

DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-2

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВИРТУАЛЬНЫХ ПОМОЩНИКАХ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

**Н. О. Бесшапошников**<sup>1,a</sup>, **М. С. Дьяченко**<sup>1,b</sup>, **А. Г. Леонов**<sup>1,2,3,4,в</sup>, **К. А. Машченко**<sup>1,г</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Московский педагогический госуниверситет, г. Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup> Государственный университет управления, г. Москва, Российская Федерация

<sup>a</sup> ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7616-3143>, email: [nbesshaposhnikov@vip.niisi.ru](mailto:nbesshaposhnikov@vip.niisi.ru)

<sup>б</sup> ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5809-4981>, email: [mdyachenko@niisi.ru](mailto:mdyachenko@niisi.ru)

<sup>г</sup> ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9622-1526>, email: [dr.l@vip.niisi.ru](mailto:dr.l@vip.niisi.ru)

<sup>2</sup> ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0355-6699>, email: [kirill010399@vip.niisi.ru](mailto:kirill010399@vip.niisi.ru)

*Аннотация:* современное образование находится на рубеже цифровой эпохи в преподавании, когда повсеместно внедряются новые методы обучения с использованием передовых информационно-коммуникационных технологий для дистанционных форм общения между педагогом и слушателями, автоматизации образовательного процесса с применением нейронных сетей и машинного обучения. Разрабатываемые цифровые образовательные среды и платформы не только позволяют учителю готовить и предоставлять школьникам и студентам учебный материал в удобной цифровой форме, которые доступны им в любом месте земного шара через сеть Интернет, но и существенно увеличивают нагрузку на преподавателя ростом объема необходимого для подготовки занятий образовательного контента. При этом преподаватель на дистанционной форме обучения фактически вынужден находиться круглые сутки на связи со своими слушателями. Использование цифровых образовательных сред с автоматизированной проверкой заданий позволяет освободить педагога от части рутинной работы. Другая возможность состоит в использовании в курсах виртуальных ассистентов преподавателя чат-ботов, обученных с помощью нейросетевых технологий отвечать на широкий круг вопросов студентов, без участия педагога. В статье излагаются результаты исследования и разработки подобных виртуальных помощников педагога. Одновременно указывается, что собранный материал диалогов бота со студентами позволяет использовать результаты для косвенного анализа успеваемости студента и формирования персональных образовательных траекторий.

*Ключевые слова:* цифровые образовательные платформы, технологии искусственного интеллекта, виртуальные ассистенты преподавателя.

*Благодарности:* исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ научного проекта № 19-29-14057.

*Для цитирования:* Бесшапошников Н. О., Дьяченко М. С., Леонов А. Г., Машченко К. А. Использование элементов искусственного интеллекта в виртуальных помощниках преподавателя. *Успехи кибернетики*. 2020;1(3):15–22. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-2.

## AI-BASED VIRTUAL TEACHER ASSISTANTS

**Nikita O. Besshaposhnikov**<sup>1,a</sup>, **Mikhail S. Diachenko**<sup>1,b</sup>, **Alexander G. Leonov**<sup>1,2,3,4,c</sup>, **Kirill A. Mashchenko**<sup>1,d</sup>

<sup>1</sup> Scientific Research Institute for System Analysis of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup> State University of Management, Moscow, Russian Federation

<sup>a</sup> ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7616-3143>, email: [nbesshaposhnikov@vip.niisi.ru](mailto:nbesshaposhnikov@vip.niisi.ru)

<sup>б</sup> ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5809-4981>, email: [mdyachenko@niisi.ru](mailto:mdyachenko@niisi.ru)

<sup>c</sup> ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9622-1526>, email: [dr.l@vip.niisi.ru](mailto:dr.l@vip.niisi.ru)

<sup>d</sup> ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0355-6699>, email: [kirill010399@vip.niisi.ru](mailto:kirill010399@vip.niisi.ru)

*Abstract:* today the education is on the verge of the digital age as new learning approaches with advanced information and communication distant learning technologies, and academic process digitalization with neural networks and machine learning. The new digital learning environments and platforms help the teacher to develop and deliver digital learning content for high school and university students making it available globally over the Internet. However, the teacher efforts are multiplied, as more and more content is to be developed. Even more, an e-learning teacher is expected to be available 24/7. Digital learning environments with a computer-assisted assessment feature remove some of the burdens from the educator. Another option is using virtual teacher assistants or chatbots based on trained neural networks. they can answer a wide range of student questions without the teacher's intervention. We studied the development of such virtual teacher assistants. The recorded student/chatbot scripts can be used to indirectly estimate the student's academic performance, and to offer a customized learning path.

*Keywords:* e-learning platforms, AI technologies, virtual teacher assistants.

*Acknowledgements:* this study is supported by RFBR, project No. 19-29-14057.

*Cite this article:* Besshaposhnikov N. O., Diachenko M. S., Leonov A. G., Mashchenko K. A. AI-Based Virtual Teacher Assistants. *Russian Journal of Cybernetics*. 2020;1(3):15–22. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-2.

Цифровизация образования — перспективное направление развития образовательной индустрии в целом, которое особенно востребовано на современном сложном этапе, когда из-за продолжающейся пандемии дистанционные формы преподавания выходят на передний план образовательного процесса в школах и университетах.

Использование чат-ботов для построения диалогового интерфейса в коммерции (в интернет-магазинах), в банковской сфере (электронный консультант-помощник) и других секторах экономики и сферах деятельности уже является типичным способом оптимизации бизнес-процессов [1, 2]. Одновременно использование мессенджеров для реализации диалоговых интерфейсов уже уверенно заняло свое место в современном образовании, тогда как применение чат-ботов все еще остается скорее на уровне экспериментов [3]. В первую очередь, в сфере образования чат-боты могут представлять собой замену традиционным поисковым интерфейсам, позволяя в форме диалога найти необходимую информацию на сайтах учебных заведений или получить консультацию по оформлению стандартных академических процедур [3].

Не меньшим потенциалом обладает использование чат-ботов в качестве виртуальных ассистентов преподавателя. Такие ассистенты могут снять существенную часть рабочей нагрузки с преподавателя в области автоматической проверки знаний, проведения опросов и анкетирования в диалоговой форме, при автоматизации периодических задач преподавателя, таких как информирование студентов о ближайших событиях учебного курса [4].

В рамках проведенной работы была исследована возможность использования виртуального ассистента для автоматического предоставления студентам материалов учебного курса по запросу, который выполнялся в режиме диалога в свободной форме. В исследовании необходимо было оценить трудоемкость реализации подобного решения, объем данных, необходимых для разработки и тестирования чат-бота, и возможности по адаптации уже готового решения к новой предметной области. Накопленные в результате эксперимента данные позволяют не только модифицировать (обучать) самого чат-бота, но и служат бесценным материалом для формирования дополнительных оценок уровня компетенции слушателя в изучаемом им курсе.

В процессе преподавания учителю приходится отвечать на типовые, идентичные вопросы, что зачастую не позволяет ему эффективно использовать аудиторные часы. Чтобы хотя бы частично снять эту нагрузку, учителю может понадобиться виртуальный ассистент, который к тому же будет доступен вне аудиторных занятий и сможет ответить на вопросы в любое время в отличие от человека.

Интерактивный помощник — это информационно-поисковая система, которая предоставляет ответы на вопросы, задаваемые в виде предложений на естественном языке.

Хотя сама идея диалогового режима общения с учениками появилась еще в 70-е годы [5], широкое применение эта технология получила лишь в последнее десятилетие благодаря появлению

новых цифровых технологий и вычислительных средств для эффективной реализации методов анализа естественного языка.

Требования к таким системам включают поддержку лексики учащихся (аббревиатуры, сленг и т. д.), устойчивость к орфографическим и синтаксическим ошибкам, сбор статистики по вопросам для ее дальнейшего анализа, возможность переадресации вопроса оператору-человеку, если ассистент не смог на него ответить.

Анализ естественного языка и диалоговые системы – это высокотехнологичное интеллектуальное решение, требующее специальных знаний, поэтому важно предоставить преподавателю возможность использовать такие решения без дополнительных навыков, сосредоточив его усилия исключительно на предметной области, фактически в виде типовых вопросов и ответов со справочными материалами.

При проектировании виртуального ассистента (чат-бота) необходимо учитывать следующие особенности, отличающие образовательное применение от коммерческих решений:

- небольшой объем данных для обучения на этапе запуска бота;
- необычные формулировки вопросов (неполные предложения, сленг, сокращения и пр.);
- поддержка свободного диалогового режима с ботом, что не является необходимым для учебных целей, но позволяет студентам чувствовать себя свободнее в процессе диалога с чат-ботом.

Ранее уже рассматривались проблемы недостаточного качества данных для обучения ботов, для решения которых была предложена структура из двух рекомендательных алгоритмов: для создания новых вопросов и объединения сходных вопросов [6]. Также рассматривалась проблема недостаточных диалоговых возможностей чат-ботов, применяемых в учебных платформах. Для решения этой проблемы авторами был предложен чат-бот, в котором большое внимание уделялось умению поддерживать повседневный разговор [7].

В качестве основы для решения был выбран тип чат-бота с закрытым доменом и поддержкой распознавания естественного языка [8]. Использование закрытого домена позволяет создавать предметно-ориентированную систему, отвечающую выбранному направлению исследования. В совокупности с использованием машинного обучения для управления ходом течения диалога данный тип чат-бота позволяет реализовывать сценарии, которые поддерживают особенности обычной речи с многообразием речевых оборотов.

Для реализации чат-бота было выбрано решение с открытым исходным кодом Rasa [9]. Данное решение продолжает активно развиваться и обладает уже сформировавшимся сообществом пользователей.

Основными преимуществами фреймворка Rasa [10] являются следующие:

- даже небольшого количества данных для обучения модели достаточно для начала работы;
- не требуются навыки работы со специализированными языками описания диалоговых интерфейсов (используются упрощенные скрипты);
- поддерживается диалог на естественном языке и многошаговые сценарии.

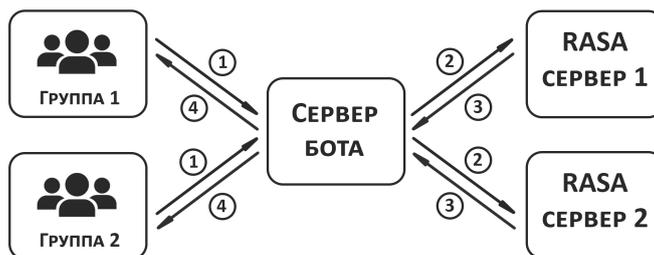
В объем работ по разработке первой версии бота вошел анализ возможных вопросов и ответов, формирование базового домена и сценариев, подготовка для публикации материалов курса, расширение исходного домена чат-бота для поддержки сленга, аббревиатур и некорректных написаний терминов. Также потребовалось зафиксировать ответы для информирования об общеизвестных фактах, связанных с учебным заведением и курсом, вызывающие наибольший интерес у студентов.

В ходе работы над ботом была выявлена проблема пересечения тем вопросов, а именно, что одна и та же формулировка вопроса должна была приводить к различным ответам в различных этапах обучения. Кроме того, из-за узкой тематики курса преподавателю приходилось создавать базу predetermined answers с нуля.

В роли канала подключения чат-бота был выбран мессенджер распространенной в студенческих кругах социальной сети ВКонтакте. Социальная сеть ВКонтакте предоставляет уже готовый интерфейс для интеграции чат-ботов [11] и готовое мобильное приложение. Дополнительным аргументом в пользу использования ВКонтакте послужил тот факт, что использованная цифровая платформа [12] реализует регистрацию студентов через социальную сеть ВКонтакте. Наличие интеграции с цифровой образовательной платформой через социальную сеть ВКонтакте сделало возможным реализовать в чат-боте функцию информационного обеспечения студентов по курсу, например, информирования

о расписании занятий, сроках сдачи заданий в цифровой образовательной платформе, состоянии его личного кабинета, прогрессе выполнения заданий и т. п.

При обращении обучаемого к боту запрос поступает на общий сервер, который маршрутизирует его к предметному чат-боту (см. рис. 1). При этом информация, получаемая при диалоге чат-бота со слушателями курсов, непрерывно накапливается, что позволяет ее использовать не только в качестве материала для обучения самого чат-бота, но и для формирования адекватной картины о состоянии образовательного процесса студентов, например, насколько хорошо усвоен тот или иной материал, не проводя при этом контрольных испытаний. Результатом анализа собранной информации могут стать автоматически сформированные рекомендации и правила изменения индивидуальной траектории обучаемого и даже самого курса.



**Рис. 1.** Диаграмма коммуникации обучаемых с чат-ботами

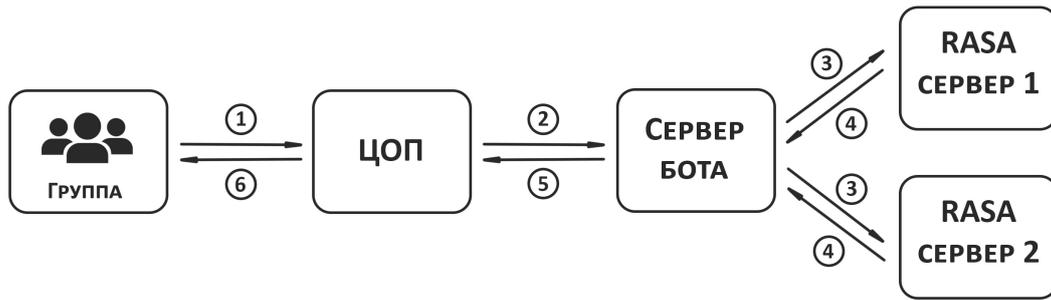
Разработанный чат-бот прошел апробацию в 2019/20 учебном году в двух группах механико-математического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова в рамках курса по программированию на языках C/C++.

В начале обучения бота ему часто не удавалось определить, о чем его спрашивают, но постепенно накапливалась база вопросов, которые интересовали студентов, стали появляться темы и блоки вопросов, ответы на которые студенты хотят получить от бота. Студенты хотели видеть в боте не только виртуального помощника, который помог бы им по любым вопросам, связанным с учебой, но и просто собеседника, что обусловило необходимость создания большой базы диалоговых вариантов для повседневного общения.

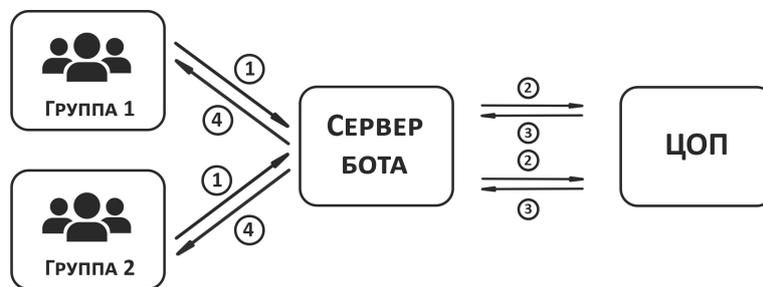
Студенты с пониманием относились к тому, что бот не всегда ожидаемым образом отвечал на их вопросы на первых этапах, и с воодушевлением реагировали, когда бот точно отвечал на заданный вопрос.

В процессе эксперимента была обнаружена проблема: при смене домена многие вопросы начинают пересекаться, например, при вопросе студента про «основные понятия». Для решения этой проблемы вся необходимая для общения языковая база знаний была отделена от семантической части. При переходе к новой теме генерируется файл в текстовом представлении, где описываются примеры вопросов и ответов на них, которые бот должен транслировать обучаемым, и они накладываются поверх базовых заранее подготовленных коммуникативных навыков. Благодаря такому подходу создание бота в новой предметной области свелось исключительно к описанию этой области в упрощенном формате. Помимо этого, при работе в цифровой платформе [12] студенты могут одновременно работать с разными темами, а значит, им нужны разные чат-боты. Поэтому чат-боты были интегрированы в цифровую платформу [12] и в зависимости от темы автоматически менялись (см. рис. 2).

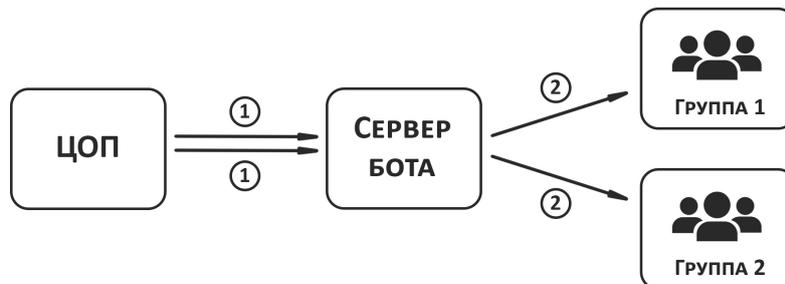
Однако оказалось, что ответов в предметной области и повседневной беседы недостаточно для полноценной замены преподавателя. Студенты часто задавали такие вопросы, как «сколько задач мне осталось сделать», «когда закрываются контесты», «когда ближайшая контрольная» (см. рис. 3). Кроме того, бот должен проинформировать студента о невыполненных заданиях и истечении срока выполнения заданий, об открытии нового контеста и т. п. (см. рис. 4). Для преподавателей возникла необходимость получения информации о новых сданных студентами задачах, а также статистики выполненных заданий по всей группе (см. рис. 5). Поэтому эти возможности были выделены в отдельного информационного бота.



**Рис. 2.** Диаграмма коммуникации обучаемых с разными чат-ботами в зависимости от тематики с использованием цифровой образовательной платформы



**Рис. 3.** Диаграмма коммуникации обучаемых с информационным чат-ботом



**Рис. 4.** Диаграмма информационных рассылок для обучаемых от информационного чат-бота

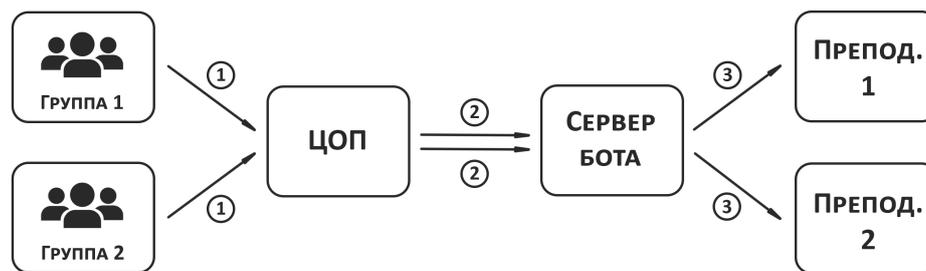
Кроме того, существуют комплексные сценарии общения, состоящие из нескольких высказываний, которые отправляются ботом в зависимости от реакции пользователя на ответы (см. рис. 6).

Возможность задавать вопросы по курсу в свободной форме была принята студентами, но по результатам анализа диалогов было замечено, что чат-бот не всегда мог ответить на нечетко сформулированные вопросы по теме курса.

По итогам проведенного исследования получены следующие результаты:

1. В результате внедрения чат-бота с преподавателя курса была снята нагрузка, связанная с необходимостью отвечать на типовые вопросы студентов: информация была предоставлена посредством автоматического чат-бота.

2. Разработка даже простейшего чат-бота требует существенных временных ресурсов препода-



**Рис. 5.** Диаграмма информационных рассылок для преподавателя от информационного чат-бота

- Привет
- Привет, Иван! Как ты там без меня?
- Плохо(
- Иван, что произошло??
- Проблемы с массивами
- Присылаю тебе файл, в котором представлен пример программы, основанной на массивах. Тебе помогло это?
- Нет(
- Присылаю тебе файл, в котором представлен пример программы с зачета с двумя массивами.
- Спасибо!
- Всегда к твоим услугам!

**Рис. 6.** Пример реального диалога с чат-ботом

давателя, специфичных знаний в области машинного обучения, технологий обработки естественного языка и программирования.

3. Тестирование диалоговых решений требует подготовки большого объема тестовых данных (перекрывающих большую часть домена с различными вариантами сценариев) и использования специализированных библиотек для тестирования чат-ботов. В результате проведенных исследований было сформулировано предложение на основе собранных данных диалога с чат-ботом по аналогии с ним сконструировать и обучить на имеющемся объеме данных бота-тестировщика для автоматизации процесса тестирования предметных чат-ботов.

4. Адаптация чат-бота одной предметной области к другой (смена домена) может быть выполнена с меньшими трудозатратами, чем разработка нового чат-бота, при условии выбора для адаптации близких предметных областей (дисциплин). При этом от преподавателя требуются определенные компетенции, указанные в п. 2.

После завершения первого этапа эксперимента система была доработана с учетом полученных результатов и обратной связи преподавателей и студентов.

По результатам эксплуатации второго этапа были выявлены следующие особенности:

1. Фактически студенты используют диалоговую систему в качестве поисковой системы, ограничиваясь вводом односложных запросов, а не полных предложений. Наблюдаемое увлечение свободным диалогом на начальном этапе можно объяснить любопытством обучаемых на ранних этапах внедрения интеллектуальной диалоговой технологии.

2. Поскольку цифровая платформа [12] используется для преподавания широкого спектра естественно-научных дисциплин, цифровые помощники должны быть предметно-ориентированными, то есть виртуальный ассистент должен искать ответы даже на односложные запросы в домене релевантной предметной области.

3. Бот имеет важную информационную функцию, предоставляя оперативную информацию о результатах проверки выполненных заданий. Получение уведомления о результатах проверки задания снимает со студента нагрузку, связанную с отслеживанием вручную изменения статуса его заданий.

4. Разработка предметно-ориентированных виртуальных ассистентов остается сложной задачей для преподавателей без специальной подготовки даже после внедрения механизма упрощенного описания предметно-ориентированных виртуальных ассистентов.

5. Студенты активно пользуются базой знаний, ссылки на статьи которой бот возвращает в качестве ответа, таким образом нет необходимости приводить развернутый ответ в диалоговом интерфейсе.

Несмотря на короткий срок эксперимента, можно отметить, что основные тезисы работы были подтверждены: чат-боты могут стать полноценным участником образовательных процессов, они могут снять большую часть нагрузки с преподавателя по ответам на стандартные вопросы, повысить информированность студентов. Обучаемые обращали внимание, что практически все их вопросы проще и быстрее задавать боту, чем задать преподавателю или искать в других источниках информации. Бот не только научился давать точные ответы на вопросы по предметной области, задаваемые в произвольной форме, но и смог «общаться» со студентами на их «языке». Затруднения в части детектирования запросов, выходящих за рамки одного домена или характеризующихся сложными и нестандартными формулировками, требуют дополнительного исследования и экспериментов.

Концепция создания интеллектуального бота с базовыми коммуникационными навыками, поверх которых накладываются предметно-специфичные навыки, подтвердила свою эффективность. Разработка такого бота остается сложной задачей, требующей специфичных компетенций. В настоящий момент предпочтительным вариантом описания домена бота является использование базы знаний в формате набора страниц и списков типовых вопросов-ответов. В рамках решения проблемы пересечения тем был предложен подход к созданию ботов для узкой, специализированной темы, а не курса в целом, что позволит решить большинство проблем.

Бот должен не только отвечать на статические вопросы, но и поддерживать динамические данные о состоянии личного кабинета обучаемого, также проактивно информировать обучаемого об изменении состояния сданных заданий или о приближающихся проверках знаний. Для этого необходимо поддерживать связь бота с личным кабинетом обучаемого в цифровой образовательной платформе.

В заключение отметим, что виртуальные ассистенты преподавателя в составе цифровой образовательной естественно-научной платформы должны стать неотъемлемой частью учебного процесса, так как снимают часть рабочей нагрузки, хорошо поддающейся автоматизации. Основной сложностью в настоящий момент является трудоемкость разработки и адаптации таких решений под специфику конкретного курса. Для снижения трудоемкости разработки предметно-ориентированных виртуальных ассистентов и повышения качества их ответов запланировано продолжить исследования в направлении подключения к чат-боту базы знаний курса и выработки методики контроля, а также повышения уровня удовлетворенности студентов ответами виртуального ассистента.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Кого в бизнесе скоро заменят чат-боты — 5 преимуществ виртуальных помощников.* Режим доступа: <https://probusiness.io/tech/3172-kogo-v-biznese-skoro-zamenyat-chat-boty-5-preimushchestv-virtualnykh-pomoshchnikov.html>.
2. Айларов А. Рынок чат-ботов в России: итоги 2018 года. Режим доступа: <https://comnews.ru/digital-economy/content/116845/2019-01-09/rynok-chat-botov-v-rossii-itogi-2018-goda>.
3. Гатулин Р. Р., Колупаева Д. А. Использование мессенджера Telegram для реализации технологии электронного обучения в вузе. *Санкт-Петербургский образовательный вестник.* 2017;11–12(15–16):31–33. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-messendzhera-telegram-dlya-realizatsii-tehnologii-elektronnogo-obucheniya-v-vuze>.
4. *6 Ways Artificial Intelligence and Chatbots Are Changing Education.* Режим доступа: <https://www.techolac.com/education/6-ways-artificial-intelligence-and-chatbots-are-changing-education/>.
5. Carbonell J. AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems.* 1970;11(4):190–202.
6. Sumikawa Y., Fujiyoshi M., Hatakeyama H., Nagai M. Supporting Creation of FAQ Dataset for E-learning Chatbot. *Intelligent Decision Technologies.* 2019. Pp. 3–13. DOI: 10.1007/978-981-13-8311-3\_1.
7. Hsiao-Kuang Wu E., Lin C., Ou Y., Liu C., Wang W., Chao C. Advantages and Constraints of a Hybrid Model K-12 E-Learning Assistant Chatbot. *IEEE Access.* Pp. 1–1. 10.1109/ACCESS.2020.2988252.
8. Аббакумов А. А., Сидоров Д. П., Егунова А. И. Использование мессенджеров для формирования слушателей учебных заведений. *Образовательные технологии и общество.*

- 2018;21(3):330–336. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-messendzherov-dlya-informirovaniya-slushateley-uchebnyh-zavedeniy>.
9. *A Comparative Analysis of ChatBots APIs*. Режим доступа: <https://activewizards.com/blog/a-comparative-analysis-of-chatbots-apis/>.
  10. *Open Source Conversational AI*. Режим доступа: <https://rasa.com>.
  11. *API для чат-ботов*. Режим доступа: [https://vk.com/dev/bots\\_docs](https://vk.com/dev/bots_docs).
  12. Бесшапошников Н. О., Леонов А. Г., Прилипко А. А. Цифровизация образования — новые возможности управления образовательными треками. *Вестник кибернетики*. 2018; 2:154–160.

## REFERENCES

1. *Kogo v biznese skoro zamenyat chat-boty – 5 preimushchestv virtual'nykh pomoshchnikov*. Available at: <https://probusiness.io/tech/3172-kogo-v-biznese-skoro-zamenyat-chat-boty-5-preimushchestv-virtualnykh-pomoshchnikov.html>. (In Russ.)
2. Ailarov A. Rynok chat-botov v Rossii: itogi 2018 goda. Available at: <https://comnews.ru/digital-economy/content/116845/2019-01-09/rynok-chat-botov-v-rossii-itogi-2018-goda>. (In Russ.)
3. Gatulin R. R., Kolupayeva D. A. Using the Telegram Messenger for Implementation E-Learning Technology at the University. *St. Petersburg Annals of Education*. 2017;11–12(15–16):31–33. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-messendzhera-telegram-dlya-realizatsii-tehnologii-elektronogo-obucheniya-v-vuze>. (In Russ.)
4. *6 Ways Artificial Intelligence and Chatbots Are Changing Education*. Available at: <https://www.techolac.com/education/6-ways-artificial-intelligence-and-chatbots-are-changing-education/>.
5. Carbonell J. AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*. 1970;11(4):190–202.
6. Sumikawa Y., Fujiyoshi M., Hatakeyama H., Nagai M. Supporting Creation of FAQ Dataset for E-learning Chatbot. *Intelligent Decision Technologies*. 2019. Pp. 3–13. DOI: 10.1007/978-981-13-8311-3\_1.
7. Hsiao-Kuang Wu E., Lin C., Ou Y., Liu C., Wang W., Chao C. Advantages and Constraints of a Hybrid Model K-12 E-Learning Assistant Chatbot. *IEEE Access*. Pp. 1–1. 10.1109/ACCESS.2020.2988252.
8. Abbakumov A. A., Sidorov D. P., Egunova A. I. Messengers as a Tool for University Students Notifications. *Educational Technology & Society*. 2018;21(3):330–336. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-messendzherov-dlya-informirovaniya-slushateley-uchebnyh-zavedeniy>. (In Russ.)
9. *A Comparative Analysis of ChatBots APIs*. Available at: <https://activewizards.com/blog/a-comparative-analysis-of-chatbots-apis/>.
10. *Open Source Conversational AI*. Available at: <https://rasa.com>.
11. *API dlya chat-botov*. Available at: [https://vk.com/dev/bots\\_docs](https://vk.com/dev/bots_docs). (In Russ.)
12. Besshaposhnikov N. O., Leonov A. G., Prilipko A. A. Digitalization of Education – New Opportunities for Controlling Educational Tracks. *Proceedings in Cybernetics*. 2018; 2:154–160. (In Russ.)