

## ОБЗОР ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ АССИСТЕНТОВ 2020: НА ПУТИ К КОНТЕКСТНОЙ АДАПТАЦИИ

Развитые страны мира активно переходят к шестому технологическому укладу, при котором системообразующими для экономики становятся информационные технологии, искусственный интеллект, новые материалы и геновая инженерия. Комплексное внедрение технологий шестого уклада приводит к появлению принципиально новых бизнес-процессов и глубокому переустройству жизни общества. Данный процесс получил название цифровой трансформации. Примером цифровой трансформации является феномен «уберизации» – появления цифровых сервисов, опосредующих peer-2-peer взаимодействия людей в социально-экономических системах, за счёт чего исчезают или кардинально меняются целые классы бизнес-процессов (например, для служб такси больше не нужна помощь человека-диспетчера). Одним из ключевых признаков цифровой трансформации является появление **нового класса систем, облегчающих человеку манипулирование артефактами цифровой среды**. Наиболее яркими представителями таких систем являются персональные цифровые ассистенты.

---

СОГЛАСНО ПРОГНОЗАМ БРИТАНСКОЙ  
КОНСАЛТИНГОВОЙ КОМПАНИИ OVUM, УЖЕ К  
2021 ГОДУ ЧИСЛО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ  
ЦИФРОВЫХ ПОМОЩНИКОВ ПРЕВЫСИТ  
ОБЩЕЕ НАСЕЛЕНИЕ ЗЕМЛИ.

По оценкам *Research And Markets* [1] мировой рынок виртуальных ассистентов в 2019 году оценивался в \$2.28 млрд., а к 2025 году будет составлять \$6.27 млрд. По оценкам же *Gartner* [2] в 2020 году уже 85% всех коммуникаций с клиентами будут осуществляться с помощью виртуальных ассистентов. По другим прогнозам, к 2027 году виртуальные помощники будут повсеместно поддерживать продуктивность сотрудников, работая совместно с ними в фоновом режиме. По оценкам *Just AI*, к 2022 году в мире будет более 500 млн умных колонок для личного пользования, а к 2025 их количество превысит миллиард [3].

Бот «Элиза» [4], разработанный в 1964 году в лаборатории MIT, был одним из первых виртуальных собеседников. Программа перефразировала текстовые реплики пользователя, находя ключевые слова и подставляя их в шаблонные фразы. «Элиза» не могла поддержать разговор на произвольную тему, и, не находя вариантов ответа, отвечала общими фразами. Тем не менее, она является важным этапом в развитии человеко-машинного взаимодействия. Дальнейшее развитие виртуальных помощников определялось как развитием технологий и гаджетов, так и ростом аудитории пользователей из-за расширения функциональных возможностей виртуальных ассистентов. К 20-м годам XXI века виртуальные помощники стали использоваться во всех сферах человеческой жизни – от занятий спортом до управления предприятием.

Их распространение обусловлено тем, что именно сейчас, во-первых, сформировалась физическая среда существования ассистентов (от классического приложения на телефоне до «умной» стиральной машины), во-вторых, получили достаточное развитие методы искусственного интеллекта как основа когнитивных функций ассистентов (алгоритмы для обработки естественного языка и синтеза / понимания человеческой речи, языковые модели для анализа контекста, рекуррентные нейронные сети для эффективной работы с длинными последовательностями).

Среди главных факторов взрывного развития рынка виртуальных ассистентов можно выделить следующие:

- постоянный рост конкуренции, и, как следствие, постепенное снижение цен;
- рост числа задач, которые могут решаться виртуальными ассистентами;
- развитие технологий Индустрии 4.0 (киберфизических систем), в частности, растущий ассортимент «умных устройств» от различных производителей, интернета вещей (IoT), виртуальной и дополненной реальности, сбора и хранения BigData и др.;

- появление платформенных решений для разработки ассистентов и увеличения спектра их навыков (например, Just AI [5], Навыки Алисы [6], DeepPavlov [7]);
- постепенное принятие новых технологий, меняющих привычный уклад жизни у большей части членов общества;
- повсеместное распространение инструментов личного и профессионального общения и выполнения различных действий через «цифру».

---

ПО ДАННЫМ STRATEGY ANALYTICS, В 2019 ГОДУ ДОЛЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ СМАРТФОНОВ СО ВСТРОЕННЫМ ГОЛОСОВЫМ ПОМОЩНИКОМ СОСТАВИЛА БОЛЕЕ 50%; К 2023 ГОДУ ЭТО ЗНАЧЕНИЕ ВЫРАСТЕТ ДО 90%.

Сейчас с помощью личных виртуальных ассистентов можно вызывать такси, забронировать столик в ресторане или записаться в салон красоты. Велик спрос на развлекательные и игровые функции виртуальных ассистентов. Так, например, с «Яндекс.Алисой» можно играть в «Слова» или отгадывать города. Есть и более экзотические примеры: помощник для военных Sgt, разработанный в Пентагоне, или бот Woebot для борьбы с депрессией, созданный командой психологов и экспертов в сфере ИИ Стэнфордского университета [8]. В целом для личных ассистентов наблюдается тенденция к экстенсивному развитию за счет добавления навыков сообщества разработчиков на базе открытых стандартов. Например, «Алиса» от Яндекс поддерживает уже несколько тысяч навыков от тысяч разработчиков – от игр для малышей до финансовых помощников и ассистентов по ведению бизнеса. Таким образом, личные голосовые ассистенты от «мейджоров» стремятся к универсализации.

Другая ветка развития ассистентов, наоборот, идет в сторону специализации функций под конкретные предметные области. Своих помощников запускают туроператоры, ритейлеры, банки. Их «интеллектуальность» при этом очень сильно варьируется в зависимости от конкретного решения: личным ассистентом можно назвать и окошко чат-бота на веб-сайте, работающее по стандартному скрипту, и корпоративного

помощника на базе роботизированной автоматизации процессов (RPA), и решение на базе рекомендательных систем под узкую предметную область (инвестиционный советник).

Как для универсальных, так и для специализированных систем актуальны следующие факторы, замедляющие развитие и внедрение виртуальных помощников:

- Ограничения базовых технологий (недостаточная точность распознавания речи и смысла сказанного, способность работы с контекстом, потребность в больших выборках размеченных данных);
- Проблемы с безопасностью и этичностью использования пользовательских данных;
- Вопросы доверия ассистентам самостоятельного принятия решений;
- Возможность атак (скрытые голосовые команды управления, воспринимаемые системами распознавания речи, но сложно обнаруживаемые человеком [9]; модификация изображений с целью возникновения ошибок в системах компьютерного зрения и управления);
- Ограниченность функций, контента, стилей общения;
- Отсутствие развитых когнитивных способностей;
- Фильтрация и персонализация на основании истории действий ограничивают пользователей от новой информации; это в свою очередь ведет к возникновению таких эффектов как «пузырь фильтров», «эхо-камера»;
- Предвзятость моделей к расовым [10], гендерным и другим предрассудкам на смещенных выборках данных (sampling bias);
- Сложность выхода на рынок за счет монополизации «большими игроками» (Amazon, Apple, Google).

При создании ассистента необходимо корректно оценивать возможности современных методов автоматизации запросов пользователей. Для быстрого вывода продукта на рынок применяется подход, когда нетривиальные запросы к ассистенту передаются на ручную обработку «второй линии» живых специалистов (с возможностью дообучения моделей по полученным данным). Однако, пример закрытого в январе 2018 г. ассистента Facebook под

названием «М» [11] показывает, что использование массивированной ручной разметки совсем не гарантирует приемлемого качества полученных моделей (причиной закрытия стал низкий, менее 30%, уровень автоматизации обработки запросов пользователей).

При использовании голосовых команд управления должны быть введены ограничения как на источник команды, так и на возможные действия. Например, в 2017 году по просьбе шестилетней девочки Alexa, голосовой помощник от Amazon, заказала доставку кукольного домика и печенья [12]. Более того, когда по телевидению показывали сюжет об этом происшествии, ведущий воспроизвел запрос к «умной колонке», и многие Alexa, находящиеся у телевизора, тоже стали заказывать кукольные домики. В некоторых случаях обучение ассистентов на данных открытых источников ведет к непредвиденному поведению помощника. Так, в приложении «Тинькофф банка» чат-бот по имени Олег на вопрос о неработающем сканере отпечатка пальца ответил: «Пальцы бы вам отрезать» [13].

---

СЕГОДНЯ В ГЛУБОКОМ ОБУЧЕНИИ РАБОТАЕТ БОЛЬШЕ ЛЮДЕЙ ЧЕМ КОГДА- ЛИБО – НА ДВА ПОРЯДКА БОЛЬШЕ, ЧЕМ В 2014 ГОДУ. И ПРОГРЕСС СЕЙЧАС САМЫЙ МЕДЛЕННЫЙ ЗА 5 ЛЕТ. ВРЕМЯ ДЛЯ ЧЕГО-ТО НОВОГО.  
(ФРАНСУА ШОЛЛЕ, РАЗРАБОТЧИК KERAS)

Многим людям на сегодняшний день сложно воспринимать виртуальных ассистентов как общепринятую технологию в быту. Виртуальные ассистенты, существующие сейчас на рынке, либо стремятся быть универсальными, и из-за этого очень схожи друг с другом, либо узкоспециализированы и направлены под конкретные задачи. Отсутствие нового оригинального контента тормозит развитие рынка виртуальных помощников. Кроме того, существуют и технологические проблемы. Даже у гигантов индустрии виртуальных ассистентов точность распознавания речи и синтеза голоса пока далека от совершенства.

Таким образом, можно констатировать, что несмотря на достаточно высокий уровень технологической зрелости цифровых ассистентов существует ряд серьезных научных, методических, «продуктовых» и этических ограничений

существующих решений, которые логически связаны с растущим разочарованием в технологиях «узкого» (narrow) искусственного интеллекта. «Цикл хайпа» *Gartner* за 2019 г. показывает, что повсеместное использование виртуальных ассистентов начнется с 2020-2022 годов, что говорит о том, что «пик завышенных ожиданий» от использования этих технологий уже должен был смениться временным разочарованием, которое, в свою очередь сменяется в настоящее время «плато» широкого внедрения.

## ТИПЫ ВИРТУАЛЬНЫХ АССИСТЕНТОВ

Всё многообразие виртуальных ассистентов можно разделить на бытовые (т.е., используемые в личных целях, для досуга, и не связанные с рабочим процессом и функционированием бизнес-систем) и рабочие (т.е., используемые для помощи на рабочем месте и в решении бизнес задач) приложения.

Бытовые виртуальные ассистенты делятся на три больших группы.

### **Для управления устройством, универсальные.**

Приложения для ежедневного бытового использования, позволяющие осуществлять интернет-поиск, выполнять несложные поручения (например, заказ такси) и принимающие команды на естественном языке в виде текста или речи. Часто включают элементы планирования личного времени. Такие приложения разрабатываются в основном крупными игроками рынка по причине того, что создание таких систем требует наиболее комплексного подхода и state-of-the-art решений в различных сферах разработки моделей искусственного интеллекта, которые напрямую связаны с необходимостью использования существенных вычислительных ресурсов и капиталовложений. Примеры: *Alexa* от *Amazon*; *Assistant* от *Google* [14]; *Cortana* от *Microsoft* [15]; *Siri* от *Apple* [16]; *Алиса* от *Яндекс* [17]; *Маруся* от *Mail.ru Group* [18].

### **Для взаимодействия с бизнес-приложениями.**

Ассистенты, интегрированные в мобильные или веб-приложения различных компаний, упрощающие взаимодействия клиентов с компанией и автоматизирующие процесс этого взаимодействия. Примеры: ассистент «Олег» в приложении банка «Тинькофф» [19]; голосовой

помощник от Сбербанка [20]; голосовой помощник ASICS – подбор спортивного снаряжения [21].

#### **Предметно-ориентированные сервисы.**

Приложения, направленные на решение специфических личных задач, связанных с проведением различных форм досуга, а также делового планирования. Примеры: умные навигаторы (*Citymapper* [22], *UGV Driver Assistant* [23]); умные сиделки (*Mishka AI* [24]), фитнес-тренеры, приложения для оптимизации расписания.

Второе направление – это использование виртуальных ассистентов на рабочем месте. *Gartner* прогнозирует, что к 2021 году 25% людей будут пользоваться ассистентами в процессе работы [25]. Корпоративные виртуальные ассистенты делятся на четыре группы.

#### **Системы автоматизированной обработки клиентских запросов.**

Внедрение приложений такого типа направлено на сокращение количества сотрудников справочных служб и команд технической поддержки пользователей посредством обработки рутинных запросов с помощью автоматических ответов. К популярным решениям можно отнести *RealPage® Contact Center 3.0* [26], *HelpDeskEddy* [27], *Okdesk* [28].

**Системы управления рабочим процессом.** Эти приложения облегчают процесс взаимодействия сотрудников компаний с коллегами, автоматизируя процесс согласования встреч, совещаний, облегчая процесс управления командой и сопровождения проектов. Наиболее популярные решения в этом сегменте: *Wrike* [29], *Forms On Fire* [30], *Evernote* [31], *Metronik* [32].

#### **Системы управления материальными ресурсами компании.**

Приложения этого типа используются для управления материальными ресурсами компании и мониторинга текущего состояния бизнеса. Пользователи таких систем могут получать автоматические уведомления о том, что товара нет на складе, о поступлении нового товара и т.д. К таким решениям относятся *Anixter* [33], *PAE* [34], *Udata* [35], *Logistix* [36].

#### **Планировщики расписания.**

Эта группа приложений направлена на решение задачи оптимизации рабочего процесса компании за счёт планирования времени встреч в команде, с использованием данных календаря и

сопутствующей информации, а также распределения задач между сотрудниками за счёт агрегированной системы мониторинга всех бизнес-процессов. К популярным решениям на рынке можно отнести *Bitrix24* [37], *Timecamp* [38], *LeaderTask* [39], *Directum* [40].

И среди бытовых, и среди корпоративных цифровых ассистентов явно прослеживается тренд на персонализацию в области управления личным / рабочим временем в целях саморазвития владельца (его когнитивных функций, профессиональных компетенций, физических навыков и т.д.). Рассмотрим более подробно ассистентов-«коучей» на примере области образования.

Этот пример является показательным, так как по состоянию на середину 2020 г. как мировой, так и российский рынок онлайн-образования переживает невиданный ранее «скачок в цифру», связанный с пандемией Covid-19. В целом рост рынка дистанционного образования в России сейчас составляет 17-25% в год. Например, компания «Яндекс» в 2019 году инвестировала около \$5 млрд в развитие онлайн-сервисов образования [41].

---

### В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ БУДУЩЕГО ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ЗАМЕНИТ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, КОТОРЫЙ БУДЕТ ГИБКО ПОДСТРАИВАТЬСЯ ПОД ВОЗМОЖНОСТИ, СКЛОННОСТИ И ЦЕЛИ УЧАЩИХСЯ (ТОМАС ФРЕЙ)

Представленные на рынке ассистенты для образования и профессионального роста делятся на следующие категории.

**Системы типа «личный кабинет».** Преимущественно представлены веб-сайтами и мобильными приложениями для дистанционного образования. Характерным является предоставление доступа к контенту от разных поставщиков. На площадках такого типа размещаются видеоуроки, онлайн-тесты и текстовые описания предметов, дополненные системой автоматизированной оценки выполнения заданий. К наиболее популярным решениям такого класса относятся *Coursera* [42], *Khan Academy* [43], *Udemy* [44], *Academic Earth* [45], *edX* [46], *Codeacademy* [47]. Пример отечественного сервиса

– *Stepik*. Могут быть развернуты в виде публичных или внутрикорпоративных (например, Moodle) решений.

**Сервисы с элементами геймификации.** Онлайн-приложения, направленные на помощь в отдельно взятой образовательной тематике. Наиболее типичный пример – сервисы для изучения языков. Особенность этих сервисов в продуманной функциональности и четком таргетировании на конкретную предметную область. Для пользователей вводятся системы накопления баллов, рейтингов и вознаграждений за успехи, что способствует поддержанию интереса к ежедневному использованию приложения. Мотивацией может служить и «переход на следующий уровень», и получение «золотой монеты», и хорошее настроение виртуального персонажа, который получает «еду» за то, что хозяин совершил определённые действия в приложении. Перечень основных игроков мирового рынка: *Quizlet* [48], *Memorise* [49], *Duolingo* [50], *Socratic* [51], *SoloLearn* [52]. Примеры отечественных сервисов: *Examer* [53], *Фоксфорд* [54], *LinguaLeo* [55], *Смотри.Учись* [56].

**Рекомендательные системы.** В области образования рексистемы представлены ассистентами по совершенствованию профессиональных навыков и навигации пользователя в областях его специализации. Принцип их действия таков: пользователь вводит исходные данные, которые необходимы сервису, после чего сервис, используя внутренние алгоритмы, просчитывает возможные карьерные реализации для пользователя и представляет их в визуально понятном виде, со ссылками на Интернет-ресурсы (например, на вакансии). К основным игрокам рынка относятся: *Pathsource* [57], *Ripple*, *Deepstash* [58], *Coach.me* [59]. Отечественных рекомендательных систем такого рода в свободном доступе не обнаружено.

**Роботы.** Особенность этого типа образовательных ассистентов, прежде всего, в способе осуществления интерфейса с пользователем. Как правило, это чат-боты с перспективой дальнейшего развития в голосовых ассистентов. Функциональность таких решений, на данный момент, невелика: в основном они предлагают ограниченный набор возможных ответов пользователя на реплику бота и действуют по заранее подготовленному шаблону диалога, не предусматривающего смену тематики. Перечень

основных игроков рынка: Чат-бот «*Зарешай*» [60], *Miao academy* [61].

Таким образом, можно констатировать, что на текущий момент, несмотря на разнообразие представленных на рынке решений, в 2020 году всё ещё наблюдается недостаток клиенто-ориентированных приложений, обеспечивающих высокий уровень персонификации – как с точки зрения выбора различных вариантов общения с ассистентом, так и с точки зрения предлагаемого контента и способа его подачи.

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕТОДЫ: КОММУНИКАЦИЯ С АССИСТЕНТОМ

Одним из главных критериев качества виртуальных помощников является точность распознавания голоса и синтеза речи, а также степень релевантности сообщаемой информации и предпринимаемых действий. Виртуальные ассистенты к 2020 году достигли существенных результатов в общении на английском языке, однако на многих других (в т.ч. русском) точность пока не такая высокая. *Google Assistant* «заговорил» на русском к концу 2018 года, однако качество этого общения существенно ниже, чем для английского языка. Можно выделить два основных подхода к организации коммуникации виртуальных ассистентов.

**Заранее подготовленный шаблон разговора с пользователем.** Как правило, это узконаправленные, простые в реализации помощники, которые имеют предустановленное дерево диалога. При таком способе коммуникации прямого общения голосом не происходит: помощник лишь предлагает возможные варианты ответов и проводит пользователя по заранее подготовленному графу диалога. Плюсами такого подхода являются возможность однозначно определить намерения пользователя в данный момент и простота в реализации. К минусам относятся отсутствие возможности покрыть все возможные запросы клиента одним графом диалогов, даже самым глубоким и широким, и сильная ограниченность предоставляемой функциональности. Тем не менее, большинство существующих телеграм-ботов работает именно в такой логике.

**Алгоритм на основе искусственного интеллекта.** Все современные виртуальные ассистенты, с

которыми можно общаться голосом, относятся к этой группе. Среди основных задач, решаемых такими системами, можно выделить следующие:

Распознавание речи – понимание речи пользователя (т.е. перевод звука в текст), идентификация по голосу, обработка акцентов языка и фонетический анализ.

Распознавание смысла сказанной фразы – лексический и семантический анализ полученной фразы; выделение основных ключевых слов и определение потребности пользователя из запроса.

Обработка запросов – умение предоставлять релевантную информацию на запрос пользователя.

Синтез речи – умение озвучивать ответы пользователю.

Работа с контекстом – обработка неточных или неполных запросов пользователя; недостающие данные ассистент должен брать из предыдущих бесед среди уникальных данных о своем хозяине или из внешних источников данных.

Основными методами искусственного интеллекта, позволяющими решать поставленные задачи, являются методы NLU (Natural Language Understanding). В самом упрощённом виде процесс понимания произвольного языка состоит из следующих стадий: предварительная обработка текста, классификация запроса, соотнесение с одним из классов, известных системе, и извлечение параметров запроса. Современные методы NLU основаны на алгоритмах глубокого обучения, которые работают на огромных корпусах текстов. Для узконаправленных задач, не предполагающих общения на свободные темы, обычно достаточно построения шаблонов регулярных выражений или грамматик.

Технологии NLU позволяют машине «понимать» пользователей и эффективно обрабатывать их запросы. Для этого компаниями используются практически все доступные сейчас технологические решения, связанные с обработкой информации, поступающей от пользователя на естественном языке. Это огромный и очень перспективный рынок, для которого эксперты прогнозируют рост до \$16 млрд к 2021 году [62]. Различаются и технологии обучения чат-ботов. Самыми конкурентоспособными на рынке стали технологии машинного обучения на основе глубоких нейронных сетей, когда виртуального ассистента обучают на больших выборках ответов. Ему показывают примеры фраз клиентов, а он учится помещать такие фразы и схожие с ними по смыслу в

нужный класс. Чем эффективнее алгоритм, тем меньше примеров нужно, чтобы обучить помощника.

Тем не менее, практика показывает, что для эффективной настройки чат-бота необходимы большие наборы данных, сбор и разметка которых порой занимают несколько месяцев. Среди основных сервисов, предоставляющих возможность привлечения сторонних исполнителей для разметки больших наборов данных, можно выделить сервис Яндекс Толока [63] (лидер на российском рынке), Amazon Mechanical Turk [64], ProfitTask [65].

Но даже применение «массированной» ручной разметки не защищает голосовых ассистентов от ошибок - в сети можно найти большое количество скриншотов и постов с абсурдными ответами виртуальных ассистентов. Проблемы, из-за которых помощники дают такие ответы, очевидны: поверхностное планирование задач, скудная онтологическая база, недостаток времени на дополнительное обучение. Виртуальный ассистент на сегодняшний день на 80% состоит из готовых ответов. Без достаточного количества примеров ни одна нейронная сеть не сможет полноценно понимать запросы, а хорошо написанный программный код не будет способен продать клиенту товар или оформить возврат в магазин. Здесь принципиально важным является релевантный задаче контент, то есть набор данных, максимально полно покрывающий все возможные кейсы клиента. Чем лучше компания знает своих пользователей, чем больше информации сможет предоставить об их запросах, тем умнее будет их ассистент. Эта проблема частично решается с помощью методов обучения с подкреплением, когда оптимизируемой функцией задачи является удовлетворённость клиента сервисом. При этом за счёт постоянного добавления новых примеров в процессе работы такие системы могут самостоятельно обучаться, непрерывно улучшая своё качество.

Для распознавания речи большинством компаний используются готовые решения: *Yandex SpeechKit*, *Amazon Transcribe*, *TextFromToSpeech*, *Microsoft Azure*, *Google Cloud Speech API*. Из-за сложности задачи и необходимости глубокой проработки программных решений компаниям невыгодно разрабатывать свои продукты. Когда же компания действительно ведёт разработку уникальных решений в области NLP, трудозатраты поражают воображение: например, в компании Nuance над

созданием технологий, лежащих в основе ассистента NINA (the Nuance Intelligent Virtual Assistant) работает команда из 2 300 лингвистов, специалистов по языку и речи, диалоговых и контентных дизайнеров, разработчиков и инженеров по кастомизации [66].

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕТОДЫ: РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ

Поддержка принятия решений в большинстве виртуальных ассистентов осуществляется на основании стандартных рекомендательных алгоритмов. Для виртуальных помощников в большинстве случаев место товаров и услуг, которые необходимо рекомендовать пользователю, занимает контент (информация) с различной семантикой. В зависимости от настроек ассистента и выявленного контекста по запросу пользователя они должны выдавать наиболее релевантную в данный момент информацию [67].

Выделяются следующие классы методов.

**Неперсонализированные рекомендательные системы.** Потенциальный интерес пользователя к какому-либо товару или услуге определяется средним рейтингом товара. По этому принципу работает большинство сервисов, при использовании которых пользователю не требуется авторизоваться в системе. На основании такого подхода также решается проблема «холодного старта», когда ещё не накоплено достаточное количество данных для корректной работы рекомендательной системы.

**Модели, основанные на описании товара.**

В рамках данного подхода описание товара или услуги сопоставляется с интересами пользователя, полученными из его предыдущих оценок. Чем больше товар этим интересам соответствует, тем выше оценивается потенциальная заинтересованность пользователя в данной рекомендации. У всех товаров в каталоге должно быть описание.

**Коллаборативная фильтрация.**

User-Based и Item-Based методы. Основной метод, использующийся для построения рекомендательных систем. В самом простом варианте применения используется алгоритм поиска ближайших соседей среди товаров или среди пользователей по их характеристикам. Качество рекомендаций с использованием подобного подхода невелико.

Model-Based методы. Подходы, работающие на применении предобученных моделей машинного обучения: решающие деревья, нейронные сети, регрессии, машины опорных векторов и так далее. Их использование подразумевает настройку параметров, для чего необходимо разделение данных на обучающую и тестовую выборки, а также выделение целевых и независимых переменных.

**Алгоритмы на основе разложения матриц.**

SVD (сингулярное разложение матриц). Матрица товарных предпочтений (матрица, где строки - это пользователи, а столбцы - это продукты, с которыми пользователи взаимодействовали) представляется в виде произведения трех матриц с характеристиками товаров и пользователей по отдельности. За счёт этого можно оценить степень латентного (неявного) интереса к товару. После упорядочивания полученных оценок заинтересованности можно получить список товаров, релевантных для пользователя.

«Факторизационные машины». Учитывается, что и у пользователя, и у товара помимо латентных, есть еще и явные признаки. Моделируются эффекты взаимодействия между всеми признаками, обучая для каждого признака вектор низкой размерности и производя скалярное произведение векторов. За счёт этого достигается более выраженная персонализация предложений за счёт объединения характеристик пользователя и его потребительского поведения.

**Графовые рекомендательные системы.**

Суть данного подхода заключается в построении графа, вершинами которого являются объекты рекомендаций или пользователи, которым эти рекомендации предназначены, с дальнейшим предсказанием связей между ними. Представляют собой адаптацию графовых методов, давно используемых в других сферах, например, в социальных науках, под новую задачу.

**Next Best Action.**

Алгоритмы данного класса работают на данных о цепочках действий клиента: заказов, просмотров товаров и категорий. На основании данных формируются различные признаки, после чего запускается алгоритм (например, градиентный бустинг), который предсказывает, через какое время после последней активности клиент вероятнее всего совершит покупку, и, например, когда нужно отправить письмо, чтобы он не забыл это сделать.

Для виртуальных ассистентов особенно важным является учёт текущего состояния пользователя и контекста, в котором производится запрос. Для качественного построения диалоговых систем принципиально важным является разработка рекомендательных алгоритмов, которые совмещали бы в себе как накопленный опыт взаимодействия с конкретным пользователем, так и его текущие характеристики, которые могут иметь определяющее значение для выдачи релевантной рекомендации [67].

## ЛИДЕРЫ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ БЫТОВЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ АССИСТЕНТОВ

Перечислим основные проекты и компании, занимающие сейчас лидирующие позиции в сфере разработки бытовых виртуальных ассистентов.

### МИРОВОЙ РЫНОК

**Alexa.** Сервис интегрирован в аудиоустройства компании *Amazon (Echo, Echo Dot, Tap)*. Может проигрывать музыку и читать новости с нескольких источников. Дает информацию о погоде, пробках и другую актуальную информацию для текущей локации пользователя. Поддерживается всё большим числом устройств «умного дома». Позволяет заказывать товары из *Amazon Prime* и даже пиццу с помощью голоса. Может работать с любым сторонним приложением или сервисом благодаря открытому API. Умеет шутливо ответить на сложный вопрос, но быстро переводит все обратно в плоскость покупок.

**Google Assistant.** Сервис от интернет-гиганта *Google* анализирует почту и историю поисковых запросов. Работает на устройствах с *Android, iOS* и в браузере *Chrome*. Может взаимодействовать с некоторыми сторонними приложениями: управлять заметками, сообщениями пользователя и воспроизведением музыки.

**Siri.** Голосовой ассистент от компании *Apple*, который умеет разговаривать с пользователем и давать проактивные рекомендации. Хорошо понимает естественную речь. Осведомлен о новостях, погоде, спорте, кино, маршрутах и местных компаниях. Может подсказать, что посмотреть по телевизору. Умеет взаимодействовать с некоторыми элементами «умного дома».

**Cortana.** Интеллектуальный ассистент от *Microsoft*, внедрённый на все устройства корпорации: *Windows Phone, Windows OS, Xbox*, а также на платформы *iOS* и *Android*. Осуществляет автоматический доступ к почте, генерирует релевантный ответ по запросу пользователя в произвольной форме. Преимущественно работает на английском языке. Главной проблемой и претензией была и остаётся конфиденциальность: *Cortana* собирает все данные с ПК (вплоть до истории браузеров).

**Microsoft Teams.** Корпоративная платформа для проведения встреч, общения в чате и ведения заметок. Есть встроенная возможность диктовки текста, и планируется реализация автозаполнения текстовых документов в *Word, Outlook, OneNote* и *PowerPoint*. Также *Microsoft Teams* создаёт функциональность, позволяющую внедрять его в *Skype*: возможность подключения второй камеры, с переносом изображения на виртуальную доску, возможность размытия фона при сеансе связи. Есть возможность создания ботов, интегрированных в *Skype*, способных бронировать переговорные комнаты, создавать групповые события в календаре, планируется интеграция с другими продуктами *Microsoft*.

### РОССИЙСКИЙ РЫНОК

**Алиса.** Разработка компании *Яндекс*. Аналог *Siri* и *Google Assistant* отечественной разработки. На сегодняшний день ежемесячная аудитория Алисы составляет более 35 млн. человек, а она сама является крупнейшим голосовым ассистентом в России и странах СНГ. В Алисе реализована возможность добавления новых навыков силами независимых разработчиков, что сильно расширяет её функционал. Также в ней присутствует возможность разговора на отвлечённые темы, не связанные с выполнением каких-либо конкретных действий, что, безусловно, повышает её привлекательность для пользователя.

**Маруся.** Разработка компании *Mail.ru*. Пока работает только с сервисами *Mail.ru Group* и не умеет общаться на свободные темы. Среди первоочередных функций, которым компания обещала обучить *Марусю*, будут возможность прослушивания новостей, заказа еды из *Delivery Club* и вызов такси, однако, в будущем компания готова интегрировать сервисы других компаний.

**Dialogflow (Speaktoit).** Этот голосовой помощник основали выходцы из России Павел Сиротин, Артем Гончарук и Илья Гельфенбейн. После выхода он попал в топ-10 лучших приложений для *Android* по версии *The New York Times*. Ассистент доступен на *Windows Phone, Android* и *iOS*. Н асегоднешний момент куплен Google и интегрирован в Google Cloud Platform.

## ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЧАТ-БОТОВ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Приведём список основных компаний и платформ, с использованием разработок которых можно создавать собственных виртуальных помощников.

**Яндекс.Диалоги.** На платформе можно запустить своего чат-бота, настроив его под конкретные задачи, а также подключить к *Алисе* или *Яндекс.Поиску*. С помощью платформы боты могут консультировать клиентов, а также автоматизировать различные процессы: перевод денег, заказ еды и так далее.

**Центр Речевых Технологий.** Компания *ЦРТ* занимается распознаванием и синтезом речи, а также разработкой решений на основе аудио- и видео-данных. Является технологическим лидером в этой области в России. Работает с заказчиками из медицинского, транспортного, финансового сектора, сферы образования, компаниями-организаторами спортивных мероприятий и государственными структурами.

**DeepPavlov.** Лаборатория МФТИ. Отдельный фреймворк для создания чат-ботов и виртуальных ассистентов. Использует алгоритмы глубокого обучения для построения модели языка и решения задач классификации и генерации текстов.

**ipavlov.** Лаборатория, основанная МФТИ и Сбербанком. Помимо самой платформы для создания ботов, внутри продукта существует множество различных предобученных моделей для решения задач классификации и выделения именованных сущностей.

**Just AI.** Компания-разработчик разговорного AI для бизнеса, в том числе голосовых чат-ботов с использованием методов NLP. Среди основных решаемых задач можно выделить автоматизацию процессов и повышение скорости и качества работы служб поддержки клиентов. Кроме того, предоставляют собственную готовую платформу

для самостоятельного создания и настройки своего бота.

**Personik AI.** Платформа, специализирующаяся на HR-процессах, внедряется в мессенджеры. Помогает проводить полный цикл от подбора кандидата до его адаптации в компании и его поддержки по ежедневным рабочим вопросам. Может быть реализован как отдельный мессенджер.

## ИЗБРАННЫЕ НИШЕВЫЕ РЕШЕНИЯ

**Replica: My AI Friend.** Виртуальный друг [68] для психологической поддержки и борьбы с одиночеством. В основе находится чат-бот, задающий вопросы о физическом и ментальном здоровье, предпочтениях, благополучии, времяпрепровождении и сканирующий социальные сети с целью сбора информации о пользователе. Для поддержания контекста разговора используется нейронная сеть типа Hierarchical Recurrent Encoder-Decoder (HRED). Для генерации ответов поддерживается несколько моделей: sampling, beamsearch, sampling-ranking и beamsearch-reranking.

**Habituca: Gamify your Tasks.** Ассистент [69] по управлению личными привычками. Реализован как RPG-представление ToDo-списка. Пользователь самостоятельно указывает уровни сложности для каждой задачи. Доступны случайные ежедневные задания.

**Lumocity.** Ассистент [70] по развитию мозговой активности. После первичной тестовой оценки работы мозга предлагаются задания-игры в пяти категориях и формируется план тренировок. Эффективность оценивается путем расчета внутреннего LPI индекса, есть штраф за бездействие и сравнение с другими людьми в той же возрастной группе.

**Headspace.** В приложении [71] для медитации ведется отображение прогресса по каждой из тематик, которые состоят из наборов заданий, выполняемых за один раз. Есть три типа заданий: классические – длительностью от 10 минут до часа, быстрые трехминутные медитации, медитации в движении. Ведется кумулятивная статистика по среднему и общему времени выполнения, общему числу сессий.

**Knewton.** Ассистент [72] для обучения состоит из блока рекомендаций, сообщающего следующие

шаги, корректирующего цели, оценивающего сильные и слабые стороны обучающегося; блока аналитических прогнозов, предсказывающего скорость и вероятность достижения целей, ожидаемую оценку, уровень знаний. Приложение предоставляет единую историю обучения - личную статистику, учитывающую успехи в разных предметных областях. Преподаватели могут устанавливать вручную даты окончания прохождения курсов, а также штрафы за их нарушение.

**Remente.** Приложение [73] составляет todo-лист на день по поставленным пользователем целям. Ведутся временные трекеры по каждой из восьми отслеживаемых личных характеристик, а также трекер настроения пользователя. Задания подбираются, учитывая соотношение между характеристиками.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ АССИСТЕНТОВ

**Рыночные тенденции.** Рынок виртуальных ассистентов в ближайшее время едва ли монополизировать одна компания, о чем свидетельствует текущее положение дел: в Европе и США в основном конкурируют Google и Amazon; в Китае – Xiaomi, Alibaba, Tencent; также в Азии уже представили своих виртуальных помощников Samsung и Huawei. В России «Алиса» за счёт возрастающей конкуренции с «Марусей» также не сможет полностью захватить рынок. Конкурентная борьба будет продолжаться, однако высокоуровневых ассистентов, способных вести диалог на свободную тему, скорее всего, будет немного по причине того, что для небольших компаний в присутствии IT-гигантов крайне сложно войти с нуля на этот рынок. Сейчас рынок интеллектуальных ассистентов активно развивается за счёт нишевых продуктов для отдельных предметных областей (финансы, маркетинг, ритейл), построенных на основании стандартных технологий.

ЗОНОЙ ВЫСОКОЙ КОНКУРЕНЦИИ ЯВЛЯЮТСЯ  
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ БЫТОВЫЕ АССИСТЕНТЫ ОТ  
КРУПНЫХ ВЕНДОРОВ, В ТО ВРЕМЯ КАК  
НИШЕВЫЕ КОРПОРАТИВНЫЕ B2C РЕШЕНИЯ  
СОСУЩЕСТВУЮТ И РАЗВИВАЮТСЯ ПО  
ЭКСТЕНСИВНОМУ ПРИНЦИПУ, ЗАХВАТЫВАЯ

## БОЛЕЕ КОНСЕРВАТИВНЫЕ ОБЛАСТИ (НАПРИМЕР, ОБРАЗОВАНИЕ И СФЕРУ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ).

Выход на глобальный рынок абсолютно нового игрока, который смог бы конкурировать с *Google* или *Amazon*, выглядит маловероятным. Однако, нельзя исключать, что свои лидеры могут появиться в некоторых странах — гиганты индустрии не всегда охватывают небольшие рынки в отдельных языковых группах (например, в странах СНГ — Армении, Грузии, Казахстане). Хорошие перспективы у стартапов в нишевых сегментах — например, образовательные ассистенты для детей, которые могут встраиваться в игрушки. Наиболее перспективным сектором для входа на рынок таких сервисов представляется образовательный ассесмент с применением геймификации и персонализации.

Другим активно развивающимся направлением является концепция *in-app* ассистента: это голосовой помощник, который работает внутри мобильного приложения как *дополнительный пользовательский интерфейс*. В этом случае все ограничения универсальных ассистентов нивелируются, а пользователю становится понятна функциональность помощника исходя из контекста мобильного приложения.

**Идейные тенденции.** Вероятность наступления новых «темных веков» искусственного интеллекта, о которой всё чаще говорят эксперты на рубеже третьего десятилетия XXI века, естественным образом затрагивает и виртуальных ассистентов. ИИ-ассистенты на деле оказываются недостаточно интеллектуальными, если говорить о реализации высших когнитивных функций, таких как способность приходить к нетривиальным выводам, абстрагировать, изменять стратегии поведения в среде на основании механизмов рефлексии опыта и проявлять метакогнитивные свойства. Текущие решения практически без исключений построены в парадигме систем «второй волны» по терминологии DARPA [74] (статистического машинного обучения) и заимствуют все присущие им недостатки: плохую интерпретируемость, неустойчивость при изменении свойств входных данных, чувствительность к значениям гиперпараметров и «жадность» в отношении обучающих данных.

Данные недостатки преодолеваются в системах «третьей волны», так называемых системах

контекстной адаптации [75], которые обладают способностями к контекстному и дедуктивному выводу, абстрактному мышлению и качеством *объясняемости* (explainability). В ИИ-традиции для достижения контекстной адаптации предлагаются такие технологии, как мультимодальное обучение, объяснимый искусственный интеллект (XAI) и мета-обучение. Однако авторам данного текста для реализации виртуальных ассистентов «третьей волны» видится существенно более перспективным подход человеко-центрированного ИИ (human-centered AI), названного так для отграничения от систем, призванных *заменить* человека в принятии решений.

В системах дополненного / усиленного интеллекта (Augmented / Amplified Intelligence) виртуальный ассистент рассматривается как цифровой симбионт человека, который не может существовать изолированно от своего владельца и служит инструментом усиления его когнитивных возможностей. Так, перспективным видится использование ассистентов для устранения информационной избыточности путем предоставления им полномочий по ранжированию конкурирующих за внимание пользователя цифровых сервисов. Такие ассистенты должны достаточно автономно и в рамках нетривиальных сценариев оперировать целым рядом сервисов, и переходить от автоматизации процессов («навыки» современных ассистентов) к выстраиванию инфополя вокруг владельца и по его пожеланиям.

Наиболее перспективным направлением с точки зрения реализации виртуального ассистента на базе усиленного интеллекта является создание экосистем корпоративных цифровых ассистентов<sup>1</sup>. Переход к экосистемам обозначает необходимость решения новых научных проблем, связанных с появлением распределенных интеллектуальных систем, где взаимодействуют агенты искусственного и естественного интеллекта (в частности, в них наблюдаются эффекты, характерные для сложных систем – эмерджентное поведение, фазовые переходы, явление перколяции и т.д.). С другой стороны, реализуемость ассистентов, действующих в экосистеме, облегчается, так как появляется возможность обучения не только по итогам взаимодействия с хозяином, но и со средой. Помимо этого, «корпоративный» тип ассистента дает возможность задействовать предметную специфику среды на основе методов «второй волны» и задать основную концептуальную базу виртуального ассистента в терминах предметной области, используя такие инструменты, как онтологии и графы знаний, для осуществления процессов логического вывода.

Таким образом, контекстная адаптация на основе усиленного интеллекта будет задействовать не только статистическое машинное обучение, но и теорию сложных систем, когнитивные технологии и методы классических экспертных и knowledge-driven систем для движения в сторону «общецелевого» ИИ.

---

<sup>1</sup> Коллектив Национального Центра когнитивных разработок с начала 2020 г. работает над [платформой экосистемы цифровых личностей](#), предназначенной для создания систем виртуальных ассистентов на основе принципов

дополненного интеллекта. Первое поколение цифровых ассистентов в рамках пилотного проекта под названием «[Аватар ИТМО](#)» будет введено в эксплуатацию с 1 сентября 2020 г.

---

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Markets R.A. Intelligent Virtual Assistant (IVA) Market - Growth, Trends, and Forecast (2020 - 2025) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4845914/intelligent-virtual-assistant-iva-market>.
2. Gartner I. Virtual Customer Assistants Market Gartner review [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gartner.com/reviews/market/virtual-customer-assistants> (дата обращения: 29.06.2020).
3. Умные экраны с камерами, биометрия, контекстуальность и интерактивные драмы — как виртуальные ассистенты станут реальными [Электронный ресурс]. URL: <https://rb.ru/longread/virtual-assistants/> (дата обращения: 29.06.2020).
4. ELIZA [Электронный ресурс]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/ELIZA> (дата обращения: 29.06.2020).
5. Just AI [Электронный ресурс]. URL: <https://just-ai.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
6. Яндекс. Навыки Алисы [Электронный ресурс]. URL: <https://dialogs.yandex.ru/store/> (дата обращения: 29.06.2020).
7. DeepPavlov [Электронный ресурс]. URL: <http://deeppavlov.ai/> (дата обращения: 29.06.2020).
8. Woebot [Электронный ресурс]. URL: <https://www.woebot.io/#intro> (дата обращения: 29.06.2020).
9. Alexa and Siri Can Hear This Hidden Command. You Can't. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nytimes.com/2018/05/10/technology/alexa-siri-hidden-command-audio-attacks.html> (дата обращения: 29.06.2020).
10. Insider B. Amazon, Apple, Google, IBM, and Microsoft worse at transcribing black people's voices than white people's with AI voice recognition, study finds [Электронный ресурс]. URL: <https://www.businessinsider.com/study-ai-voice-recognition-racially-biased-against-black-voices-2020-3> (дата обращения: 29.06.2020).
11. Facebook is shutting down M, its personal assistant service that combined humans and AI [Электронный ресурс]. URL: Facebook is shutting down M, its personal assistant service that combined humans and AI (дата обращения: 29.06.2020).
12. Виртуальный ассистент попытался купить кукольный домик, услышав в новостях, что виртуальный ассистент купил кукольный домик [Электронный ресурс]. URL: <https://meduza.io/shapito/2017/01/08/virtualnyy-assistent-popytalsya-kupit-kukolnyy-domik-uslyshav-v-novostyah-cto-virtualnyy-assistent-popytalsya-kupit-kukolnyy-domik>.
13. Чат-бот «Тинькофф банка» посоветовал клиентке отрезать пальцы. В банке это объяснили обучением на открытых данных [Электронный ресурс]. URL: <https://meduza.io/news/2019/11/26/chat-bot-tinkoff-banka-posovetoval-klientke-otrezal-paltsy-v-banke-eto-ob-yasnili-obucheniem-na-otkrytyh-dannyh> (дата обращения: 26.06.2020).
14. Ваш ассистент от Google [Электронный ресурс]. URL: [https://assistant.google.com/intl/ru\\_ru/](https://assistant.google.com/intl/ru_ru/) (дата обращения: 29.06.2020).
15. Cortana [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/cortana> (дата обращения: 29.06.2020).

16. Siri делает больше. И даже заранее [Электронный ресурс]. URL: <https://www.apple.com/ru/siri/> (дата обращения: 29.06.2020).
17. Яндекс. Алиса [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/alice> (дата обращения: 29.06.2020).
18. Маруся [Электронный ресурс]. URL: <https://marusia.mail.ru/> (дата обращения: 29.06.2020).
19. Тинькофф представляет Олега - первого в мире голосового помощника в сфере лайфстайла и финансов [Электронный ресурс]. URL: Тинькофф представляет Олега - первого в мире голосового помощника в сфере лайфстайла и финансов (дата обращения: 29.06.2020).
20. Сбербанк Онлайн с голосовым сопровождением [Электронный ресурс]. URL: [https://www.sberbank.ru/ru/person/specialbank/mobile\\_app](https://www.sberbank.ru/ru/person/specialbank/mobile_app) (дата обращения: 29.06.2020).
21. Asics. Найди свои идеальные кроссовки с помощью голосового помощника Яндекс.Алиса [Электронный ресурс]. URL: <https://www.asics.com/ru/ru-ru/mk/shoes> (дата обращения: 29.06.2020).
22. Citymapper [Электронный ресурс]. URL: <https://citymapper.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
23. UGV Driver Assistant [Электронный ресурс]. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.infocomltd.ugvassistant&hl=ru> (дата обращения: 29.06.2020).
24. Mishka AI [Электронный ресурс]. URL: <https://mishka.cloud/> (дата обращения: 26.06.2020).
25. Gartner Predicts 25 Percent of Digital Workers Will Use Virtual Employee Assistants Daily by 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-01-09-gartner-predicts-25-percent-of-digital-workers-will-u> (дата обращения: 29.06.2020).
26. RealPage® Contact Center 3.0 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.realpage.com/contact-center/> (дата обращения: 29.06.2020).
27. HelpDeskEddy [Электронный ресурс]. URL: <https://helpdeskeddy.ru/> (дата обращения: 29.06.2020).
28. Okdesk [Электронный ресурс]. URL: <https://okdesk.ru/> (дата обращения: 29.06.2020).
29. Wrike [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wrike.com/ru/> (дата обращения: 29.06.2020).
30. Forms On Fire [Электронный ресурс]. URL: <https://www.formsonfire.com/workflow-management> (дата обращения: 29.06.2020).
31. Evernote [Электронный ресурс]. URL: <https://evernote.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
32. Metronik [Электронный ресурс]. URL: <https://metronik.ru/solutions/workflow-engine/> (дата обращения: 29.06.2020).
33. Anixter [Электронный ресурс]. URL: [https://www.anixter.com/en\\_us/services-and-solutions/supply-chain-services/ecommerce/einventory.html](https://www.anixter.com/en_us/services-and-solutions/supply-chain-services/ecommerce/einventory.html) (дата обращения: 29.06.2020).
34. PAE [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pae.com/capability/logistics-and-material-management-solutions> (дата обращения: 29.06.2020).
35. Udata [Электронный ресурс]. URL: <https://udata.by> (дата обращения: 29.06.2002).
36. Logistix [Электронный ресурс]. URL: <https://leadwms.ru/> (дата обращения: 29.06.2020).

37. Bitrix24 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bitrix24.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
38. Timesamp [Электронный ресурс]. URL: <https://www.techradar.com/best/best-time-management-solution> (дата обращения: 29.06.2020).
39. LeaderTask [Электронный ресурс]. URL: <https://www.leadertask.ru/> (дата обращения: 29.06.2020).
40. Directum [Электронный ресурс]. URL: <https://www.directum.ru/solution/6126917> (дата обращения: 29.06.2020).
41. «Яндекс» инвестирует ¥5 млрд в образование: что делать EdTech-стартапам? [Электронный ресурс] // РБК Тренды. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/education/5d7a6bbc9a79474a7dcb0eda> (дата обращения: 30.06.2020).
42. Coursera [Электронный ресурс]. URL: <https://www.coursera.org/> (дата обращения: 29.06.2020).
43. Khan Academy [Электронный ресурс]. URL: <https://www.khanacademy.org/> (дата обращения: 29.06.2020).
44. Udemу [Электронный ресурс]. URL: <https://www.udemy.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
45. Academic Earth [Электронный ресурс]. URL: <https://academicearth.org/> (дата обращения: 29.06.2020).
46. edX [Электронный ресурс]. URL: <https://www.edx.org/> (дата обращения: 29.06.2020).
47. Codecademy [Электронный ресурс]. URL: <https://www.codecademy.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
48. Quizlet [Электронный ресурс]. URL: <https://quizlet.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
49. Memrise [Электронный ресурс]. URL: <https://www.memrise.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
50. Duolingo [Электронный ресурс]. URL: [duolingo.com](https://www.duolingo.com/) (дата обращения: 29.06.2020).
51. Socratic [Электронный ресурс]. URL: <https://socratic.org/> (дата обращения: 29.06.2020).
52. SoloLearn [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sololearn.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
53. Examer [Электронный ресурс]. URL: <https://examer.ru/> (дата обращения: 29.06.2020).
54. Фоксфорд [Электронный ресурс]. URL: <https://foxford.ru/> (дата обращения: 29.06.2020).
55. LinguaLeo [Электронный ресурс]. URL: <https://lingualeo.com/ru/> (дата обращения: 29.06.2020).
56. Смотри.Учись [Электронный ресурс]. URL: <https://smotriuchis.ru/> (дата обращения: 29.06.2020).
57. PathSource [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pathsource.com/start> (дата обращения: 29.06.2020).
58. Deepstash [Электронный ресурс]. URL: <https://deepstash.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
59. Coach.me [Электронный ресурс]. URL: <https://www.coach.me/> (дата обращения: 29.06.2020).
60. Чат-бот Зарешай [Электронный ресурс]. URL: <https://zaresh.ai/> (дата обращения: 29.06.2020).
61. Miao Academy: Automating the way we learn STEAM [Электронный ресурс]. URL: <http://www.miaoacademy.org/> (дата обращения: 29.06.2020).
62. Kaye D.H., Freedman D.A. Reference Guide on Statistics // Reference Manual on Scientific Evidence. 3rd изд.

Washington DC: National Academy Press., 2011. С. 211–302.

63. Яндекс.Толока [Электронный ресурс]. URL: <https://toloka.yandex.ru/tasks> (дата обращения: 29.06.2020).
64. Amazon Mechanical Turk [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mturk.com/> (дата обращения: 29.06.2020).
65. ProfitTask [Электронный ресурс]. URL: [Profittask.com](http://Profittask.com) (дата обращения: 29.06.2020).
66. Miller D., Top D. Decision Makers' Guide to Enterprise Intelligent Assistants // Opus Research, Ink. 2019.
67. Rafailidis D., Manolopoulos Y. Can virtual assistants produce recommendations? // ACM International Conference Proceeding Series. 2019. С. 1–6.
68. Replica: My AI Friend [Электронный ресурс]. URL: <https://replika.ai/> (дата обращения: 30.06.2020).
69. Habitica: Gamify your Tasks [Электронный ресурс]. URL: <https://habitica.com/static/home> (дата обращения: 30.06.2020).
70. Lumosity [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lumosity.com/en/> (дата обращения: 30.06.2020).
71. Headspace [Электронный ресурс]. URL: <https://www.headspace.com/headspace-meditation-app> (дата обращения: 30.06.2020).
72. Knewton [Электронный ресурс]. URL: <https://www.knewton.com/> (дата обращения: 30.06.2020).
73. Remente [Электронный ресурс]. URL: <https://www.remente.com/> (дата обращения: 30.06.2020).
74. Perez C. The Deep Learning AI Playbook. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2019. 367 с.
75. Yonck R. Future Minds: The Rise of Intelligence from the Big Bang to the End of the Universe. Arcade, 2020. 336 с.

## ОБ АВТОРАХ:

**Клавдия Боченина**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник НЦКР, доцент факультета цифровых трансформаций;

**Гладилин Пётр**, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник НЦКР, доцент факультета цифровых трансформаций;

**Северюхина Оксана**, инженер НЦКР, аспирант факультета цифровых трансформаций;

**Анатолий Суриков**, кандидат технических наук, научный сотрудник НЦКР;

**Антон Кованцев**, инженер НЦКР;

**Егор Козлов**, инженер НЦКР;

**Антон Бойцов**, инженер НЦКР.