеллекта и инвестиции в него. • Стратегия Соединенного Королевства в области искусственного интеллекта "Искусственный интеллект в Великобритании: готов, желает

и способен?" была опубликована в 2018 году и направлена на увеличение числа докторантов-исследователей и общих навыков и возможностей рабочей силы Великобритании во всех аспектах искусственного интеллекта. Стратегия также уделяет большое внимание этическому ИИ как ключевой возможности

дифференциации на мировых рынках. Район вокруг Кембриджа превратился в мини-Кремниевую долину с бурным развитием высокотехнологичных цифровых компаний. Великобритания также является домом для Google, компания Deepmind, штаб-квартира которой находится в Лондоне. Deepmind приписывают некоторые из наиболее значительных прорывов в области машинного обучения. • Французская стратегия в области искусственного интеллекта была выпущена в 2018 году и в значительной степени

основное внимание уделяется социальным, этическим и экономическим аспектам технологии. Французская стратегия направлена на повышение квалификации промышленных работников для создания, адаптации и применения искусственного интеллекта в производственных процессах. Она также направлена на повышение квалификации совершенно новой рабочей силы работников искусственного интеллекта и исследователей. Французская стратегия также предполагает пересмотр и совершенствование законодательства, нормативных актов и политики для внедрения искусственного интеллекта во все аспекты французского общества. • В дополнение к этим странам Сингапур, Тайвань, Япония, Индия,

Объединенные Арабские Эмираты, Южная Корея, Финляндия и Новая Зеландия объявили о значительной активности в области искусственного интеллекта.



# 6 ЧТО ДЕЛАЕТ АВСТРАЛИЯ ?

Ведется обширная деятельность в области искусственного интеллекта и Австралия обладает ведущими в мире и давними возможностями во многих основных областях исследований в области искусственного интеллекта.

В бюджете на май 2018 года правительство Австралии объявило о выделении 29,9 миллионов долларов на развитие искусственного интеллекта и машинного обучения, наряду с разработкой дорожной карты по технологиям искусственного интеллекта (этот документ), рамками стандартов и национальными рамками этики [40].

Фонды поддерживают проекты Центра совместных исследований, связанные с искусственным интеллектом, (CRC-P), стипендии докторов наук и обучение, связанное со школой. Национальное научное агентство Австралии CSIRO также объявило об инициативе в области искусственного интеллекта и машинного обучения стоимостью 19 миллионов долларов, "нацеленной на решения, основанные на искусственном интеллекте, в таких областях, как продовольственная безопасность и качество, здоровье и благополучие, устойчивая энергетика и ресурсы, устойчивая и ценная окружающая среда, а также австралийская и региональная безопасность" [41]. Штаты и территории также инвестируют, яркими примерами являются Южная Австралия, инвестирующая 7,1 миллиона долларов в Институт искусственного интеллекта и машинного обучения в Университете Аделаиды [42] и инвестиции правительства Квинсленда в размере 3 миллионов долларов в центр искусственного интеллекта в его инновационном центре "The Precinct" в Брисбене.

Многие австралийские университеты и исследовательские организации имеют давние (десятилетние) исследования, связанные с робототехникой и искусственным интеллектом, и учебные подразделения. С 2010 года Австралийский исследовательский совет выделил 243 миллиона долларов на чисто исследовательские проекты, классифицированные как "Искусственный интеллект и обработка изображений" [43]. В Квинслендском технологическом университете находится Австралийский центр роботизированного зрения, который работает в партнерстве с CSIRO, Австралийским национальным университетом и Университетом Монаш. Австралийский центр полевой робототехники при Университете Сиднея - одна из крупнейших в мире команд робототехников, которая специализируется на применении роботов на открытом воздухе. Австралийские горнодобывающие компании, CSIRO и университеты-партнеры также обладают давним мировым опытом в области автоматизации горных работ

С 2010 года Австралийский исследовательский совет выделил более 243 миллионов австралийских долларов на чисто исследовательские проекты, классифицируемые как искусственный интеллект и обработка изображений.

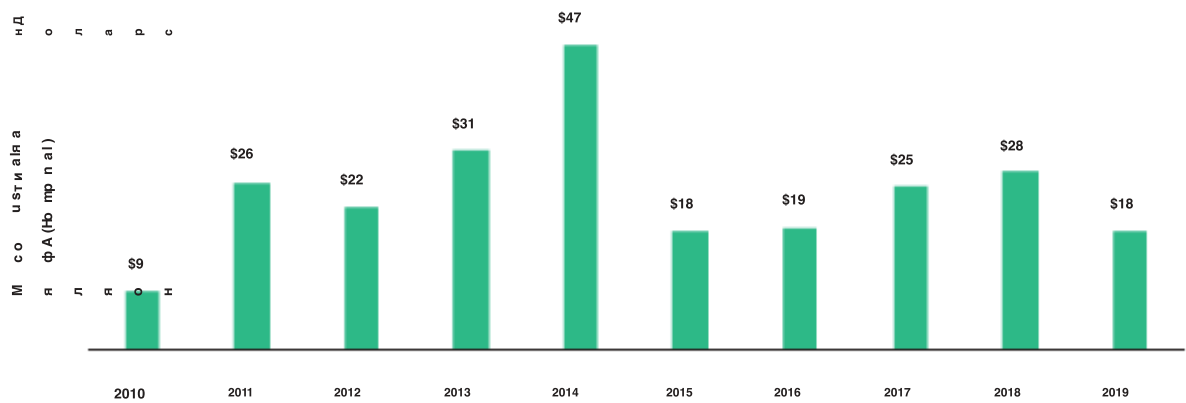


Рисунок 6. Австралийский исследовательский совет полностью финансирует исследования в области искусственного интеллекта

Источник данных: база данных грантов Австралийского исследовательского совета [43]. Это представляет собой ежегодное общее количество проектов, финансируемых по коду области исследований 801 "Искусственный интеллект и обработка изображений". В 2014 году в Квинслендском университете был профинансирован единственный крупный проект стоимостью 19 миллионов долларов, связанный с роботизированным зрением [44].

В Австралии существует несколько действующих и планируемых инновационных центров с особым упором на искусственный интеллект, целью которых является содействие сотрудничеству между промышленностью и исследованиями, коммерциализации и Инновация. Правительство Австралии, сотрудничающее с правительствами штатов и территорий, университетами и исследовательскими организациями, одобрил Заявление о принципах для австралийских инновационных округов, предоставляющее рекомендации по наилучшей практике для поощрения правильных условий для развития округов [45, 46]. Существующие данные об австралийской стартап-среде указывают, что всего существует 1465 стартапов, и что 21% из них считают искусственный интеллект релевантным для своих продуктов или услуг [47]. Этот показатель увеличился с 6% в 2017 году [48]. Мы опросили 72 начинающие компании в области искусственного интеллекта, из которых 84% сообщили, что адаптируют или разрабатывают новые технологии.

алгоритмы, а не просто использование наборов инструментов искусственного интеллекта. Некоторые из проблем, о которых сообщили стартапы в области искусственного интеллекта, включали доступ к навыкам и талантам; обеспечение инвестиционных фондов; неприятие отраслевых рисков и доступ к рынкам. По мере развития сектора искусственного интеллекта в Австралии, инициатива SME Export Hubs может оказать поддержку для обеспечения более тесного сотрудничества и реализации возможностей экспорта искусственного интеллекта [49]. В целом, есть свидетельства широкого развития и применения технологий искусственного интеллекта в австралийских организациях и сильных возможностей искусственного интеллекта по всей стране. В рамках этого проекта мы выявили 285 применений технологии искусственного интеллекта во всей экономике Австралии компаниями (152 заявки), правительствами (93 заявки) и исследовательскими организациями (40 заявок).







# 7 РАЗРАБОТКА ИИ СТРАТЕГИИ

Обеспечение ИИ всей экономики Австралии представляет собой сложную политическую и стратегическую задачу. Здесь мы определяем три широких стратегических подхода к развитию технологий, которые могли бы быть использованы для реализации целей искусственного интеллекта в Австралии.

## Технологическая специализация 7.1

Развитие возможностей искусственного интеллекта в Австралии, вероятно, выиграет от целенаправленного подхода, который фокусируется на областях специализации. Это включает в себя выбор небольшого числа областей с высоким потенциалом технологических возможностей, связанных с ИИ, и выделение ресурсов для ускорения инноваций, интеграции и внедрения в этих выбранных областях.

Существует много свидетельств того, что технологическая специализация стимулирует экономический рост [50-54], особенно в странах с развитой экономикой, таких как Австралия. Например, всеобъемлющее экономическое исследование [51] всех стран, входящих в Европейский союз, за период с 1969 по 1998 год, проведенное исследователями из Университета Вупперталя в Германии, показало, что: "уровень относительной технологической специализации в области интенсивных отраслей, связанных с НИОКР, и особенно в области передовых отраслей промышленности вносит значительный вклад в экономический рост" (стр. 271). Более раннее исследование технологической специализации [50], проведенное среди 20 стран ОЭСР в 1975-1990 годах, привело к аналогичному выводу, в котором говорится, что "обнаружена общая положительная взаимосвязь между степенью технологической специализации и более высокими темпами роста" (стр. 157).

Эти эмпирические исследования подтверждают давние теории в экономике об экономии за счет масштаба, сравнительных преимуществах и торговле. Специализация позволяет стране снизить издержки производства и производить продукт более высокого качества. Это затрудняет конкуренцию другим странам.

Однако специализация также сопряжена с некоторыми рисками. Наиболее значительным риском является неспособность специализироваться в правильной области науки и техники из-за будущих изменений потребительского спроса или возникновения конкуренции со стороны других отраслей промышленности по всему миру. Этим можно управлять с помощью целенаправленной, адаптивной и сбалансированной стратегии специализации, и правительство Австралии могло бы рассмотреть возможность руководства координацией такой стратегии с промышленностью и исследователями. Мы отмечаем, что, хотя запланированная специализация может быть эффективной стратегией роста отрасли, интуитивный и органический рост также являются чрезвычайно эффективными путями развития.

Многие научные, исследовательские и технологические прорывы, которые принесли наибольшие социальные и экономические выгоды, были случайными. Определение и развитие целевых областей специализации в области искусственного интеллекта для Австралии, наряду с другими инициативами, могло бы стать эффективным подходом к наращиванию потенциала во всей экономике.

Существует много свидетельств того, что технологическая специализация стимулирует экономический рост, особенно в странах с развитой экономикой, таких как Австралия.



ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ -

## Сталелитейная промышленность Питтсбурга

Примером эффективной технологической специализации является сталелитейная промышленность США в Питтсбурге.

На пике бума в 1950-х и 1960-х годах Питтсбург был одним из крупнейших регионов по производству стали в США, однако из-за снижения цен на сталь в 1970-х и 1980-х годах большинство сталелитейных заводов в Питтсбурге закрылось.

В ответ правительство США реализовало стратегию специализации на сталелитейных технологиях, направленную на переход экономики к новым источникам богатства и рабочих мест.

К 2010 году в Питтсбурге насчитывалось два академических и восемь корпоративных исследовательских центров в области стали, предоставляющих специализированные экспертные знания в области металлургии и материаловедения.

Специализация на производстве стали, а затем и на технологии производства стали, позволила Питтсбургу добиться постоянного экономического роста, низкого уровня безработицы и повышения заработной платы.



ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ -

## "Кембриджский феномен"

Примером нецентрализованного и случайного возникновения технологической индустрии является британский "Кембриджский феномен".

Кембриджский университет - это исследовательское и преподавательское учреждение, которое долгое время стремилось к совершенству, но с незначительным централизованным контролем. Ожидается, что академические круги и школы внутри университета будут соответствовать высоким стандартам компетентности и достижений, но в значительной степени могут следовать своим собственным направлениям. Результаты были впечатляющими: • После взрывного роста в 1980-х и 1990-х годах за счет

в 2000 году насчитывалось более 1200 высокотехнологичных фирм, в которых работало 36 000 человек (или 10% всей рабочей силы Кембриджшира) [7].

• Экосистема продолжала расти во время мирового финансового кризиса

в 2008-2009 годах, и к 2013 году в ней насчитывалось 1500 фирм, пять из которых оценивались более чем в 1 миллиард долларов США [9].

• Успех технологических стартапов привлек более крупные компании

с более крупными инвестициями. Microsoft, Google и Toshiba - вот несколько компаний, создающих крупные научно-исследовательские лаборатории в Кембридже [9].



## 7.2 Целенаправленные исследования

Ориентированный на миссию подход к развитию технологий направлен на выявление и решение национальных проблем и задач. Например, Австралия, возможно, захочет поставить перед собой смелую цель в отношении использования искусственного интеллекта для быстрого повышения эффективности ранней диагностики рака. Это может иметь эффект укрепления национального потенциала и создания дочерних компаний и отраслей. Концепции целенаправленных исследований были разработаны правительством Австралии [55] и Марианой Маццукато из Университета Сассекса и Университетского колледжа Лондона [56]. Вполне возможно, что исследовательские проекты, ориентированные на конкретную миссию, могут быть использованы для концентрации возможностей искусственного интеллекта при одновременном создании отраслей, экспортирующих решения по всему миру. Миссии могли бы дополнять специализации. Пример ориентированной на миссию программы искусственного интеллекта поступает из Соединенного Королевства. В этом году Министерство бизнеса, энергетики и промышленной стратегии правительства Великобритании объявило о подходе, основанном на миссиях, для построения будущих отраслей промышленности страны [57]. Как указано на веб-сайте департамента, "каждая миссия будет сосредоточена на конкретной проблеме, объединяя правительство, предприятия и организации по всей стране, чтобы добиться реальных изменений в жизни людей" [57]. Первая миссия предполагает использование искусственного интеллекта и инноваций для улучшения профилактики, диагностики и лечения хронических заболеваний к 2030 году. Эта миссия предполагает количественную оценку результатов. Например, правительство Великобритании подсчитало, что искусственный интеллект и другие инновации могут привести к тому, что у 50 000 человек будет диагностирован рак на ранней стадии (а не на поздней), что будет означать на 20 000 смертей меньше (в течение 5 лет после постановки диагноза) по сравнению с ситуацией сегодня [57]. Наша миссия заключается не только в улучшении качества жизни людей, но и в развитии новых отраслей промышленности и новых рабочих мест. Подход, основанный на миссиях, или грандиозных задачах, мог бы стать эффективным способом развития потенциала Австралии в области искусственного интеллекта, а также решения проблем национального значения.



Бизнес и 7.3

Экосистемы знаний

Экосистемные стратегии направлены на составление карты и моделирование всей сети учреждений, ресурсов и / или отдельных лиц, имеющих отношение к бизнес-целям. Они выходят за рамки организационных и / или юрисдикционных границ, обращая внимание на поток идей и ресурсов.

Проектирование экосистем может быть эффективным подходом к внедрению искусственного интеллекта в австралийской промышленности, учитывая, что наши возможности в области искусственного интеллекта распределены по множеству учреждений государственного и частного секторов, исследовательских организаций и различных географических местоположений. Существует также значительная связь с зарубежными исследовательскими центрами. Экосистемы позволяют избежать или уменьшить потребность в создании новых централизованных институтов. Экосистемный подход приобретает все большую популярность в областях организационного проектирования и стратегии управления [58-60]. Концепция "бизнес-экосистемы" была введена Джеймсом Муром в майско-июньском выпуске Harvard Business Review за 1993 год [61]. Он был основан на исследовании компании под названием Apple Computers. Мур писал, что "Apple Computer является лидером экосистемы, охватывающей по меньшей мере четыре основные отрасли: персональные компьютеры, бытовую электронику, информацию и коммуникации. Экосистема Apple охватывает обширную сеть поставщиков, в которую входят Motorola и Sony, а также большое количество клиентов в различных сегментах рынка". В то время компьютеры Apple не стоили много. Однако к августу 2018 года Apple стала первой компанией в мире, рыночная капитализация которой достигла 1 триллиона долларов США. Это сопровождалось беспрецедентным ростом в секторе информационных технологий, когда такие компании, как Google (Alphabet), Microsoft, Facebook, Amazon и другие, продемонстрировали беспрецедентные темпы роста. Все они приняли схожие экосистемные модели в рамках своих организационных структур и культур. Экосистемы деятельности ИИ, охватывающие существующие организации государственного и частного секторов, могли бы стать эффективным способом развития возможностей ИИ вместо создания совершенно новых институтов.



ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ -

Банк Содружества Австралии

Экосистемы все чаще используются в организационном дизайне австралийских компаний. 28 мая 2019 года Банк Содружества Австралии объявил о новой структуре бизнес-экосистемы для своих институциональных банковских функций и рынков [1]. Новая структура основана на шести экосистемах: подключенных услугах; эффективных цепочках поставок ; городах будущего; ресурсах будущего; интеллектуальных финансах и интеллектуальных сетях.

Банк использовал экосистемный подход, поскольку это наиболее эффективный способ предоставления своим клиентам информации, основанной на данных, в условиях цифровой трансформации глобальной экономики. В The Australian Financial Review (28 мая 2019 г.) цитируется исполнительный директор по институциональному банкингу и рынкам Группы Commonwealth Bank Эндрю Хинчлифф, который сказал: "Эти [экосистемы] предназначены для понимания взаимозависимости бизнеса с окружающими предприятиями и средой вокруг него" [1].

Экосистема может стать распространенным подходом к организационному проектированию с учетом цифровой трансформации и принятия решений на основе данных.

## История перехода - от продажи стали к продаже ноу-хау в области производства стали

Не только технологические гиганты, такие как Google и Microsoft, извлекают выгоду из внедрения искусственного интеллекта. Это происходит по всему спектру. Успешные технологические преобразования происходят в малых и крупных компаниях по всей Австралии в очень традиционных секторах. Один из самых ярких примеров - компания отца и сына Watkins Steel, базирующаяся в Брисбене. Что примечательно в этом тематическом исследовании, так это то, что ни один сотрудник не был потерян в процессе трансформации; скорее, компания увеличила численность персонала и создала больше рабочих мест по мере перехода от производства стали к сталелитейным технологиям. Базирующаяся в Брисбене 50-летняя компания Watkins Steel специализируется на производстве металлоконструкций малого и среднего размера, металлообработке, ландшафтах городского искусства, архитектурных сооружениях и реконструкции. Три года назад, признавая потенциал цифровых технологий, компания начала переход от традиционного производства стали к технологическим услугам, предлагающим 3D-лазерное сканирование, проектирование и сбор данных. Watkins Steel разработала уникальный цифровой рабочий процесс, который связывает весь процесс изготовления и монтажа от начала до конца, подключая цифровое оборудование, программное обеспечение и людей для улучшения детализации деталей из стали. Генеральный директор Des Watkins характеризует переход от старого к новому, как переход из цеха в офис на верхнем этаже, где традиционные каски заменяются ультрасовременными технологиями HoloLens (дополненной реальности).

По мере того как компания внедряла новые технологии, бизнес удвоился в размерах, и каждое новое изделие автоматизировалось.

установлено оборудование, еще 10 человек были наняты.

Des подчеркивает тот факт, что в результате

перехода на новые технологии не было потеряно рабочих мест, а некоторые производители котлов теперь являются технологическими экспертами компании.

Поскольку с помощью автоматизированного оборудования было сокращено количество рабочих часов на 1500 человек, сотрудники взяли на себя новые функции, используя свои экспертные знания в области стали и производственного процесса. Инвестиции в удержание персонала и профессиональное развитие позволили компании расширить свои возможности, продолжить обучение и открыть новые возможности для бизнеса.

Компания Watkins Steel вышла за рамки скромных предприятий в Юго-Восточном Квинсленде и вышла на мировые рынки. Сотрудники создали глобальные сети и участвуют в международных сетях, чтобы быть в курсе последних событий.







# 8 ВОЗМОЖНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ В ОБЛАСТИ искусственного интеллекта ДЛЯ АВСТРАЛИИ

Мы определили три области разработки и применения искусственного интеллекта, в которых Австралия имеет хорошие возможности для преобразования существующих отраслей промышленности и создания новых. Эти специализации были выбраны на основе (а) существующих сильных сторон и возможностей, в которых у нас есть сравнительные преимущества; (б) возможностей решать большие проблемы для Австралии и; (в) возможностей экспортировать решения по всему миру для других участников проблемы. Мы подчеркиваем, что это ранний и формирующийся анализ. Мы ожидаем, что эти области специализации будут уточняться по мере получения дополнительной информации о широте и глубине возможностей искусственного интеллекта.





## 8.1 Искусственный интеллект для улучшения здоровья, Услуги по уходу за пожилыми людьми и инвалидами

Искусственный интеллект широко применяется и развивается в секторе здравоохранения в Австралии и во всем мире. В хирургических приложениях робототехника используется для повышения точности и эффективности операций. Машинное обучение, наука о данных и прогнозная аналитика используются для обеспечения более ранней и точной диагностики рака, инфекционных заболеваний и других форм заболеваний. Сенсорные системы в сочетании с другими технологиями используются для мониторинга пожилых австралийцев и оказания им помощи, создавая возможность дольше жить дома, прежде чем отправиться в дом престарелых. Системы искусственного интеллекта могут многое сделать для улучшения нашего здоровья и самочувствия.

### 8.1.1 ПРОБЛЕМЫ, ТРЕБУЮЩИЕ РЕШЕНИЯ

Австралия сталкивается с острыми проблемами в удовлетворении будущих потребностей в области здравоохранения и ухода за пожилыми людьми. Это включает как физическое, так и психическое здоровье. Общие расходы на здравоохранение в Австралии достигли 181 миллиарда долларов в 2016/17 финансовом году, что составляет более 7400 долларов на человека и 10% от общей экономической активности [62]. Это связано с ежегодным ростом реальных расходов на 4,7% [62], что выше темпов роста реальных доходов в экономике. В отчете CSIRO о будущем здравоохранения говорится, что текущее давление на расходы сохранится, и без вмешательства правительства Австралии потребуется удвоить расходы на здравоохранение на душу населения к 2055 году для финансирования текущих уровней обслуживания [63].

Мы уже можем видеть, как пациенты и пожилые люди изо всех сил пытаются получить тот уровень медицинской помощи, в котором они нуждаются. Среднее время ожидания плановой операции увеличилось с 36 дней в 2014 году до 40 дней в 2018 году. Число людей, которые обратились в отделения неотложной помощи и были "осмотрены вовремя", сократилось с 75% в 2014 году до 72% в 2018 году [64]. Среднее время ожидания обращения в стационарные учреждения по уходу за престарелыми увеличилось до 121 дня в 2018 году по сравнению с 84 днями в 2016 году [65]. Примерно семь миллионов австралийцев, что составляет 29% населения, живут в региональных и отдаленных районах, которые сталкиваются с уникальными проблемами в области здравоохранения [66]. По сравнению с крупными городами, в отдаленных районах в 5,4 раза выше уровень смертности в результате дорожно-транспортных происшествий на наземном транспорте и в 1,3 раза выше общий уровень смертности [67].

Старение населения Австралии и демографическое давление также являются высокоприоритетными проблемами. По прогнозам, число австралийцев в возрасте 65 лет и старше увеличится с 3,8 миллиона до 5,2 миллиона к 2027 году [68]. Это связано с увеличением распространенности определенных видов заболеваний. Например, ожидается, что без прорыва в медицине число людей с деменцией увеличится до 536 164 к 2025 году [68]. За четырехлетний период с 2012 по 2016 год объем паллиативной помощи, оказываемой в больницах, вырос на 28%. Количество субсидируемых рецептов, связанных с паллиативной помощью, выросло в среднем на 17% в год [69]. Наше стареющее население может увеличить расходы на общественное здравоохранение на 1-4% ВВП [70], оказывая дополнительное давление на напряженные бюджеты.

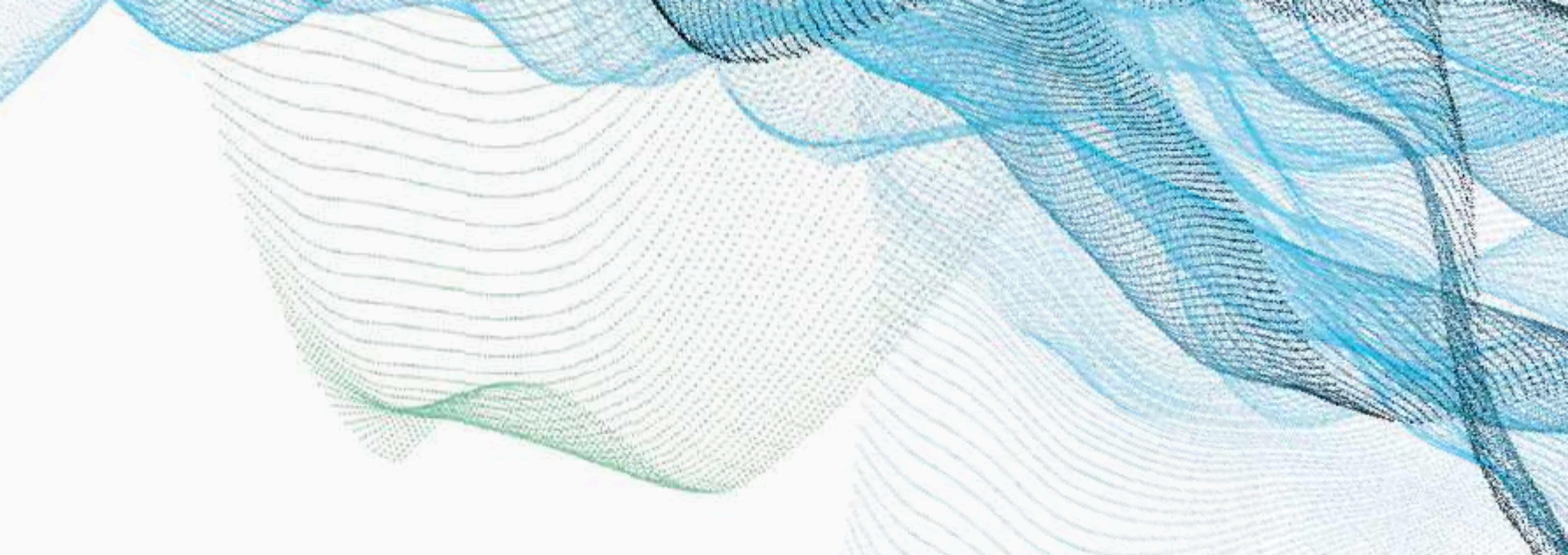
Те же пять проблем со здоровьем по-прежнему являются причиной большинства смертей австралийцев (мужчин и женщин) и оставались относительно стабильными в течение предыдущего десятилетия (2006-2016). Ишемическая болезнь сердца, деменция и болезнь Альцгеймера, цереброваскулярные заболевания, рак легких и хроническая обструктивная болезнь легких привели к 58 276 из 158,500 смертей в 2016 году [71]. В совокупности на хронические заболевания приходится 87% смертей, 61% общего бремени болезней и 37% госпитализаций [69]. В 2018 году, по оценкам, у 138 300 австралийцев будет диагностирован рак и 48 600 умрут от рака [69]. Австралийский институт здоровья и благополучия обнаружил, что в 2016 году было зарегистрировано более 26 600 потенциально предотвратимых смертей [72].

Системы искусственного интеллекта уже сопоставимы или даже превосходят экспертов-людей в таких областях, как онкология, радиология и заболевания сетчатки. Например, метод машинного обучения, использующий глубокие сверточные нейронные сети, был разработан учеными Стэнфордского университета для выявления раковых заболеваний кожи по изображениям [17]. Исследователи протестировали ИИ с 21 сертифицированным дерматологом. Они обнаружили, что ИИ работает "наравне" с дерматологами-людьми. Исследователи указали, что технология может быть включена в приложения для смартфонов.

Это позволит проводить недорогое и более раннее выявление рака кожи, что улучшит показатели выживаемости пациентов. Такая технология была бы чрезвычайно полезна в Австралии, где один из самых высоких показателей заболеваемости раком кожи в мире.

В целом спрос на услуги здравоохранения и ухода за пожилыми людьми в Австралии будет расти, а расходы продолжат расти. Инновации необходимы для обеспечения улучшенного или даже поддерживаемого качества услуг. Искусственный интеллект станет важной технологией, которая позволит нам оказывать более качественную медицинскую помощь экономически эффективным способом.

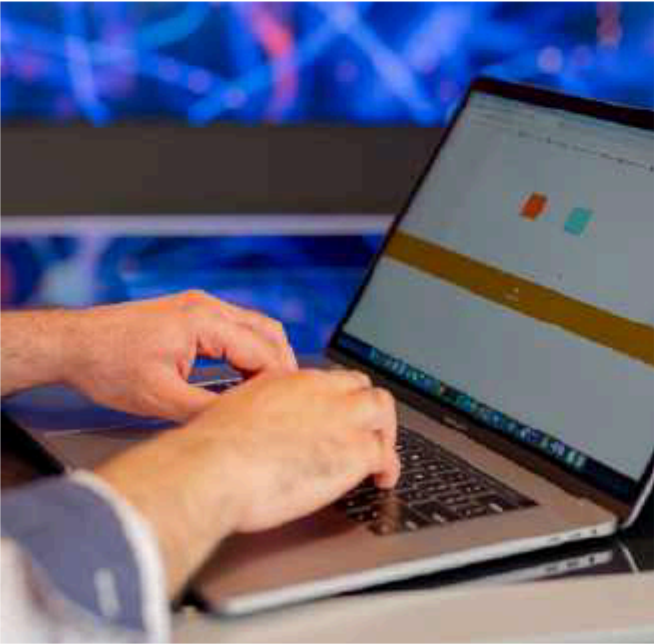
Системы искусственного интеллекта уже сопоставимы, или даже превосходят экспертов-людей в таких областях, как онкология, радиология и заболевания сетчатки.



ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ -

**ИИ для служб поддержки инвалидов**

Согласно данным Австралийского бюро статистики 4,3 миллиона австралийцев живут с тем или иным типом инвалидности. У искусственного интеллекта есть значительные возможности помочь этим людям жить лучше, как задокументировано в недавней публикации в Руководстве по поддержке инвалидов [2]. Например, новое приложение Soundscape от Vision Australia и Microsoft позволяет людям, незрячим (или с нарушениями зрения), получать звуковые подсказки об объектах, находящихся в непосредственной близости от них. Soundscape использует компьютерное зрение и наушники, чтобы сообщить человеку, смотрит ли он на дорогу, кафе, железнодорожную станцию, велосипедную дорожку или другой объект. Это часть 5-летней программы Microsoft стоимостью 25 миллионов долларов под названием AI for Accessibility. В другом случае Фонд Endeavour запустил 15 обучающих программ, которые используют виртуальную реальность (VR), чтобы помочь людям с ограниченными интеллектуальными возможностями освоить широкий спектр навыков, включая безопасность дорожного движения, использование банкомата и то, как стать бариста.

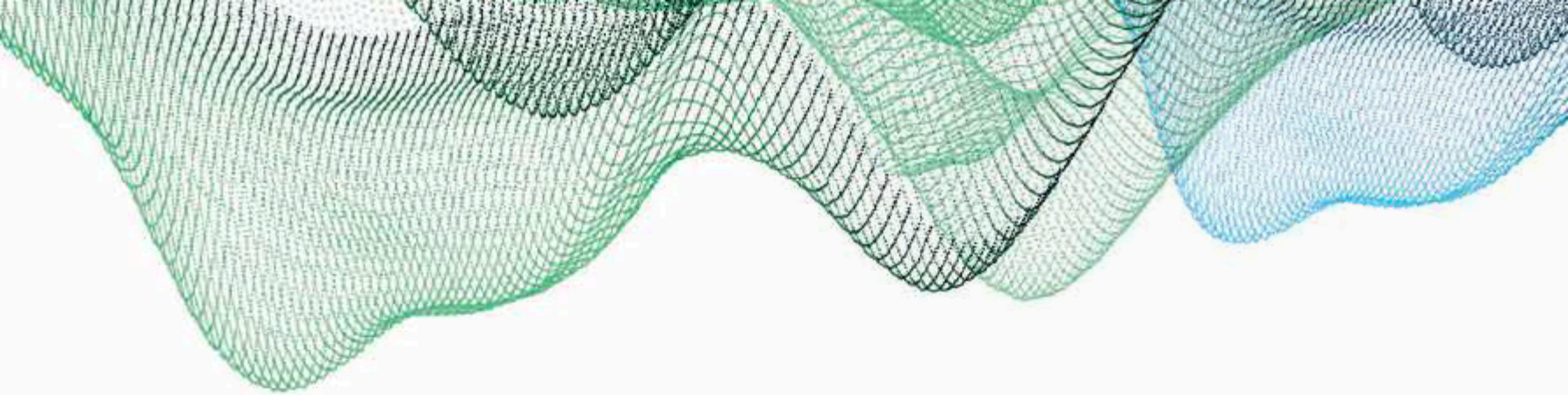


ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ -

**Искусственный интеллект для психического здоровья**

Психическое здоровье также может быть улучшено с помощью искусственного интеллекта. Например, Австралийская технология CSIRO Data61 использует методы искусственного интеллекта и простые компьютерные игры для диагностики психических расстройств. Компьютерная игра предлагает пациентам выбор и отслеживает их поведение. Основываясь на том, как они реагируют, система искусственного интеллекта может диагностировать, есть ли у них вероятность психического расстройства и какого типа. Система искусственного интеллекта использует метод машинного обучения, называемый искусственными нейронными сетями, для записи и анализа широкого спектра едва уловимых поведенческих реакций пациента. Анализируя эти данные, система искусственного интеллекта может поставить надежный диагноз. Она уже применялась для точной диагностики пациентов с депрессией и биполярным расстройством. Это представляет собой усовершенствование стандартных вопросников, используемых клиницистами в Руководстве по диагностике и статистике (DSM) и Международной классификации болезней (МКБ).





8.1.2 ВОЗМОЖНОСТИ Австралии

Австралия уже обладает мощными возможностями в области применение искусственного интеллекта и связанных с ним цифровых технологий в здравоохранении и уходе за пожилыми людьми. В этом разделе мы приводим несколько примеров того, как исследовательские группы и компании выполняют образцовую работу. Но мы отмечаем гораздо большее число исследовательских организаций, компаний и правительств, применяющих искусственный интеллект для повышения эффективности служб здравоохранения и ухода за пожилыми людьми.

Выдающимся австралийским изобретением является бионический глаз [73]. Это имплантат сетчатки, расположенный в задней части глаза. Датчики, встроенные в очки, улавливают визуальную информацию и передают ее в зрительный нерв и в мозг. Это может восстановить некоторый уровень зрения у человека с ослабленным зрением. Бионический глаз был разработан Национальным институтом исследований зрения в партнерстве с Мельбурнским университетом, Университетом Монаша и Lions International. Бионический глаз представляет собой передовое применение компьютерного зрения, которое является областью исследований искусственного интеллекта . Существует огромный потенциал для разработки, применения и экспорта этой технологии.

Мельбурнский университет станет домом для Учебного центра Австралийского исследовательского совета (ARC) по когнитивным вычислениям для медицинских технологий, получающего 4,1 миллиона долларов государственного финансирования. Целью центра является воспитание коммерчески подкованных исследователей искусственного интеллекта с глубоким опытом в медицинских технологиях [74]. В Университете Дикин Прикладной Институт искусственного интеллекта (A2I2) в партнерстве с больницей Альфред разработал систему поддержки принятия решений с помощью искусственного интеллекта, чтобы помочь врачам и медсестрам в травматологическом отделении больницы принимать более правильные решения при стабилизации состояния пациента [75]. В Университете Монаш на факультете информационных технологий есть проект, посвященный "Мультимодальному медицинскому ИИ", который сосредоточен на том, как компьютерные процедуры принятия решений в рамках ИИ могут помочь в улучшении здоровья и самочувствия [76].

Австралийская компания Saluda Medical является пионером в области технологии, использующей новый искусственный интеллект и электроцевтические технологии для регистрации и измерения реакции организма на электрическую стимуляцию нервов, перемещающуюся вверх и вниз по позвоночнику в режиме реального времени, что позволяет лучше выявлять хроническую боль и управлять ею. Австралийский стартап Maxwell Plus работает с CSIRO, специалистом по радиологии I-MED и Austin Health над разработкой и коммерциализацией технологии выявления болезни Альцгеймера на ранней стадии [77], использование платформы искусственного интеллекта Maxwell для автоматического формирования представления об общем состоянии здоровья пациента и объединения этого с инструментами визуализации мозга.

Ожидается, что к 2024 году глобальный рынок цифрового здравоохранения превысит 521,22 миллиарда австралийских долларов.

8.1.3 ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЭКСПОРТА

Недавний отчет Всемирной организации здравоохранения [78] раскрывает размер и рост глобальных расходов на здравоохранение. В 2015 году мир потратил на здравоохранение 10,6 трлн долларов, что составляет 10% мирового ВВП при ежегодных темпах роста 4% по сравнению с общими темпами экономического роста в 2,8%. Можно ожидать дальнейшего роста расходов по мере роста мировой экономики и численности населения. В мировом секторе здравоохранения существуют значительные технологические рынки. Недавний анализ, проведенный AlphaBeta, выявил, что к 2028 году объем мирового рынка высокоточного медицинского обслуживания составит от 140 до 190 миллиардов долларов, при этом от 30 до 50 миллиардов долларов выручки будет приходиться только на Азиатско-Тихоокеанский регион [70]. Ожидается, что к 2024 году объем мирового рынка цифрового здравоохранения превысит 521,22 миллиарда долларов [79]. Кроме того, в мире будет наблюдаться старение населения. Ожидается, что глобальная доля лиц старше 60 лет увеличится до 21% к 2050 году по сравнению с 13% в 2017 году [70, 80]. Таким образом, имеются убедительные свидетельства массового роста спроса на решения в области здравоохранения и ухода за пожилыми людьми в глобальном масштабе. Австралия имеет хорошие возможности для разработки и поставок продуктов искусственного интеллекта на мировой рынок.

Искусственный интеллект для улучшения городов, 8.2 Города и инфраструктура

Эта специализация охватывает все способы, с помощью которых искусственный интеллект может быть использован для улучшения нашей искусственной среды, получая социальные, экономические и экологические выгоды. Это включает в себя улучшенное проектирование, планирование, строительство, эксплуатацию и техническое обслуживание инфраструктуры и зданий. Он также включает в себя все способы, которыми искусственный интеллект может быть использован для повышения эффективности и безопасности транспорта, электроснабжения и водоснабжения.



8.2.1 ПРОБЛЕМЫ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО РЕШИТЬ

В 2018 году в Австралии произошло 1137 смертей на дорогах [81]. Многие из этих смертей произошли в результате человеческих ошибок, включая превышение скорости и вождение в нетрезвом виде. В 2014-15 годах почти 57 000 австралийцев были госпитализированы в результате травм, полученных в автомобильных / авариях [82]. Предполагаемые ежегодные экономические издержки дорожно-транспортных происшествий в Австралии составляют 27 миллиардов долларов со значительными и разрушительными социальными последствиями [83]. Кроме того, заторы на дорогах в 2015 году обошлись австралийской экономике в , по оценкам, в 16,5 миллиарда долларов [84]. Без серьезных изменений в политике или усовершенствований прогнозируется, что затраты на перегрузку составят от 27,7 до 37 миллиардов долларов.3 миллиарда долларов в год к 2030 году [85]. Применение искусственного интеллекта и связанных с ним технологий может изменить ситуацию с точки зрения безопасности. Исследование, основанное на данных о безопасности дорожного движения федерального правительства США, показало, что технологии предотвращения столкновений, такие как автономное экстренное торможение, предупреждение о столкновении передним ходом и коррекция выезда с полосы движения, могут предотвратить или уменьшить тяжесть 1,3 миллиона аварий в год [86]. Другое исследование автомобильных дорог США показало, что автономное экстренное торможение в сочетании с передними системами предупреждения о столкновении снизило количество травм при столкновениях спереди назад в авариях на автомагистралях США на 56% [87]. Есть также значительные улучшения в скорости и удобстве передвижения. Системы оптимизации работы светофоров могут сократить время в пути на 25%, торможение на 30% и холостой ход на 40% [88].

Автономное экстренное торможение в сочетании с системами предупреждения о столкновении спереди вперед снизило количество аварий с травмами спереди назад на автомагистралях США на 56%.

Проблемы энергетической безопасности и перебои в подаче электроэнергии продолжают сказываться на австралийских городах. Австралийские потребители электроэнергии платят розничные цены, которые на 44% выше, чем десять лет назад, при этом на сетевые расходы (столбы и провода) приходится 40%

роста цен [89]. Вероятен дальнейший рост цен. В 2016 году на производство электроэнергии приходилось 35% национальных выбросов парниковых газов в Австралии [90]. Искусственный интеллект мог бы помочь нам использовать электроэнергию более эффективно с экономической и экологической выгодой.

Кибербезопасность будет иметь решающее значение для будущего австралийских городов.

От риска взлома автотранспортных средств [91] до защиты энергосистемы и систем здравоохранения, Австралии необходимо будет решать растущую и сложную проблему угроз и вызовов в эпоху цифровых технологий. Согласно отчету Австралийского центра кибербезопасности об угрозах за 2017 год, австралийские организации понесли убытки в размере более 20 миллионов долларов из-за компрометации деловой электронной почты (по сравнению с 8,6 миллионами долларов в 2015/16 году) , а правительственные учреждения отреагировали на 734 отдельных киберинцидента, затрагивающих системы частного сектора, представляющие национальный интерес, и критически важную инфраструктуру [92]. Несмотря на то, что австралийские инвестиции в инфраструктуру безопасности увеличились на 8% в 2017 году (сейчас они составляют 89,1 миллиарда долларов), количество целевых атак удвоилось по сравнению с предыдущим годом [93]. Ежегодно примерно пять миллионов австралийцев становятся жертвами киберпреступности [94]. Потенциал ИИ в том, чтобы помочь ускорить борьбу Австралии с киберпреступностью, высок.

Высокие затраты на строительство и незапланированный перерасход средств ограничивают нашу способность улучшать наши города и инфраструктуру. Недавнее исследование Института Граттана [95] показало, что государственные расходы Австралии на транспортную инфраструктуру за последнее десятилетие были "беспрецедентными", превышая 1% ВВП каждый год, начиная с 2009 года. Исследование Института Граттана также показало, что 65% крупных проектов дорожной инфраструктуры имели перерасход средств, составляющий миллиарды долларов. Недавний отчет Комиссии по производительности [96] об общественной инфраструктуре в Австралии показал, что "существует множество примеров низкого соотношения цены и качества, возникающих из-за неадекватного отбора проектов, которые потенциально обходятся Австралии в миллиарды долларов" и что "существует настоятельная необходимость всестороннего пересмотра процессов оценки и развития проектов общественной инфраструктуры ". Исследование, проведенное Университетом Сиднея, сообщает, что проекты дорожной инфраструктуры в Австралии стоимостью 63 миллиарда долларов не принесли заметного улучшения экономического эффекта [97] и имели сомнительную экономическую ценность. Искусственный интеллект может быть использован для того, чтобы помочь нам более эффективно планировать, строить и эксплуатировать нашу инфраструктуру. Искусственный интеллект может позволить нам усерднее использовать существующие инфраструктурные активы и обеспечить приоритетность новых инфраструктурных проектов, приносящих максимальную пользу нации.





## 8.2.2 ВОЗМОЖНОСТИ АВСТРАЛИИ

Переход к умным городам и инфраструктуре - это глобальное явление, при котором многие участники разрабатывают и внедряют решения. Наш анализ выявил австралийские организации и команды, которые являются мировыми лидерами в разработке, продвижении и внедрении решений с искусственным интеллектом, улучшающих города и инфраструктуру. Следующие примеры и приложения, хотя и не являются полностью исчерпывающими, иллюстрируют основополагающую основу, опираясь на которую Австралия может расширить свой потенциал и установить сравнительные преимущества. В Австралии есть возможность разработать технологию подключенных и автоматизированных транспортных средств (CAV) с использованием как сотовой связи V2X, так и выделенной связи ближнего действия (DSRC) [98]. V2X - это

технология, которая позволяет транспортным средствам взаимодействовать с дорожной инфраструктурой и другими транспортными средствами. Компонент подключения автоматизированного проектирования транспортных средств - это то, где Австралия может потенциально сыграть роль на мировом рынке. Это область, в которой Австралия развивает передовой мировой потенциал. Например, Департамент транспорта и магистральных дорог Квинсленда проводит испытания совместных интеллектуальных транспортных систем (C-ITS) в городе Ипсвич. В результате 500 транспортных средств будут дооснащены устройствами C-ITS для повышения их безопасности и эффективности дорожной сети [99]. В другом примере компания Cohda Wireless из Аделаиды предоставляет оборудование и программное обеспечение, используемое в более чем 60% испытаний V2X по всему миру [100, 101]. Связанной с этим давней австралийской инновацией является Сиднейская система координированного адаптивного движения (SCATS). Это может быть использовано для координации дорожных сигналов и оптимизации движения транспортных средств через целый город или регион. Эта разработанная австралией технология используется уже 40 лет в 27 странах по всему миру [102].

В другой области применения искусственного интеллекта команда Университета Ньюкасла исследует движения толпы, в частности пешеходных потоков, и включает информацию о статистической модели, которая может имитировать движения толпы [103]. Эти идеи и модели могут быть использованы для повышения общественной безопасности, а также для использования зданий за счет улучшения дизайна городского и архитектурного пространства. PSMA Australia использует спутниковые снимки, большие данные и технологии искусственного интеллекта для создания цифрового представления застроенной среды Австралии (отображение зданий, солнечных панелей, бассейнов, высоты деревьев и других характеристик) [104].

В Перте в настоящее время проходят испытания автоматизированных автомобилей по требованию, при этом правительство Западной Австралии сотрудничает с Королевским автомобильным клубом и французской компанией NAVYA [105]. Rio Tinto также лидирует в разработке автоматизированного поезда, состоящего из трех локомотивов, способного перевозить около 28 000 тонн железной руды на расстояние 280 километров [106]. Emesent, дочернее предприятие CSIRO Data61, разработало лидарную систему с искусственным интеллектом, которая монтируется на беспилотник для быстрого создания 3D-карт объектов, предлагая лучшее и ускоренное 3D-моделирование для строительства, технического обслуживания и добычи полезных ископаемых. Система способна осуществлять навигацию по сложным подземным шахтам и туннелям с отказом в использовании GPS при создании трехмерных карт или может быть отправлена для отображения физических объектов, таких как вышки, ограничивая потребность людей в выполнении этих задач, которые часто являются рискованными или отнимают много времени [107].

### 8.2.3 ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЭКСПОРТА

Анализ AlphaBeta advisors показывает, что к 2028 году объем мирового рынка городского управления, основанного на данных, составит от 20 до 30 миллиардов долларов (с 5 до 10 миллиардов долларов в Азиатско-Тихоокеанском регионе), в то время как рынок киберфизической безопасности, вероятно, будет приносить глобальный доход от 30 до 40 миллиардов долларов, а доход от рынка Азиатско-Тихоокеанского региона - от 10 до 15 миллиардов долларов [70].

Растущие темпы урбанизации, растущее население, ограниченные ресурсы и цифровая связанность критически важных инфраструктурных систем - это глобальное явление. К 2050 году население планеты достигнет 9,8 миллиарда человек, при этом две трети будут жить в городах [108], и почти 52% населения мира будут жить в районах с дефицитом воды [109]. К 2040 году потребление энергии увеличится почти на 50% [110].

Ожидается, что к 2030 году в мире будет 43 мегаполиса с населением более 10 миллионов человек [111]. Ожидается, что только в Азии более 600 миллионов дополнительных человек переедут в города к 2030 году [112]. По оценкам, к 2020 году от 20 до 30 миллиардов объектов будут подключены к интернету вещей, требующему улучшенных решений в области киберфизической безопасности. По данным Всемирного банка, глобальные расходы на инфраструктуру должны достичь 97 триллионов долларов США к 2040 году, а текущие прогнозы указывают на дефицит в 19 триллионов долларов США [113].

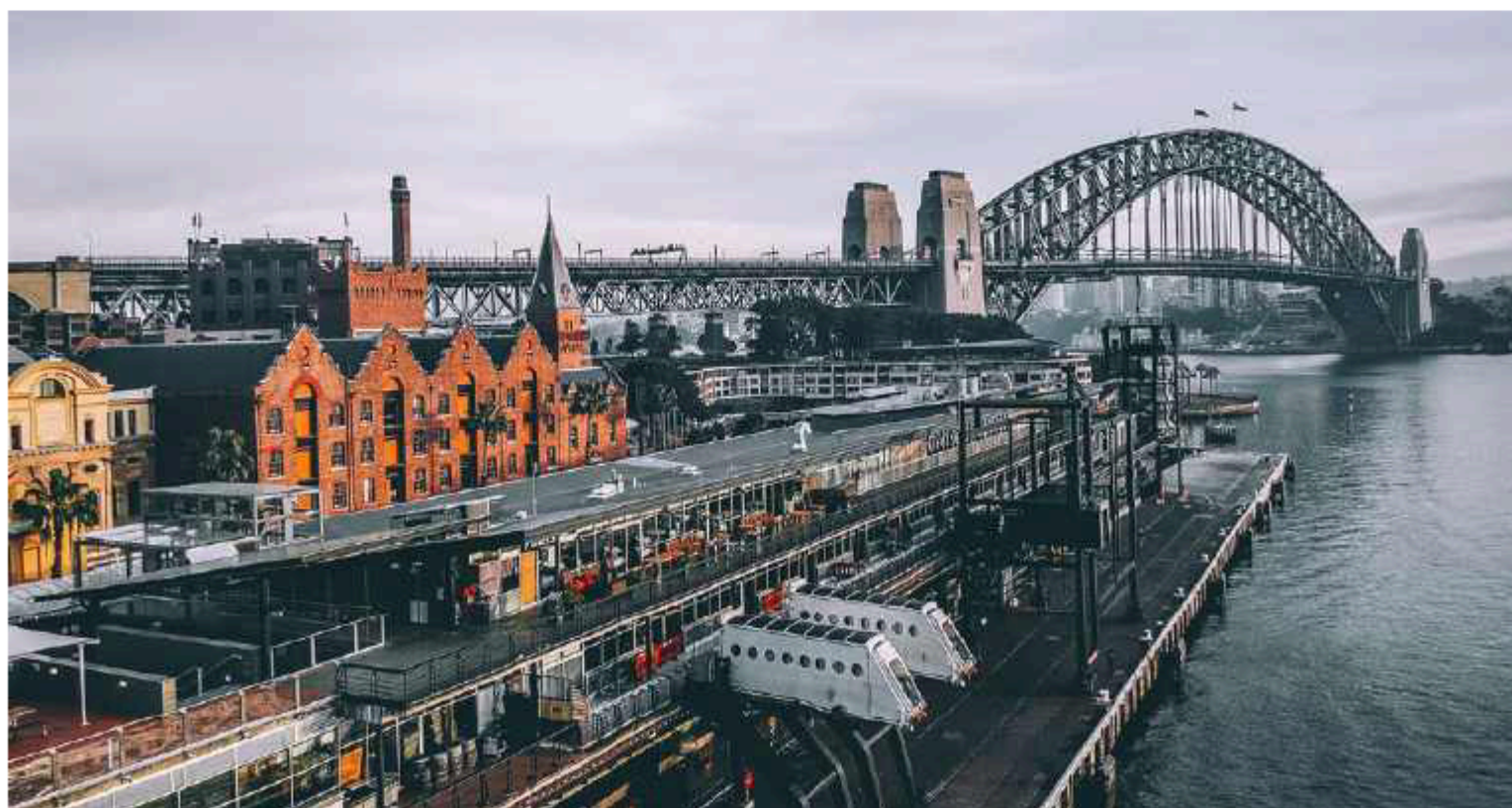
Ожидается, что к 2030 году мировой рынок автоматизированных транспортных средств достигнет 173,15 миллиарда долларов США .

Ожидается, что мировой рынок автоматизированных транспортных средств к 2030 году составит 173,15 миллиарда долларов США [98, 114].

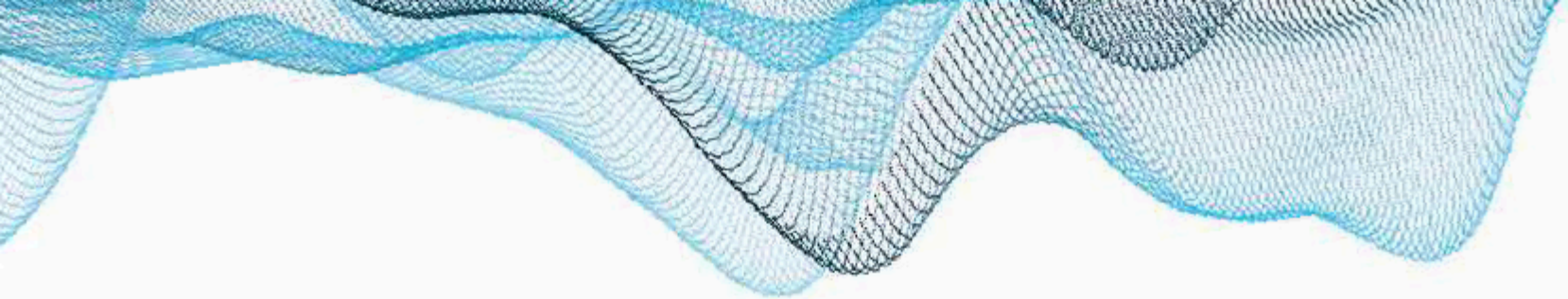
В то время как такие страны, как Южная Корея, Германия и Соединенные Штаты, лидируют в разработке и производстве

автоматизированных автомобилей, у Австралии много возможностей.

Это огромный и разнообразный рынок с бесчисленными нишами и смежными отраслями, которые выходят за рамки простого производства автоматизированных автомобилей. Например, связь между транспортными средствами и транспортными средствами и инфраструктурой является важной нишей в секторе автоматизированных автомобилей, которую могла бы заполнить Австралия. Быстрые темпы урбанизации по всему миру в сочетании с возросшей мобильностью людей и цифровыми подключениями к городской инфраструктуре будут связаны с высоким спросом на решения с искусственным интеллектом.







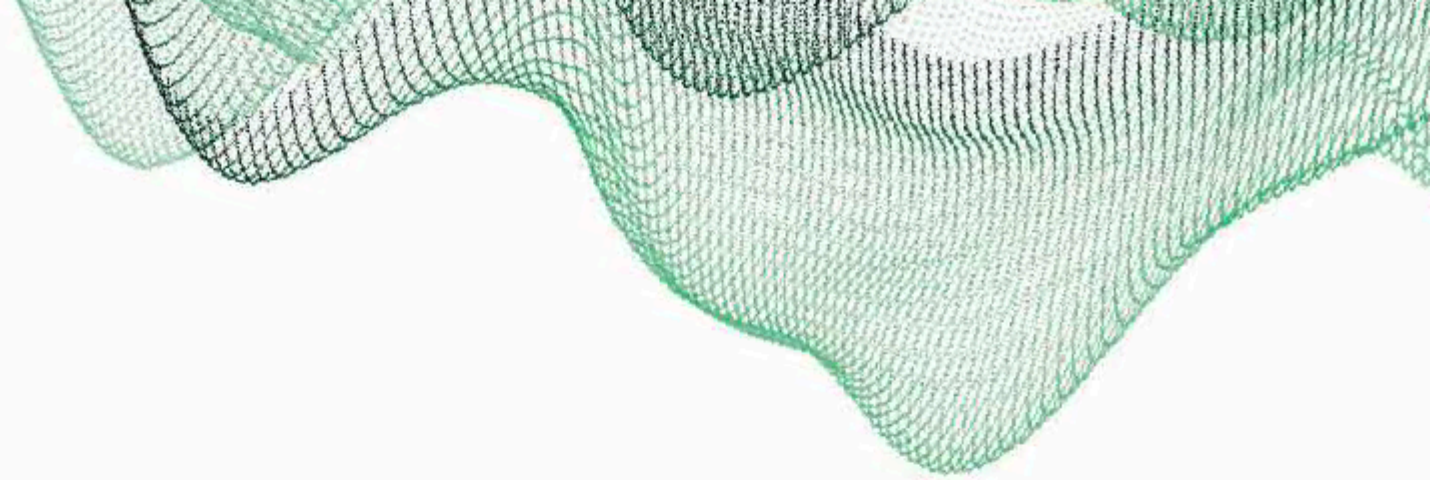
## Искусственный интеллект для лучшего управления природными 8.3 ресурсами

Эта специализация предполагает использование технологий искусственного интеллекта для повышения экономической эффективности и снижения воздействия на окружающую среду сельского хозяйства, горнодобывающей промышленности и управления окружающей средой. Для сельского хозяйства это может включать в себя внутрихозяйственную робототехнику для сбора урожая, посева, обработки почвы, мониторинга урожая, удаления сорняков, вредителей и химической обработки (удобрения, гербициды и пестициды).

Информационные инструменты с поддержкой искусственного интеллекта и робототехника могут быть использованы для более точных сельскохозяйственных операций, чтобы повысить производительность, устойчивость и экологические показатели ферм. Автоматизированные операции на руднике, включая транспортировку, добычу, переработку, рытье и бурение, могут использовать робототехнику и ряд связанных с ней технологий искусственного интеллекта. Компьютерное зрение и автоматизированные системы могли бы использоваться для мониторинга и повышения безопасности работ на шахтах. Расширенное обнаружение полезных ископаемых станет возможным с использованием машинного обучения и методов компьютерного зрения для обработки изображений дистанционного зондирования и геологических данных. В

сфере экологического менеджмента усовершенствованные системы прогнозирования погоды и климата, которые используют подходы машинного обучения и науки о данных, могли бы более точно предсказывать временные и пространственные погодные закономерности. Искусственный интеллект также позволит усовершенствовать системы мониторинга состояния биоразнообразия и экологических активов и роботизированные системы для прогнозирования, обнаружения угроз и физического управления ими.





**8.3.1 ПРОБЛЕМЫ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО РЕШИТЬ**

Одной из проблем (и возможностей), с которыми уже сталкивается сельское хозяйство Австралии, является сокращение численности и старение рабочей силы. Средний возраст австралийского фермера составляет 56 лет, что

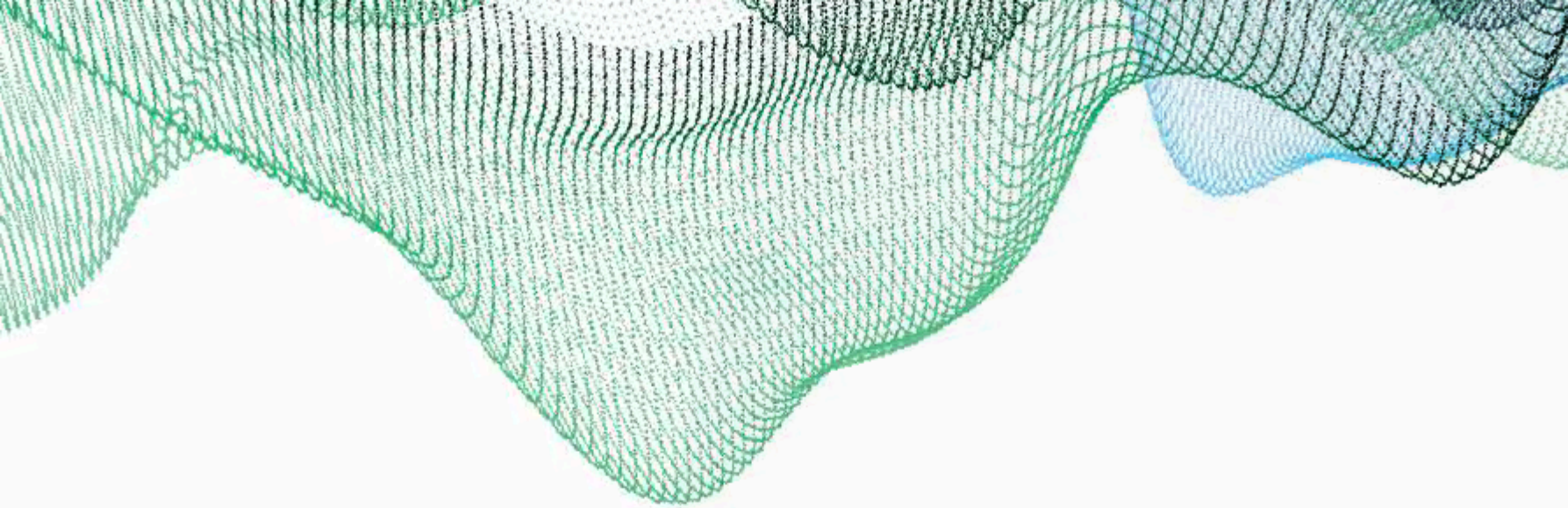
это на 54 года больше, чем десять лет назад, и на 17 лет выше среднего возраста работника в 39 лет [115]. Численность рабочей силы в сельском хозяйстве за последнее десятилетие сократилась на 23 000 человек - с 356 000 человек в 2008 году до 333 000 человек в 2018 году [116]. В долгосрочной перспективе наблюдается тенденция к снижению. Сокращение численности персонала требует повышения производительности на одного работника. Может помочь внедрение искусственного интеллекта . Например, роботизированные устройства для сбора урожая, посева семян и удаления сорняков могут снизить нагрузку на фермеров-людей. Робототехника может избавить от многих сложных ручных задач на ферме. Это может обеспечить дальнейший рост сельскохозяйственного производства, несмотря на сокращение численности и старение рабочей силы.

Помимо сокращения численности рабочей силы, сельские отрасли сталкиваются с сокращением себестоимости. Также известная как ухудшающиеся условия торговли, это хорошо известная проблема для австралийских фермеров. Это связано с тем, что цены на ресурсы производства (такие как топливо, техника, удобрения) растут быстрее, чем цены, полученные за продукцию (продукты питания и клетчатку, которые они продают).

Австралийское бюро экономики сельского хозяйства и ресурсов и естественных наук отмечает, что за последние 40 лет фермеры столкнулись с общим ухудшением условий своей торговли [117], которое, вероятно, продолжится. Чтобы оставаться прибыльными, фермерам необходимо повышать производительность и / или снижать затраты. Внедрение искусственного интеллекта с помощью информационных инструментов, точного земледелия, робототехники и других технологий позволяет создавать более эффективные и менее трудоемкие модели ведения сельского хозяйства. Это может помочь австралийским фермерам преодолеть сокращение себестоимости. Австралийское сельское хозяйство также выигрывает от использования искусственного интеллекта эффективность логистики. Многие цепочки поставок сельскохозяйственной продукции относительно неэффективны из-за относительно низких объемов и больших транспортных расстояний. Засуха станет проблемой для будущих фермеров. По данным Бюро метеорологии, 2018 год был третьим самым жарким годом за всю историю наблюдений, а количество осадков было примерно на 11% ниже среднего, при этом значительные сельскохозяйственные районы испытывали сильную засуху [118]. Долгосрочные климатические прогнозы предполагают, что в Австралии станет жарче и суше с большим количеством экстремальных явлений. Технологии искусственного интеллекта улучшат прогнозы погоды и адаптацию к климату с помощью более контролируемых и точных систем земледелия . Современные ирригационные системы могут улучшить сроки и местоположение полива сельскохозяйственных культур и пастбищ. Искусственный интеллект также может помочь специалистам по генетике сельскохозяйственных культур идентифицировать штаммы пшеницы и другие виды, которые устойчивы к засухе.

Многие виды животных-вредителей и сорняков приобрели частичную или полную устойчивость к пестицидам и гербицидам. Это означает, что опрыскивание неэффективно. Например, Корпорация по исследованию и развитию зерновых культур недавно обнаружила, что "Австралия занимает второе место по количеству устойчивых к гербицидам сорняков в мире, уступая лишь Соединенным Штатам [и что] подтверждено, что двадцать пять видов сорняков устойчивы к одному или нескольким гербицидам в посевных регионах Австралии" [119]. Это серьезная проблема для фермеров, которые ранее полагались на химическую обработку. В горнодобывающей промышленности есть возможность снизить производственные затраты с помощью автоматизации и технологий искусственного интеллекта. В отчете Целевой группы правительства Австралии по ресурсам на 2030 год [120] описывается, как можно использовать множество технологий (включая автоматизацию) для повышения производительности и безопасности при сохранении экологических и трудовых практик. В отчете целевой группы отмечается, что наука о данных и технологии прогнозирования будут играть все более важную роль в горнодобывающей промышленности Австралии. Технологии искусственного интеллекта также могли бы помочь в восстановлении рудников после прекращения горных работ. Еще одной проблемой является открытие новых минеральных ресурсов. Содержание австралийских минеральных руд находится в постепенном и постоянном снижении [121]. Например, содержание золотой руды в Австралии упало примерно с 30 граммов на тонну в конце 1800-х годов до примерно 3 граммов на тонну сегодня [121]. Обнаружение экономически выгодных новых месторождений полезных ископаемых становится все более трудным. Данные консалтинговой компании MinEX [122] показывают, что затраты на разведку основных металлов, таких как золото, никель, цинк, свинец и медь, росли на протяжении последних 20 лет и, по прогнозам, продолжат расти. Поиск способов разведки и обнаружения полезных ископаемых с меньшими затратами является важным приоритетом для горнодобывающего сектора. Методы машинного обучения будут играть все более важную роль в обнаружении труднодоступных месторождений полезных ископаемых [123].





Во всех отраслях первичной промышленности существует настоятельная необходимость повышения безопасности работников. По данным Safe Work Australia [124], уровень смертности от несчастных случаев среди работников сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыбной промышленности в Австралии является самым высоким из всех наших 19 отраслей и составляет 16,9 смертельных случаев на 100 000 работников (в среднем за десятилетний период, предшествующий 2016 году).

Горнодобывающая промышленность занимает третье место по уровню смертности (после транспортной, почтовой и складской) - четыре смертельных случая на 100 000 работников. Средний показатель по стране во всех отраслях составляет 2,1 смертельных случая на 100 000 работников. В наших основных отраслях показатели смертности намного выше. Существует настоятельная необходимость снизить эти показатели смертности. Искусственный интеллект играет важную роль. Он может повысить безопасность на месте за счет автоматического обнаружения и управления рисками. Искусственный интеллект также может удалять людей из опасных сред.

С точки зрения нашего биоразнообразия и экосистемных активов мы сталкиваемся с некоторым серьезным давлением в плане защиты и сохранения. Австралия имеет

426 видов животных и 1339 растений в настоящее время находятся под угрозой исчезновения в соответствии с Законом о защите окружающей среды и сохранении биоразнообразия 1999 года [125]. Вырубка лесов по всей Австралии является основным фактором сокращения биоразнообразия. В сезоне 2015/16 Австралия была одной из 10 крупнейших стран мира по объему обезлесения

- и почти 50% австралийских лесов и редколесий

были вырублены с момента заселения европейцами [126]. Большой Барьерный риф - национальная достопримечательность, находящаяся под угрозой.

По данным Австралийского института морских наук (AIMS), коралловый покров на центральном ГБР сократился с 22% в 2016 году до 14% в 2018 году, виной чему обесцвечивание кораллов и морские звезды в терновом венце

[127]. Котсбот Квинслендского технологического университета - это пример технологии искусственного интеллекта, которая уже используется для защиты рифа. Это мобильное водное устройство использует компьютерное зрение, машинное обучение и передовую робототехнику для автономного обнаружения и удаления морских звезд в терновом венце. Другие подобные технологии искусственного интеллекта, вероятно, будут разработаны и применены для защиты рифа.





### 8.3.2 ВОЗМОЖНОСТИ АВСТРАЛИИ

Мы накопили значительный опыт, возможно, на переднем крае мира, в Австралии, связанный с технологиями искусственного интеллекта в сельском хозяйстве, горнодобывающей промышленности и управлении окружающей средой. Одним из ведущих сельскохозяйственных роботов в мире является AgBot II, разработанный Квинслендским технологическим университетом. AgBot II, полностью разработанный австралийскими исследователями, представляет собой роботизированное устройство, работающее на солнечных батареях, которое может (а) обнаруживать и механически удалять сорняки; (б) вносить удобрения и проводить химическую обработку; и (в) собирать подробную информацию об условиях выращивания и жизнеспособности урожая. За AgBot II стоит обширный объем исследований в области искусственного интеллекта, который был опубликован в международных исследовательских журналах [128, 129]. Группа QUT по робототехнике и автономным системам - это большая команда исследователей, академиков и студентов, расположенная в Брисбене.

**Австралийский центр полевой робототехники (ACFR) при Университете Сиднея является одним из крупнейших центров робототехники в мире.**

Австралийский центр полевой робототехники (ACFR) при Сиднейском университете - один из крупнейших центров робототехники в мире. ACFR "фокусируется на исследованиях, разработке и применении автономных и интеллектуальных роботов и систем для использования на открытом воздухе" [130]. Технологии, разработанные ACFR, находятся в четырех основных областях (1) датчики, слияние и восприятие (2) движение, контроль и решения (3) моделирование, обучение и адаптация и (4) архитектуры, системы и сотрудничество робототехники и интеллектуальных систем [130]. ACFR размещается на факультете инженерных и информационных технологий Сиднейского университета.

CSIRO, национальное научное агентство Австралии, имеет долгую историю разработки автономных систем для повышения безопасности и эффективности всех аспектов добычи полезных ископаемых. Например, большинство новых подземных угольных шахт в Австралии используют технологию автоматизации длинных забоев, разработанную компанией Data61 CSIRO, которая повышает безопасность и производительность. Эта ведущая мировая технология была лицензирована пятью мировыми горнодобывающими компаниями. Другие технологии добычи полезных ископаемых, связанные с искусственным интеллектом, разработанные CSIRO, включают системы слежения за подземными шахтами, носимые технологии для предоставления удаленным шахтерам экспертных / визуальных указаний при выполнении сложных задач и системы непрерывной навигации шахтеров .

Крупные австралийские горнодобывающие компании, такие как Rio Tinto, BHP Fortescue Metals и другие, уже находятся на переднем крае мировой разработки и применения автоматизированных технологий добычи полезных ископаемых.

Добыча полезных ископаемых в регионе Пилбара в Западной Австралии является одной из самых автоматизированных в мире. В этом регионе Fortescue эксплуатирует 112 беспилотных грузовиков с заявленным увеличением производительности на 30% [131]. Австралийская горнодобывающая компания BHP располагает 50 автономными грузовиками на своей площадке в Джимблбаре и 20 автономными буровыми установками в Западной Австралии [131]. Запущенная в 2008 году компания Rio Tinto mine-of-the-future располагает 140 автоматизированными грузовиками, более чем 11 автоматизированными буровыми установками и 60% километров пути проходит в автономном режиме [132].



#### ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ -

##### Orfox

Развивающиеся компании Австралии находятся в авангарде глобальных усилий по использованию машинного обучения и связанных с ним технологий искусственного интеллекта для снижения затрат на разведку полезных ископаемых. Orfox - технологическая компания из Брисбена, использующая машинное обучение и искусственный интеллект для анализа больших объемов геофизических данных и обнаружения месторождений полезных ископаемых [4]. Orfox вышла на рынок со своей запатентованной системой разведки полезных ископаемых с поддержкой искусственного интеллекта, которая была обучена работе с экономичными месторождениями золота. Квинслендский технологический университет, ESRI и Unearthed являются акционерами, спонсорами и сторонниками Orfox.





### 8.3.3 ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЭКСПОРТА

Во всем мире и особенно в Азиатско-Тихоокеанском регионе сельскохозяйственной продукции расширяется, чтобы удовлетворить

спрос. Ожидается, что глобальная продовольственная система увеличит производство на целых 35% к 2030 году по сравнению с исходным уровнем 2015 года [133]. Кроме того, глобальная система производства продуктов питания сталкивается с проблемами, связанными с изменчивостью климата, наличием воды, земли, болезнями сельскохозяйственных культур, скота и устойчивостью к гербицидам/пестицидам. Системы с поддержкой искусственного интеллекта будут играть решающую роль, позволяя миру производить больше продуктов питания и клетчатки в рамках более жестких экологических ограничений. Это означает рост спроса на сельскохозяйственную робототехнику, системы точного земледелия, методы ведения сельского хозяйства, основанные на данных, и широкий спектр сельскохозяйственных технологий с поддержкой искусственного интеллекта. Австралийские компании, разрабатывающие эти технологии, скорее всего, найдут крупные рынки сбыта.

**Ожидается, что глобальная продовольственная система увеличит производство на целых 35% к 2030 году по сравнению с исходным уровнем 2015 года.**

Сектор технологий и услуг горнодобывающей промышленности Австралии (METS) уже значительно вырос. В этом секторе все чаще разрабатываются продукты горнодобывающей промышленности, связанные с искусственным интеллектом. По данным отраслевой организации Austmine, австралийский METS сектор приносит 90 миллиардов долларов дохода, в нем занято 400 000 человек и он экспортирует продукцию более чем в 200 стран [134].

В предстоящем десятилетии, вероятно, продолжится разработка месторождений высококачественной минеральной руды в Африке, Азии и Южной Америке. Новые горнодобывающие предприятия, вероятно, будут использовать искусственный интеллект на этапах разведки полезных ископаемых и эксплуатации месторождений. Появятся огромные возможности для увеличения экспорта австралийского искусственного интеллекта для горнодобывающей промышленности в мир. Утрата биоразнообразия, изменение климата и другие экологические проблемы обостряются по всему миру. По мере того как новые промышленно развитые страны (особенно в Азии) становятся богатыми, они активно ищут способы управления воздействием быстрой индустриализации на окружающую среду. Китай, к примеру, стремится улучшить качество воздуха в городах и регионах. План действий Китая по борьбе с загрязнением воздуха нацелен на улучшение качества воздуха в Пекине на 33% к 2020 году [135]. По всему Азиатско-Тихоокеанскому региону мы наблюдаем быстрое и масштабное внедрение программ по сохранению биоразнообразия и окружающей среды. Реализации этих программ будут способствовать технологии искусственного интеллекта. Австралия имеет хорошие возможности для разработки этих технологий искусственного интеллекта и продажи решений на мировых рынках.









# 9 ОСНОВ НА БУДУЩЕЕ

Для того чтобы Австралия могла в полной мере воспользоваться потенциальными преимуществами технологий искусственного интеллекта, крайне важно создать правильную среду для эффективного внедрения, адаптации и развития. Необходимы действия по устранению барьеров и использованию возможностей для роста. Эти действия актуальны для правительства, промышленности и общественных организаций.

## Развитие штата специалистов по ИИ 9.1

При подготовке этого отчета мы проанализировали более 4 миллионов австралийских объявлений о вакансиях с 2014 года, из которых 5200 были классифицированы как тесно связанные с искусственным интеллектом. Мы сопоставили эти данные с другими наборами данных, чтобы спрогнозировать тенденции в формирующейся в Австралии рабочей силе в области искусственного интеллекта. Мы обнаружили, что в настоящее время в Австралии насчитывается 6600 специалистов в области искусственного интеллекта. Это больше, чем 650 работников искусственного интеллекта в 2014 году, и ожидается дальнейший рост. По нашим оценкам, к 2030 году австралийской промышленности потребуется рабочая сила численностью от 32 000 до 161 000 сотрудников в области компьютерного зрения, робототехники, языка человека, технологий обработки данных и других областей знаний в области искусственного интеллекта. Существует широкий спектр будущих возможностей из-за неопределенности относительно масштабов научных достижений и степени внедрения технологий промышленностью. Помимо общего роста, рабочая сила в области искусственного интеллекта в Австралии, вероятно, станет более географически рассредоточенной. По нашим оценкам, в 2015 году 89% рабочих мест в области искусственного интеллекта было в Сиднее и Мельбурне. Однако, к 2018 году доля рабочих мест в сфере искусственного интеллекта в Сиднее и Мельбурне упала до 75% от общего числа, поскольку Брисбен, Канберра, Аделаида и Перт увеличили свои относительные доли. В некоторых регионах, таких как Балларат, глубинка Южной Австралии и Центральное побережье Нового Южного Уэльса, также наблюдался значительный рост числа работников, занимающихся искусственным интеллектом. Вероятно, это продолжится. К 2030 году у австралийских специалистов в области искусственного интеллекта появятся значительные возможности трудоустройства как в столицах, так и в регионах. Новая рабочая сила в области искусственного интеллекта необходима для удовлетворения оперативных требований промышленности. Предложение уже не соответствует спросу. Например, в 2017 году в Австралии, по оценкам, работало 301 000 специалистов по обработке данных, и ожидается, что эта цифра будет расти на 2,4% ежегодно до 2022 года. Это контрастирует со среднегодовым ростом числа рабочих мест для всей рабочей силы на 1,5%. Ожидается, что за этот период средняя годовая заработная плата работников сферы информационных технологий с последипломной квалификацией в области обработки данных вырастет примерно с 111 634 долларов до 130 176 долларов [136].

По оценкам, в 2017 году в Австралии работало 301 000 специалистов по обработке данных, и ожидается, что эта цифра увеличится расти на 2,4% каждый год до 2022 года.

Продвинутая математика и вычислительная логика являются основными навыками, необходимыми в рамках ИИ. Данные исследований в области образования предполагают, что нам нужно развивать эти навыки как можно раньше. Например, лонгитюдное исследование [137] 1364 детей в Соединенных Штатах, проведенное исследователями Калифорнийского университета в Ирвине, показало, что математические навыки в возрасте 4,5 лет точно предсказывают математические достижения в возрасте 15 лет. Исследование также показало, что улучшение математических навыков от детского сада до первого года обучения было еще лучшим показателем математических способностей подростков. Это и другие подобные исследования [138] предоставляют убедительные доказательства повышения качества знаний по математике и навыков в детском саду, подготовительной и младшей школе в Австралии. Большое значение имеют навыки в области продвинутой математики, которые необходимы для разработки и применения искусственного интеллекта. Однако данные Программы международной оценки учащихся (PISA), опубликованные Австралийским советом по образовательным исследованиям (ACER), показывают, что относительный рейтинг Австралии по математическим навыкам по сравнению с другими странами снижается с 2003 года. Согласно ACER, опрос PISA представляет собой оценку способности 15-летних детей использовать математические навыки для решения реальных жизненных задач [139]. Учитывая, что математика является основополагающим навыком для искусственного интеллекта, эта тенденция вызывает озабоченность. В целом, Австралии необходимо обучать совершенно новых специалистов по искусственному интеллекту для удовлетворения текущих и будущих операционных потребностей промышленности. Школы, университеты, технические колледжи и частные учебные заведения - все они будут играть определенную роль в развитии этих навыков. Императив обучения касается молодых и пожилых работников на всех этапах обучения. Для этого потребуются сочетание стратегий, учитывающих уникальные потребности отдельных людей.



## Кадровые ресурсы Австралии в области ИКТ

Согласно недавнему исследованию Deloitte Access Economics и Австралийского компьютерного общества [3], вся рабочая сила сектора информации, коммуникаций и технологий (ИКТ), которая тесно связана с рабочей силой искусственного интеллекта, насчитывала 663 100 работников в 2018 году. Это на 3,5% больше, или дополнительно на 22 300 работников, по сравнению с предыдущим годом.

По прогнозам, спрос на работников ИКТ вырастет в общей сложности до 758 700 работников к 2023 году со скоростью 20 000 дополнительных работников в год. Это представляет собой проблему для Австралии.

Австралия выпускает всего 5000 отечественных университетов ИКТ в год. Несмотря на неполное предложение квалифицированных работников ИКТ, это значительно ниже отраслевого спроса. Тем не менее, перспективы развития навыков специалиста по искусственному интеллекту хорошие. Наш анализ показал, что среди работников ИКТ Австралии насчитывается около 500 000 работников, обладающих необходимыми базовыми навыками и склонностями для специализации в области искусственного интеллекта. Это включает около 470 000 человек, уже работающих в десяти ведущих профессиях, имеющих отношение к ИИ, таких как программное обеспечение программирование, компьютерные сети, веб-разработка и управление ИКТ [10], которые являются основными кандидатами на повышение квалификации в области ИИ.

## Переходы в карьере 9.2 и Улучшения навыков

Большинству австралийских работников не потребуется развивать навыки специалиста по искусственному интеллекту; однако искусственный интеллект и связанные с ним цифровые технологии, вероятно, каким-то образом повлияют на их работу. Согласно недавнему отчету Всемирного экономического форума [140] ИИ вытеснит 75 миллионов рабочих мест и создаст 133 миллиона новых, что приведет к чистому увеличению на 58 миллионов новых рабочих мест к 2022 году в мировой экономике.

Это создает необходимость профессиональной переподготовки и переходного периода. Недавнее исследование, проведенное Google и консалтинговой фирмой AlphaBeta [141], показало, что австралийским работникам в среднем потребуется увеличивать время, затрачиваемое на освоение новых навыков, на 33% в течение своей жизни и что рабочие задачи будут меняться на 18% за десятилетие. Необходимость повышения квалификации обусловлена прежде всего тем, что цифровые технологии (включая искусственный интеллект) изменят профиль спроса на навыки рабочей силы. Некоторые из новых навыков, необходимых, будут носить технический характер. Однако по мере роста внедрения искусственного интеллекта значительное внимание будет уделяться человеческим навыкам, таким как креативность, рассудительность, логическое мышление, коммуникация и эмоциональный интеллект.

**Австралийским работникам в среднем потребуется увеличивать время, затрачиваемое на освоение новых навыков, на 33% в течение своей жизни, и эти рабочие задачи будут меняться на 18% за десятилетие.**

В то время как предыдущим поколениям требовались грамотность и умение считать, чтобы получить практически любую работу, будущим работникам также понадобится цифровая грамотность. Цифровая грамотность подразумевает способность взаимодействовать с передовыми информационными и коммуникационными технологиями и эффективно использовать их. Однако этих трех способностей грамотности, умения считать и цифровой грамотности будет недостаточно для большинства работников. Чтобы получить подходящую работу в нужном месте с правильной зарплатой и хорошими перспективами карьерного роста, людям понадобятся всесторонние навыки и знания.

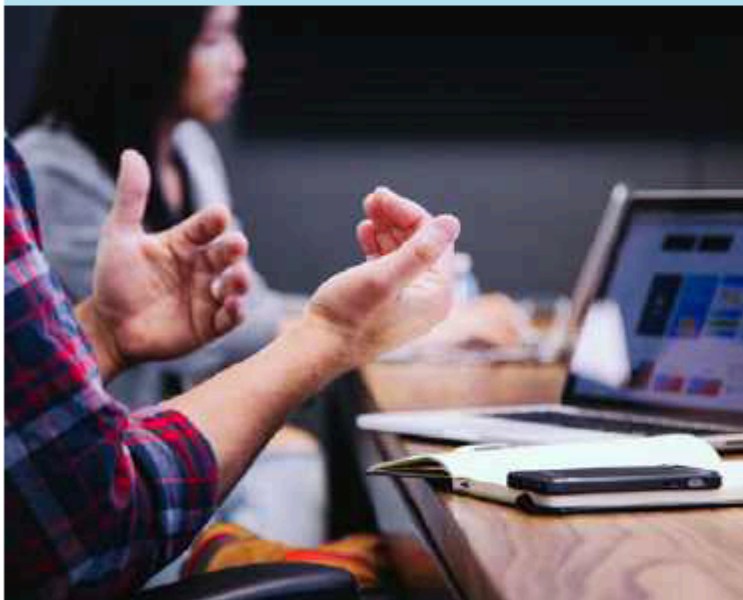
Например, исследование, проведенное исследователями Гарвардского университета [142], показало, что в период с 1980 по 2012 год количество рабочих мест, связанных с высоким уровнем социального взаимодействия, увеличилось на 12%. Напротив, они обнаружили, что рабочие места с интенсивным использованием математики, но менее социальные, сократились на 3,3%. Хотя это исследование относится к набору данных более чем семилетней давности, оно показывает важность более мягких навыков наряду с чистой математикой и / или техническими навыками. Другое исследование, проведенное исследователями из Индианского университета в США, показало, что "во все большей экономике, основанной на данных, спрос на мягкие социальные навыки, такие как командная работа и общение, возрастает с увеличением спроса на сложные технические навыки и инструменты" [143].

Общая оцифровка и автоматизация задач потребует от работников перехода в своей карьере из областей с низким спросом в области с более высоким спросом. Отдельные работники, правительства и компании могут предпринимать действия, такие как переподготовка, повышение квалификации и переквалификация, для более раннего (и качественного) перехода по карьерной лестнице. Работодателям потребуется сочетание технических и человеческих / социальных навыков, а также знаний. Технические навыки самих по себе может быть недостаточно для получения желаемой работы.

## Повышение квалификации персонала - микрокредитование

Одной из стратегий, помогающих нынешним работникам приобрести критически важные навыки для будущего, является микрокредитование. Все большее число австралийских университетов предлагают микрозаймы для обучения работников цифровым навыкам с помощью коротких, четких и целенаправленных программ обучения.

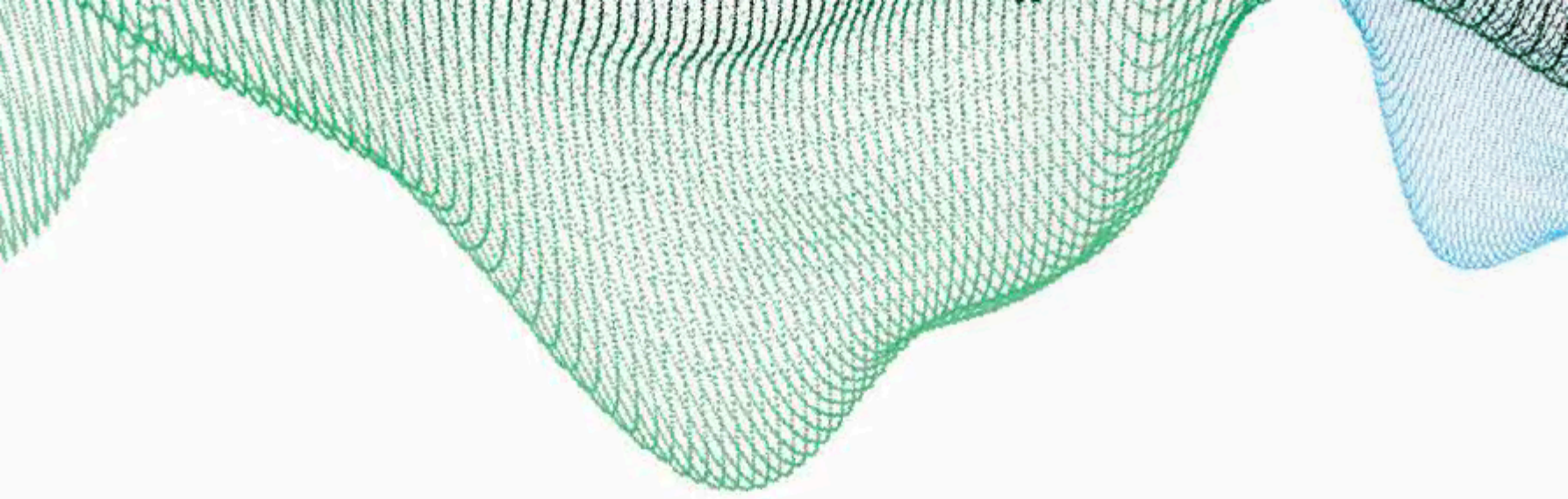
Например, имея кампусы в Сиднее, Брисбене, Мельбурне, Голубых горах, Аделаиде и Окленде, Университет Торренса сотрудничает с IBM в предоставлении как дипломных программ, так и микрокредитов в области облачных вычислений, больших данных и искусственного интеллекта [5]. В другом примере Университет Новой Англии в Армидейле предлагает индивидуальные курсы, которые позволяют студентам выбирать конкретные предметы, необходимые им для приобретения конкретных навыков и знаний, имеющих отношение к их карьерным траекториям. Многие индивидуальные курсы проводятся в областях, имеющих отношение к науке о данных и искусственному интеллекту [8].



## 9.3 Управление данными и доступ к ним

В большинстве приложений ИИ зависит от больших, подробных и разнообразных наборов данных. Приложениям машинного обучения часто требуется "обучающий набор данных", который позволяет разработать, протестировать и усовершенствовать алгоритм перед применением в реальном мире. Доступ к наборам обучающих данных стал одним из наиболее важных и сложных этапов разработки искусственного интеллекта. Например, компания Google DeepMind начала работать с Королевской бесплатной больницей Соединенного Королевства в 2016 году над выявлением и диагностикой острых повреждений почек (ОПП) с помощью методов машинного обучения [144]. Основной проблемой для этой технологии спасения жизней была не разработка алгоритмов машинного обучения; основной проблемой была обработка 1,6 миллиона подробных медицинских записей пациентов с достаточным уровнем защиты конфиденциальности. Информационная комиссия Соединенного Королевства (ICO) выявила некоторые проблемы, связанные с осведомленностью и согласием пациентов о том, как используются их личные данные [145]. Развитие этих технологий будет зависеть от решения всеми вовлеченными сторонами юридических, этических и практических проблем, связанных с доступом к данным. Большое количество чрезвычайно полезных и спасающих жизни приложений искусственного интеллекта в здравоохранении, на транспорте, в правоохранительных органах и других секторах зависят от управления данными. Более широкий доступ к высококачественным маркированным наборам данных улучшит тренировочную базу для систем искусственного интеллекта. В Австралии уже осуществляются значительные инициативы в области открытых данных и связанных с ними инициатив, примеры включают data.gov.au и Австралийскую национальную службу данных, но можно сделать больше. Разработчикам искусственного интеллекта также нужны определенность и рекомендации относительно того, что представляет собой этическое и приемлемое использование личных данных. Это требует внимания к "распространению данных"; постепенному увеличению полноты и детализации данных о людях, которыми располагают организации, которые при перекрестных ссылках на другие данные дают еще более подробную информацию о личности. Организации будут все чаще сталкиваться с проблемами обеспечения целостности данных, при которых личная и конфиденциальная информация людей будет надлежащим образом защищена и управляться. Вопросы, связанные с этическим обращением с данными в контексте искусственного интеллекта, более подробно рассматриваются в рамках этики искусственного интеллекта [146].





## 9.4 Укрепление доверия к ИИ

Доверие будет иметь важное значение для достижения широкого внедрения искусственного интеллекта, и это было в центре внимания Концепции этического подхода австралийского правительства к искусственному интеллекту, опубликованной в 2019 году для консультаций с общественностью.

Были выявлены три основные проблемы, которые делают доверие важным для внедрения ИИ. Во-первых, система ИИ обычно предполагает передачу некоторого уровня человеческого контроля машине.

Пользователь должен быть уверен, что искусственный интеллект выполнит задачу по крайней мере так же хорошо, если не лучше, чем человек, с точки зрения безопасности, эффективности и общего качества. Во-вторых, многие системы искусственного интеллекта приобретают, анализировать, передавать и хранить личные и конфиденциальные данные. Пользователь должен быть уверен, что система искусственного интеллекта не разгласит ненадлежащим образом или не удалит личную информацию. В-третьих, из-за сложности его внутренней работы ИИ часто является "черным ящиком" для пользователей; люди не могут легко узнать, как работает продвинутый ИИ. Пользователю нужно будет быть уверенным, что продукт искусственного интеллекта делает то, что от него требуется;

они не смогут увидеть или проверить его работу. Эти три фактора означают, что разработчикам ИИ приходится преодолевать значительные препятствия на пути доверия, включая предполагаемый риск, прежде чем потребители начнут использовать (и покупать) их продукты.

Например, водителю автоматизированного транспортного средства требуется значительное доверие, прежде чем передать управление машине.

То же самое делают дорожные службы. Люди, скорее всего, будут настаивать на более высоких стандартах комфорта и безопасности для автоматизированных автомобилей по сравнению с автомобилями, управляемыми человеком. Опрос, проведенный Американской автомобильной ассоциацией [147] вскоре после инцидента с автоматизированным автомобилем Uber со смертельным исходом в марте 2018 года, показал, что доверие к автоматизированным автомобилям снижается (а не растет).

Опрос показал, что 64 процента миллениалов не стали бы ездить на беспилотных автомобилях; по сравнению с 49 процентами ранее. Старшие поколения еще более недоверчивы: 71 процент бэби-бумеров и 68 процентов представителей поколения X указали, что они не чувствовали себя в безопасности в автоматизированном автомобиле. Широкого внедрения автоматизированных транспортных средств не произойдет до тех пор, пока люди не будут доверять этим продуктам.

Исследователи из Университета Цепелин в Германии изучили, как люди развивают доверие к ИИ в условиях транспорта и здравоохранения [148]. Они использовали подход тематического исследования, в ходе которого изучались проект Daimler Future Trucks 2025, автоматизированные автомобили BMW, использование IBM Watson в медицинских учреждениях, роботизированное устройство Care-O-bot, разработанное Институтом Фраунгофера для ухода за пожилыми людьми в их домах, и несколько других продуктов искусственного интеллекта.

Исследователи обнаружили, что доверие должно быть достигнуто разработчиком искусственного интеллекта двумя способами: (а) доверием к технологии и (б) доверием к компании. Доверие к технологии происходит из создания эффективных пользовательских интерфейсов, руководств по продуктам, научных данных, технических пояснений, научных обзоров и наглядных испытаний.

Доверие к компании происходит из ее послужного списка предыдущих успехов и неудач с продуктами искусственного интеллекта, который со временем создает репутацию. Доверие к компании также зависит от их общего уровня прозрачности.

## Наука, исследования

### и 9.5 Разработка технологий

Как новая и развивающаяся область науки и техники, для раскрытия преимуществ ИИ для Австралии необходимы как чистые, так и прикладные исследования и разработки. Многие предлагаемые системы искусственного интеллекта представляют собой идеи или теории на ранней стадии о том, что может быть возможным. Однако они не могут быть безопасно или эффективно применены в реальном мире, потому что нам не хватает достаточных знаний, чтобы заставить их работать должным образом. Например, если мы хотим достичь уровня

пять автоматизированных автомобилей (то есть полностью автоматизированных в любых условиях) нам нужны научные прорывы в области компьютерного зрения и машинного обучения, которых еще не произошло. Такие прорывы зависят от чисто теоретических исследований в математике, физике и других научных областях. Нам

также понадобятся прикладные исследования и разработки, чтобы определить, как внедрить многие готовые продукты искусственного интеллекта в контексте существующих цепочек поставок или бизнес-процессов. Это потому, что новая система искусственного интеллекта может предполагать совершенно иной способ ведения бизнеса. Для многих компаний искусственный интеллект - неизвестная величина, предлагающая значительные возможности, но также и риск. Внедрение систем искусственного интеллекта обычно требует интенсивного процесса проб и ошибок, включающего прикладные исследования и разработки, чтобы определить, что работает, а что не работает. Во всех областях применения исследования и разработки позволяют нам задумывать, проектировать, создавать и тестировать экспериментальные системы искусственного интеллекта в новых контекстах.

### НИОКР можно рассматривать как источник будущих возможностей для австралийской экономики.

Самые последние данные ОЭСР показывают, что Австралия потратила 1,9% ВВП на все виды НИОКР по сравнению со средним показателем по ОЭСР в 2,4% и Китаем в 2,1% [149]. В финансовом году, закончившемся в июне 2016 г., все предприятия Австралии вместе взятые потратили 16,7 миллиарда долларов на все виды НИОКР [150]. Однако такие компании, как Amazon (31 миллиард долларов в год), Alphabet (Google) (22 миллиарда долларов в год), Intel (17 миллиардов долларов в год) и Microsoft (17 миллиардов долларов в год) [151] тратят значительные средства на исследования и разработки; большая часть из которых связана с искусственным интеллектом. Alibaba, Tencent и Baidu из Китая также инвестируют в крупные исследования и разработки в области искусственного интеллекта, как и многие компании по всему миру.

Инвестиции, осуществляемые этими компаниями, финансируют deep, blue-sky и discovery science в дополнение к прикладным исследованиям. Эти и другие подобные компании будут использовать свои передовые технологии искусственного интеллекта, чтобы конкурировать с австралийскими компаниями внутри страны и за рубежом. Многим секторам австралийской экономики необходимо будет больше вкладывать в исследования и разработки сегодня, чтобы оставаться конкурентоспособными к 2030 году. Нам понадобятся исследования и разработки, чтобы раскрыть ценность этой чрезвычайно сложной, новой и неопределенной технологической возможности.



## Цифровая инфраструктура 9.6 и кибербезопасность

Для приобретения необходима цифровая инфраструктура, передача, хранение и анализ данных. Искусственный интеллект не будет работать, и не может быть разработан, там, где недостаточно цифровой инфраструктуры. Это включает в себя требования к доступу к безопасным высокопроизводительным вычислениям и развитию сенсорных систем в дополнение к быстрому подключению к Интернету. Например, разработка и применение сельскохозяйственной робототехники будет ограничено в сельской местности без достаточного подключения. Из-за обширных территорий отдаленных земель с низкой плотностью населения перед Австралией стоит задача обеспечения экономически эффективного высокоскоростного интернета по всему континенту. В рамках внедрения искусственного интеллекта, нам нужно будет нацелить обновление цифровой инфраструктуры на географические регионы и отрасли промышленности, где это необходимо. Министерство связи правительства Австралии и искусств управляет программой мобильной связи Black Spot и Региональной программой подключения, которые обеспечивают финансирование

для улучшения телекоммуникаций по всей Австралии. Программа Mobile Black Spot инвестирует в инфраструктуру мобильной связи для улучшения покрытия мобильной связью, особенно вдоль основных региональных транспортных маршрутов и в небольших населенных пунктах. Региональная программа подключения разрабатывается для целевых инвестиций в ряд технологий для максимального использования экономических возможностей и общерегиональных выгод для жителей регионов, сельских районов и отдаленных районов Австралии. Эти и другие подобные программы помогут развивать цифровую инфраструктуру, жизненно важную для внедрения искусственного интеллекта в австралийскую экономику. Другое важнейшее требование для внедрения искусственного интеллекта связано с кибербезопасностью. Переход от систем, управляемых человеком, к системам искусственного интеллекта связан с повышением угрозы кибербезопасности. Искусственный интеллект также будет использоваться киберпреступниками для создания новых форм риска и уязвимости. Достижение более высоких уровней кибербезопасности и разработка совершенно новых систем кибербезопасности будут иметь жизненно важное значение для внедрения искусственного интеллекта в австралийскую экономику.

## Стандарты, функциональная совместимость 9.7 и этика

Рост ИИ потребует новых стандартов, касающихся производительности, безопасности, уровней прозрачности и объяснимости систем искусственного интеллекта, автономии, конфиденциальности, интероперабельности, безопасности данных, сбора данных, владения данными, качества данных, форматов данных и хранения данных. Международная организация по стандартизации (ISO), Американский национальный институт стандартов (ANSI) и Standards Australia (SA) активно работают в этой области. Стандарты и валидация системы станут важными способами для укрепления доверия, которое будет жизненно важно для достижения широкого внедрения ИИ. Помимо стандартов, существует вопрос этического применения. ИИ предоставляет возможность для повышения справедливости, прозрачности, равенства возможностей и достижения общих этических результатов. Однако это мощная технология, которая сопряжена с рисками негативных результатов. К этому документу прилагается дискуссионный документ по этике ИИ [146]. В нем представлен набор принципов и инструментов этического ИИ, подкрепленных многочисленными тематическими исследованиями.



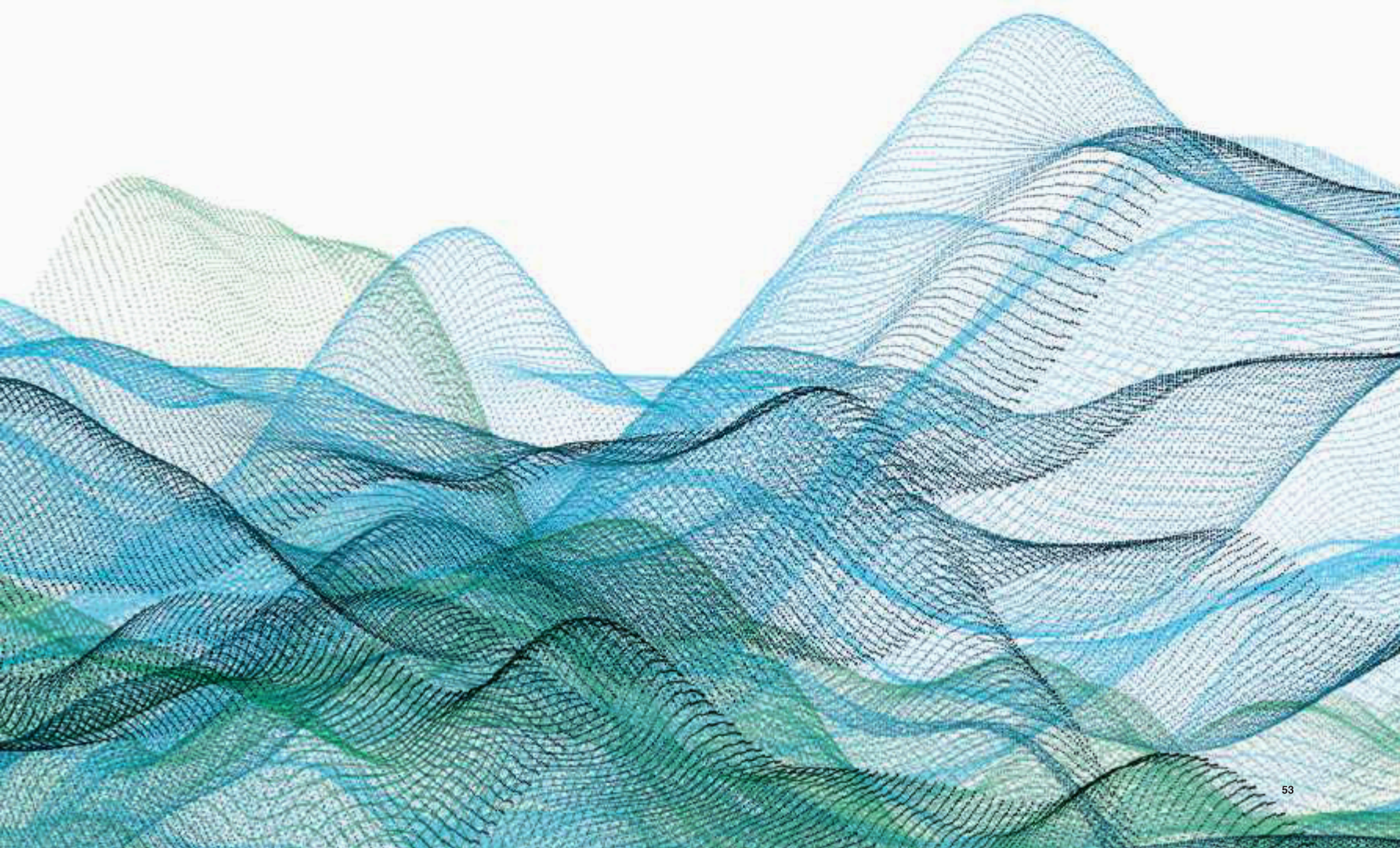






# 10 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Человечество находится в процессе создания машин, которые обладают способностью обучаться самостоятельно без явного руководства человека. ИИ уже кодирует свой собственный ИИ. Мы являемся свидетелями конвергенции мощных технологий с неизвестными будущими возможностями. Вот почему мир пробуждается к искусственному интеллекту и вот почему был написан этот документ. Способность машины к обучению представляет собой новый способ решения наших самых сложных проблем. Это может повысить производительность австралийской промышленности и улучшить качество жизни нынешнего и будущих поколений австралийцев.







# 11 ССЫЛОК

1.

Эглтон, М. 2019. Мегатенденции, формирующие наше будущее (28 мая). Австралийский финансовый обзор. Сидней.

2.

Поуп, N. 2018. Технологии повышают независимость людей с ограниченными возможностями. Руководство по поддержке инвалидов.

3.

Аделаида. Deloitte Access Economics. 2018. Цифровой импульс Австралии: Движущая сила международной конкурентоспособности Австралии в области ИКТ и цифрового роста. Австралийское компьютерное общество. Сидней, Австралия.

4.

OgeFox. Веб-сайт компании OgeFox доступен 1 февраля 2019 года. Ogefox Pty Ltd. Брисбен, Австралия.

5.

Университет Торренса. 2019. Партнерство с IBM. Торренс Университет Австралии (Веб -сайт <https://www.torrens.edu.au/> о компании / партнерские отношения / ibm). Сидней.

6.

RMIT. 2018. Компьютеры используют данные социальных сетей для прогнозирования преступности. Университет RMIT. Мельбурн.

7.

Гарнси, Э. и П. Хеффернан. 2005. Кластеризация высоких технологий за счет выделения и привлечения инвестиций: пример Кембриджа. Региональные исследования 39 (8): 1127-1144.

8.

UNE. 2019. Изучайте только те разделы диплома, которые вам нужны - ИСПОЛЬЗУЙТЕ новые индивидуальные курсы. Университет Новой Англии (Веб-сайт: [www.une.edu.au/bespokecourses](http://www.une.edu.au/bespokecourses)). Армидейл, Новый Южный Уэльс.

9.

Нотон, Дж. 2013. Они называют это Силиконовым болотом. Так что же такое специальный розыгрыш Кембриджа? (1 декабря). Газета "Гаурдиан" . Сидней.

10.

ABS. 2018. Рабочая сила, Австралия (номер по каталогу 6202.0). Австралийское бюро статистики. Канберра. PwC. 2019. Определение размера приза: Глобальное исследование PwC в области искусственного интеллекта: использование революции в области искусственного интеллекта. Прайс Уотерхаус Куперс. Лондон.

11.

Vision2020. 2019. Краткий обзор услуг по борьбе со слепотой и слабовидением в Австралии. Vision 2020 - право на зрение Австралия. Мельбурн.

12.

AIHW. 2018. Краткий обзор старой Австралии. Австралийский институт здравоохранения и социального обеспечения. Канберра. ИЮНЬ 2019. Роботизированный инструмент AgBot II для обработки сельскохозяйственных культур и сорняков на конкретном участке . Технологический университет Квинсленда (Веб-сайт доступен 10 сентября 2019 г.). Брисбен.

13.

Робинсон, Дж. и П. Торн. 2018. Призваны ли чат-боты играть определенную роль в предотвращении самоубийств? Беседа (24 октября). Австралия.

14.

AIHW. 2016. Рак кожи в Австралии. Австралийский институт здравоохранения и социального обеспечения. Канберра.

15.

Эстева, А., Б. Купрел, Р.А. Новоа, Дж. Ко, С.М. Светтер, Х.М. Блау и С. Траун. 2017. Классификация на уровне дерматолога рака кожи с помощью глубоких нейронных сетей. Природа 542:115.

16.

Алфавит. 2018. Цифровые инновации: возможность Австралии стоимостью 315 миллиардов долларов . AlphaBeta. Сидней.

17.

Сентанс, Р. 2018. Будущее голосового поиска: 2020 год и последующий период. Экономический консультант. Лондон, Великобритания.

18.

Олсон, С. 2016. Просто скажите это: будущее поиска - за голосом и персональными цифровыми помощниками. Кампания. Лондон, Великобритания. Королевство.

19.

Баллард, Д. и К. Браун. 1982. Компьютерное зрение. Прентис-Холл. Эджвуд-Клиффс, Нью-Джерси.

20.

Гудфеллоу, И.Дж., Дж. Пуже-Абади, М. Мирза, Б. Сюй, Д. Варде-Фарли, С. Озэйр, А.К. Курвиль и Ю. Бенджио.

21.

2014. Генеративные состязательные сети. Достижения в области нейронных систем обработки информации: 2672-2680.

22.

Кубота, Т. 2017. Алгоритм Стэнфорда может диагностировать пневмонию лучше, чем рентгенологи. Новости Стэнфорда.

23.

Соединенные Штаты.

24.

Нау, Д., М. Галлаб и П. Траверсо. 2004. Автоматизированное планирование: теория и практика. Издательство Кембриджского университета . Великобритания.

25.

Jiménez, S., T.D.L. Rosa, S. Fernández, F. Fernández, and D. Боррайо, 2012 год. Обзор: Обзор машинного обучения для автоматизированного планирования. Обзор разработки знаний 27 (4): 433-467.

26.

Уокер, М.А., Д.Дж. Литман, К.А. Камм и А. Абелла. 1997. Оценка систем с интерактивным диалогом: расширение компонентной оценки до комплексной системной оценки. Системы интерактивного устного диалога по объединению речи и НЛП в реальных приложениях: 1-8. Мартинс, Р. и Ф. Менегуцци. 2014. Модель "умного дома" с использованием фреймворка JaCaMo. 12-я Международная конференция IEEE по промышленной информатике : 94-99.

27.

Тайран, К.К. и Дж.Ф. Джордж. 1993. Внедрение экспертных систем: обзор успешных внедрений.

28.

База данных ACM SIGMIS: База данных достижений в информационных системах 24 (1): 5-15.

29.

Нилакантан, А. 2017. Представление знаний и рассуждения с помощью глубоких нейронных сетей. Докторская диссертация. Массачусетский университет в Амхерсте.



30. Шмидт, Э. и Дж. Розенберги. 2014. Как работает Google. Издательство Grand Central Publishing. Нью-Йорк.
31. Казначейство. 2015. Отчет о смене поколений: Австралия 2055. Австралийское Содружество. Канберра.
32. DIIS. 2018. Отраслевые идеи: будущая производительность. Офис главного экономиста Департамента промышленности, инноваций и науки правительства Австралии. Канберра.
33. Организация экономического сотрудничества и развития. 2018. Основные научно-технические показатели, Том 1 за 2018 год. Париж.
34. Gurriá, A. 2016. Презентация экономического обзора ОЭСР, июнь 2016 г. Организация экономического сотрудничества и развития. Париж.
35. Джонс, С.Л., П. Агион и Б.Ф. Джонс. 2017. Искусственный интеллект и экономический рост. Стэнфордский институт исследований экономической политики. США
36. Парди, М. и П. Догерти. 2016. В центре внимания страны: почему искусственный интеллект - будущее роста. Accenture. Дублин, Ирландия. McKinsey.
37. 2017. Цифровая Австралия: использование возможностей Четвертой промышленной революции. McKinsey и компания. Сидней. AlphaBeta. 2019. Цифровые возможности Австралии: растущая технологическая индустрия стоимостью 122 миллиарда долларов в год. Консалтинговый отчет, подготовленный для DIGI ([www.digi.org.au](http://www.digi.org.au)) AlphaBeta. Сидней.
38. ОЭСР. 2019. Рекомендация Совета по искусственному интеллекту (5 мая). Правовые инструменты Организации экономического сотрудничества и развития. Париж.
- 39.
40. Казначейство. 2018. Бюджетная стратегия и перспективы на 2018/19 годы. Бюджетный документ № 1. Правительство Австралии. Канберра. CSIRO. 2018.
41. CSIRO инвестирует \$ 35 млн в будущее космоса и искусственного интеллекта для Австралии. Пресс-релиз от 19 ноября. CSIRO. Канберра. UoA.
42. 2017. Новый исследовательский институт машинного обучения (9 декабря, пресс-релиз на веб-сайте). Университет Аделаиды. Австралия.
43. ARC. 2019. Набор данных о результатах гранта. Австралийский исследовательский совет (Веб-сайт). Канберра.
44. QUT. 2014. Новый центр подарит роботам зрение (Пресс-релиз от 18 марта). Квинслендский технологический университет. Брисбен.
- 45.
46. DIIS. 2018. Заявление о принципах австралийского Зоны инноваций: партнерские отношения на местах, строящиеся на сильных сторонах конкуренции. Правительство Австралии Департамент промышленных инноваций и науки. Канберра.
47. Сбор стартапов. 2018. Годовой отчет Startup Muster за 2018 год. Сидней.
48. Сбор стартапов. 2017. Годовой отчет Startup Muster за 2017 год. Сидней.
- 49.
50. бизнес. 2019. Гранты, помощь и иная поддержка - Экспортные центры малых и средних предприятий (МСП). Правительство Австралии ([business.gov.au](http://business.gov.au)). Канберра.
51. Пианта, М. и В. Мелициани. 1996. Технологический специализация и экономические показатели в ОЭСР Страны. Технологический анализ и стратегическое управление 8 (2):157-174.
52. Юнмитаг, А. 2004. Инновации, технологический 51. специализация и экономический рост в ЕС. Международная экономика и экономическая политика 1(2):247-273.
53. Арчибуги, Д. и М. Пианта. 1992. Технологический 52. Специализация развитых стран: отчет для ЕЭС о международной научно-технической деятельности. Научные и деловые СМИ Springer. Лондон. Эвангелиста Р., В. Мелициани и А. Веццани. 2018. 53. Специализация на ключевых стимулирующих технологиях и региональный рост в Европе. Экономика инноваций и новых технологий 27(3):273-289.
54. ОЭСР. 2013. Инновационный рост в регионах: Роль разумной специализации.
55. ISA. 2017. Австралия 2030: процветание через инновации. Инновации и наука Австралии (ISA), правительство Австралии . Канберра, Австралия. Маццукато, М., 2018. Инновационная политика, ориентированная на миссию: вызовы и возможности. Промышленные и корпоративные изменения 27(5):803-815.
- 56.

|     |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 57. | IPPR. 2019. Промышленная стратегия Великобритании, ориентированная на миссию: Комиссия Калифорнийского университета по инновациям, ориентированным на миссию, и промышленной стратегии. Институт инноваций и общественных целей. Лондон. | Альфа-бета. 2018. Цифровые инновации - \$ 315 млрд. 70 в Австралии. Opportunity. AlphaBeta. Сидней.                                                                                                                                                                       |
| 58. | Паулюс-Ромер, Д., Х. Шаттон и Т. Бауэрнхансль. 2016. Экосистемы, стратегия и бизнес-модели в эпоху оцифровки - как обрабатывающая промышленность собирается изменить свою логику. Процедура CIRP 57: 8-13.                               | AIHW. 2018. Вкратце о здоровье Австралии в 2018 году. Австралия 71.                                                                                                                                                                                                       |
| 59. | Кларисс, Б., М. Райт, Дж. Брюнил и А. Махаджан. 2014. Создание ценности в экосистемах: преодоление пропасти между экосистемами знаний и бизнеса. Исследования Политика 43 (7): 1164-1176.                                                | Правительство - Австралийский институт здравоохранения и социального обеспечения. Канберра.                                                                                                                                                                               |
| 60. | Цудзимото М., Я. Кадзикава, Дж. Томита и Я. Мацумото. 2018. Обзор концепции экосистемы - На пути к согласованному проектированию экосистемы. Технологическое прогнозирование и социальные изменения 136: 49-58.                          | AIHW. 2018. Смертность в Австралии. Правительство Австралии - 72.                                                                                                                                                                                                         |
| 61. | Мур, Дж. 1993. Хищники и добыча: новая экология конкуренции. Harvard Business Review (выпуск за май-июнь). Соединенные Штаты. AIHW.                                                                                                      | Институт здравоохранения и социального обеспечения. Онг, Дж.М. и Л. да Круз. 2012. Бионический глаз: обзор. 73.                                                                                                                                                           |
| 62. | 2017. Расходы на здравоохранение Австралии. Австралийское правительство - Институт здравоохранения и социального обеспечения. Канберра, Австралия. CSIRO.                                                                                | Клиническая и экспериментальная офтальмология 40 (1): 6-17. Джонстон, М. 2018. Университет Мельбурна возглавит медицинский центр AI 74. исследовательский центр (10 октября). Новости информационных технологий. Австралия.                                               |
| 63. | 2018. Будущее здравоохранения: смещение фокуса внимания Австралии с лечения болезней на управление здоровьем и благополучием . CSIRO. Австралия.                                                                                         | Университет Дикина. 2018. Прикладной искусственный интеллект 75. Институт. Университет Дикина. Университет Монаша. 2018. Мультимодальный медицинский искусственный интеллект. Монаш 76.                                                                                   |
| 64. | AIHW. 2018. Время ожидания в отделении неотложной помощи и плановая операция на риссе. Правительство Австралии Институт здравоохранения и социального обеспечения. Канберра.                                                             | Университет. Палмер-Деррьен, С. 2018. Медицинский стартап с искусственным интеллектом получил государственный грант в размере 77.                                                                                                                                         |
| 65. | Бангер, М. 2019. Увеличивается время ожидания ухода за престарелыми по месту жительства (22 января). Австралийская газета. Сидней.                                                                                                       | 1,1 миллиона долларов на разработку инструмента диагностики болезни Альцгеймера с CSIRO. SmartCompany. Австралия.                                                                                                                                                         |
| 66. | AIHW. 2018. Здоровье Австралии в 2018 году - сельское и отдаленное население . Австралийское правительство - Институт здравоохранения и социального обеспечения.                                                                         | ВОЗ. 2018. Новые взгляды на глобальные расходы на здравоохранение 78. обеспечение всеобщего охвата услугами здравоохранения: глобальный доклад. Всемирная организация здравоохранения. Женева. GMI.                                                                       |
| 67. | AIHW. 2017. Здравоохранение в сельской местности и отдаленных районах. Австралийский Государственный институт здравоохранения и социального обеспечения. Канберра.                                                                       | 2018. Объем рынка цифрового здравоохранения превысит 379 миллиардов долларов к 79.                                                                                                                                                                                        |
| 68. | Министерство здравоохранения. 218. Старение и уход за престарелыми. Министерство здравоохранения правительства Австралии.                                                                                                                | 2024 году. Обзор мирового рынка. 80.                                                                                                                                                                                                                                      |
| 69. | AIHW. 2018. Здоровье Австралии в 2018 году: вкратце. Австралийский Институт здравоохранения и социального обеспечения.                                                                                                                   | ООН. 2017. Глобальный хранитель общественного здравоохранения. Соединенные Штаты                                                                                                                                                                                          |
|     |                                                                                                                                                                                                                                          | Страны. Нью-Йорк.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 81. | БИТРЕ. 2019. Смертность на дорогах Австралии: декабрь 2018 года. Австралийское правительственное бюро инфраструктуры, транспорта и региональной экономики. Канберра.                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|     |                                                                                                                                                                                                                                          | AIHW. 2018. Травма - госпитализирован в результате приземления                                                                                                                                                                                                            |
|     |                                                                                                                                                                                                                                          | 82. транспортные происшествия. Австралийский правительственный институт здравоохранения и социального обеспечения. Канберра. DIRDC. 2018. Безопасность дорожного движения.                                                                                                |
|     |                                                                                                                                                                                                                                          | Правительство Австралии 83. Департамент инфраструктуры, регионального развития и городов. Канберра, Австралия.                                                                                                                                                            |
|     |                                                                                                                                                                                                                                          | 84. AAA. 2018. Загруженность дорог в Австралии. Австралия                                                                                                                                                                                                                 |
|     |                                                                                                                                                                                                                                          | Автомобильная ассоциация (AAA). Канберра.                                                                                                                                                                                                                                 |
| 85. |                                                                                                                                                                                                                                          | БИТРЕ. 2015. Тенденции стоимости дорожного движения и заторов в столицах Австралии. Бюро инфраструктуры, транспорта и региональной экономики, Правительство Австралии , Канберра. Правительство Австралии - Департамент инфраструктуры, регионального развития и городов. |



86. Хьюбел, Н. и К. Кеннеди. 2018. Прямое столкновение система предупреждения о столкновении. Профилактика дорожно-транспортного травматизма: 1-6. Чиччино, Дж.Б. 2017. Эффективность систем предупреждения о переднем столкновении и автономного экстренного торможения в снижении частоты столкновений спереди и сзади. Анализ аварий и предотвращение 99(1):142-152.

88. Патель, П. 2016. Сигналы светофора с искусственным интеллектом в Питтсбурге сделают вождение менее скучным. IEEE Spectrum.

89. Блауэрс, Д. 2018. Провал энергетической политики за 10 лет история растущих счетов за электроэнергию. АЗБУКА

90. Финкель, А. 2017. Независимый обзор будущего безопасность национального рынка электроэнергии. Главный научный сотрудник. Зиа, Т. 2017. Автомобильной промышленности Австралии нужны правила кибербезопасности для борьбы с угрозой взлома. Беседа. Центр, А.С.С. 2017. Отчет об угрозах за 2017 год. Австралийское правительство - Австралийский центр кибербезопасности. Accenture Security. 2018. Набирающий силу кибератакующий : состояние киберустойчивости в 2018 году.

94. ACIC. 2016. От государственных до федеральных и глобальных проблем преступности. Австралийская комиссия по уголовной разведке.

Террилл, М. 2018. Перерасход средств на транспортную инфраструктуру. 95. ШТ. 2014. Исследование общественной инфраструктуры (номер отчета)

71) Тома 1 и 2. Комиссия по производительности правительства Австралии . Канберра.

97. Боудич, Г. 2017. Восстановление глобального лидерства Австралии в инфраструктуре. Сиднейский университет. Сидней, Австралия.

98. АТИС. 2018. Подключенные и автоматизированные транспортные средства. Австралийская комиссия по торговле и инвестициям, правительство Австралии . Канберра.

99. Смит, Дж. 2018. Австралия приближается еще на шаг к автомобилю без водителя. Telstra Exchange. Сидней.

100. Cohda. 2019. Cohda выбрана для нового подключенного автомобиля в США пробная версия. Веб-сайт Cohda Wireless (cohdawireless.com) Проверено 17 апреля 2019 года. Аделаида.

101. Austrade. 2019. Тематическое исследование - Cohda Wireless beats GPS черные точки в Нью-Йорке. Веб-сайт Austrade (https://

www.austrade.gov.au/future-transport/case-studies/cohda-wireless/). Канберра. 102. SCATS. 2019. Почему выбран Сиднейский координированный. Адаптивная система дорожного движения? Сидней координировал веб-сайт компании Adaptive Traffic System и правительства Нового Южного Уэльса Департамент транспортных дорог и маратических служб. Сидней.

103. Араш Джалалиан, Южная Каролина, Майкл Оствальд. 2014. Моделирование динамика пешеходного потока для оценки дизайна городского и архитектурного пространства. Университет Ньюкасла. 104. PSMA. 2017. Годовой отчет. PSMA Австралия. Канберра. 105. Кармоди, Дж. 2017. Беспилотные автомобили в стиле Uber отправляются в Перт в рамках международного судебного разбирательства (29 ноября). ABC News. Сидней.

106. Rio Tinto. 2018. Чем закончился самый большой робот в мире здесь? Веб-сайт Rio Tinto. Сидней.

107. CSIRO. 2016. Карта воздушной подушки. Веб-сайт CSIRO. Канберра.

108. ФАО. 2017. Будущее продовольствия и сельского хозяйства - тенденции и вызовы. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Организация Объединенных Наций.

109. Робертс, А. 2014. Прогнозирование будущего глобальных водных ресурсов стресс. Массачусетский технологический институт. Бостон. 110. ОВОС. 2016. ОВОС прогнозирует увеличение мировой энергетики на 48%. потребление к 2040 году. Управление энергетической информации США.

UN. 2018. Перспективы мировой урбанизации. Организация Объединенных Наций 111. Программа развития. Нью-Йорк, Соединенные Штаты. 112. DFAT. 2017. Белая книга по внешней политике. Австралия Правительство, Министерство иностранных дел и торговли. Канберра, Австралия.

113. Хиткоут, С. 2017. Прогнозирование инвестиций в инфраструктуру потребности 50 стран, 7 секторов до 2040 года. Всемирный банк. Вашингтон, округ Колумбия. 114. FS. 2018. Перспективы мирового рынка автономного вождения. Фрост и Салливан. Сан-Антонио, Техас, Соединенные Штаты.

115. Видо, А. 2017. Фермеры стареют по данным последнего опроса показывает, что средний возраст составляет 56 лет (7 июля). ABC Rural News. Сидней. 116. ABS. 2017. Номер по промышленному каталогу Австралии 8155.0. Австралийское статистическое бюро. Канберра.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>117. АБАРЕС. 2017. Производительность имеет значение для прибыли фермы (Веб-сайт ABARES). Государственный департамент Австралии по сельскому хозяйству и водным ресурсам. Канберра.</p> <p>118. Дойл К. 2019. ВОМ объявляет 2018 год третьим по жаре в Австралии за всю историю наблюдений год (10 января). ABC News. Сидней.</p> <p>119. Оуэн М., К. Престон и С. Уокер. 2013. Сопrotивление Растет по всей Австралии. Почвопокровие 104 (1).</p> <p>120. DIIS. 2018. Целевая группа "Ресурсы 2030" по австралийским ресурсам - обеспечение процветания будущих поколений. Департамент промышленности, инноваций и науки, правительство Австралии . Канберра.</p> <p>121. Прайор, Т., Д. Джурко, Г. Мадд, Л. Мейсон и Дж. Бехриш. 2012. Истощение ресурсов, пиковые минералы и последствия последствия для устойчивого управления ресурсами. Глобальные изменения окружающей среды 22(3):577-587.</p> <p>122. Шодде, Р. 2017. Долгосрочные тенденции в мировой геологоразведке - находим ли мы достаточно металла? 11-я Фенноскандинавская конференция по разведке и добыче полезных ископаемых 31 октября, Леви, Финляндия. MinEx Consulting. Австралия.</p> <p>123. Родригес-Галиано В., М. Санчес-Кастильо М. Чика-Олмо и М. Чика-Ривас. 2015. Машинное обучение прогнозные модели перспективности полезных ископаемых: оценка нейронных сетей, случайного леса, деревьев регрессии и машин опорных векторов. Обзоры по геологии руд 71:804- 818.</p> <p>124. SWA. 2016. Статистика смертности по отраслям. Безопасная работа Австралия. Канберра.</p> <p>125. Сиднейский институт охраны окружающей среды. 2018. Австралия Биоразнообразии и изменение климата. Сиднейский университет. Сидней, Австралия.</p> <p>126. Состояние окружающей среды. 2016. Региональные и ландшафтные факторы-масштабные нагрузки: расчистка земель. Содружество Австралия. Канберра, Австралия.</p> <p>127. AIMS. 2018. Долгосрочная программа мониторинга рифов - ежегодная Краткий отчет о состоянии коралловых рифов за 2017/18 год. Австралийский институт морских наук. Таунсвилл.</p> <p>128. Бог, Р. 2016. Роботы готовы произвести революцию в сельском хозяйстве. Промышленный робот: международный журнал робототехники исследования и приложения 43 (5): 450-456.</p> | <p>129. Холл, Д., Ф. Дайуб, Т. Перес и К. Маккул. 2018. Быстрый рост развертываемая система классификации, использующая визуальные данные для применения точной борьбы с сорняками. Компьютеры и электроника в сельском хозяйстве 148: 107-120. 130. ACFR. 2019. Австралийский центр полевой робототехники (веб-сайт) Дата обращения 1 февраля 2019 года). Сиднейский университет. Сидней, Австралия.</p> <p>131. Грей Д. 2019. За рулем никого: новый рабочая сила, работающая на шахтах Австралии. Сидней Морнинг Геральд (27 апреля). Сидней.</p> <p>132. RioTinto. 2019. Шахта будущего. Rio Tinto (Компания) Доступ к веб-сайту осуществлен 13 сентября 2019 года). Австралия.</p> <p>133. Край, Х. 2015. Сельское хозяйство будущего: экологические аспекты устойчивость сельского хозяйства в меняющемся мире. Группа всемирного банка. Вашингтон, Соединенные Штаты.</p> <p>134. Austmine. 2019. Посещен веб-сайт компании Austmine 1 Февраль 2019. Austmine. Вуллумулу, Новый Южный Уэльс, Австралия. 135. Хао, Ф. 2018. Китай обнародовал план действий в области воздушного транспорта на 2020 год. загрязнение окружающей среды (6 июля). Китайский диалог. Китай.</p> <p>136. Deloitte. 2018. Будущее работы: профессиональные и тенденции образования в области науки о данных в Австралии. "Делойт". Сидней.</p> <p>137. Уоттс, Т.В., Г.Дж. Дункан, Р.С. Сиглер и П.Э. Дэвис-Кин. 2014. Прошлое - это пролог: взаимосвязь между ранними знаниями математики и успеваемостью в средней школе. Исследователь в области образования 43 (7):352-360.</p> <p>138. Ричи, С.Дж. и Т.К. Бейтс. 2013. Устойчивые ссылки из Достижения в математике и чтении в детстве до социально-экономического статуса взрослого. Психологическая наука 24(7):1301-1308.</p> <p>139. ACER. 2019. Программа для иностранных студентов Оценка (PISA): Австралия по сравнению со всем миром. Австралийский совет по исследованиям в области образования (веб-сайт зарегистрирован 13 августа 2019 г.). Сидней. 140. ВЭФ. 2018. Отчет о будущем рабочих мест. Мировая экономическая Форум. Женева.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



141. AlphaBeta. 2019. Навыки будущего - адаптироваться к будущему работая, австралийцы получают еще треть образования и профессиональной подготовки и изменят то, чему, когда и как мы учимся. Подготовлено AlphaBeta для Google Australia. Сидней.
142. Деминг, Д. 2017. Растущее значение социальных навыков на рынке труда. Ежеквартальный экономический журнал 132 (4): 1593-1640.
143. Бернер К., О. Скривнер, М. Галлант, С. Ма, Х. Лю, К. Чунинг, Л. Ву и Дж. А. Эванс. 2018. Различия в навыках между исследованиями, образованием и рабочими местами выявляют острую необходимость в предоставлении "мягких навыков" для экономики данных. Труды Национальной академии наук Соединенных Штатов Америки 115 (50): 12630-12637.
144. BBC. 2017. Тест приложения Google DeepMind NHS не прошел в Великобритании. закон о неприкосновенности частной жизни (3 июля). Британская радиовещательная корпорация. Великобритания.
145. ICO. 2017. Не удалось выполнить бесплатную пробную версию Google DeepMind соблюден закон о защите данных. Информация Офис комиссара. Лондон.
146. Доусон Д., Э. Шлейгер, Дж. Хортон, Дж. Маклафлин, С. Робинсон, Г. Кесада, Дж. Скоукрофт и С. Хайкович. 2019. Искусственный интеллект: основы этики Австралии. Данные 61 CSIRO. Австралия.
147. AAA. 2018. Доверие американцев к автономным транспортным средствам ослабевает. Американская автомобильная ассоциация. Орlando.
148. Хенгстлер, М., Э. Энкель и С. Дуэлли. 2016. Применено искусственный интеллект и доверие - пример автономных транспортных средств и устройств медицинской помощи. Технологическое прогнозирование и социальные изменения 105:105-120.
149. ОЭСР. 2018. Статистика ОЭСР. Организация экономического развития и сотрудничества. Париж.
150. ABS. 2016. Исследования и экспериментальные разработки, Предприятия, Австралия, 2015-16. Номер по каталогу 8104 Статистическое бюро Австралии. Канберра.
151. PWC. 2018. Исследование Global Innovation 1000 за 2018 год: Изучение тенденций в 1000 крупнейших корпорациях мира, тратящих средства на НИОКР. Стратегия PWC &. Лондон.







# CSIRO Катализатор инноваций в Австралии

Являясь национальным научным агентством  
Австралии и катализатором инноваций,  
CSIRO решает величайшие задачи с  
помощью инновационной науки и технологий.  
Открывая лучшее будущее для всех.

Связаться с нами  
1300 363 400  
+61 3 9545 2176  
csiroenquiries@csiro.au  
data61.csiro.au

Для получения дополнительной информации  
Стефан Хайкович  
старший научный сотрудник - директор по  
стратегическому прогнозированию Data61  
Insights Team stefan.hajkowicz@data61.csiro.au  
+61 7 3833 5540