

УДК 37.013

DOI: 10.34670/AR.2023.74.32.057

## Перспективы использования искусственных интеллектуальных менторов в преподавании иностранного языка

**Волегжанина Ирина Сергеевна**

Доктор педагогических наук, доцент,  
завкафедрой «Иностранные языки», профессор,  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
630049, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191;  
e-mail: eracher@mail.ru

### Аннотация

В статье раскрывается перспектива введения в процесс обучения иностранному языку искусственных интеллектуальных менторов. ИИ ментор в формате мобильного или веб приложения рассматривается как базовый элемент экосистемы, ориентированной на интеграцию науки, образования и производства. Авторский опыт разработки ИИ ментора на основе русско-английской онтологии свидетельствует об универсальности данного дидактического решения, которое дополняет традиционные текстовый и гипертекстовый форматы представления учебного контента. Интеграция происходит посредством комплексного использования ИИ ментора, двуязычных терминологических глоссариев и автоматизированных электронных учебных курсов. Ограничением для широкого внедрения онтологических инструментов может являться ориентированность преподавателей на использование традиционных форм и методов в процессе обучения студентов иностранному языку. Итак, дидактические возможности прототипа ИИ ментора гармонично дополняются интерактивными возможностями автоматизированных электронных учебных курсов и интерактивных терминологических глоссариев. Эти интегративные образовательные решения, основанные на онтологиях, являются достаточно универсальными и применимы в процессе изучения иностранных языков студентами различных направлений подготовки. Вместе с тем, при решении задачи широкого внедрения онтологических инструментов в практику преподавания иностранного языка следует учитывать некоторые ограничения.

### Для цитирования в научных исследованиях

Волегжанина И.С. Перспективы использования искусственных интеллектуальных менторов в преподавании иностранного языка // Педагогический журнал. 2023. Т. 13. № 4А. С. 475-483. DOI: 10.34670/AR.2023.74.32.057

### Ключевые слова

Искусственный интеллектуальный ментор, иностранный язык, онтология, терминологический глоссарий, автоматизированный электронный учебный курс.

## Введение

В настоящее время в научном сообществе ведутся активные дискуссии о достигнутых эффектах использования технологий, транслированных несколько десятилетий назад из области вычислительной техники в процесс обучения. В электронном обучении информационные технологии для разработки и доставки учебного контента сделали процесс обучения доступнее и дешевле, а пространственные и временные рамки перестали ограничивать возможности обучающихся и преподавателей. На практике, однако, большинство образовательных организаций остаются в «парадигме Гутенберга» – человека печатной культуры. Гипертекстовая технология не смогла принципиально трансформировать сущность текстового взаимодействия, и практически во все процессы образовательной логистики (логистики знаний) по-прежнему включен человек. В итоге деятельность преподавателей по использованию информационных технологий зачастую сводится к попыткам придать традиционному обучению некий современный формат, что, однако, не затрагивает когнитивную сторону данного процесса. Вместе с тем именно эта сторона оказывается ключевой в процессе обучения студентов иностранным языкам.

Цифровые трансформации производства требуют пересмотра устоявшейся образовательной практики в современных отраслевых вузах (железнодорожных и др.), которые, как и многие передовые университеты, стремятся к развитию в университет 4.0. S.H. Mian и соавторы сопоставляют эту модель университета с парадигмой «Образование 4.0», возникшей в результате широкого признания «Индустрии 4.0» в секторе образования [Mian et al., 2020]. Фундаментальная идея Образования 4.0 заключается в интеграции промышленных предприятий и образовательных учреждений посредством трансфера отраслевых знаний в процесс подготовки студентов.

Одним из возможных решений является введение практики *менторинга*, реализующего педагогические стратегии поддержки и сопровождения студентов в процессе изучения конкретных дисциплин. Вместе с тем очевидно, что успешной реализации данной идеи будут препятствовать как минимум два обстоятельства – недостаток квалифицированных менторов и высокая стоимость их услуг для обеспечения индивидуальных образовательных траекторий. Анализ современной научной литературы и педагогической практики показал, что альтернативой ментору-человеку может стать разработка *искусственного интеллектуального ментора* (ИИ ментора). В частности, ИИ ментор в формате мобильного или веб-приложения рассматривается как базовый элемент экосистемы, ориентированной на интеграцию науки, образования и производства [Khabarov, Volegzhanina, 2022].

Следует отметить, что ИИ-менторы в первую очередь разрабатываются как системы поддержки деятельности пользователей. Например, A.C. Graesser и соавторы описали рекомендательную систему ElectronixTutor для изучения некоторых предметов в образовании STEM [Graesser et al., 2018]. Эта система интегрировала несколько интеллектуальных обучающих ресурсов, а также текст и видео. Большой опыт накоплен в области разработки ИИ менторов для сопровождения и поддержки начинающих врачей в условиях нехватки экспертов-людей.

### **Разработки ИИ ментора для подготовки будущих инженеров железнодорожного транспорта**

Обобщив существующий опыт в данном направлении исследований, междисциплинарным коллективом ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения» (г.

Новосибирск) была предпринята попытка разработки ИИ ментора для подготовки будущих инженеров железнодорожного транспорта. Проект был определен одной из задач научного исследования «Цифровая модель взаимодействия ОАО «РЖД» и ФГБОУ ВО СГУПС в системе управления знаниями в форме онтологий» (шифр 2.2022-ГЗ).

Структура ИИ ментора включала три модели, позволяющие в упрощенном виде представить процесс интеллектуального взаимодействия преподавателя и студента через содержание учебного курса в формате двуязычной (русско-английской) онтологии. Следует отметить, что разработка данной онтологии потребовала ее представления на контролируемом естественном языке (КЕЯ). Для этого использовался естественный язык, на который были наложены определенные ограничения, позволявшие его конвертировать одновременно в гипертекст и граф знаний (англ. knowledge graph).

Подчеркнем, что в мире существует значительное количество версий КЕЯ. Наиболее разработанной является область создания версий контролируемого английского языка (Controlled English). Вместе с тем существуют версии и для других естественных языков – испанского, арабского, японского и пр. [Kuhn, 2014]. Активно ведутся исследования в направлении создания контролируемого русского языка. Так, в рамках научной темы «Разработка мультязычного обучающего комплекса в виде русско-англо-китайской предметной онтологии с использованием технологий семантического веба (на примере дисциплины «Общий курс железных дорог»)» (гос. контракт № 30/16 от 30.06.2016) учеными СГУПС был предложен вариант контролируемого русского языка (КРуЯ), названный *Onto Controlled Russian* [Хабаров, Степанов, Серенко, 2019].

Предложенный вариант КЕЯ относится к классу онтологических языков. Основная идея введения КРуЯ как самостоятельного понятия была представлена в рамках дидактической концепции «Отраслевой университет – "фабрика знаний"» [Манаков, Хабаров, Волегжанина, 2019]. Более глубокое обоснование приводится в диссертации [Волегжанина, 2020, 206-208] и связывается с преобразованиями естественного русского языка для его понимания компьютером (машиной). В частности, к синтаксису русского языка предлагается применить ограничения, снижающие выразительность с целью снятия многозначности. При этом содержание учебного курса остается понятным для человека (обучающегося), но, одновременно, становится доступным для обработки компьютером. Иными словами, учебный контент характеризуется как машиночитаемый и машинопонимаемый.

В обозначенном контексте многоязычность является дидактически полезной функцией предметной онтологии, полагаемой в основу содержания учебного курса. Благодаря этой функции осуществляется интеграция с уже существующими в мире онтологиями, что вносит вклад в формирование глобального образовательного пространства. Данная функция также позволяет преодолеть семантические различия между концептуальными системами, представленными на разных национальных языках.

### **Разработка автоматизированного учебного курса на основе двуязычной онтологии**

Все вышеизложенное становится возможным при условии наличия эквивалентных версий онтологий. При этом версия на английском языке рассматривается как «посредник», что отвечает тенденции к интернационализации научного и профессиональных сообществ. Так, большой вклад в унификацию терминологии в сфере железнодорожного транспорта внесли

Международный союз железных дорог (UIC) и Федеральное агентство железнодорожного транспорта России. По инициативе последнего составлен и опубликован русско-англо-китайский железнодорожный словарь [Русско-англо-китайский словарь..., 2021].

Процесс создания двуязычной онтологии учебного курса характеризуется как междисциплинарный, поскольку предполагает взаимодействие специалистов из различных предметных областей. Для согласования их действий была разработана ролевая диаграмма, включающая следующие модели поведения участников: автор содержания учебного курса на КРУЯ, переводчик, редактор, ответственный за размещение учебного контента в информационной системе.

Для реализации прототипа ИИ ментора был выбран учебный курс «Системы искусственного интеллекта. Агентный подход». Разработка онтологии данного учебного курса осуществлялась в открытой программной среде SWI-Prolog.

Прототип ИИ ментора был реализован как система тестирования с использованием методики формирования профессиональных понятий у студентов на двух языках. Данная методика ориентирована на работу с семантикой знаний и развитие навыка концептуализации. Она способствует более глубокому пониманию студентом содержания изучаемого предмета и овладению основами профессионального языка как системой разделяемых базовых понятий в рамках конкретной предметной области. Связи между понятиями устанавливаются через универсальные отношения. В результате выстраивается онтология как фрагмент области профессиональной коммуникации.

Полученная онтология учебного курса является предметной онтологией и рассматривается моделью предметной области в составе ИИ ментора, с которой связывается идентификация модели обучающегося. Следует отметить, что модель обучающегося в автоматизированных образовательных средах может быть реализована в двух вариантах. Первый вариант – модель обучающегося связана с предметной областью, т.е. представляет собой базу знаний об обучающемся – уровне его обученности, совершенных ошибках, прогрессе в обучении. Второй вариант – модель обучающегося с предметной областью не связана, т.е. база знаний об обучающемся включает знания о его стиле мышления, поведении, когнитивных способностях, учебных интересах и мотивации.

В нашем случае модель обучающегося связывается с предметной онтологией (онтологией учебного курса), которая определяет границы возможностей ИИ ментора. Модель обучающегося и модель предметной области составляют в структуре ИИ ментора модель поведения преподавателя, определяющую характер эмоционально-интеллектуального взаимодействия с обучающимся.

Эмоционально-интеллектуальное взаимодействие преподавателя и обучающегося осуществляется в информационной образовательной среде и направлено на достижение обучающимся нормативного уровня знаний, полагаемых в основу компетенций. Результат такой деятельности позволяет преподавателю идентифицировать, насколько модель обучающегося соответствует норме, задаваемой ФГОС. В условиях обучения с использованием цифровых технологий, исключая непосредственный контакт обучающегося с преподавателем, деятельность последнего в модели эмоционально-интеллектуального взаимодействия замещается моделью поведения преподавателя в составе ИИ ментора.

Применение ИИ менторов в качестве элементов цифровых образовательных сред вузов в перспективе может заменить существующие электронные информационные системы обучения и трансформировать их в сервисные экосистемы. Такие системы могут обеспечить реализацию

действительно персонализированной траектории обучения, обеспечивая непрерывность и преемственность данного процесса.

Важно подчеркнуть, что при этом традиционные текстовые и гипертекстовые форматы представления содержания обучения не отрицаются, но дополняются логическим уровнем, проявляющимся в строгом синтаксисе и однозначной семантике учебного контента. Интеграция происходит посредством создания двуязычных терминологических глоссариев, а также комплексного использования ИИ ментора с существующими СДО и автоматизированными учебными курсами.

Модули, реализующие содержательный компонент курса, разрабатывались с использованием популярного программного обеспечения iSpring Suite. Его неоспоримым преимуществом является работа в традиционном интерфейсе PowerPoint. В составе iSpring Suite находятся автономные инструменты, допускающие комплексное применение для разработки интерактивных учебных курсов:

- iSpring Converter Pro – предназначен для преобразования презентаций формата PowerPoint в интерактивные решения, обладающие функциями мультимедиа, анимации и пр.;
- iSpring QuizMaker – позволяет разрабатывать тесты и опросы, включающие в себя аудио и видео файлы, а также графические изображения;
- iSpring Cam Pro – предоставляет возможность записывать скринкасты, монтировать видеоряд, дополнять его звуковым рядом, текстовыми комментариями и графическими изображениями;
- iSpring TalkMaster – дает возможность разработки диалоговых тренажеров со сложными сценариями и реалистичными персонажами, реплики которых допускают озвучивание;
- библиотека контента – позволяет обращение к большой коллекции шаблонов курсов, иконок, аватаров и пр.

Применительно к образовательной экосистеме на основе сервисов преимуществом iSpring Suite является создание кроссплатформенных курсов для любых устройств, в том числе мобильных (операционных систем iPhone и Android). Другая важная функция – адаптивный интерфейс. При просмотре курса на мобильных устройствах его содержание адаптируется под тип устройства и размер экрана. В частности, объекты мультимедиа (изображения, видео и пр.) автоматически принимают параметры, соответствующие типу и положению мобильного устройства пользователя.

Возможности данной программной среды на базе PowerPoint позволяют снять ограничения в восприятии онтологий участниками процесса обучения и воспользоваться преимуществами более традиционной технологии. В частности, создать комплексные образовательные решения для обучающихся с применением нескольких вариантов интерактивности. Опишем их далее.

1. Создание коммуникативных тренажеров, имитирующих диалог с обучающимся. Мотивацию к учению создает обширная библиотека шаблонов ситуаций и персонажей с богатым спектром выражаемых эмоций, а также возможность озвучивания реплик разработчиком.

2. Интерактивность «Каталог», позволяющая создание перечней задач в блоках целеполагания и самооценки, сборников речевых клише и глоссариев с перечнем понятий, входящих в предметную онтологию курса.

3. Средства интерактивности «Тест» для решения задач по созданию тренажеров, направленных на закрепление новых языковых знаний и освоение речевых умений в рамках конкретных модулей учебного курса, а также минимизацию включенности преподавателя в

оценку тестирования студентов. Среди типов тестов: верно/неверно, одиночный выбор, множественный выбор, ввод строки, соответствие, порядок, пропуски, вложенные ответы, банк слов, активная область, перетаскивание объектов, эссе. Обратная связь с информационной системой реализуется в виде комментариев и ветвления с отсылкой на фрагменты курса, требующие дополнительного внимания. Важной функцией интерактивности «Тест» является создание различных анкет (шкала Лайкерта, свободный ответ, да/нет и т. д.).

Тесты разрабатываются автором-составителем курса и затем вводятся в программную среду, а выполнение заданий (за исключением типа «эссе») проверяется компьютером. С целью обеспечения интерактивности внизу окна на экране появляется уведомление о верном, частично верном или неверном выполнении задания. В последнем случае предлагается вернуться к началу задания, а затем проанализировать сделанные ошибки. Полнотекстовые результаты выполненных заданий отправляются автоматически на почту преподавателя, что предусматривает возможность индивидуальной настройки в iSpring.

Реализация функции мультимедийности и добавления текстовых/гипертекстовых ресурсов расширяет возможности интерактивного онлайн курса и способствует формированию у будущих инженеров мотивации к учению.

Для обеспечения гибкости и адаптивности модули, разработанные с использованием ПО iSpring Suit, преобразуются в «пакеты знаний» формата SCORM (является форматом файлов для площадок по онлайн-обучению, в котором сохраняются учебные материалы), а затем загружаются в ЭИОС вуза.

Таким образом, высокая степень интерактивности и визуализации учебного контента, его профессиональная ориентированность позволяют использовать автоматизированный электронный учебный курс в ходе контактной работы участников процесса обучения (синхронной и асинхронной, дистанционной, очной и заочной), а также в процессе самообразовательной деятельности будущих инженеров.

### **Терминологический глоссарий как связующий элемент курса**

Важный элемент дидактического инструментария – терминологические глоссарии, которые могут использоваться как интерактивные справочно-информационные ресурсы. Они включают базовые понятия предметной онтологии и применяются в процессе формирования профессиональных понятий обучающихся. Определить то, как соотносятся друг с другом глоссарии и онтологии позволяет классификация, предложенная С. Roussey и соавторами [Roussey, Pinet, Kang, 2011].

По степени выразительности и формальности авторами предлагается разделять онтологии на следующие классы:

- информационные онтологии – представлены в виде схем и диаграмм, которые используются в проектной деятельности исключительно человеком;
- лингвистические или терминологические онтологии – глоссарии, словари, контролируемые словники, таксономии, тезаурусы, лексические базы данных;
- программные онтологии – концептуальные схемы, ориентированные на хранение и обработку данных;
- формальные онтологии – требуют использования языков формальной (дескриптивной) логики.

Как видим, терминологические глоссарии (в том числе двуязычные и мультязычные)

являются специфическими онтологиями и могут быть использованы в процессе обучения для формирования системы профессиональных понятий у будущих инженеров.

В более ранней работе мы писали, что глоссарий считается одной из специфических форм авторского текста. Это некоторый словарь, помещаемый в конце учебника как приложение. Основными характеристиками глоссариев являются их относительно небольшой размер, специализированная лексика и пояснения к понятиям [Хабаров, Волежанина, Чусовлянова, 2015].

Специфические характеристики современных глоссариев обобщаются в диссертации Н.Г. Кантышевой:

- тщательный и осознанный выбор понятий, которые являются необходимыми и достаточными для изучения конкретного учебного предмета;
- систематичность, которая заключается в раскрытии смысловых связей между понятиями глоссария, четком соотношении слова с другими словами и фокусировании внимания на последовательном и планомерном представлении понятийного аппарата дисциплины;
- полнота представления сведений, отражающая степень охвата понятийного аппарата, необходимого для обеспечения полноценной подготовки специалиста;
- полифункциональность как свойство одновременно выполнять четыре функции, присущие словарю, – справочную, систематизирующую, обучающую и нормативную.

Также подчеркивается, что если ранее глоссарий выполнял справочную функцию малоизвестных слов, то в настоящее время он сочетает в себе и другие функции. Например, систематизирует терминологию в той или иной предметной области [Кантышева, 2011]. Отсюда, онтологии учебных дисциплин являются терминологическими глоссариями, которые как отдельные структурные компоненты расширяют возможности традиционных учебных курсов.

## **Заключение**

Таким образом, дидактические возможности прототипа ИИ ментора гармонично дополняются интерактивными возможностями автоматизированных электронных учебных курсов и интерактивных терминологических глоссариев. Эти интегративные образовательные решения, основанные на онтологиях, являются достаточно универсальными и применимы в процессе изучения иностранных языков студентами различных направлений подготовки.

Вместе с тем, при решении задачи широкого внедрения онтологических инструментов в практику преподавания иностранного языка следует учитывать следующие ограничения: процесс создания онтологий учебных курсов является достаточно сложной и затратной по времени междисциплинарной задачей; внедрение готовых образовательных платформ с элементами ИИ может оказаться дорогостоящим проектом для вузов; методическая культура большинства преподавателей ориентирована на традиционные методы и средства в обучении иностранному языку и ее «цифровая трансформация» потребует организации специального технико-методического сопровождения.

## **Библиография**

1. Волежанина И.С. Становление и развитие профессиональной компетентности будущего инженера в научно-образовательном комплексе: дис. ... д-ра пед. наук. Красноярск, 2020. 419 с.
2. Кантышева Н.Г. Моделирование терминосистемы «экологический аудит» и ее описание в систематизирующем глоссарии: дис. ... канд. филол. наук. Тюмень, 2011. 198 с.

3. Манаков А.Л., Хабаров В.И., Волежжанина И.С. Интеграция образования, науки и производства по модели «фабрика знаний» (на примере транспортной отрасли) // *Качество. Инновации. Образование*. 2019. № 5 (163). С. 12-19. DOI: 10.31145/1999-513x-2019-5-12-19
4. Русско-англо-китайский словарь железнодорожных терминов: около 12 тысяч слов и устойчивых сочетаний. М., 2021. 412 с.
5. Хабаров В.И., Волежжанина И.С., Чусовлянова С.В. Многоязычный отраслевой глоссарий в форме онтологии как средство интеграции с мировым образовательным ресурсом // *В мире научных открытий*. 2015. № 3.1 (63). С. 775-791.
6. Хабаров В.И., Степанов И.С., Серенко А.А. Контролируемый естественный язык для работы с онтологиями // *Системы анализа и обработки данных*. 2019. № 4 (77). С. 99-120.
7. Graesser A.C. et al. ElectronixTutor: an intelligent tutoring system with multiple learning resources for electronics // *IJ STEM*. 2018. No 15. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0110-y>
8. Khabarov V., Volegzhanina I. An impact of ontology-based service-oriented ecosystems on digital transformation of railway transport and engineering education // *Transportation Research Procedia*. 2022. Vol. 63. P. 1899-1908. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.210>
9. Kuhn T. A Survey and Classification of Controlled Natural Languages // *Computational Linguistics*. 2014. Vol. 40. No 1. P. 121-171.
10. Mian S.H. et al. Adapting Universities for Sustainability Education in Industry 4.0: Channel of Challenges and Opportunities // *Sustainability*. 2020. Vol. 12. No 15. P. 6100. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12156100>
11. Roussey C., Pinet F., Kang M.A. An Introduction to Ontologies and Ontology Engineering // *Ontologies in Urban Development Projects*. 2011. P. 9-38. DOI: 10.1007/978-0-85729-724-2\_2

## **Prospects for the using of Artificial Intelligent Mentors in teaching a foreign language**

**Irina S. Volegzhanina**

Doctor of Pedagogy, Associate Professor,  
Head of the Department of Foreign Languages, Professor,  
Siberian Transport University,  
630049, 191, Dusi Koval'chuk str., Novosibirsk, Russian Federation;  
e-mail: erarcher@mail.ru

### **Abstract**

The article reveals the prospect of introducing artificial intellectual mentors into the process of teaching a foreign language. An AI mentor in the form of a mobile or web application is considered as a basic element of an ecosystem focused on the integration of science, education and production. The author's experience in developing an AI mentor based on Russian-English ontology testifies to the universality of this didactic solution, which complements the traditional text and hypertext formats for presenting educational content. Integration occurs through the integrated use of AI mentor, bilingual terminological glossaries and automated e-learning courses. A limitation for the widespread introduction of ontological tools may be the focus of teachers on the use of traditional forms and methods in the process of teaching students a foreign language. So, the didactic capabilities of the Mentor AI prototype are harmoniously complemented by the interactive capabilities of automated e-learning courses and interactive terminological glossaries. These ontology-based integrative educational solutions are quite universal and applicable in the process of learning foreign languages by students of various fields of study. At the same time, when solving the problem of the widespread introduction of ontological tools in the practice of teaching a foreign language, some limitations should be considered.

Irina S. Volegzhanina



**For citation**

Volegzhanina I.S. (2023) Perspektivy ispol'zovaniya iskusstvennykh intellektual'nykh mentorov v prepodavanii inostrannogo yazyka [Prospects for the using of Artificial Intelligent Mentors in teaching a foreign language]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 13 (4A), pp. 475-483. DOI: 10.34670/AR.2023.74.32.057

**Keywords**

Artificial Intelligent Mentor, foreign language, ontology, terminological glossary, automated e-learning course.

**References**

1. Graesser A.C. et al. (2018) ElectronixTutor: an intelligent tutoring system with multiple learning resources for electronics. *IJ STEM*, 15. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0110-y>
2. Kantysheva N.G. (2011) *Modelirovanie terminosistemy «ekologicheskii audit» i ee opisaniye v sistematiziruyushchem glossarii. Doct. Dis.* [Modeling of the terminological system of environmental audit and its description in a systematizing glossary. Doct. Dis.]. Tyumen.
3. Khabarov V., Volegzhanina I. (2022) An impact of ontology-based service-oriented ecosystems on digital transformation of railway transport and engineering education. *Transportation Research Procedia*, 63, pp. 1899-1908. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.210>
4. Khabarov V.I., Stepanov I.S., Serenko A.A. (2019) Kontroliruemyye estestvennyy yazyk dlya raboty s ontologiyami [Controlled natural language for working with ontologies]. *Sistemy analiza i obrabotki dannykh* [Systems of analysis and data processing], 4 (77), pp. 99-120.
5. Khabarov V.I., Volegzhanina I.S., Chusovlyanova S.V. (2015) Mnogoyazychnyy otraslevoi glossarii v forme ontologii kak sredstvo integratsii s mirovym obrazovatel'nyim resursom [Multilingual industry glossary in the form of ontology as a means of integration with the world educational resource]. *V mire nauchnykh otkrytii* [In the world of scientific discoveries], 3.1 (63), pp. 775-791.
6. Kuhn T. (2014) A Survey and Classification of Controlled Natural Languages. *Computational Linguistics*, 40, 1, pp. 121-171.
7. Manakov A.L., Khabarov V.I., Volegzhanina I.S. (2019) Integratsiya obrazovaniya, nauki i proizvodstva po modeli «fabrika znaniy» (na primere transportnoi otrasli) [Integration of education, science and production according to the “knowledge factory” model (on the example of the transport industry)]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie* [Quality. Innovation. Education], 5 (163), pp. 12-19. DOI: 10.31145/1999-513x-2019-5-12-19
8. Mian S.H. et al. (2020) Adapting Universities for Sustainability Education in Industry 4.0: Channel of Challenges and Opportunities. *Sustainability*, 12, 15, p. 6100. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12156100>
9. Roussey C., Pinet F., Kang M.A. (2011) An Introduction to Ontologies and Ontology Engineering. In: *Ontologies in Urban Development Projects*. DOI: 10.1007/978-0-85729-724-2\_2
10. (2021) *Russko-anglo-kitaiskii slovar' zheleznodorozhnykh terminov: okolo 12 tysyach slov i ustoychivyykh sochetanii* [Russian-English-Chinese dictionary of railway terms: about 12 thousand words and stable combinations]. Moscow.
11. Volegzhanina I.S. (2020) *Stanovlenie i razvitiye professional'noi kompetentnosti budushchego inzhenera v nauchno-obrazovatel'nom komplekse. Doct. Dis.* [Formation and development of professional competence of the future engineer in the scientific and educational complex. Doct. Dis.]. Krasnoyarsk.