

Нейронные технологии сравнительного перевода при обучении студентов нефтегазового вуза на базе русского и английского языков

Диана Георгиевна Карпова

Студент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Уфа, Россия

karпова.D.G@mail.ru

 0000-0000-0000-0000

Алексей Дмитриевич Колотилев

Студент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Уфа, Россия

kolotilov2002@inbox.ru

 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 21.08.2023

Принята 22.09.2023

Опубликована 30.10.2023

 10.25726/o8378-0123-8637-a

Аннотация

В условиях глобализации и интенсификации научно-технического сотрудничества между странами актуализируется вопрос о необходимости качественного образования специалистов в сфере нефтегазовой промышленности. По данным Петербургского государственного горного университета, около 68% исследований в этой сфере публикуются на английском языке. В данной статье исследуется возможность применения нейронных технологий сравнительного перевода для улучшения уровня языковой подготовки студентов нефтегазовых вузов на базе русского и английского языков. Разработанная система на основе многослойных перцептронов и долгосрочной краткосрочной памяти (Long Short-Term Memory, LSTM) показала эффективность в определении семантических отношений между терминами в текстах нефтегазовой тематики, достигая точности до 94.7% на тестовой выборке из 800 документов. Эти данные предоставляют значительный потенциал для создания новых методик обучения, повышая уровень междисциплинарной компетентности будущих специалистов. Технологии нейронного сравнительного перевода — это тип моделей машинного обучения, которые помогают решать задачи межъязыкового перевода. Эти модели предварительно обучены и используют параллельные данные для предварительного обучения, что дает им возможность прогнозировать замаскированные слова на исходной и целевой стороне со ссылкой на контекст любой стороны параллельных данных.

Ключевые слова

нейронные сети, сравнительный перевод, нефтегазовая промышленность, образование, многослойный перцептрон, LSTM, семантический анализ, междисциплинарная компетентность.

Введение

В исследовании участвовали 50 студентов из Российского государственного нефтегазового университета имени И.М. Губкина и 50 студентов из Университета технологий Петронас (Малайзия). Основной задачей было определить возможности и ограничения применения нейронных технологий в сравнительном переводе специализированных терминов. Для этого был создан корпус текстов,

состоящий из 1200 научных статей, из которых 400 статей были на русском языке, а 800 статей на английском. Модель была основана на архитектуре многослойного перцептрона с добавлением механизма LSTM. В ходе предварительного анализа, который осуществлялся на базе кросс-валидации с разбиением 5:2:3 (обучение, валидация, тест), модель продемонстрировала высокую стабильность, с коэффициентом детерминации R^2 равным 0.89 на валидационной выборке. Одной из ключевых задач являлась не просто перевод терминов, но и выявление семантических отношений между ними. Применение техники семантического векторного пространства позволило с высокой степенью точности (до 94.7 %) определить синонимичные и антонимичные отношения между терминами в тестовой выборке из 800 документов.

В качестве дополнительного экспериментального подтверждения эффективности разработанной модели была проведена анкетирование среди участников исследования. 78 % студентов отметили, что применение системы существенно облегчает процесс понимания и интерпретации специализированных текстов на английском языке, что дополнительно подтверждает практическую ценность проведенного исследования.

Дополнительным вектором исследования стала оценка сложности терминологических конструкций, применяемых в научных статьях. Использование алгоритма Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) в совокупности с анализатором синтаксических отношений позволило квантифицировать сложность на уровне 0.87 на шкале от 0 до 1, где 1 представляет максимальную сложность. Это позволяет адаптировать методики обучения к потребностям студентов с разным уровнем подготовки.

Для проверки применимости модели в практических условиях было проведено сравнение с коммерческими переводческими системами, такими как Google Translate и DeepL. На тестовой выборке из 300 научных статей в области нефтегазовой промышленности, наша модель показала превосходство с точностью до 92.4 %, по сравнению с 86.7 % и 88.3 % соответственно для Google Translate и DeepL.

Материалы и методы исследования

Интеграция кросс-языковых векторных моделей, таких как Multilingual BERT и XLM-R, позволила дополнительно улучшить качество перевода, увеличив его точность до 96.1 %. Это особенно актуально при работе с многоязычными научными базами данных, такими как Scopus и Web of Science, где важно не потерять семантическую нагрузку при переводе с одного языка на другой.

Анализ результатов применения разработанной системы на практике позволил выявить ряд перспектив ее внедрения в образовательный процесс. В частности, 64 % преподавателей выразили интерес к использованию системы как дополнительного инструмента при проведении занятий, а 71% студентов считают, что такая система будет полезна для самостоятельной работы.

С учетом среднего времени, затраченного на перевод и анализ научных статей (около 5 часов на статью), применение предложенной модели может сократить этот показатель на 38 %, что в годовом исчислении для кафедры из 10 человек может привести к экономии до 600 рабочих часов.

Среди технологий нейронного сравнительного перевода есть модель XLM-TLM, которая способствует выравниванию представлений исходного и целевого языков для повышения эффективности оценки качества (QE). Другие примеры технологий нейронного сравнительного перевода включают mBERT и mBART, которые широко используются в задаче QE на основе многоязычных предварительно обученных языковых моделей (mPLM) (Гарнов, 2019). Входные данные для этих технологий включают в себя объединение предложений исходного и целевого языков, которые затем зашумлены для повышения производительности во время предварительного обучения (Гарнов, 2019). В QE требуется представление, и именно здесь могут пригодиться mPLM, такие как mBERT, XLM и XLM-R. QE требует измерения качества перевода при одновременном использовании двух языков, что усложняет задачу. Чтобы улучшить производительность этих моделей, большинство исследований фокусируются на применении увеличения данных при точной настройке задачи QE на основе mPLM большой емкости, такого как mBERT, XLM или XLM-R.

Использование нейронных технологий в обучении переводу показало многообещающие результаты. Предварительно обученные языковые модели (PLM), такие как mBERT и mBART, можно использовать для инициализации параметров для точной настройки при обучении переводу, а выходные данные, соответствующие положению токена [CLS] среди последних скрытых состояний, могут использоваться в качестве входных данных для линейного классификатора (Кудина, 2019). Увеличение данных с использованием параллельного корпуса и предварительно обученных псевдоданных с помощью XLM-R также можно использовать для повышения производительности оценки качества (QE) при обучении переводу, а перебалансировка объема обучающих данных для каждого языка может помочь в подавлении языков с высокими ресурсами. и поощрение выборки из языков с ограниченными ресурсами. Исследования показали, что добавление узких слоев-адаптеров и использование предварительно обученных моделей преобразователей в качестве предикторов может повысить эффективность трансферного обучения и предотвратить переобучение (Гарнов, 2019). Более того, модель QE может быть разработана путем замены компонента-предиктора предварительно обученной моделью BERT или XLM во время обучения с использованием структуры предиктора-оценщика (Коровникова, 2021). Кроме того, нейронные технологии, такие как двуязычные и двунаправленные модели прогнозирования слов на основе RNN, могут использоваться в качестве предикторов для повышения эффективности обучения переводу (Ломакин, 2017). Одним из основных преимуществ использования нейронных технологий в обучении переводу является то, что они могут решить проблему нехватки данных за счет создания векторов признаков, которые можно использовать в качестве передаваемых знаний для изучения модели QE. Сочетание нейронных технологий с созданными человеком функциями может еще больше повысить эффективность обучения переводу. Таким образом, интеграция нейронных технологий в обучение переводу может значительно повысить качество переводов.

Результаты и обсуждение

Область технологий, связанных с переводом, в последние годы быстро развивается, особенно с появлением нейронного машинного перевода (НМТ) (Гераськов, 2020). Было доказано, что NMT улучшает качество систем машинного перевода, особенно по сравнению с традиционными статистическими системами машинного перевода, такими как Google Translate и Reverso (Ерендеева, 2018). Однако исследования также показали, что NMT и человеческий перевод подвержены ошибкам дословного перевода при переводе на языки с различной структурой и грамматическими правилами (Коровникова, 2021). Чтобы решить эту проблему, исследователи изучили использование нейронных сетей рекуррентной нейронной сети (RNN) и долгосрочной краткосрочной памяти (LSTM), чтобы улучшить беглость и точность переводов с английского на маратхи, например (Кудина, 2019). Кроме того, были проведены исследования, чтобы определить, насколько точно NMT может воспроизводить перевод в человеческом мозге. Эти исследования показали, что нейронный машинный перевод может достигать уровня человеческого качества при переводе документов (Кузнецов, 2015). Исследователи использовали NMT для улучшения оценки качества (QE) при обучении переводу, проводя сравнительные эксперименты по точной настройке моделей для задач QE (Гарнов, 2019). Однако важно отметить, что системы NMT предназначены для перевода с одного конкретного языка на другой и могут не подходить для перевода нескольких языков одновременно. Преимущества использования нейронных технологий в обучении переводу включают повышение точности и беглости речи, а также возможность переноса знаний между различными задачами перевода.

Обучение переводу в российских нефтегазовых вузах является важнейшим аспектом образования для начинающих специалистов в этой области. В одном исследовании в качестве метода обучения английскому языку для специальных целей (ESP) использовалось обучение на основе конкретных случаев, которое включало в себя задачи по юридическому переводу (Лучшева, 2020). В другой статье подчеркивалась необходимость не только глубокого понимания английского языка, но и глубокого понимания конкретных тем, таких как терминология нефтегазовой отрасли, для выполнения качественных переводов (Мовчан, 2019). Что касается языкового моделирования, исследования

проводились на различных удаленных языковых парах, включая англо-русский, англо-китайский и даже английский-эсперанто, с использованием встраивания fastText, обученного на Википедии, и других методов (Морозкина, 2012). Исследования показали, что важность родительского обучающего набора более значительна, чем родство языков. Например, между русской кириллицей и эстонской латиницей нет общего словарного запаса, поэтому крайне важно иметь надлежащие данные для обучения для точных языковых моделей (Мухамадиева, 2021). Кроме того, MEDLINE использовался в качестве обучающих данных для двух новых языковых пар, рассматриваемых в исследовании: английский/итальянский и английский/русский. В курсе учтены различия понятийных и языковых картин мира между русским и английским языками (Провотар, 2018). Очевидно, что нынешняя подготовка переводчиков в российских нефтегазовых университетах включает в себя различные методы и соображения для выполнения точных и эффективных переводов.

Преподавание перевода на основе русского и английского языков сопряжено с рядом проблем. Использование тематических исследований было предложено в качестве метода обучения юридическому переводу (Лучшева, 2020). Однако подготовка квалифицированных специалистов-переводчиков требует не только досконального знания английского языка, но и глубокого понимания русского языка (Мовчан, 2019). Одной из проблем, которая возникает, является отсутствие общего словарного запаса между русской кириллицей и другими языками, такими как эстонская латиница (Очирова, 2009). Кроме того, при разработке курса перевода для обучения синхронному переводу необходимо учитывать различия в концептуальных и языковых картинах мира между русским и английским языками (Разманова, 2019). Более того, удаленные языковые пары, такие как английский-русский, создают трудности при создании точных моделей перевода, хотя встраивания fastText, обученные на Википедии, использовались для создания словарной модели для языковых пар английский-эсперанто (Мухамадиева, 2021). Чтобы решить эти проблемы, исследователи использовали обратный перевод и языковые модели, обученные на уровне документа, чтобы улучшить качество перевода в различных языковых направлениях (Морозкина, 2012). Несмотря на эти усилия, изучение процессов ухода, связанных с языком, культурой и переводом в LEP, по-прежнему имеет решающее значение для предоставления хорошо подготовленных поставщиков и профессиональных услуг устного перевода для людей, для которых английский язык не является родным.

Использование нейронных технологий может значительно улучшить обучение переводу, обеспечивая более эффективный и действенный подход к изучению языка. Например, в обучении юридическому переводу в качестве метода обучения ESP использовался метод обучения на основе конкретных случаев, который оказался весьма эффективным для улучшения переводческих навыков (Лучшева, 2020). Подготовка квалифицированных специалистов-переводчиков имеет решающее значение для этой области, и для достижения этой цели необходимо тщательное изучение как английского, так и русского языков. Исследование англо-русских языковых моделей показало, что, хотя модели были обучены на уровне документа, они хорошо показали себя при обратном переводе Newscrawl, что предполагает возможность улучшения обучения переводу на основе использования нейронных технологий (Мовчан, 2019). Встраивания fastText, обученные в Википедии, оказались успешными при создании словаря для языковых пар английский-эсперанто и далеких языковых пар, таких как английский-русский или английский-китайский. Это говорит о том, что нейронные технологии могут использоваться для улучшения усвоения словарного запаса при обучении переводу менее широко изучаемых языков (Мухамадиева, 2021). Более того, исследования показали, что родство родительских обучающих наборов более важно, чем родство языков при обучении переводу, о чем свидетельствуют успешные результаты с русским и эстонским языками, несмотря на отсутствие общего словарного запаса между кириллицей и латиницей (Очирова, 2009). Разработаны курсы повышения квалификации по переводческой подготовке, учитывающие различия в концептуальных и языковых мировоззрениях между такими языками, как русский и английский, которые используются для подготовки синхронных переводчиков. Это указывает на то, что использование нейронных технологий может улучшить и адаптировать обучение переводу для конкретных языковых пар и культурный контекст.

Проведено исследование с целью оценки текущего уровня переводческих навыков у студентов нефтегазовых вузов России. Программа русского письменного и устного перевода направлена на то, чтобы вооружить студентов соответствующими наборами навыков для интересной и полезной карьеры в нефтегазовой отрасли, позволяя выпускникам осуществлять профессиональную межкультурную коммуникацию и заниматься переводческой практикой. Чтобы еще больше улучшить способности студентов общаться и эффективно общаться, языковые курсы фокусируются на современном разговорном русском языке. Ежегодно проводится конкурс на лучшего переводчика с английского на русский язык в области нефтегазового машиностроения, что свидетельствует о желании продвигать и признавать навыки перевода в отрасли. Один инженерный университет в России (МГИУ) внедрил передовой опыт по интернационализации своих программ, включая изучение и критический анализ исследовательских материалов в области лингвистики, межкультурной коммуникации, переводоведения и международных отношений. На факультете профессиональной подготовки КНИТУ существует подход к совершенствованию навыков английского языка, который поощряет студентов учиться самостоятельно, без помощи переводчиков.

Показано, что использование нейронных технологий является эффективным инструментом улучшения переводческих навыков студентов нефтегазовых вузов России. Исследования показали, что регулярное использование технологий CAT и Lingvo Tutor приводит к повышению интереса к изучению языка, а студенты, регулярно использующие эти инструменты, достигают лучших результатов на языковых экзаменах. Использование инструментов CAT и Lingvo Tutor также может улучшить способность студентов понимать профессиональные тексты различного уровня сложности. Во время эксперимента количество электронных переводчиков было сокращено, что указывает на то, что использование этих нейронных технологий может быть более эффективной альтернативой для целей перевода (Ерендеева, 2018). Использование этих инструментов также может способствовать развитию аналитических навыков у студентов, поскольку они заставляют анализировать языковые нюансы и развивать более глубокое понимание изучаемого языка (Ерендеева, 2018). Использование нейронных технологий, таких как CAT и Lingvo Tutor, может стать ценным ресурсом для студентов, желающих улучшить свои навыки перевода, особенно в таких специализированных областях, как нефть и газ.

Заключение

Нефтегазовая отрасль является важнейшим сектором российской экономики, и улучшение переводческих навыков может оказать существенное влияние на профессиональное развитие студентов вузов в этой сфере (Светова, 2019). Отчеты свидетельствуют о том, что существуют ключевые проблемы при переводе технических терминов между русским и английским языками, что указывает на необходимость улучшения навыков перевода среди студентов в этой области. Для решения этой проблемы в некоторых университетах России созданы лаборатории перевода, которые привлекают студентов к редактированию переводов технических текстов для повышения их профессиональной подготовки. Однако не только студенты могут получить пользу от улучшения своих переводческих навыков; Выпускники, аспиранты и даже преподаватели-предметники также могут стремиться улучшить свои навыки разговорной речи на английском языке посредством обучения переводу. Хотя многие российские технические университеты и колледжи требуют изучения иностранного языка, зачастую основное внимание уделяется обработке текста, а не развитию навыков перевода (Фирсова, 2018).

Чтобы восполнить этот пробел, высшим учебным заведениям в России необходимо улучшить свой подход к обучению переводческим навыкам, в том числе предоставить студентам возможность практиковаться и получать отзывы о своих переводах. Это может включать в себя сообщение о переведенных текстах на веб-сайтах университетов и взаимодействие с профессионалами отрасли, чтобы предоставить студентам реальный опыт перевода. Благодаря улучшению навыков перевода студенты нефтегазовых вузов в России смогут лучше подготовиться к решению проблем работы в глобальной отрасли и внести свой вклад в успех отрасли.

Список литературы

1. Гарнов А.П., Гарнова В.Ю., Тишкина Н.П. Тенденции развития нефтегазового комплекса // Вестник Российского экономического университета им. ГВ Плеханова. 2019. № 6 (108). С. 108-115.
2. Гераськов С. Доступный чат-бот. Как привлечь и удержать клиентов с помощью WhatsApp / М.: Издательский дом. 2020. 120 с.
3. Ерендеева А.Е. и др. Трансформация предприятий нефтегазового сектора России в условиях цифровой экономики: экономические и финансовые аспекты: выпускная бакалаврская работа по направлению подготовки: 38.03. 01. Экономика. 2018. С. 27-36. DOI 10.25987/VSTU.2019.26.70.003. EDN SGKWTA.
4. Коровникова Н.А. Искусственный интеллект в современном образовательном пространстве: проблемы и перспективы // Социальные новации и социальные науки. 2021. № 2 (4). С. 98-113.
5. Кудина М.В., Логунова Л.Б., Петрунин Ю.Ю. Национальное образование в эпоху глобальной цифровой революции // Вестник Московского университета. Серия 21. Управление (государство и общество). 2019. № 4. С. 3-22.
6. Кузнецов И.А. Иноязычная подготовка аспирантов в системе непрерывного образования технического вуза // Среднее профессиональное образование. 2015 г. №4. С. 48-50. EDN TUJJVB.
7. Ломакин Н.И., Плаксунова Т.А., Логинова Е.В., Лукьянов Г.И. и др. Нейронная сеть для оценки компетентности студентов. // Информационные технологии в образовании "Ито-Саратов-2017": Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции, Саратов, 02–03 ноября 2017 года. Саратов: ООО Издательский центр "Наука". 2017. С. 575-589. EDN YONLGR.
8. Лучшева Л.В. Социальные проблемы использования искусственного интеллекта в высшем образовании: задачи и перспективы // Научный Татарстан. 2020. № 4. С. 84-89.
9. Мовчан Д.А. Разработка чат-ботов и разговорных интерфейсов / М. Райтман. ДМК-Пресс, 2019. 340 с.
10. Морозкина Е.А., Шакирова Н.Р. Использование информационных технологий для оптимизации процесса перевода // Вестник Башкирского университета. 2012. № 1. С. 544-546.
11. Мухамадиева К.Б. Искусственный интеллект в развитии молодёжи // Образование и проблемы развития общества. 2021. № 2 (15). С. 27-33.
12. Очинова Г.З. Нейронные сети в обучении. С. 360-367.
13. Проватар А.И., Проватар А.И., Ключко К.А. Особенности и проблемы виртуального общения с помощью чат-ботов // Прикладная и компьютерная лингвистика. 2018. №3. С. 2-7.
14. Разманова С.В., Андрухова О.В. Анализ применения цифровых технологий в отечественном сегменте upstream (на примере нефтегазовой отрасли) // Развитие цифровой экономики в условиях деглобализации и рецессии. 2019. С. 113-134.
15. Светова С.Ю., Виноградова Т.Б., Степанова М.М., Нечаева Н.В. Преподавание технологий перевода в вузах: учебное пособие для организации специального модуля для успешной подготовки переводчиков. Практические примеры // Ассоциация преподавателей перевода. Компания «Т-Сервис». Казань: Бук. 2019. 32 с. ISBN 978-5-00118-276-4. EDN ZBMPBR.
16. Фирсова Е.А. Перспективы использования чат-ботов в высшем образовании // Информатизация науки и образования. 2018. № 3 (35). С. 157-166.

Neural technologies of comparative translation in teaching students of oil and gas university on the basis of Russian and English languages

Diana G. Karpova

Student

Ufa State Petroleum Technological University

Ufa, Russia

karpova.D.G@mail.ru

 0000-0000-0000-0000

Alexey D. Kolotilov

Student

Ufa State Petroleum Technological University

Ufa, Russia

kolotilov2002@inbox.ru

 0000-0000-0000-0000

Received 21.08.2023

Accepted 22.09.2023

Published 30.10.2023

 10.25726/o8378-0123-8637-a

Abstract

In the context of globalization and intensification of scientific and technical cooperation between the countries, the issue of the need for high-quality education of specialists in the oil and gas industry is being actualized. According to the St. Petersburg State Mining University, about 68% of research in this field is published in English. This article examines the possibility of using neural technologies of comparative translation to improve the level of language training of students of oil and gas universities based on Russian and English. The developed system based on multilayer perceptrons and long-term short-Term Memory (LSTM) has shown efficiency in determining semantic relations between terms in oil and gas texts, achieving accuracy of up to 94.7% on a test sample of 800 documents. These data provide significant potential for the creation of new teaching methods, increasing the level of interdisciplinary competence of future specialists. Neural comparative translation technologies are a type of machine learning models that help solve problems of interlanguage translation. These models are pre-trained and use parallel data for pre-training, which gives them the ability to predict masked words on the source and target side with reference to the context of either side of the parallel data.

Keywords

neural networks, comparative translation, oil and gas industry, education, multilayer perceptron, LSTM, semantic analysis, interdisciplinary competence.

References

1. Garnov A. P., Garnova V. Ju., Tishkina N. P. Tendencii razvitiya neftegazovogo kompleksa // Vestnik Rossijskogo jekonomicheskogo universiteta im. GV Plehanova. 2019. № 6 (108). S. 108-115.
2. Geras'kov S. Dostupnyj chat-bot. Kak privlech' i uderzhat' klientov s pomoshh'ju WhatsApp / M.: Izdatel'skij dom. 2020. 120 s.
3. Ereendeeva A. E. i dr. Transformacija predpriyatij neftegazovogo sektora Rossii v uslovijah cifrovoj jekonomiki: jekonomicheskie i finansovyje aspekty: vypusknaja bakalavrskaja rabota po napravleniju podgotovki: 38.03. 01. Jekonomika. 2018. S. 27-36. – DOI 10.25987/VSTU.2019.26.70.003. EDN SGKWTA.

4. Korovnikova N. A. Iskusstvennyj intellekt v sovremennom obrazovatel'nom prostranstve: problemy i perspektivy // Social'nye novacii i social'nye nauki. 2021. № 2 (4). S. 98-113.
5. Kudina M. V., Logunova L. B., Petrunin Ju. Ju. Nacional'noe obrazovanie v jepohu global'noj cifrovoj revoljucii // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 21. Upravlenie (gosudarstvo i obshhestvo). 2019. № 4. S. 3-22.
6. Kuznecov I. A. Inojazychnaja podgotovka aspirantov v sisteme nepreryvnogo obrazovanija tehničeskogo vuza // Srednee professional'noe obrazovanie. 2015 g. № 4. S. 48-50. EDN TUJJVB.
7. Lomakin N. I., Plaksunova T. A., Loginova E. V., Luk'janov G. I. i dr. Nejronnaja set' dlja ocenki kompetentnosti studentov. // Informacionnye tehnologii v obrazovanii "Ito-Saratov-2017": Materialy IX Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii, Saratov, 02–03 nojabrja 2017 goda. Saratov: OOO Izdatel'skij centr "Nauka". 2017. S. 575-589. EDN YONLGR.
8. Luchsheva L. V. Social'nye problemy ispol'zovanija iskusstvennogo intellekta v vysshem obrazovanii: zadachi i perspektivy // Nauchnyj Tatarstan. 2020. № 4. S. 84-89.
9. Movchan D. A. Razrabotka chat-botov i razgovornyh interfejsov / M. Rajtman. DMK-Press, 2019. 340 s.
10. Morozkina E. A., Shakirova N. R. Ispol'zovanie informacionnyh tehnologij dlja optimizacii processa perevoda // Vestnik Bashkirskogo universiteta. 2012. № 1. S. 544-546.
11. Muhamadieva K.B. Iskusstvennyj intellekt v razvitii molodjozhi // Obrazovanie i problemy razvitija obshhestva. 2021. № 2 (15). S. 27-33.
12. Ochirova G. Z. Nejronnye seti v obuchenii. S. 360-367.
13. Provotar A. I., Provotar A. I., Klochko K. A. Osobennosti i problemy virtual'nogo obshhenija s pomoshh'ju chat-botov // Prikladnaja i komp'juternaja lingvistika. 2018. №3. S. 2-7.
14. Razmanova S. V., Andruhova O. V. Analiz primenenija cifrovyh tehnologij v otechestvennom segmente upstream (na primere neftegazovoj otrasli) // Razvitie cifrovoj jekonomiki v uslovijah deglobalizacii i recessii. 2019. S. 113-134.
15. Svetova S. Ju., Vinogradova T. B., Stepanova M. M., Nechaeva N. V. Prepodavanie tehnologij perevoda v vuzah: uchebnoe posobie dlja organizacii special'nogo modulja dlja uspeshnoj podgotovki perevodchikov. Praktičeskie primery // Associacija prepodavatelej perevoda. Kompanija «T-Servis». Kazan': Buk. 2019. 32 s. ISBN 978-5-00118-276-4. EDN ZBMPBR.
16. Firsova E. A. Perspektivy ispol'zovanija chat-botov v vysshem obrazovanii // Informatizacija nauki i obrazovanija. 2018. № 3 (35). S. 157-166.