

СПЕЦИФИКА ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ В ЭПОХУ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Шорина Т. В. ORCID ID 0000-0002-9561-1140

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», Казань, Российская Федерация, e-mail: shorina.t.v@mail.ru

Статья посвящена вопросам применения искусственного интеллекта в области высшего образования. Актуальность исследования связана с активным внедрением интеллектуальных систем в профессиональную и учебную сферы. Целью исследования является определение перспектив применения искусственного интеллекта в вузе. Методы исследования включают теоретический анализ литературы, ее обобщение и прогнозирование путей развития высшего образования в новых условиях. Искусственный интеллект является многогранным понятием, включающим в себя целый комплекс технологий обработки информации компьютерными средствами. Изучение литературных источников позволило разграничить сферы его применения, а также определить, какие из путей подходят для реализации его в обучении. В работе в рамках решения поставленных задач рассматриваются вопросы, связанные с текущим применением искусственного интеллекта в обучении, прогнозируются ближайшие и отдаленные перспективы его использования, приводятся многочисленные примеры современного инструментария, способного автоматизировать те или иные аспекты учебной деятельности. В заключительной части работы формулируется концепция триады, в которую кроме субъектов образования включается в качестве равноценного партнера искусственный интеллект, а оценивание совместной деятельности осуществляется на основе разработанного учебного проекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, учебный материал, продуктивность обучения, профессиональная деятельность, высшее образование

SPECIFICITY OF UNIVERSITY STUDY IN THE ERA OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Shorina T. V. ORCID ID 0000-0002-9561-1140

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Kazan State Power Engineering University”, Kazan, Russian Federation,
e-mail: shorina.t.v@mail.ru*

This article examines the application of artificial intelligence in higher education. The relevance of this research is driven by the rapid adoption of intelligent systems in professional and academic settings. The aim of the study is to identify prospects for the application of artificial intelligence in higher education. Research methods include theoretical analysis of the literature, its synthesis, and forecasting the development of higher education in the new environment. Artificial intelligence is a multifaceted concept encompassing a wide range of computer-based information processing technologies. A study of the literature allowed us to delineate its application areas and determine which approaches are suitable for its implementation in education. In this work, within the framework of solving the set tasks, issues related to the current use of artificial intelligence in education are considered, and the near and distant prospects for its use are predicted. Numerous examples of modern tools capable of automating various aspects of educational activities are given. In the final part of the work, the concept of a triad is formulated, which, in addition to educational subjects, includes artificial intelligence as an equal partner, and the assessment of joint activities is carried out on the basis of the developed educational project.

Keywords: artificial intelligence, educational material, learning productivity, professional activity, higher education

Введение

В настоящее время наблюдается повсеместное внедрение технологий искусственного интеллекта. Автоматизация производственных процессов, поиск закономерностей в значительных массивах информации, автоматизация рутинных задач, распознавание визуальных образов и конструкций естественного языка, обнаружение угроз безопасности – все это планируется или уже выполняется с использованием данных технологий. Поэтому высшее образование призвано подготовить будущего специалиста

к осуществлению профессиональной деятельности в данных условиях.

Студенты активно используют искусственный интеллект в учебной деятельности наряду с методическими материалами преподавателя. Связано это с удобством получения емкого, содержательного и структурированного ответа на сформулированный вопрос. Вместе с тем методические материалы, в том числе представленные в цифровом формате, требуют значительных временных затрат и усилий на их изучение. Кроме того, необходим определенный уро-

вень ранее сформированных компетенций, без которого не гарантируется доступность и актуальность учебной информации. Например, для изучения курса высшей математики в вузе необходимо успешное освоение школьной образовательной программы по математике, а студентам математических школ требуется более высокий уровень представления учебного материала.

В эпоху внедрения искусственного интеллекта обучение должно осуществляться более эффективно за счет доступной, актуальной, персональной информации, способствуя разработке более качественных образовательных продуктов (лекционный и практический материал, учебные проекты различной направленности, научно-техническая исследовательская работа) [1, 2]. На практике применение данных технологий часто сводится к поиску и получению конкретной информации, в дальнейшем не подвергающейся какой-либо доработке, особенно в контексте выбранной профессиональной сферы. Изложенное выше позволяет сформулировать следующее противоречие, что необходимо трансформировать в обучении, в эпоху искусственного интеллекта, чтобы овладение учебным материалом осуществлялось более продуктивно.

Цель исследования – выявление ближайших и отдаленных перспектив применения искусственного интеллекта в вузе.

Задачи исследования – проанализировать текущее состояние проблемы, определить динамику применения систем искусственного интеллекта в обучении, спрогнозировать стратегические ориентиры их дальнейшего развития.

Материалы и методы исследования

Основными методами исследования являются: теоретические – анализ литературы, выявление общих закономерностей применения искусственного интеллекта в профессиональной и образовательной сферах, обобщение полученных данных, прогнозирование и обоснование путей их дальнейшего развития; эмпирические – наблюдение за ходом и результатами обучения, использование методов письменного опроса (выбор на основе предложенных вариантов), обработка статистических данных.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках решения первой задачи рассмотрим, какое влияние оказывает искусственный интеллект на профессиональную и учебную деятельность.

Искусственный интеллект (англ. Artificial Intelligence, AI) – это комплекс инстру-

ментов, «позволяющих воспроизводить когнитивные способности человека, такие как обучение, обработка информации и принятие решений» [3]. В настоящее время к технологиям искусственного интеллекта относятся следующие направления: «машинное обучение, компьютерное зрение, обработка естественного языка, экспертные системы, робототехника» [4]. Опишем кратко выделенные направления, обозначив, какое применение данные технологии находят в областях профессиональной деятельности. Машинное обучение (англ. Machine Learning, ML) [4] – это направление искусственного интеллекта, позволяющее находить закономерности в данных и на основе них принимать обоснованные решения. Машинное обучение предлагает вычислительные инструменты (методы, алгоритмы) и используется в профессиональных сферах, в которых необходимо обрабатывать значительные массивы информации. Например, банковская сфера в настоящее время широко использует искусственный интеллект для продвижения своих продуктов (персонализация предложений, оценка кредитоспособности заемщика, автоматизация взаимодействия с клиентами, инвестиционные проекты и др.) [5]. Для автоматизации взаимодействия с клиентами активно используется и другое направление искусственного интеллекта: обработка естественного языка. Обработка естественного языка (англ. NLP – Natural Language Processing) [6] позволяет компьютерам интерпретировать и синтезировать текст и голос. Примерами данных технологий являются чат-боты, виртуальные ассистенты, а также автоматические переводчики, генераторы текстовой и звуковой информации.

В настоящее время интенсивно развиваются умные системы, которые находят свое применение на производстве, в энергетике, транспорте, в быту, сфере безопасности (умные города, умные дома, отслеживание трафика транспортных средств, пика потребления электроэнергии и др.) [7]. Умные системы сочетают в себе как отдельные датчики, так и отдельные умные устройства, которые в дальнейшем объединяются в единую функционирующую структуру. В умных системах могут насчитываться сотни, тысячи и более устройств, которые способны взаимодействовать не только с пользователем, но и выполнять ряд автоматизированных задач. Например, при возникновении угрозы протечки воды перекрыть воду в помещении. В производственной сфере умные системы способны коммуницировать с робототехникой. Здесь на первый план выходит умение распозна-

вать и интерпретировать объекты. Для данных целей подходит компьютерное зрение (англ. CV – Computer Vision) [8], которое базируется на алгоритмах машинного обучения и нейросетях, способных на изображениях и видео идентифицировать объекты, а также анализировать сопутствующие им сцены. Данные особенности компьютерного зрения находят широкое применение: в промышленности для контроля качества продукции, в безопасности для обнаружения несанкционированного доступа к охраняемым объектам, в беспилотных транспортных аппаратах, в сфере энергетики для экономии ресурсов и предотвращения нештатных ситуаций и др. Особое место компьютерное зрение занимает в медицине. Данная технология на основе искусственного интеллекта способна быстрее и точнее человека обнаружить на медицинских изображениях (рентген, МРТ, КТ) аномалии, что позволяет врачам вовремя определить заболевание [9]. Однако данная технология остается лишь вспомогательным средством, поскольку значим также и психологический аспект взаимодействия с пациентом. За данными технологиями будущее, особенно в области онкологии, когда вовремя обнаруженное новообразование позволит излечить пациента.

Высшее образование готовит будущих специалистов к современным вызовам в виде применения искусственного интеллекта в выбранной профессиональной сфере, поэтому значимо формирование опыта взаимодействия субъекта с интеллектуальными системами. Данный опыт включает не только постановку задачи и получение готового ответа, но и умение встраивать полученный результат в контекст требуемой проблемы. Искусственный интеллект способен обобщить материалы, представленные в сети Интернет, сгенерировать текст по требуемым параметрам (для создания реферата, статьи, программного кода) и др. Студенты активно этим пользуются, существует достаточное количество инструментов на основе искусственного интеллекта для помощи в обучении (GigaChat, YandexGPT, ChatGPT, Gemini, DeepSeek, Кэмп и др.). Данные ресурсы способны решать задания, писать программный код, в том числе выполнять более сложные задачи. Например, создать план реферата по параграфу на определенную тему, а затем предложить краткое содержание для каждого параграфа. На основе данных ресурсов возможно сгенерировать идеи, а затем их обосновать исходя из аргументов и контраргументов. С написанием текста выпускной квалификационной работы и подготовкой

доклада к защите также способен справиться искусственный интеллект.

Преподаватели не всегда могут отличить оригинальный текст от синтезированного, поскольку не существует надежного детектора, определяющего оригинальность работы. Существуют инструменты проверки на плагиат (антиплагиат), но они не предназначены для проверки оригинальности в плане использования в работе искусственного интеллекта. Преподавателям придется придумывать и диктовать собственные правила и условия, но в эпоху искусственного интеллекта выигрывает та технология.

Искусственный интеллект в настоящее время используется весьма активно во многих профессиональных сферах. Будущим специалистам, обучающимся в высших учебных заведениях, необходимо быть готовыми применять данные технологии в своей профессиональной деятельности. В вузе искусственный интеллект используется недостаточно активно и сводится к получению готовых ответов, заданий, программного кода и др. Связано это частично с неподготовленностью профессорско-преподавательского состава, а частично с недостаточной проработкой самих систем, способных существенно автоматизировать рутинные задачи педагога.

В рамках реализации второй задачи рассмотрим динамику, по которой идет развитие систем искусственного интеллекта в различных областях деятельности, в том числе в высшем образовании.

В 2025 г. Microsoft провел исследование о том, «какое влияние искусственный интеллект оказывает на профессиональную сферу». В работе описаны эмпирические данные, полученные от 200 тыс. реальных пользователей Bing Copilot [10]. Исследование проводилось следующим образом: профессиональная деятельность подразделялась на набор типовых информационных активностей, и далее рассчитывалось, какие виды деятельности выполняются при консультации с искусственным интеллектом, а какие полностью им заменяются. На основе полученных данных составлена таблица на 40 специальностей, в верхней ее части – профессии, носителям которых уже грозит перепрофилирование, так как большая часть профессиональной активности так или иначе выполняется с использованием искусственного интеллекта.

Рассмотрев выделенные специальности, отмечается, что в них значительное место занимает обработка информации (переводчики, писатели, журналисты, офисные работники, аналитики и др.), и данную ра-

боту искусственный интеллект способен выполнить существенно быстрее. В других специальностях, в которых искусственный интеллект выступает только «как ассистент» (помощник), предполагается использование некоего симбиоза человека и компьютера (математики, научные работники, преподаватели и др.). Специальности, связанные с физическим трудом (строительство, ремонт, обслуживание техники, уход за людьми, транспорт и др.), пока не подвергаются замене. Вернее, искусственный интеллект способен помочь в поиске проблемы, например, при ремонте транспортного средства [11] или генерации инструкции для строительной области, но выполнить операции за работника он не может, так как не связан с физической областью деятельности, а автоматизировать единичные операции ремонта оборудования экономически невыгодно.

Рассмотрим, какую динамику демонстрирует применение искусственного интеллекта в области высшего образования. Достаточное количество ресурсов на основе искусственного интеллекта уже разработано для помощи обучающимся, и можно предположить, что количество и качество их будет только расти. Например, генерирование решения нетиповых задач, помощь в тестах, синтезирование презентаций, чат-боты, способные мгновенно найти ответ, и др.

В рамках данного исследования проведен опрос студентов Казанского государственного энергетического университета технических специальностей, всего в исследовании в 2024–2025 гг. приняли участие 632 обучающихся. Данный опрос показал, что более 87,02 % студентов-первокурсников уже активно пользуются системами искусственного интеллекта для подготовки заданий и ответа на вопросы преподавателя (или тестирующей системы), 28,95 % из них для этих целей применяют «одну интеллектуальную систему», 34,96 % используют для данных целей «до трех интеллектуальных систем» и 22,94 % «более трех». Анкетирование по вопросу, как часто и для каких целей пользуются студенты искусственным интеллектом в обучении, выявило следующую закономерность: большая часть студентов «часто» использует его для «написания и редактирования текстовой информации», «подготовки к зачетам и экзаменам» и «разработки и комментирования программного кода» (всего в сумме 76 %, общая сумма будет более 100 %, так как каждый обучающийся использует ИИ для разных целей одновременно). Кроме того, «достаточно часто» (27, 19, 13 % соответственно) искусственный интеллект применяется для «поиска и структуриро-

вания информации», «помощи в переводе и генерировании текста на иностранном языке», «визуализации идей для реферата или стартапа проекта». «Достаточно редко» искусственный интеллект используется в качестве «наставника в обучении» и «чат-ботов» (9 и 8 % соответственно).

Вместе с тем преподаватели станут более активно прибегать к искусственному интеллекту в качестве помощника в работе. В настоящее время преподаватели используют его для подготовки материалов для лекционных и семинарских занятий. Анализируя потребности педагога в подготовке учебного материала, можно проследить следующую тенденцию применения искусственного интеллекта в недалеком будущем: помощь в генерации вариантов заданий, вопросов, тестов; автоматизация проверки типовых расчетов; выявление пробелов в обучении на основе анализа качества выполненных задач; персонализация обучения путем индивидуального подбора материалов; использование высокотехнологичных средств обучения и др.

Полезным инструментом искусственного интеллекта является генерирование визуальных образов (изображения, видео). В данной статье не рассматривается проблема наглядности в отображении учебных материалов, в том числе в профессиональной сфере [12, 13], эти идеи уже многократно доказаны. Значимо применение искусственного интеллекта для создания визуальных образов, так как данная технология позволяет получать высокое качество методических материалов: визуализация сложных процессов и состояний; применение интерактивности (под конкретную историческую эпоху, создание инфографики по статистическим данным, визуализация взаимодействия атомов и др.); вариативность контента под индивидуальные возможности обучающегося и многое другое. Запрос на развитие этих технологий назрел, были пробные попытки создания визуального контента на платформах в отдельных университетах, в том числе федерального уровня, однако они не получили широкого распространения, поскольку в основном носили локальный характер. Использование искусственного интеллекта позволяет создавать широкий спектр визуальных методических материалов, не обладая узкоспециальными навыками программирования. В качестве прогресса данных технологий и успешного их применения в образовательной сфере можно привести следующие разработанные ресурсы: GigaChat (Сбер), YandexGPT 2, Kandinsky (Сбер), Шедеврум, FlyVi, Runway, PixVerse, Hedra, iSpring Suite и др.

Вкратце опишем возможности данных ресурсов. GigaChat и YandexGPT 2 способны создавать требуемый текст, генерировать идеи, отвечать на вопросы. Этими возможностями широко пользуются и студенты, и преподаватели. Kandinsky и Шедеврум помогают синтезировать реалистичные изображения, например, по их текстовому описанию. Для генерации видео подходят Runway, PixVerse и Hedra и др. Каждый из них представляет определенный функционал: например анимация статичных изображений, создание видео по текстовому описанию, генерация говорящих аватаров и др. Presentsimple.ai, Сократик предназначены для разработки презентаций для обучения, стартапа или другого образовательного проекта. iSpring Suite используется при реализации интерактивных курсов, тренажеров и подходит для разработки различных вариантов тестовых заданий.

В будущем сферы применения искусственного интеллекта в образовании будут постоянно расширяться. Создание качественного образовательного контента, персонализация учебного материала, автоматизация оценки работ обучающихся, отслеживание уровня сформированности компетенций, прогнозирование успеваемости, обеспечение круглосуточной виртуальной поддержки студентов и др. Обучение все более смещается в сторону гибридной модели обучения на основе активного взаимодействия участников образовательной деятельности (педагогов и студентов) с искусственным интеллектом. Результатом данного процесса будут выступать разработанные образовательные проекты (творческие, технические, научные, социальные и др.), в которых роль руководителя (организатора, наставника, координатора) останется за студентом или преподавателем, а искусственный интеллект выступит в роли соавтора (соисполнителя: проекта, стартапа, симуляции, ролевой игры, соревнования).

В рамках решения третьей задачи спрогнозируем стратегические ориентиры дальнейшего развития искусственного интеллекта и его применения в высшем образовании. В будущем большая часть интеллектуальной деятельности, связанной с обработкой информации, делегируется искусственному интеллекту. В профессиях, в которых требуется коммуницировать с людьми (психологи, социальная сфера, преподаватели, медицинские работники, творческие виды деятельности и др.), отношения носят человеко-машинный характер. Технологии искусственного интеллекта полностью изменят сам процесс взаимодействия с компьютером. В настоящее время

для каждого рода деятельности существует свое программное обеспечение (MS Word для текста, MS Excel для таблиц, MS PowerPoint для презентаций, Zoom для видеоконференций и др.), то есть требуется знать инструмент и владеть им. Но технологии развиваются в таком направлении, в котором субъект будет ставить голосом задачу своему персональному интеллектуальному ассистенту, а тот сам выбирать инструмент для ее реализации. Пользователь при этом не будет знать, какими средствами, какими программными ресурсами достигался полученный результат.

Прогноз стратегического развития образования в контексте активного применения искусственного интеллекта заключается в смене основной парадигмы личностно-ориентированного обучения (В. В. Давыдов, П. Г. Щедровицкий, И. С. Якиманская и др.), заключающейся во взаимодействии педагога и обучающегося и направленной на овладение содержанием посредством специально отобранных форм, методов и средств обучения. Средства обучения в педагогической науке представляют собой «материальный или идеальный объект, который применяется в образовательном процессе в качестве инструмента деятельности» (А. В. Хуторской) [14], то есть служит объектом передачи учебной информации. Однако на данном этапе он претерпит значительную трансформацию, искусственный интеллект станет полноправным субъектом образовательной деятельности [15]. Поскольку оба участника обучения (педагог и обучающийся) на равных взаимодействуют не только между собой, но и со своим персональным интеллектуальным помощником. Партнерские отношения позволят в режиме активного обмена информацией, идеями, контентом создать совместный образовательный проект. Взаимодействие в подобной триаде (педагог – искусственный интеллект – обучающийся) носят направленный характер, нацеленный на достижение задач обучения и формирования профессиональных компетенций. А такие отношения по определению являются субъектными.

На обозначенном этапе возникнет главный вопрос – каким образом контролировать корректность синтезированной искусственным интеллектом информации. Ответ на данный вопрос настолько обширен, что ему необходимо посвятить отдельное исследование.

Заключение

Технологии искусственного интеллекта находят свое применение во многих обла-

стях деятельности, в которых превалирует обработка больших массивов информации. Высшее образование должно готовить специалистов к изменениям, связанным с современными достижениями науки и техники, в том числе в области работы с информацией. Обучение в эпоху искусственного интеллекта смещается от тандема педагог – обучающийся к триаде педагог – искусственный интеллект – обучающийся. В данной триаде искусственный интеллект выступает помощником в работе как со стороны преподавателя, так и со стороны студента. Оценка результатов данной деятельности заложена в качестве созданного совместного учебного продукта, будь то выпускная квалификационная работа или иной образовательный контент, который впоследствии представляется государственной экспертной комиссии (при защите ВКР) или партнерам (например, при защите профессионального стартап проекта).

Список литературы

1. Анисимова Т. Д., Зарипова Р. С., Нуриев М. Г. Роль стартапов в трансформации экономики и решении социальных проблем // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 4. № 4 (157). С. 87–93. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.04.04.012.
2. Шорина Т. В. Перспективы проектного обучения в вузе в цифровую эпоху // Мир науки, культуры, образования. 2024. № 2 (105). С. 247–249. DOI: 10.24412/1991-5497-2024-2105-247-249.
3. Шорина Т. В., Кирилова Г. И. Модели реализации искусственного интеллекта в сфере энергетики // Казанская наука. 2025. № 11. С. 394–396. EDN: VQAKZK.
4. Вешнева И. В. Технологии искусственного интеллекта: классификация, ограничения, перспективы и угрозы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2023. Т. 23. № 4. С. 428–438. DOI: 10.18500/1994-2540-2023-23-4-428-438.
5. Хамитов Т. Р., Куценко С. М., Салтанаева Е. А. Проблема мошенничества в финансовом секторе в эпоху интеллектуальных технологий // Экономика и предпринимательство. 2025. № 7 (180). С. 56–61. DOI: 10.34925/EIP.2025.180.7.007.
6. Дыдалин Г. Д., Хамидуллин А. И., Зарипова Р. С. Интеллектуальная система распознавания иероглифов как инструмент для изучения языков // Казанская наука. 2025. № 3. С. 283–285. EDN: RJFNBW.
7. Козлова Д. С., Лаптева Т. В. Разработка системы автоматизированного управления микроклиматом в умном доме для людей с астмой на основе данных с датчиков IoT и машинного обучения // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2025. № 2 (36). С. 188–193. EDN: KOJAVB.
8. Ал-Заубиди А. С., Дудалова Е. А., Соловьев С. А. Методы машинного обучения для определения атрибутов личности по изображению лица // Научно-технический вестник Поволжья. 2024. № 10. С. 41–46. EDN: PUNSNW.
9. Рябухина В. Ю., Лаптева Т. В. Применение методов нечеткой логики в системах поддержки принятия решений в здравоохранении // XXVIII Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный Дню энергетика: материалы докладов. В 3 т. (г. Казань, 05–06 декабря 2024 г.). Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. С. 78–80. EDN: FMYVJW.
10. Kiran Tomlinson, Sonia Jaffe, Will Wang, Scott Counts and Siddharth Suri Working with AI: Measuring the Applicability of Generative AI to Occupations. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/working-with-ai-measuring-the-occupational-implications-of-generative-ai/> (дата обращения: 15.01.2026).
11. Шагмарданова Г. Ф., Салтанаева Е. А. Цифровая трансформация автотранспортных предприятий: роль информационных систем в повышении эффективности // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2025. № 3 (37). С. 125–129. EDN: НТОАУО.
12. Шорина Т. В. Концептуальные идеи разработки педагогической технологии визуализации // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 2 С. 87–92. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39938> (дата обращения: 27.01.2026). DOI: 10.17513/snt.39938.
13. Шорина Т. В. Теоретическое обоснование визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 4. С. 234–239. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39607> (дата обращения: 27.01.2026). DOI: 10.17513/snt.39607.
14. Хуторской А. В. Современная дидактика: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2026. 406 с. URL: <https://urait.ru/bcode/585212> (дата обращения: 28.02.2026). ISBN 978-5-534-14199-3.
15. Шабанов Г. А. Искусственный интеллект как субъект образовательного процесса в вузе // Высшее образование сегодня. 2024. № 1. С. 24–28. DOI: 10.18137/RNU.HET.24.01.P.024.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.