

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЛИНГВОКОНТЕНТА В СФЕРЕ БИОТЕХНОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРИИ ДЛЯ АКАДЕМИЧЕСКОГО, ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

THE EFFECTIVENESS OF DIGITAL TECHNOLOGIES OF LINGUISTIC CONTENT IN THE FIELD OF BIOTECHNOLOGY, ENGINEERING FOR ACADEMIC AND PROFESSIONAL INTERACTION

S. Syreskina
N. Chigina
E. Kalinichenko
O. Maltseva
E. Krestyanova
V. Kamuz

Summary. Intensive digitalization of information flow processing processes, which has permeated almost all spheres of society in recent decades, is initially focused on systematization and simplification of operating with large arrays of structured data. The nature and purpose of this data, in fact, does not matter to the machine code processing it. As you know, the most capacious sphere in terms of the scale of information exchange is social communication; the subject of interpersonal communication can be an unlimited range of issues related, inter alia, to social relations, people's daily concerns, the field of professional activity, as well as training.

The volumes of all kinds of content generated by humanity in real time, its thematic diversity, disorganization and multiformedness have reached such a size today that without the development of effective filtering algorithms, accounting and competent decoding of information flows, the value of the data contained in them will steadily decrease. The main problem in this regard, according to the author, is the automation of the processes of transformation of linguistic content. Taking into account the existence of thousands of independent language systems on the planet and an even larger number of dialects, and also taking into account that the development of relevant information today takes place not only in traditional analog text representation, but also in digital, including audio and video formats, this task cannot be called simple. The research of the processes described above is carried out by a special discipline – computational linguistics, the possibilities of which are currently not fully disclosed. The reason is the complexity of structuring linguistic content due to the national and cultural peculiarities of its formation in different countries of the world; significant apperceptive load inherent in human speech; insufficient development of artificial intelligence technologies. In this article, the author offers his own vision of the state and prospects for the development of digital

Сырескина Светлана Валентиновна

Кандидат педагогических наук
Самарский государственный аграрный
университет
syreskinasv@mail.ru

Чигина Нелли Владимировна

Кандидат педагогических наук
Самарский государственный аграрный
университет
Chigina_nelli@mail.ru

Калиниченко Элина Борисовна

Кандидат социологических наук
Саратовский государственный университет
генетики, биотехнологии и инженерии
kalinichenkoau@mail.ru

Мальцева Ольга Геннадьевна

Старший преподаватель
Самарский государственный аграрный
университет
Nechaeva-og@mail.ru

Крестьянова Елена Николаевна

Самарский государственный аграрный
университет
Krest1970@mail.ru

Камуз Валентина Владимировна

Самарский государственный аграрный
университет
Kamuz-vv@yandex.ru

Аннотация. Интенсивная цифровизация процессов обработки информационных потоков, пронизавшая в последние десятилетия практически все сферы жизни общества, изначально ориентирована на систематизацию и упрощение оперирования большими массивами структурированных данных. Природа и предназначение этих данных, по сути, для обрабатываемого их машинного кода значения не имеют. Как известно, наиболее ёмкая с точки зрения масштабов информационного обмена сфера — это социальная коммуникация; предметом межличностного общения может выступать неограниченный круг вопросов, связанных, в том числе, с общественными отношениями, повседневными заботами людей, областью профессиональной деятельности, а также обучением.

Объемы генерируемого человечеством в режиме реального времени всевозможного контента, его тематическое разнообразие, дезорганизованность и мультиформатность достигли сегодня такого размера, что без разработки эффективных алгоритмов фильтрации, учета и грамотного декодирования информационных потоков ценность содержащихся в них данных будет неуклонно снижаться. Основной проблемой в этой связи,

technologies in the context of language content processing, including taking into account their application to solve specific tasks – use in the development of projects involving the construction of software and hardware complexes as part of biotechnological solutions, and the use of artificial intelligence (AI) technology for these purposes.

Keywords: computational linguistics, digital processing of linguistic content, NLG and NLU solutions in bioengineering.

по мнению автора, выступает автоматизация процессов преобразования лингвоконтента. С учетом существования на планете тысяч самостоятельных языковых систем и ещё большего числа диалектов, а также принимая во внимание, что выработка актуальной информации сегодня происходит не только в традиционном аналоговом текстовом представлении, но и в цифровом, в том числе аудио- и видеоформате, задачу эту нельзя назвать простой. Исследованием описанных выше процессов занимается особая дисциплина — компьютерная лингвистика, возможности которой в настоящее время до конца не раскрыты. Причина — сложность структурирования лингвоконтента из-за национально-культурных особенностей его формирования в разных странах мира; значительной апперцепционной нагрузки, свойственной человеческой речи; недостаточной развитости технологий искусственного интеллекта. В данной статье автор предлагает собственное видение состояния и перспектив развития цифровых технологий в контексте обработки лингвоконтента, в том числе с учетом их применения для решения конкретных задач — использования при разработке проектов, предполагающих конструирование программно-аппаратных комплексов как составной части биотехнологических решений, и применения для этих целей технологии искусственного интеллекта (ИИ).

Ключевые слова: компьютерная лингвистика, цифровая обработка лингвоконтента, NLG- и NLU-решения в биоинженерии.

Информационные технологии (далее — ИТ-технологии), предназначенные для обработки лингвоконтента, преследуют цель программирования задач актуализации и манипулирования существенным контентом, содержащимся в информационном потоке, что подразумевает способность машин достоверно определять формат знаковой системы; выделять в речевом потоке смысловые ядра; корректно транскрибировать мультимедиа контент, опираясь на верификацию множества морфологических, грамматических и семантических признаков, соответствующих тому языку, на котором обрабатываемая информация была первоначально создана. Работы в этих направлениях ведутся, начиная с середины 1980-х гг., и сегодня они уже проторили себе дорогу как самостоятельные практико-ориентированные области знаний, решающие задачи алгоритмизации в области компьютеризированной обработки текста и речи, ее синтаксического и морфологического анализа в целях последующей оцифровки на основе ИИ-технологий и определения семантической нагрузки с учетом дискурсивного анализа.

Фундаментом для разработки программных решений, позволяющих «переводить» человеческую речь в формат машинного кода, являются т.н. NLP-алгоритмы обработки лингвоконтента (Natural language

processing), находящиеся на стыке ИТ-сферы, лингвистики и технологий, базирующихся на искусственных нейросетях. NLP содержит множество активно развивающихся в наши дни инструментов опосредования естественного (natural) и искусственного (machine) языков, наиболее востребованными из которых являются приложения типа NLG (Natural-language generation) — генераторы естественного языка, NLU (Natural-language understanding) — преобразователи естественного языка и OCR (Optical character recognition) — оптические распознаватели символов.

За более чем семьдесят лет своей эволюции NLP-технология преодолела путь от довольно грубого машинного перевода отдельных фраз (основанного на распознавании роли и места символов с помощью простого перебора предустановленных вариантов) до выявления неочевидных смысловых и эмоциональных оттенков речевого сообщения на основе интеллектуального анализа с использованием нейросетей. Сегодня компьютер уже способен «пересказать текст своими словами, например, на другом языке. Соответственно, машинный перевод <...> остается естественным мерилем достигнутого уровня зрелости ИИ в области машинной обработки языка (Natural Language Processing, NLP). Среди других практических примене-

ний NLP отметим: автоматическое выявление сущностей и отношений между ними (например, сбор фактов в интернете), определение эмоциональной окраски сообщений (например, анализ отзывов о брендах или политиках в соцсетях), автоматическое реферирование текстов (например, для тематических дайджестов) и генерацию контента в диалоговых системах» [3, с. 10].

Актуальность разработки программного обеспечения для обработки/преобразования человеческой речи не вызывает сомнений. Порядка 6 тыс. языковых систем, существующих в мире (причем более трех сотен из них насчитывают свыше миллиона носителей!), — лучшее тому подтверждение. И если перед собой мы ставим задачу эмулировать речь, язык человека, как инструмент выражения мысли, то «обработка естественного языка, вероятно, будет играть в этом важнейшую роль. Плюс в структурах данных и вложенных связях между словами кроется множество важных ключей к постижению разума...» [8, с. 24]. Очевидно, в этом случае информатика идет рука об руку с лингвистикой, без методического инструментария которой искусственный интеллект столкнулся бы с непреодолимыми сложностями при контент-анализе речевых сообщений с целью корректного кодирования/декодирования лингвистического контента. Системы искусственного интеллекта, несмотря на известную самообучаемость, пока не в состоянии в полной мере учитывать лингвоинформационные особенности культурной среды, к которой относится обрабатываемая речевая информация, тем более, когда речь идет о специфической профессиональной терминологии в соответствующем контексте. В то же время пространство использования языка практически не ограничено, а значит, потребность в адекватной систематизации и периодической модернизации массива лингвоконтента, которым оперируют ИИ-системы будет постоянно расти.

В нашем исследовании основное внимание будет уделено использованию возможностей информационных технологий обработки лингвоконтента преимущественно в сфере биотехнологий и коммерческих проектах — там, где процесс традиционного (межличностного) общения и/или обмена информацией затруднен или технически невозможен по объективным причинам.

При создании ИТ-комплексов, имеющих своей целью моделирование условного субъекта общения, аппаратной реализации речевого взаимодействия или интеллектуальной генерации связного текста, возникает необходимость грамматически и синтаксически правильно построить высказывание (задача формализации машинного речевого поведения), обеспечить смысловое единство сообщения, а также его

лексико-семантическое соответствие используемому лингвоконтенту.

В ряду базовых начал, формирующих архитектуру таких ИТ-комплексов, следует выделить необходимость обобщения лингвоконтента по заданным условиям, интегрированность алгоритмов преобразования обрабатываемой информации, интерактивность взаимодействия (реагирования) при формулировании/транскрибировании исходящей/входящей информации и модульность структуры обрабатывающих лингвоконтент алгоритмов.

Анализ лингвоконтента происходит с учетом его контекстуальной целостности, вариативности тематики, адекватности и обязательной аутентичности.

Контекстуальная целостность (или текстоцентричность) в нашем случае подразумевает опору на конкретный языковой материал, выступающий источником воспринимаемой/сообщаемой информации. Вариативность тематики указывает на задействование тезауруса, соответствующего избранной предметной области. Адекватность задач обработки языкового контента определяется уровнем требуемой языковой компетенции и особенностями формата подачи материала. Аутентичность характеризует соответствие результата предметной области, к которой принадлежит задействованный лингвоконтент.

Моделирование самообучаемых систем обработки лингвоконтента происходит, как правило, с учетом многообразия форматов преобразуемой информации. В этой связи возникает необходимость структурирования и определения смысловой иерархии отдельных элементов лингвоконтента, имеющих различную природу (аналоговый или электронный текст, аудиовизуальный контент или комбинирование нескольких типов информации), с целью выделения «единицы речевого образа», на базе которого впоследствии ИИ-системой будет создан цифровой отпечаток «речевого эталона», соотносимого с конкретной сферой компетенции. Такие единицы составляют опорные точки каркаса нейросети ИИ-системы, воспринимающей и/или генерирующей лингвоконтент.

В практическом отношении описанные выше процессы находят широкое применение в реализации поисковых алгоритмов онлайн-ресурсов, в системах автоперевода и приложениях «суфлерах» с поддержкой голосовых команд. Эти возможности предоставляет научно-методический инструментарий компьютерной лингвистики (Computational linguistics), — специдисциплины, обобщающей научные подходы к описанию языковых систем посредством их математического

моделирования. Компьютерная (или вычислительная) лингвистика оформилась на стыке собственно лингвистики (включая психолингвистику), высшей математики, теории информации (кибернетики), концепции теории искусственного интеллекта и математической логики.

С первых экспериментов по автоматическому переводу текстов, созданных на естественном языке (речь идет об опытах Н. Хомского в университете Джорджтауна, США), прошло почти 70 лет. Тогда американским кибернетикам удалось реализовать алгоритм машинного перевода текста объемом в нескольких десятках предложений, который сносно выполнял перевод с русского на английский язык. Но окончательно перенос теории компьютерной лингвистики в практическую плоскость — то есть в сферу автоматизации процессов обработки естественных языков (NLP) на базе последних достижений в области электронно-вычислительной техники — состоялся сравнительно недавно — в конце прошлого века, что сразу отразилось на сфере биотехнологий, давно нуждавшейся в адекватных технических средствах (в первую очередь для транскрибирования и аудиовизуальной генерации речи), облегчающих жизнь людям с психофизиологическими недостатками, препятствующими непосредственному речевому общению. Вторым, не менее значимым практическим результатом цифровизации лингвистики, стало появление на ее основе мощного (интеллектуального!) инструмента фильтрации и извлечения нужной информации из циркулирующих и постоянно обновляющихся потоков данных и способность котекстно обусловленного манипулирования им.

Обработка текстовых массивов с использованием автоматических программных модулей на основе ИИ-решений облегчила пользователям, регулярно обращающимся к специализированным базам данных, поиск и вычленение нужной информации, позволив сконцентрироваться на более сложных интеллектуальных и творческих задачах. Кроме того, машинная обработка информации предоставила возможность оптимизировать выдаваемые итоговые данные «на лету» (что особенно важно для коммерчески значимых проектов), определяя значимые тенденции, выявляя контекстуальные взаимосвязи, формируя отчетные формы т.д.

Вообще говоря, цифровая обработка лингвоконтента — многоуровневый процесс. В частности, его базу составляет фонология (изучающая звуковой ландшафт речи), на которую как на фундамент опирается теория графического отображения символов языковой системы; далее следует надстройка, описывающая законы словообразования, составные элементы лексем и принципы их сочетания (морфология); потом позиционируется уровень взаимосвязи слов в предло-

жении — его регламентирует синтаксический строй; далее идут надстройки, соответствующие значению и смыслу (семантике) слов и высказываний, а также целям и способам речевого поведения индивидов (модально-прагматический комплекс) завершают общую картину лингвистического анализа. В таком порядке обычно и происходит автоматическая (конвейерная) обработка лингвоконтента компьютером; основная цель этой обработки — выявление отдельных грамматических конструкций и определение семантического посыла, содержащегося в сообщении.

Формализация алгоритмов лингвистического анализа на данный момент производится в программных средах, соответствующих высокоуровневым динамическим языкам программирования, арсенал которых постоянно пополняется разносторонними вспомогательными библиотеками и специальными платформами (фреймворками). К таким языкам можно отнести Prolog, Lisp, Python, целый ряд менее значимых языков узкого предназначения, прикладные модели нейросетей, различные способы индексации и снижения размерности (эмбединги) массивов данных.

Наряду с обработкой текстовых сообщений одним из особенно востребованных составных частей функционала компьютерной лингвистики считаются формализованные методы, позволяющие воспринимать и исследовать по заданной программе медиаконтент, объем которого по понятным причинам в современном информационном пространстве в разы превышает количество вновь создаваемого авторского текста.

Обобщая вышесказанное, представим направления, связанные с обработкой лингвоконтента, в виде нескольких групп:

- ◆ программные средства поиска и отбора данных;
- ◆ алгоритмы автоматического перевода;
- ◆ генераторы электронного текста с заданными параметрами;
- ◆ текстовые компиляторы;
- ◆ автодиалоговые системы и чат-боты;
- ◆ системы коммуникации для лиц с ограниченными возможностями.

Особняком располагаются программные инструменты по автокоррекции электронного текста (функционал текстовых редакторов офисных приложений), ИИ-технологии автореферирования, модули создания и поддержки электронных справочных банков данных и агрегаторы корпусов текста.

Отметим: создание корпусов текста в деле восприятия/распознавания естественного языка машинным кодом — крайне важное дело и ответственное (ког-

да, к примеру, ставится задача формирования корпуса исчезающего языка). Эта работа весьма трудоемка и требует особой тщательности. Корпус текста обязан быть исчерпывающе репрезентативным, он должен содержать конкретные свойства изучаемого объекта (слова) определенной языковой системы и его конкурданские формы (так, объем корпуса «Банк английского языка» достигает 2,5 млрд. (!) слов). Очевидно, что без автоматизации процедур аккумуляции такого рода информации множество научных задач решить было бы очень сложно, — даже на начальном этапе эволюции корпусных массивов, их размерность достигала миллионов словоформ. Структурирование подобной информации требует многократной сортировки, статистической обработки и индексации данных по разным ключам. При составлении корпусов — будь это специальный корпус или универсальный — предварительно формулируются определенные управляющие параметры его структуры. Составленный корпус чаще всего содержит в себе программу-фильтр, позволяющую выполнять извлечение данных по заданному критерию.

Синтезирование человеческой речи и генерирование по формальному или содержательному ключу связного текста, как указывалось выше, реализуется на основе интеллектуальной обработки лингвоконтента — NLU- и NLG-программно-аппаратных комплексов. Генераторы естественного языка активно применяются в настоящее время в сфере маркетинга и массовых контактов (т.н. чат-боты).

Что касается обозначенной в названии статьи сферы биотехнологий, то возможности цифровой обработки лингвоконтента задействованы в целях социальной адаптации инвалидов с различными патологиями (психического, интеллектуального, физиологического характера), а также лиц с нарушениями сенсорики и когнитивных способностей. Приборы, реализующие, функцию синтеза речи для людей, не способных говорить, дают им фактически путевку в новый мир, наполненный общением и взаимодействием.

Наиболее часто встречающаяся форма сенсорной дисфункции — нарушения, связанные с частичной или полной потерей слуха (причины недуга — самые разнообразные: от генетических сбоев и тяжелых осложнений после перенесенных заболеваний до привычной старческой немощи и побочных действий некоторых лекарственных препаратов). С этой проблемой регулярно сталкивается около полумиллиарда человек (согласно последним прогнозам к середине века этот показатель приблизится к миллиарду!). Именно поэтому востребованность программно-аппаратных решений в области распознавания (синтезирования) речи будет возрастать высокими темпами.

Исторический путь технологии распознавания речи теряется в 1970-х — начале 1980-х гг., когда появились первые опытные разработки в этой области. Но заметные подвижки произошли на рубеже XX–XXI вв. и в начале 2010-х гг., когда были созданы довольно эффективные алгоритмы транскрибирования. Однако настоящим прорывом стало использование для этих целей нейросетей – систем, построенных на основании сложных математических моделей, воспроизводящих функционирование нервных клеток мозга человека (которые способны самообучаться и работать как единая система, выполняя операции за счет избирательного установления связей друг с другом). На подобных принципах построены не только интеллектуальные системы генерации и распознавания речи, но и более узкие в функциональном плане адаптивные комплексы — программы цифровой обработки речи, улучшающие ее восприятие; речевые модуляторы, предназначенные для ухода за больным с когнитивными и сенсорными нарушениями; программируемые комплексы, реализующие ассистивный функционал; мультимодальные интерфейсы для инвалидов; систем графического воспроизведения речи для людей с вербальной дисфункцией и пр.

Однако возможности реализации более совершенных ИТ-проектов в сфере компьютерной лингвистики тормозит отсутствие квалифицированных специалистов, а также недостаточный уровень развития технологий искусственного интеллекта, которые пока не способны в полной мере выявлять и учитывать контекстные смысловые связи при обработке речи, уверенно распознавать речь человека независимо от его дикции, членораздельности, языковой грамотности. Действительно, программируемые нейросети (особенно, когда речь заходит о т.н. «глубоких» нейронных сетях для систем машинного интеллекта сверхвысокой размерности), обрабатывая лингвоконтент «улавливают тонкие оттенки смысла и могут использовать их для решения практических задач (например, классификации текстов). Однако чрезвычайно сложно ответить на вопрос: «Понимает ли машина человеческий язык?»» [3, с. 23]. И всё же инженерной мысли человечества есть что представить на суд общественности:

- ♦ Euphonia — площадка, предназначенная для сбора данных о голосах людей с нарушениями речевой функции в целях обучения разработки алгоритма, способного воспринимать и понимать «речь» таких людей. С точки зрения алгоритма ее функционал выглядит следующим образом: «лингвистическая модель анализирует информацию, получаемую от акустической модели, и формирует окончательный результат распознавания. На основе вероятностного расчета компьютер определяет, что именно мог произнести поль-

зователь. <...> Компьютер распознает наиболее важные признаки произношения пользователем фонем и записывает полученные данные в виде профиля пользователя...» [4].

- ◆ Live Relay — проект, транспонирующий голос из аудиорежима в текстовые сообщения во время телефонного разговора, а также производящий обратную итерацию (предназначен для людей, страдающих нарушением слуха);
- ◆ Cognixion One — программная среда, разработанная американскими инженерами-энтузиастами, считывающая сигналы нейронов головного мозга и воспроизводящая на основе этих сигналов графические изображения в формате Augmented Reality — дополненной реальности (компенсирует отсутствие речи);
- ◆ Переводчик жестового языка, доступный онлайн,— разработка ученых Новосибирского государственного технического университета;
- ◆ мобильные приложения с функцией сурдоперевода, возможностью сопровождения аудиосообщений автосубтитрами или функционалом для слабовидящих.

Разумеется, приведенный обзор демонстрирует лишь отдельные образцы индустрии, реализующей на практике научные изыскания компьютерных лингвистов.

Отметим — практически во всех перечисленных сферах цифровых технологий обработки лингвоконтента (поиск и извлечение информации из текста, создание диалоговых модулей и ботов-контактеров, распознавание и синтез речи, автоматизированный перевод и генерация связного текста) представлены российские ИТ-компании. Mail.ru Group, Яндекс широко известны отечественным пользователям. Компания Intento, которая специализируется на системах с искусственным интеллектом, выполняющих квалифицированный машинный перевод, дополненный такими возможностями, как систематизация текста по заданным параметрам, анализом его модальности и графической разметкой. Одним из ветеранов отечественного ИТ-сегмента является компания АBBYU, занятая проектами в сфере обработки

информации на основе ИИ-технологий, бизнес-аналитикой и решениями в области оптического распознавания текстовой информации. Таким образом, цифровые технологии обработки лингвоконтента, которые включают в себя множество отдельных направлений, ориентированных на автоматизацию тех или иных процедур преобразования информации и интеллектуального контекстного анализа, переживают в нынешний момент небывалый подъем. Важно, что ИТ-решения, ориентированные на работу с лингвоконтентом, играют роль не только инструментов для решения практических задач, но и выполняют чисто исследовательские функции, давая обильную пищу для анализа специалистам по изучению закономерностей построения семиотических систем (как естественных, так и искусственных); позволяя вести активный международный научный обмен и расширять образовательное пространство, попутно применяя результаты научно-исследовательских работ для создания технических средств, облегчающих социализацию людям с ограниченными возможностями. Интенсивно ведутся работы по формированию специальных и универсальных текстовых корпусов, включая подготовку спецсловарей и универсальных грамматических сводов, опирающихся на данные последних достижений компьютерной лингвистики.

По некоторым оценкам, рынок NLP-приложений за четыре-пять лет может вырасти до рекордного годового объема в \$35 млрд. с соответствующими ежегодными темпами прироста в 20 и более процентов! С учетом того, что современные формы естественного языка продолжают всё более усложняться, обогащаясь (в том числе посредством взаимовлияния языковых систем друг на друга), объем работы для теоретиков и практиков, занятых систематизацией массива лингвоконтента, его адаптацией и оптимизацией для машинной обработки, будет нарастать. При этом главными площадками, на которых подобные алгоритмы будут востребованы, на наш взгляд останутся сфера академического образования; профессиональные международные контакты; коммерческие проекты, связанные с социальной коммуникацией, а также область прикладных биотехнологических решений, ориентированных на людей с ограниченными возможностями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных: учеб. пособие / Большакова Е.И., Воронцов К.В., Ефремова Н.Э., Клышинский Э.С., Лукашевич Н.В., Сапин А.С. — М.: Изд-во НИУ ВШЭ, 2017.
2. Выготский Л.С. Мышление и речь. Собр. соч. в 6 т. Т. 2. М., 1982.
3. Искусственный интеллект. Обработка естественного языка, распознавание и синтез речи: альманах. Сингапур: ЦНТИ МФТИ, 2019.
4. Казачкин А.Е. Методы распознавания речи, современные речевые технологии // Молодой ученый. 2019. № 39 (277). С. 6–8 (дата обращения: 21.09.2022).
5. Леонтьев А.А. Основы психолингвистики. М.: Смысл, 1999.

6. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Глубокое обучение. СПб.: Питер, 2018.
7. Распознавание речи: очень краткий вводный курс. URL: <https://www.toshiba-clip.com/en/detail/7655> (дата обращения: 22.09.2022).
8. Хобсон Л., Ханнес Х., Коул Х. Обработка естественного языка в действии / Серия «Для профессионалов». СПб.: Питер, 2020.
9. Junhua Mao, Wei Xu, Yi Yang etc. Explain Images with Multimodal Recurrent Neural Networks Attention // arXiv, 2014. URL: <https://arxiv.org/abs/1410.1090> (дата обращения: 14.09.2022).

© Сырескина Светлана Валентиновна (syreskinasv@mail.ru), Чигина Нелли Владимировна (Chigina_nelli@mail.ru),
Калиниченко Элина Борисовна (kalinichenkoau@mail.ru), Мальцева Ольга Геннадьевна (Nechaeva-og@mail.ru),
Крестьянова Елена Николаевна (Krest1970@mail.ru), Камуз Валентина Владимировна (Kamuz-vv@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Самара