

УДК:004.81

**КОНЦЕПЦИЯ КОГНИТИВНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЩЕГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В
ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ.**

**The cognitive modules conception substantiating possibility of using artificial
intelligence in the transport industry.**

Окороков Николай Сергеевич, студент
Кафедра “Эксплуатация водного транспорта”
АВТ РУТ, г. Москва

Okorokov Nikolay Sergeevich, student
Department “Water transportation operations”
AWT RUT, Moscow, Russia

Аннотация: В статье излагается ограниченность существующих систем искусственного интеллекта (ИИ) и обосновывается необходимость создания системы общего ИИ на основе модели когнитивных модулей, использующих в своей структуре как «традиционные» алгоритмы, так и алгоритмы машинного обучения.

Abstract: The paper expounds the limitations of existing artificial intelligence (AI) systems and substantiates the necessity of creating a general AI system based on a model of cognitive modules that use both “traditional” algorithms and machine learning in their structure.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронная сеть, когнитивные модули, мышление, интеллектуальная деятельность.

Keywords: artificial intelligence, neural network, cognitive modules, thinking, intellectual activity.

В настоящее время крупнейшие IT компании мира активно разрабатывают элементы искусственного интеллекта(ИИ) нового поколения. Подобные системы теоретически способны выполнять основные виды умственной и когнитивной деятельности, свойственной человеку. Все эти разработки постепенно становятся неотъемлемой частью грядущих

изменений в области интеллектуальных вычислений. Транспортная отрасль также не может оставаться в стороне от этих мировых трендов, что приводит к осознанию необходимости дальнейшей разработки и внедрения в производство не только отдельных элементов искусственного интеллекта, но и создания универсальных интеллектуальных систем. К примеру, применение программно-аппаратных систем с элементами искусственного интеллекта(ИИ) в логистическом менеджменте позволяет крупным компаниям обрабатывать и классифицировать большие данные(big-data), информацию о контрактах, о клиентах, о текущих юридических документах, а также проверять данные о доставке, устранять повторяющуюся информацию и т.д. Традиционно такие задачи требовали привлечения целых отделов. Таким образом, применение ИИ повышает эффективность труда, что в дальнейшем позволило компаниям существенно оптимизировать транспортные процессы. В связи с этим, компании, применяющие ИИ, получают конкурентное преимущество.

Предполагается, что в отрасли морского и речного транспорта применение систем потенциально может обеспечить полностью автономное судоходство. Поскольку интеграция между людьми и машиной будет иметь решающее значение для эффективной морской деятельности, работа с интеллектуальными системами станет частью рабочего процесса. Переход от ручного управления судном к мониторингу удаленных машин потребует, в частности, тесной работы с автономными и роботизированными системами.

Здесь одной из наиболее сложных проблем нормативного регулирования в области автономных судов станет взаимодействие автономного судна и судна с экипажем на борту, где поддержка ИИ будет неоценима. Потребуется переходный период с соответствующим регулированием, когда автономные суда будут находиться в некоем особом правовом поле, а экипажи судов должны будут пройти дополнительную подготовку (инструктаж) по взаимодействию с автономными судами.

Необходимость дальнейшей теоретической разработки концепции общего искусственного интеллекта (ОИИ) находит своё естественное продолжение в понимании внутренних механизмов интеллектуальной деятельности, и первый шаг в этом направлении – это формирование реалистической концепции когнитивных модулей для обоснования возможности ОИИ.

Для достижения этой цели решаются следующие задачи:

1. Выявление ключевых недостатков современных систем ИИ
2. Формулировка основных требований для систем ИИ общего назначения
3. Создание модели ИИ на основе когнитивных модулей

Создание модели искусственного интеллекта основано на определённом понимании естественного интеллекта. Известно, что в основе всех исследований в сфере ИИ лежит идея аналогии процессов человеческого мышления и процессов, происходящих в компьютере. Применение подобной аналогии вполне продуктивно и подтверждено практикой. Так, исследование вопроса представления знаний позволило создать так называемые экспертные системы (ЭС, системы, которые на основе баз знаний помогают в принятии решений), а открытия в области нейробиологии помогли создать новые методы самообучения машин (появились интеллектуальные обучающиеся системы “machine learning”). Это поспособствовало бурному развитию искусственных нейронных систем в 2010-2020 годах. Проведение аналогий между человеческой интеллектуальной деятельностью и ИИ даёт возможности, которые ускоряют разработку интеллектуальных технологий.

Однако современные системы ИИ все чаще подвергаются объективной критике. С одной стороны, ИИ успешно показывает выдающиеся аналитические способности в ограниченных сферах деятельности, а также выявление новых неизвестных закономерностей в заданном наборе данных посредством технологий машинного обучения. С другой стороны, его возможности для синтеза новых знаний, использования в работе цепочек собственных «умозаключений» существенно ограничены. Также известно, что ИИ лишен «перспективного мышления» и не владеет эвристическими методами[1]. Однако существенным недостатком в сравнении с естественным интеллектом является то, что ИИ не в полной мере способен понимать суть своих действий, самостоятельно формировать алгоритмы решений задач[2].

Вместе с тем системы ОИИ имеют огромный потенциал для дальнейшего развития. Так человек сможет получить не просто инструмент для выполнения конкретных задач, но «коллегу», способного самостоятельно принимать сложные решения, оперировать фактами, выполнять сложные последовательности действий, которые могут быть объяснены, общаться на естественном языке, понимая смысл речевых моделей и высказываний (в случае применения в сфере пользовательских услуг). Здесь следует отметить, что разработка ИИ общего назначения, связанна не сколько с целью создания универсального инструмента, сколько с необходимостью моделирования когнитивных процессов и учета специфики мыслительной деятельности, наблюдаемого у естественного интеллекта.

С точки зрения современной психологии[3], мышление - суть субъективное моделирование неких «виртуальных» ситуаций, которые получают эмоциональную оценку и отпечатываются в памяти аналогично опыту реальному. Такой виртуальный опыт вносит свой вклад в формирование поведения наравне с опытом реальным. По отношению к ИИ, процесс обработки и преобразования групп информации (символов) также максимально

подходит под определение естественного мышления, поскольку человеческое мышление включает в себя способность оперировать символическими ресурсами, а сознание предстаёт как устройство для обработки информации по заданным когнитивным схемам. Инструментом оперирования символической системой, способом выражения и описания ментальных состояний служит уникальный естественный язык. Предполагается, что деятельность сознания основана на заданных когнитивных схемах и матрицах взаимодействия с миром, но для оперирования символическими ресурсами необходима осмысленность оперирования символами. Человеческое мышление связано с пониманием и осмыслением действительности, переживаниями в отношении содержания информации, касающейся ситуаций, событий, явлений действительности. Информация, которой владеет естественный интеллект, субъективно нагружена, в то время как для ИИ она представлена в нейтральном ключе. Тогда мысль можно описать как активность некоего набора понятий, ранее выделенных системой[4]. Следовательно, мышление связано с фокусом внимания, а именно избирательной направленностью восприятия на тот или иной объект, повышенным интересом к объекту с целью получения каких-либо данных. По отношению к системам ИИ, можно предположить, что внимание также отражает ряд текущих задач, выполняемых системой в конкретный момент времени.

Поведение человека основано на действиях, получающих оценку системы. Эмоция — психический процесс, который отражает субъективное оценочное отношение к существующим или возможным ситуациям и объективному миру [5]. Машинная эмоция — оценка текущего состояния системы, а также получаемой системой информацией. Такая оценка потенциально сможет выражать отношение системы к информации, что может прямым образом влиять на последовательность обработки данной информации.

Интеллектуальная деятельность человека также связана с постановкой цели и её достижением. Кроме того, мышление человека осуществляется с применением таких операций как сравнение, обобщение, анализ, синтез, установление связей между объектами, абстрагирование. Таким образом, возникает потребность в создании интеллектуальной системы, объединяющей способности известных моделей ИИ выполнять подобные когнитивные операции.

Если бы удалось реализовать указанные выше характеристики человеческого мышления в системе ИИ с использованием когнитивных операций для достижения цели, то такую систему можно было бы назвать общим ИИ, способным на выполнение большинства когнитивных задач, свойственных человеку. Теоретически возможно, что подобные системы смогут самостоятельно принимать обоснованные решения, планировать свои действия, сравнивать комплексные идеи, быстро обучаться, использовать накопленный опыт и т.д.

Исходя из вышеперечисленных соображений, были сформулированы основные требования ОИИ, принятые большинством ученых[6]:

- Понимание смысла воспринятой информации – ИИ должен уметь обрабатывать полученную информацию для описания объектов, а также совершения действий, руководствуясь собственными «умозаключениями». Таким образом выполняемые действия могут быть объяснены.
- Способность к планированию цепочек действий – наличие модели действия позволяет системе строить цепочки действий с определенным ожидаемым результатом.
- Способность к обучению на собственном опыте – действия, совершаемые системой основаны на модели действия и могут быть скорректированы в процессе выполнения данного действия. Так система сможет воспринимать результат действия, оценивать их результат, корректировать модели действий при несовпадении ожиданий и реальности.
- Принятие решений системой — система сможет разрабатывать и использовать стратегии действий, решение задач в условиях недостатка данных.
- Представление знаний — система может использовать в своей когнитивной деятельности полученные знания, а также преобразовывать их.
- Планирование — система может моделировать определенные ситуации для создания прогнозов или приобретения нового опыта для обучения.
- Общение с пользователем на естественном языке, а также восприятия характера речи пользователя и генерирования речи с использованием эмоционального ядра системы, выражать собственные умозаключения и отношение к тем или иным понятиям.
- Объединение всех этих способностей для достижения общих целей.

Для реализации данных требований система должна иметь ряд свойств, ее составляющих:

- Семантическая составляющая — знания в системе представляются в виде понятий, объединяющих объекты-символы, их характеристики, а также действия с данными объектами.
- Динамическая составляющая — система сможет создавать временные образы и понятия, с которыми будет производиться работа.
- Ориентация на действие — в основе понятия лежит действие, вокруг которого формируются все более сложные структуры, приводящие к усложнению поведения системы
- Саморазвитие — система сможет усложнять свое поведение, руководствуясь получаемыми сведениями об окружении, а также на основе данных, синтезируемых самой системой.

- Экспертная составляющая — способность воспринимать информацию и сохранять её в качестве знания для построения адаптивного поведения в среде или контексте

На пути реализации концепции ОИИ лежат различные сложности. Так, согласно А.Тьюрингу[8], математические пределы логики и вычислений могут существенно ограничить интеллект вычислительных машин. Он, в частности, ссылаясь на теорему Геделя, утверждает, что «есть ряд результатов математической логики, которые можно использовать, чтобы показать, что полномочия дискретных машин существенно ограничены». Самым ранним и самым резким критиком ОИИ можно считать Губерта Дрейфуса. По Дрейфусу, человеческий разум и его мыслительные процессы — это эмерджентные явления. Любопытство, как бессознательное стремление к познанию, и воображение, как способ отражения моделей реального или абстрактного мира - уникальны для человека и не являются результатом линейной программы. ИИ системы будут действовать, используя программу последовательных символических манипуляций. В свою очередь, наблюдаемая даже у естественного интеллекта, свободная логика может подавлять творчество, воображение и любопытство, что приводит к невозможности выполнения определенных задач. ОИИ линейный и последовательный, тогда как процессы человеческого мышления являются одновременными и непоследовательными. Параллельные когнитивные вычисления могут оказаться частичным решением данной проблемы.

Одной из проблем полноценных когнитивных вычислений является то, что в мыслительном процессе человеческого интеллекта существует также субъективный аспект. Человеческое мышление не только логично и рационально, но также интуитивно и образно. Естественный интеллект, в отличие от искусственного, основан не только на логических принципах, но также обладает рядом уникальных для каждого человека свойств, различных по степени проявления в мыслительной деятельности. В список входят такие качества, как: любопытство, воображение, интуиция, эмоции, страсть, желания, удовольствие, чувство эстетики, набор определенных ценностей, мораль, жизненный опыт и мудрость, юмор. Эти качества не могут быть воспроизведены машиной, или, как минимум, не в полном объеме. В связи с этим, можно утверждать, что многие аспекты человеческого жизненного опыта уникальны для естественного интеллекта и не имеют аналогов в машинном интеллекте. Человеческий интеллект и машинный интеллект имеют совершенно разную природу. Как следствие, невозможно считать машинный интеллект в полной мере эквивалентным естественному.

Однако, несмотря на существенные ограничения машинного интеллекта, у ИИ общего назначения будет ряд преимуществ, обусловленных, в частности, особенностями

компьютерных вычислительных систем, что заключается в использовании низкоуровневых и высокоуровневых алгоритмов для взаимодействия с цифровыми компонентами вычислительных систем. Тогда можно констатировать тот факт, что у систем ОИИ будут наблюдаться свои структурные особенности, не доступные естественному интеллекту, что в свою очередь означает, что мышление ИИ не обязательно будет целиком схоже с человеческим и будет иметь ряд преимуществ, но также и ограничений.

В случае применения на беспилотных судах, ИИ общего назначения сможет одновременно принимать сложные решения для управления судном, действовать, основываясь на данных с сенсоров и систем связи, обеспечивать полностью автономные операции за счет самостоятельного принятия решений. В случае удаленного контроля, для обеспечения полностью автономного судоходства ИИ сможет объединить все авторулевые и вспомогательные системы судов в своей зоне ответственности для управления целой сетью морских и речных транспортных средств, а также оперативно оценивать такие факторы, как наличие в акватории не подключенных к сети судов и их траектории, навигационные каналы и правила управления, состояние моря и погодные условия, любые опасности, такие как рифы, сильные течения и т.д.

Очевидно, что современные вычислительные системы не видят, не воспринимают, не ощущают и не чувствуют, как люди, поэтому для разработки полноценной системы когнитивных вычислений для ОИИ отмечается необходимость разработка среды, которая позволит не только преобразовывать потоки данных в систему символов, но также предоставлять возможность преобразовывать сами символы. Это

Таким образом, система ОИИ будет совмещать в себе свойства экспертных систем, технологий машинного обучения (“machine learning”) и осмысленному рассуждению (“common-sense reasoning”). В основу работы такой системы будет положен цикл «восприятие-мышление-действие» (Sense/Think/Act). Так ИИ распознаёт или ему сообщают информацию, которая может влиять на его поведение. Впоследствии, ИИ принимает решение своих дальнейших действиях с учетом поставленной цели и полученных данных, затем действуя для реализации своих решений[7]. Для соответствия данной концепции поведения системы, будет целесообразно подразделить ее на три вычислительных сегмента в соответствии с выбранной парадигмой «восприятие-мышление-действие». Эти сегменты будут состоять из модулей, выполняющих определенную группу когнитивных операций, которые необходимы для работы каждого конкретного сегмента.

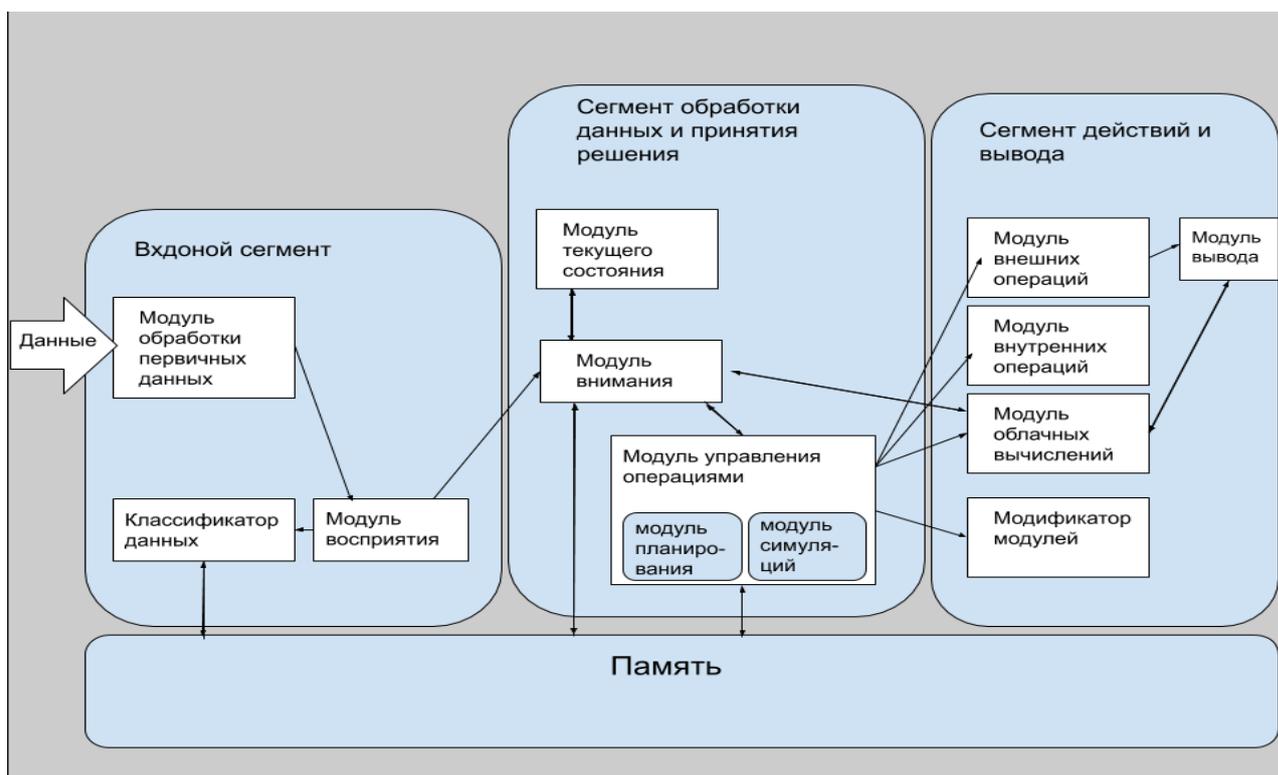


Рис.1 Схема модульной архитектуры системы общего ИИ

- Входной сегмент (используется для обработки поступающей информации, конвертации в символы и системы символов, для дальнейшей передачи в другие сегменты)
- Сегмент обработки данных и принятия решения
- Сегмент действий и вывода (осуществляет операции по выполнению действий как внутри системы ИИ, так и через выходные интерфейсы)

Модули общего ИИ(рис. 1):

Входной сегмент

Модули входного сегмента являются интерфейсными. Предполагается возможность непосредственного доступа через этот сегмент с памятью системы в целях добавления начального набора данных, что даст основу для выполнения дальнейших символьных операций. В данном сегменте ОИИ преобразует получаемую информацию в данные образов, что в дальнейшем обеспечивает восприятие и распознавание уже известных объектов-символов. Сегмент группирует распознанные объекты, классифицирует их и передает полученные образы, их характеристики и действия, а также результат собственного внешнего действия системы в сегмент обработки. Создает запись в журнале событий (аналог “запоминанию” в естественном интеллекте). В целях экономии вычислительных ресурсов, предлагается производить первичную классификацию по известным системе данным. Для достижения ОИИ, следует использовать нейронные сети там, где они больше всего приспособлены, объединить их с традиционными алгоритмами таким образом, чтобы они могли обрабатывать более продвинутые аспекты человекоподобной когнитивной

деятельности. Для старта подобной системе может потребоваться изначальный набор вспомогательных данных для ускорения процесса адаптации к окружающей среде, поскольку подразумевается, что ОИИ будет взаимодействовать с миром, воспринимать его и исследовать автономно.

Сегмент обработки данных и принятия решения

В данном сегменте происходит непосредственная обработка всех входящих символов и процессов. Основные задачи данного сегмента

- постановка текущей задачи системы
- работа с идеей, как с временно выделенным набором связанных понятий.
- рассмотрение возможных вариантов действия и принятие решения
- чтение/запись/изменение объектов в памяти, необходимых для рассмотрения и изучения объектов или действий
- осуществление действий с помощью сегмента вывода
- формулировка текущих событий в системе и обобщение результата для формирования законченного умозаключения, которое может быть использовано для вывода пользователю, продолжения текущей логической операции или перемещения в память

В данном сегменте будут содержаться основные характеристики системы, а также уникальные свойства системы в текущий момент времени, как набор изменяемых характеристик, наделяемых символам в целях дальнейшей формулировки отношения системы к последней. Сегмент осуществляет непосредственное управление воспроизводимым или прогнозируемым действием. Отдельный модуль сегмента создает последовательности действий для получения конкретного результата, используя как основные логические операторы, так и известные ранее модели действий по схеме «действие-прогнозируемый результат». Следует также отметить проблему возникновения собственной семантики системы для обоснования абстрактных понятий, что может усложнить понимание подобных систем пользователями. Исходя из вышеупомянутого, применение алгоритмов обучения по отношению к собственному окружению, ОИИ будет способен также применять свои алгоритмы рассуждения и обучения рекурсивно к самому себе. Это даст ключ к дальнейшему развитию системы и улучшению собственного функционала. Путем мультипликации данного сегмента, при наличии вычислительных мощностей допускается возможность распараллеливания когнитивных вычислений, что позволит ОИИ планировать решение задачи и обрабатывать результат наблюдений несколькими независимыми методами.

Сегмент действий и вывода

В данном сегменте осуществляется исполнение запланированных системой действий и контроль над их выполнением. Используется для создания или изменения интерпретируемого кода модулей для интеграции с новыми алгоритмами и программами. Система может осуществлять как внешние операции (например, взаимодействие с пользователем), так и внутренние (например, синтез новых знаний). Системе также доступно внесение структурных изменений, в частности добавление или модификация исполняемых файлов и библиотек. При наличии расхождений «ожидание-результат» запрашивает коррекцию действий у сегмента обработки.

Память системы представлена базой образов, их характеристик, а также действий и связанных с ними данных. Символьные образы связаны с информацией об объектах, возможных действиях с ними, и составляют классы схожих объектов и, в целях упрощения классификации.

С учетом имеющихся на сегодняшний день технологий, теоретически существует возможность создания вводного и выводного сегмента данной модели, однако наибольшую сложность представляют модули центрального сегмента, поскольку очевидно, что модули обработки имеют большую структурную сложность, так как на их работу влияет большое число параметров, передаваемых предыдущими модулями.

Таким образом, ключевыми недостатками современных систем ИИ можно считать ограничение имеющегося числа когнитивных операций для каждого конкретного ИИ, отсутствие способности к обучению на собственном опыте и к разностороннему пониманию смысла получаемой информации. В связи с этим возникает потребность в создании системы общего ИИ, которая сможет выполнять базовые когнитивные операции, свойственные естественному интеллекту, а также применять их для выполнения поставленных задач. Была предложена модель общего ИИ, где за выполнение определенного ряда когнитивных операций отвечали когнитивные модули, позволяющие разбить интеллектуальную деятельность по группам когнитивных операций.

В заключение, следует отметить, что IT индустрия стоит на пороге целого ряда открытий в области ИИ. Эти открытия позволят не только усовершенствовать существующие системы ИИ, но также породить целый ряд разработок ИИ нового типа, в которых будут использованы модели когнитивных функций естественного интеллекта с одной стороны, и вычислительные мощности компьютерных систем, с другой стороны. Для транспортной отрасли и, особенно для водного транспорта, появление систем ИИ общего назначения и их применение является особенно актуальным.

Список литературы:

1. Мигуренко Раиса Афанасьевна Человеческие компетенции и искусственный интеллект // Известия ТПУ. 2010. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskie-kompetentsii-i-iskusstvennyy-intellekt> (дата обращения: 20.01.2022).
2. Малышева Д.С., Касимов А.В. Технические и философские основания для создания сильного искусственного интеллекта (часть I) // Технологос. 2016. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnicheskie-i-filosofskie-osnovaniya-dlya-sozdaniya-silnogo-iskusstvennogo-intellekta-chast-i> (дата обращения: 20.01.2022).
3. Глоссарий психологических терминов / под ред. Н. Губина. М.: Наука, 1999. 302 с.
4. Простая архитектура сильного искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // URL: <https://habr.com/ru/post/146066/> (дата обращения: 20.01.2022).
5. Эмоциональный интеллект [Электронный ресурс] // URL: <https://ru.lafeum.org/terminy-kom/20/emocionalnyi-intellekt-terminy-kom/> (дата обращения: 20.01.2022).
6. Stuart Russell, Artificial Intelligence: A Modern Approach / Stuart Russell, Peter Norvig – UK: Pearson, 2020 . – 1136 с.
7. Artificial intelligence [Электронный ресурс] // URL: <https://www.pwc.in/consulting/technology/emerging-technologies/ai.html> (дата обращения: 20.01.2022).
8. Алан Тьюринг и философские проблемы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // URL: <https://yandex.ru/turbo/s/hi-news.ru/research-development/alan-tyuring-i-filosofskie-problemy-iskusstvennogo-intellekta.html> (дата обращения: 20.01.2022).