

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

DOI: 10.24143/2072-9502-2021-4-113-125  
УДК 004.82

## ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА И ОБУЧАЕМОГО В АРХИТЕКТУРЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ<sup>1</sup>

*Н. В. Пустовалова*

*Новосибирский государственный технический университет,  
Новосибирск, Российская Федерация*

Рассматривается использование образовательного контента в условиях изменившихся требований к образовательному процессу. Организация современного образовательного процесса рассмотрена с точки зрения концепции экосистемы, учитывающей взаимодействие биотических (акторов) и абиотических (архитектура информационных технологий, стандарты и спецификации) компонентов. Для описания процессов использования образовательного контента в информационной обучающей системе университета представлена модель «as-is» в нотации EPC. Определены основные перспективные функции использования образовательного контента для реализации в архитектуре информационных технологий. С учетом анализа литературных источников определена концепция реализации интеллектуальной поддержки процессов использования образовательного контента в контексте архитектуры информационных технологий университета. С точки зрения создания индивидуальной среды обучения (Personal Learning Environment), а также внедрения интеллектуальных средств поддержки образовательного процесса предлагается реализовать в формате онтологий две модели: модель образовательного контента и модель обучаемого. Модель образовательного контента представлена в виде онтологии Protégé. Кратко охарактеризованы классы онтологии, связи между ними и данными, доступными в информационной системе университета. Описан общий подход к интеграции такой модели в типовую архитектуру информационной системы университета для последующей разработки средств интеллектуальной поддержки акторов образовательного процесса (а именно разработчиков контента). Для отображения подхода использована модель прецедентов UML. При рассмотрении вопросов интеграции учитывался опыт использования таких спецификаций и стандартов, как LOM IEEE, SCORM, TinCanApi, а также принципы работы современных систем управления обучением и контентом. Описаны перспективы дальнейшей работы, общая методология дальнейшего исследования, первым этапом которого является представленная работа.

**Ключевые слова:** модель образовательного контента, модель обучаемого, Personal Learning Environment, индивидуальные особенности обучаемых, онтология, интеллектуальная поддержка.

**Для цитирования:** Пустовалова Н. В. Онтологическая модель процесса взаимодействия образовательного контента и обучаемого в архитектуре интеллектуальных обучающих систем // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2021. № 4. С. 113–125. DOI: 10.24143/2072-9502-2021-4-113-125.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках госзадания (проект № FSUN-2020-0009).

## Введение

Необходимость развития новых подходов к организации взаимодействия между актерами (основными типами участников), задействованными в образовательном процессе, в настоящее время обусловлена тем, что к нему и к его результатам предъявляются новые требования (например, адаптивность, открытость, иммерсивность, инклюзивность, организация сетевого и дистанционного взаимодействия и т. д.) [1]. Гибкими средствами реализации таких требований выступают образовательный контент, информационные сервисы и системы управления контентом.

В ситуации пандемии 2020 г. образовательные организации были вынуждены форсировать внедрение и совершенствование цифровых средств и информационных систем для поддержки дистанционного взаимодействия между актерами образовательной среды [2]. В результате стали очевидны следующие недостатки информационно-образовательной среды вузов:

- недостаточный функционал существующих сервисов или отсутствие их автоматизации;
- высокая сложность и стоимость интеграции между различными сервисами и подсистемами образовательной экосистемы;
- постоянная необходимость интеграции новых приложений и сервисов в существующую архитектуру экосистемы;
- недостаточное наполнение и качество электронных образовательных ресурсов для использования в дистанционном формате.

При этом активной трансформации подвергается не только ИТ-архитектура образовательных организаций. Современный образовательный контент меняется. Предыдущие попытки его структурировать были ориентированы в основном на электронные образовательные ресурсы. Сегодня с развитием технологии Learning Record Store (англ. «персональная среда обучения», LRS), когда в информационных системах пытаются учитывать офлайн-деятельность обучаемых, имеет смысл представить обновленную модель образовательного контента, включающую все возможные формы его организации и представления. Появляются новые аспекты, которые следует принимать в расчет при проектировании контента (например, *user experience* – англ. «пользовательский опыт»), а также при реализации модели обучаемого для анализа академической успеваемости и других характеристик студентов с помощью информационных систем и технологий. Указанные проблемы следует решать в комплексе. Для этого необходимо представить модель, учитывающую различные аспекты образовательной экосистемы и особенности взаимодействия между ними, после чего рассмотреть процессы, связанные с созданием, использованием и оценкой образовательного контента уже в контексте экосистемы.

Вопросы, связанные с созданием и оценкой образовательного контента, достаточно актуальны на сегодняшний день [3]. При этом исследователи обычно оценивают ограниченный набор форм его представления, или свойств, или метрик, характеризующих его эффективность. Это обусловлено объективными причинами. На текущий момент есть отдельные классификации образовательных ресурсов, но нет единой модели, представляющей все актуальные формы и функции образовательного контента. Нет единой устоявшейся системы показателей, которые можно было бы использовать для всесторонней оценки образовательного контента, учитывающей интересы различных акторов образовательного процесса (создатели, распространители и потребители контента, технические специалисты, осуществляющие поддержку). Кроме того, недостаточно изучен вопрос о том, каким образом связаны индивидуальные особенности обучаемых и предпочтительные способы представления образовательного контента, хотя есть работы, посвященные изучению восприятия контента в зависимости от уровня мультимедиа, с учетом показателей физиологического и общего психического самочувствия обучаемых [3].

Реализация различных вариантов моделей обучаемого и образовательного контента для последующего использования в интеллектуальных обучающих системах (ИОС) открывает большие возможности для исследования разного рода зависимостей между индивидуальными особенностями обучаемых (а также других акторов экосистемы) и различными аспектами образовательного процесса. Это является существенным фактором при построении индивидуальной среды обучения (*Personal Learning Environment, PLE*).

### **Постановка задачи**

*Целью данного исследования* является разработка модели образовательного контента, отвечающей современным представлениям и требованиям образовательного процесса, а также ее реализация в виде онтологий для последующего использования в архитектуре ИОС совместно с моделью обучаемого.

Инновационная образовательная парадигма подразумевает создание PLE. Виртуальные образовательные системы (ВОС) рассматриваются как значимый компонент построения такой среды. Перспективным направлением развития ВОС (5 уровень зрелости) считается система, способная осуществлять интеллектуальную поддержку участников процесса обучения через контент с помощью специализированных информационных технологий (например, агентных) [4]. Кроме того, именно за счет средств ВОС сегодня создаются модели и тренажеры, позволяющие реализовывать образовательный контент в новых формах. Но для корректного выбора форм образовательного контента нужно иметь представление об их характеристиках, особенностях проектирования, реализации и использовании. Для этого необходимо рассмотреть, какие функции образовательный контент выполняет в современной образовательной экосистеме, а также особенности его использования.

В [5] определена структура ИОС, обеспечивающая объединение основных типов знаний, необходимых для организации процесса обучения (знаний о стратегиях и методах обучения, о предмете, об обучаемом [6]). В нее входят модуль, содержащий данные об обучаемом, модуль-педагог, модуль, содержащий данные о предметной области (эксперт), и интерфейс. Реализация отдельных модулей и интерфейсов между ними относится к примерам частных архитектур университетов, и каждый из них решает ее согласно своим требованиям и возможностям, в том числе с применением средств интеллектуальной поддержки [7–10].

Сегодня в большинстве случаев контент разрабатывается для некоторой абстрактной группы обучаемых, без учета индивидуальных особенностей (кроме направления, дисциплины и т. д.). Адаптация и индивидуализация контента выполняется преподавателем, и их результат обусловлен его педагогическими и личностными характеристиками, наличием свободного времени и мотивации. Следует принимать во внимание влияние личности преподавателя на структуру и формы представления контента, т. к. оно может быть и негативным. Кроме того, у преподавателя в большинстве случаев нет достаточного количества информации об обучаемых, их предпочтениях и персональных особенностях. Эти сведения можно получить путем проведения серии тестов, анкетирования и последующего анализа данных. Очевидно, что постоянное анкетирование обучающихся представляет собой дополнительную нагрузку как на исследуемых, так и на организаторов исследования. Кроме того, слишком частое прохождение различных тестов может вызвать у испытуемых негативные эмоции. Поэтому часть информации о персональных характеристиках обучаемых необходимо собирать косвенным образом, например в виде цифрового следа. Подобный подход частично реализован в некоторых образовательных организациях, имеющих развитые информационные системы, а также широко применяется в игровой индустрии для повышения вовлеченности и лояльности игроков, персонализации контента. Он также позволяет частично автоматизировать деятельность по обработке и анализу данных об обучаемых. Современные Learning Management System (англ. «система управления обучением», LMS) и Learning Content Management System (англ. «система управления учебным контентом», LCMS) системы в той или иной мере реализуют такой функционал. Но перечень характеристик, которые можно отслеживать и анализировать с их помощью, пока ограничен. В основном в отношении обучаемых собираются и анализируются данные об успеваемости и посещаемости, степени удовлетворенности теми или иными курсами, отзывы в структурированной и неструктурированной форме. Что касается образовательного контента, то самые частые анализируемые характеристики – количество обращений/скачиваний. При этом отдельно для оценки контента MOOC-платформ (Massive Open Online Course, англ. «массовый открытый онлайн-курс») может применяться более широкий спектр характеристик [11, 12], но при анализе таких показателей во внимание также принимаются данные о пользователях.

В данной работе при определении набора параметров, которые будут оцениваться для анализа успеваемости конкретных студентов и отражены в модели обучаемого, сделано следующее предположение: когнитивный стиль обучаемого влияет на стиль взаимодействия с образовательным контентом. Оценка когнитивного стиля может быть выполнена с использованием стандартизованных тестов, а сведения о результативности взаимодействия с образовательным контентом могут быть получены на основе данных об успеваемости обучаемых. Эту гипотезу в дальнейшем можно проверить методами машинного обучения (факторный, дисперсионный, регрессионный, кластерный анализ).

### **Контент в образовательной экосистеме**

Концепция экосистемы используется для описания сложных областей, когда необходимо учесть разнообразные потребности большого числа заинтересованных лиц, а также разнообразные взаимодействия между ними. Данная концепция используется и применительно к образованию [12, 13]. Представление образовательного процесса в широком смысле в виде образовательной экосистемы позволяет учесть компоненты различной природы (биотические и абиотические), а также взаимодействия между ними. Кроме того, экосистемный подход позволяет учесть процессы и их результаты (образовательный процесс, навыки и компетенции, развитие ИТ-архитектуры, информационная образовательная среда и т. д.).

Новые требования к образовательному контенту возникают как под влиянием биотических компонентов, акторов образовательной экосистемы (обучаемые, технические специалисты, обучающие), так и абиотических, новых стандартов и технологий (LRS, API, JSONTinCanApi и т. д.). Современный образовательный процесс отличается широким кругом заинтересованных лиц (акторов), использование процессного подхода, определенных педагогических и дидактических подходов, а также широкого спектра средств информационных технологий для решения обновленного круга задач (описание акторов образовательной экосистемы и взаимодействий между ними было выполнено ранее, в работах [12, 14]). Важную его часть в свете реализации дистанционного и сетевого обучения составляет группа процессов, связанных с созданием, размещением, продвижением, использованием, анализом качества и эффективности образовательного контента. Для описания процессов использования образовательного контента в информационной обучающей системе университета представлена модель «as-is» в нотации EPC (рис. 1).

Процесс использования образовательного контента представлен с учетом ИТ-архитектуры университетов [15]. Предлагаемая модель построена по результатам исследования современных требований к обучаемым [1, 4], образовательному процессу [14, 16] и типовой архитектуре информационных технологий университетов [15]. Она предполагает, что в ближайшее время наиболее активно будет развиваться программная поддержка следующих аспектов работы с образовательным контентом, в том числе с использованием мультимедиа, VR, AR и интеллектуальных технологий:

- взаимное обучение и обмен знаниями между обучаемыми, обучающими и профессиональными сообществами;
- обмен, распространение и модернизация существующего контента с использованием существующих платформ и инструментов;
- совершенствование инструментов (стандартов, технологий) описания и реализации контента для повышения эффективности его поиска и повторного использования;
- поиск новых форм реализации контента для удовлетворения новых потребностей акторов;
- рекомендации образовательного контента ИОС обучаемым с учетом их образовательных потребностей, а также обучающим в соответствии с поисковыми запросами и структурой предметной области;
- исследование показателей использования контента в образовательном процессе с точки зрения реализации целей различных акторов.

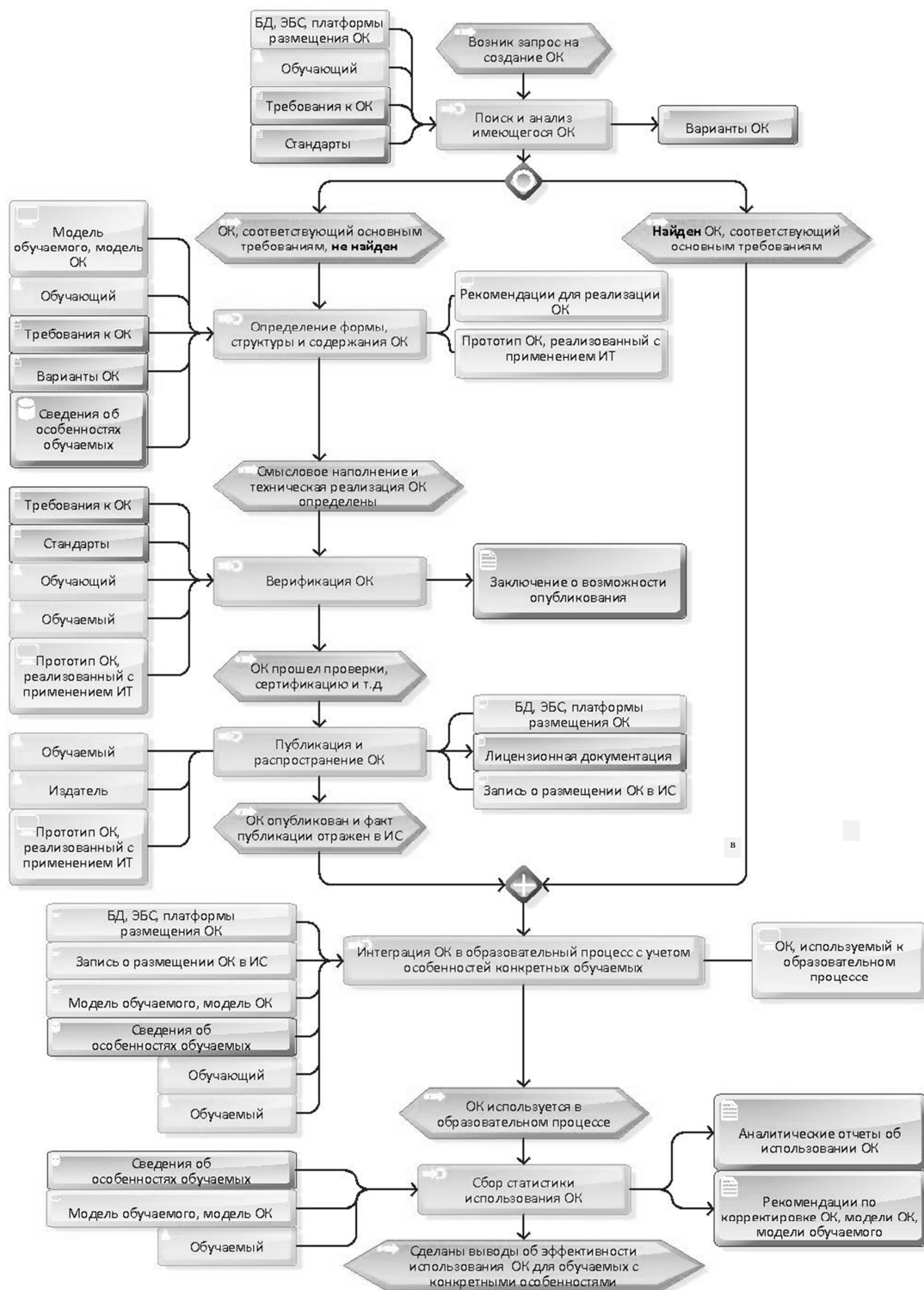


Рис. 1. Модель современного процесса использования образовательного контента в ИОС университета:  
 ОК – образовательный контент; ИТ – информационные технологии; БД – базы данных;  
 ЭБС – электронная библиотечная система; ИС – информационная система

Если рассматривать типовую архитектуру современных образовательных организаций с точки зрения входящих в нее типов приложений [15], то можно увидеть, что не все этапы работы с контентом (см. рис. 1) в одинаковой степени автоматизированы либо обеспечены соответствующей информационной поддержкой. Чтобы в образовательной экосистеме контент выполнял все функции, необходима соответствующая информационная и интеллектуальная поддержка.

### Разработка модели образовательного контента и ее реализация в виде онтологии для дальнейшей интеграции в архитектуру информационных технологий

Сопоставив особенности обучаемых, методические и педагогические характеристики тех или иных видов образовательного контента, а также его метаданные (информация, используемая для описания технических аспектов реализации контента, например, согласно LOM IEEE, SCORM [17] или TinCanAPI), можно давать рекомендации относительно структуры и содержания образовательного контента на этапе его разработки. Например, рекомендовать игровые формы, самостоятельное изучение материала с использованием тестов и тренажеров и т. д.

При разработке онтологий предлагается использовать модель работы с образовательным контентом, учитывающую психофизические характеристики обучаемых (рис. 2) и их взаимодействие (когнитивный стиль).

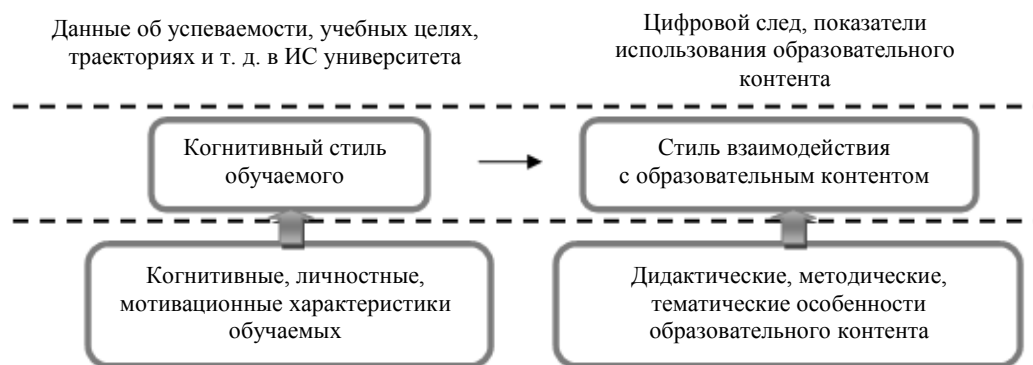


Рис. 2. Предлагаемая модель использования данных об образовательном контенте в ИОС

Любой обучаемый обладает устойчивым набором психофизических свойств личности, от которого зависит эффективность познавательных процессов и образовательного процесса в том числе – это когнитивный стиль. Когнитивный стиль, в том числе, определяет умение ставить образовательные цели, а также их достигать. Есть ряд исследований [18–24], посвященных определению влияния когнитивных (IQ, эмоциональный интеллект, память) и не когнитивных (мотивация, стиль мышления) характеристик обучаемых на успеваемость. В итоге множество показателей по отдельности оказывают влияние на академическую успеваемость (IQ, мотивация [18], эмоциональный интеллект [18, 19]). Но обучаемые со сходными когнитивными характеристиками показывают разные академические результаты. Поэтому предлагаемая модель включает промежуточный конструкт – когнитивный стиль. Это позволяет ввести дополнительные характеристики для классификации обучаемых и связать выделенные группы с особенностями представления (восприятия) образовательного контента [3, 25]. При этом вопрос о том, как воспринимается образовательный контент в различных формах с учетом индивидуальных особенностей обучаемых, требует дополнительного изучения. Для этого результаты тестирования психофизических особенностей сопоставляются с данными об успеваемости и посещаемости, которыми располагает информационная система Новосибирского государственного технического университета, после чего с помощью анализа сведений о формах представления контента для тех или иных дисциплин определяются наиболее успешные и неуспешные из них с точки зрения освоения обучаемыми. Корректный выбор формы образовательного контента с учетом особенностей обучаемых не только позволяет индивидуализировать контент для создания PLE, но и повышает эффективность его использования в образовательном процессе [3, 10, 16].

Для реализации данного подхода предлагается совместно использовать две онтологии, как в [26]:

1. «Обучаемый» – отражает модель обучаемого, характеризующую уровень успеваемости и социальную активность, нейропсихологические и эмоциональные особенности конкретных индивидов, а также сведения об эталонной модели обучаемого.

2. «Образовательный контент» – отражает модель образовательного контента, включая его различные формы, с учетом их пригодности для обучаемых с теми или иными особенностями восприятия, функции, роли акторов в образовательном процессе с точки зрения его использования [3, 21, 27, 28].

Результат реализации онтологии в редакторе Protégé представлен на рис. 3.

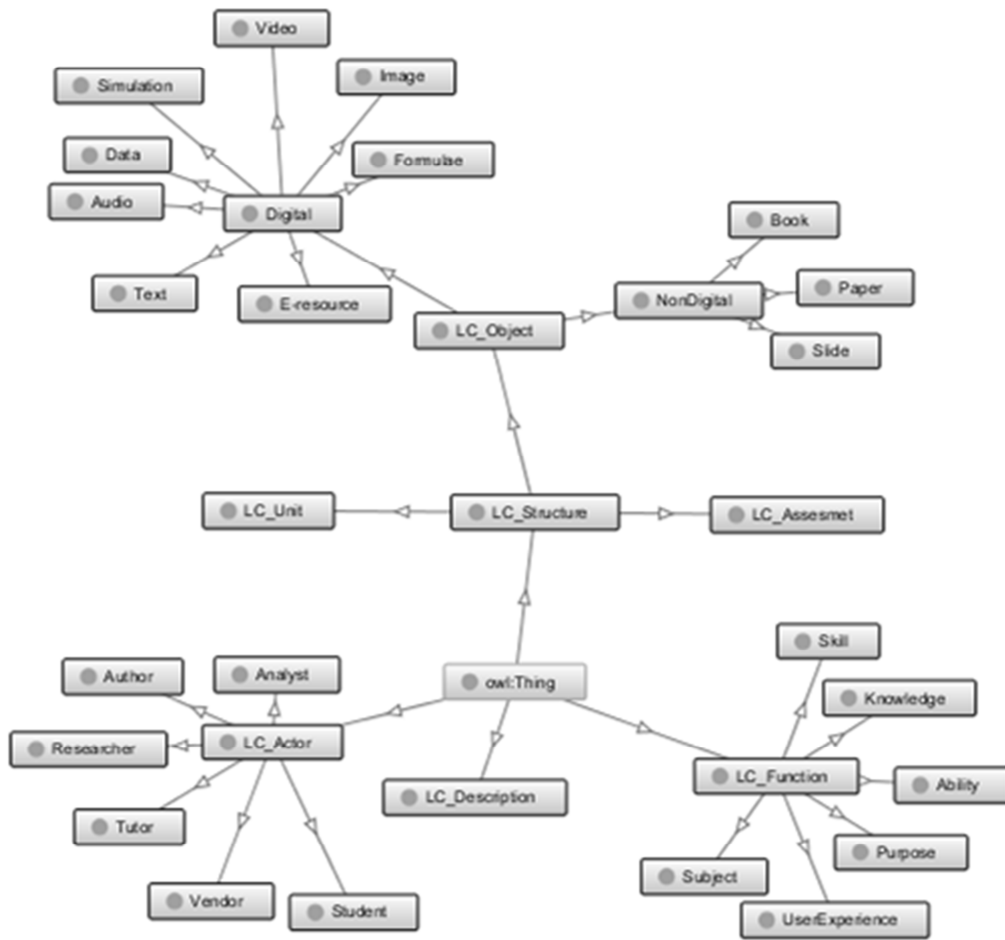


Рис. 3. Онтология «Образовательный контент» в среде Protégé

Краткое описание классов онтологии приведено в таблице.

**Классы онтологии «Образовательный контент»**

Класс	Назначение класса	Описание подклассов/экземпляров	Описание связей
LC_Actor	Для описания акторов, взаимодействующих с образовательным контентом, и учета их потребностей	Акторы отвечают за следующие области: Vendor – за верификацию, размещение образовательного контента на платформах и его продвижение; Tutor – за помощь в формировании образовательных целей, оценку успешности формирования PLE; Student – за использование образовательного контента, оценку успешности формирования PLE; Researcher – за оценку успешности формирования PLE и ее развитие; Author – за оценку, выбор, создание образовательных ресурсов с учетом особенностей обучаемых; Analyst – за оценку успешности формирования PLE, устранение проблем	Связь с онтологией «Обучаемый» через аксиомы для класса Student для учета особенностей обучаемых. Связь со структурой БД университета, хранящей данные об особенностях конкретных обучаемых, полученных в результате тестирования и сбора цифрового следа
LC_Structure	Для описания форм и структуры образовательного контента	В структуре образовательного контента можно выделить непосредственно смысловой материал (Object), материалы оценки (Assesment) и описание структурных особенностей (Unit)	Связь со структурой БД университета, хранящей данные об успеваемости в разрезе предметов и направлений

Класс	Назначение класса	Описание подклассов/экземпляров	Описание связей
LC_Unit	Для описания порядка объединения образовательных объектов	Экземпляры классов LC_Object и LC_Assessment могут быть объединены в образовательный контент различным образом: линейно или с помощью гипермедиа, с применением интерактивных, дистанционных, сетевых средств и т. д.	Связь с LCMS университета, хранящей данные о структуре и наполнении конкретных образовательных ресурсов
LC_Object	Для описания форм образовательных объектов	Включает характеристики цифровых и нецифровых форм представления контента	Связь со структурой БД университета, хранящей данные об использовании отдельных образовательных объектов (частота посещений, своевременность выполнения заданий)
LC_Assessment	Для описания форм, используемых при оценке результатов освоения образовательного контента	Answer – ответы, представленные в виде неструктурированных данных (текст, картинки); Feedback – отзывы обучаемых и преподавателей, представленные в виде оценок в заранее определенных шкалах либо в виде текста; Survey – отчеты об использовании образовательных объектов, данные в структурированном и неструктурированном виде. Test, quizе – вопросы и ответы для тестовых заданий и викторин, представленные в структурированном виде.	Связь с LCMS университета, хранящей данные о структуре и наполнении конкретных образовательных ресурсов. Связь со структурой БД университета, хранящей данные об использовании отдельных объектов оценки (процент и своевременность выполнения заданий, неструктурированные данные для анализа)
LC_Function	Для описания функций образовательного контента	Образовательный контент может быть предназначен для формирования определенных навыков, знаний и умений; использован для достижения определенных образовательных целей в рамках отдельных предметных областей путем формирования конкретных воздействий на обучаемых (например, организован линейным или нелинейным образом, с применением интерактивного взаимодействия или без)	Связь со структурой БД университета, хранящей данные о компетентностных моделях и нормативных документах, с которыми они связаны
LC_Description	Для хранения метаданных об образовательном контенте	Предусматривает описание метаданных в нотациях LOM, SCORM или TinCanApi	Нет связей

На рис. 4 предлагается диаграмма прецедентов, описывающая модель интеграции онтологий в ИОС современной образовательной организации с точки зрения поддержки процессов создания и использования образовательного контента (см. рис. 1).

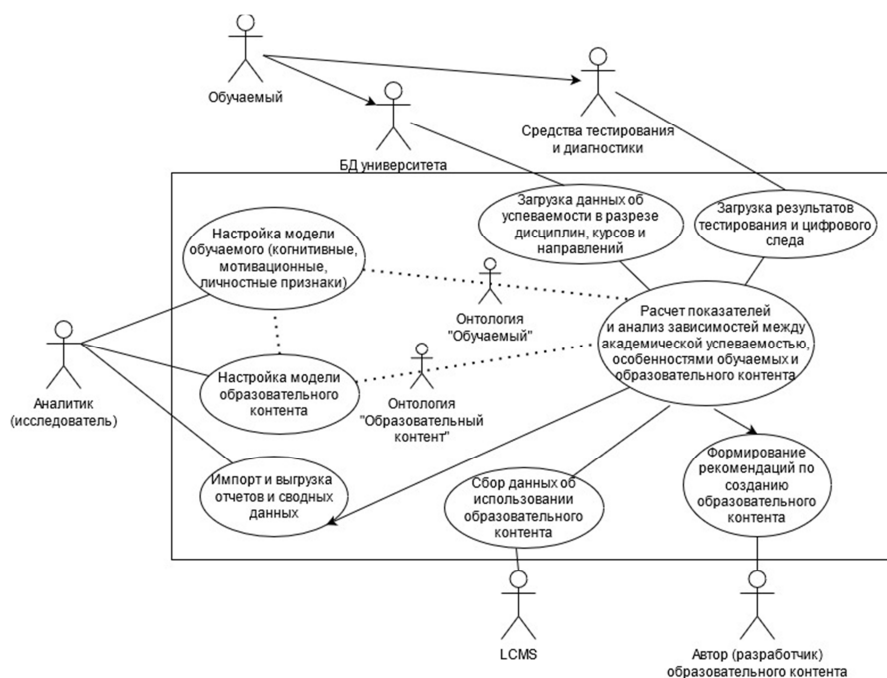


Рис. 4. Модель интеграции онтологий в информационную систему университета



Корректировка и настройка моделей образовательного контента и обучаемого (реализованы в виде онтологий) выполняется с учетом статистики использования образовательного контента и данных диагностики обучаемых. Взаимосвязи между этими онтологиями настраиваются с помощью правил и аксиом.

Предлагаемый подход дает следующие преимущества:

1. Модели, реализованные в виде онтологий, можно расширять и изменять независимо друг от друга без нарушения целостности и непротиворечивости.

2. Можно добавлять новые связи между онтологиями за счет правил и аксиом, учитывая новые данные об особенностях обучаемых.

3. Использование схемы RDF и технологии JSON позволяет интегрировать модели, представленные в виде онтологий, с LMS, LSMS и LRS-системами, широко применяемыми в ИТ-архитектуре университетов.

### **Заключение**

Предлагаемый подход позволяет осуществлять интеллектуальную поддержку разработчика (автора) контента на всех этапах процесса работы с ним. Модель процесса работы с образовательным контентом, а также модель образовательного контента лежит в основе программного средства поддержки разработчика (автора) на основе онтологий. При этом использование двух моделей (обучаемого и образовательного контента), реализованных в виде отдельных онтологий, дает возможность гибко настраивать их, адаптировать к особенностям поколений обучаемых, а также изменяющимся требованиям образовательного процесса. Расширение функционала типовых LMS и LCMS-систем за счет интеллектуальной поддержки функций, связанных с созданием образовательного контента (рекомендации относительно структуры и формы его представления), в итоге должно снизить затраты педагогических работников на его разработку. Обучающимся использование модели образовательного контента помогает точнее адаптировать образовательную среду к их потребностям за счет учета индивидуальных особенностей (когнитивного стиля) при проектировании и подборе образовательного контента.

Модель «когнитивный стиль → стиль работы с образовательным контентом» основана на предположении и нуждается в дополнительном исследовании. Выявление зависимостей и оценка корректности выбора показателей для первоначального тестирования требует дополнительных изысканий.

Онтологии нуждаются в дальнейшем развитии: исследование зависимостей между личностными особенностями обучаемых, представлением образовательного контента и академической успеваемостью позволит точнее определить значимые факторы, влияющие на результаты образовательного процесса, и готовность обучаемых к профессиональной деятельности.

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. *Глобальная конкурентоспособность российского образования: материалы для дискуссии // Современная аналитика образования*. М.: НИУ ВШЭ, 2018. № 3 (20). 112 с. URL: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408113100.pdf> (дата обращения: 14.05.2021).

2. *Шторм* первых недель: как высшее образование шагнуло в реальность пандемии // *Современная аналитика образования*. М.: НИУ ВШЭ, 2020. № 6 (36). 112 с. URL: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408115448.pdf> (дата обращения: 14.05.2021).

3. *Залата О. А., Еременко Ю. А.* Оценка восприятия образовательного контента на различных уровнях мультимедиа // *Интеграция образования*. 2020. № 4. С. 678–691.

4. *Волгжанина И. С.* Сетевое обучение и эволюция виртуальных образовательных сред. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27424451> (дата обращения: 14.05.2021).

5. *Gilmore P., Self J.* The application of machine learning to intelligent tutoring systems // *Artificial Intelligence and Human Learning. Intelligent Computer-aided Instruction*. Chapman and Hall, London, 1988. P. 179–196.

6. *Zhou Y., Evens M.* A practical student model in an intelligent tutoring system. URL: [https://www.researchgate.net/publication/3830501\\_A\\_practical\\_student\\_model\\_in\\_an\\_intelligent\\_tutoring\\_system](https://www.researchgate.net/publication/3830501_A_practical_student_model_in_an_intelligent_tutoring_system) (дата обращения: 14.05.2021).

7. *Бова В. В., Лещанов Д. В., Запорожец Ю. Ю., Курейчик Л. В.* Онтологическое моделирование разнородных предметных знаний в интеллектуальных обучающих системах // *Информатика, вычислительная техника и инженерное образование*. 2015. № 4 (24). С. 60–70.

8. Кречетов И. А. Моделирование и технология онтологического подхода при разработке образовательного контента // Докл. ТУСУР. 2011. № 2 (24), ч. 2. С. 322–325.
9. Бова В. В., Будковая Н. А., Лецанов Д. В., Кравченко Д. Ю. Классификация и систематизация ресурсов знаний в информационных системах: онтологический подход // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2015. № 1 (21). С. 27–39.
10. Rani M., Vyas O. P. An ontology-based adaptive personalized e-learning system, assisted by software agents on cloud storage. URL: [https://www.researchgate.net/publication/282504320\\_An\\_Ontology-based\\_Adaptive\\_Personalized\\_E-learning\\_System\\_Assisted\\_by\\_Software\\_Agents\\_on\\_Cloud\\_Storage](https://www.researchgate.net/publication/282504320_An_Ontology-based_Adaptive_Personalized_E-learning_System_Assisted_by_Software_Agents_on_Cloud_Storage) (дата обращения: 14.05.2021).
11. Дацун Н. Н., Уразаева Л. Ю. Модели обучающихся массовых открытых онлайн курсов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2015. Т. 1. № 11. С. 225–233.
12. Dragunova E. V., Pustovalova N. V., Valdman I. A. Innovative technologies in designing new learning ecosystems. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Innovative-Technologies-in-Designing-New-Learning-Dragunova-Pustovalova/cfb2b9eddc2a1844b3b75e0fe12d280c2ed25cb7> (дата обращения: 14.05.2021).
13. Põldoja H. The Structure and Components for the Open Education Ecosystem Constructive Design Research of Online Learning Tools: Ph.D. thesis. Aalto University, 2016. С. 130. URL: <https://aaltdoc.aalto.fi/handle/123456789/23535> (дата обращения: 14.05.2021).
14. Драгунова Е. В., Пустовалова Н. В., Драгунова Л. С. Совершенствование архитектуры образовательной среды с учетом особенностей подготовки инженерных кадров // Перспективы науки. 2019. № 8 (119). С. 10–13.
15. Sanchez-Puchol F., Pastor-Collado J. A., Borrel B. Towards an Unified Information Systems Reference Model for Higher Education Institutions. URL: [http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/123207/1/Sanchez-Puchol\\_PCS\\_Towards.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/123207/1/Sanchez-Puchol_PCS_Towards.pdf) (дата обращения: 14.05.2021).
16. Погребников А. К., Шестаков В. Н., Якунин Ю. Ю. Персональная образовательная среда как инструмент повышения успеваемости студентов. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/personalnaya-obrazovatelnaaya-sreda-kak-instrument-povysheniya-uspevaemosti-studentov> (дата обращения: 14.05.2021).
17. Brooks C., McCalla G., Winter M. Flexible learning object metadata. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Flexible-Learning-Object-Metadata-Brooks-McCalla/aa9cc6234cab1d7b33d9e1970e4d0a84f5909055> (дата обращения: 14.05.2021).
18. Fonteyne L., Duyck W., De Fruyt F. Program specific prediction of academic achievement on the basis of cognitive and non-cognitive factors. URL: [https://www.researchgate.net/publication/316683392\\_Program-specific\\_prediction\\_of\\_academic\\_achievement\\_on\\_the\\_basis\\_of\\_cognitive\\_and\\_non-cognitive\\_factors](https://www.researchgate.net/publication/316683392_Program-specific_prediction_of_academic_achievement_on_the_basis_of_cognitive_and_non-cognitive_factors) (дата обращения: 14.05.2021).
19. Márquez G.-O. P., Palomera R., Brackett M. A. Relating emotional intelligence to social competence and academic achievement in high school student. URL: [https://www.researchgate.net/publication/6509289\\_Relating\\_emotional\\_intelligence\\_to\\_social\\_competence\\_and\\_academic\\_achievement\\_in\\_high\\_school\\_students](https://www.researchgate.net/publication/6509289_Relating_emotional_intelligence_to_social_competence_and_academic_achievement_in_high_school_students) (дата обращения: 14.05.2021).
20. Mironova O., Rüttemann T., Amitan I., Vilipõld J., Saar M. Computer Science E-Courses for Students with Different Learning Styles. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6644090> (дата обращения: 14.05.2021).
21. Weng F., Ho H.-J., Yang R.-J., Weng C.-H. The Influence of Learning Style on Learning Attitude with Multimedia Teaching Materials. URL: <https://www.ejmste.com/download/the-influence-of-learning-style-on-learning-attitude-with-multimedia-teaching-materials-5617.pdf> (дата обращения: 14.05.2021).
22. Chen C., Jones K. T., Xu S. The Association between Students' Style of Learning Preferences. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1168958.pdf> (дата обращения: 14.05.2021).
23. Колесникова Е. И. Академическая успеваемость студентов технического вуза с различным стилем мышления. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/akademicheskaya-uspevaemost-studentov-tehnicheskogo-vuza-s-razlichnym-stilem-myshleniya-1/viewer> (дата обращения: 14.05.2021).
24. Халифаева А., Коленкова Н. Ю., Тюрина И. Ю., Фадина А. Г. Взаимосвязь стилей мышления и академической успеваемости студентов. URL: <https://www.edscience.ru/jour/issue/viewFile/88/78#page=53> DOI: 10.17853/1994-5639-2020-7-52-76 (дата обращения: 14.05.2021).
25. Сорокоумова С. Н., Елианский С. П., Пучкова Е. Б., Суховершина Ю. В. Когнитивные стили и персонализация обучения студентов-психологов. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1067/772> (дата обращения: 14.05.2021).
26. Murtazina M. S., Avdeenko T. V. The ontology-driven approach to intelligent support of requirements engineering in agile software development. URL: [https://www.researchgate.net/publication/327922567\\_The\\_ontology-driven\\_approach\\_to\\_support\\_the\\_requirements\\_engineering\\_process\\_in\\_Scrum\\_framework](https://www.researchgate.net/publication/327922567_The_ontology-driven_approach_to_support_the_requirements_engineering_process_in_Scrum_framework) (дата обращения: 14.05.2021).
27. Yathongchai W., Angskun T., Angskun J. SQL Learning Object Ontology for an Intelligent tutoring system. URL: <http://www.ijeeee.org/Papers/216-ET044.pdf> (дата обращения: 14.05.2021).

28. *Kholief M., Nada N., Khedr W.* Ontology-oriented inference-based learning content management system. URL: [https://www.researchgate.net/publication/267407224\\_Ontology-Oriented\\_Inference-Based\\_Learning\\_Content\\_Management\\_System](https://www.researchgate.net/publication/267407224_Ontology-Oriented_Inference-Based_Learning_Content_Management_System) (дата обращения: 14.05.2021).

Статья поступила в редакцию 19.05.2021

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

*Наталья Викторовна Пустовалова* – аспирант кафедры прикладной математики и информатики; старший преподаватель кафедры автоматизированных систем управления; Новосибирский государственный технический университет; Россия, 630073, Новосибирск; [NVPustovalova@gmail.com](mailto:NVPustovalova@gmail.com).



## **ONTOLOGICAL MODEL OF INTERACTION BETWEEN EDUCATIONAL CONTENT AND LEARNER IN INTELLIGENT TUTORIAL SYSTEM ARCHITECTURE**

*N. V. Pustovalova*

*Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk, Russian Federation*

**Abstract.** The article discusses using the educational content in the context of the changed requirements for the educational process. Organization of the modern educational process is analyzed from the point of view of the ecosystem concept, which allows the interaction of biotic (actors) and abiotic components (information technology architecture, standards, and specifications). To describe the use of educational content in the educational information system the university presents an “as-is” model in EPC notation. There have been determined the main promising functions of using educational content for implementation in information technology architecture. Based on a detailed analysis of literary sources, the concept of implementing the intellectual support for using educational content in the context of the architecture of information technologies of the university has been determined. From the perspective of creating a Personal Learning Environment and introducing intelligent means of supporting the educational process, it is proposed to implement two models in the format of ontologies: an educational content model and a learner's model. The educational content model is presented in the form of the Protégé ontology. The classes of ontology, the connections between them, and the data available in the university's information system are briefly characterized. A general approach to integrating such a model into the typical architecture of the university information systems is described for the subsequent development of means of intellectual support for the actors of the educational process (namely, content developers). The UML case model is used to display the approach. When considering integration issues, the experience of using such specifications and standards as LOM IEEE, SCORM, TinCanApi, and the principles of modern learning and content management systems was taken into account. There are described the prospects for further work, general methodology of further research, the first stage of which is the presented work.

**Key words:** educational content model, learner's model, Personal Learning Environment, individual characteristics of learners, ontology, intellectual support.

**For citation:** Pustovalova N. V. Ontological model of interaction between educational content and learner in intelligent tutorial system architecture. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics.* 2021;4:113-125. (In Russ.) DOI: 10.24143/2072-9502-2021-4-113-125.

## REFERENCES

1. Global'naiia konkurentosposobnost' rossiiskogo obrazovaniia: materialy dlia diskussii [Global competitiveness of Russian education: materials for discussion]. *Sovremennaia analitika obrazovaniia*. Moscow, NIU VShE, 2018. N. 3 (20). 112 p. Available at: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408113100.pdf> (accessed: 14.05.2021).
2. ЪShtorm pervykh nedel': kak vysshee obrazovanie shagnulo v real'nost' pandemii [Storm of first weeks: higher education stepped into pandemic reality]. *Sovremennaia analitika obrazovaniia*. Moscow, NIU VShE, 2020. N. 6 (36). 112 p. Available at: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408115448.pdf> (accessed: 14.05.2021).
3. Zalata O. A., Eremenko Iu. A. Otsenka vospriiatiia obrazovatel'nogo kontenta na razlichnykh urovniakh mul'timedia [Assessment of perception of educational content at different levels of multimedia]. *Integratsiia obrazovaniia*, 2020, no. 4, pp. 678-691.
4. Volegzhanina I. S. *Setevoe obuchenie i evoliutsiia virtual'nykh obrazovatel'nykh sred* [Network training and evolution of virtual educational environments]. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27424451> (accessed: 14.05.2021).
5. Gilmore P., Self J. The application of machine learning to intelligent tutoring systems. *Artificial Intelligence and Human Learning. Intelligent Computer-aided Instruction*. Chapman and Hall, London, 1988. P. 179-196.
6. Zhou Y., Evens M. *A practical student model in an intelligent tutoring system*. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/3830501\\_A\\_practical\\_student\\_model\\_in\\_an\\_intelligent\\_tutoring\\_system](https://www.researchgate.net/publication/3830501_A_practical_student_model_in_an_intelligent_tutoring_system) (accessed: 14.05.2021).
7. Bova V. V., Leshchanov D. V., Zaporozhets Iu. Iu., Kureichik L. V. Ontologicheskoe modelirovanie raznorodnykh predmetnykh znaniy v intellektual'nykh obuchaiushchikh sistemakh [Ontological modeling of heterogeneous subject knowledge in intelligent tutorial systems]. *Informatika, vychislitel'naia tekhnika i inzhenernoe obrazovanie*, 2015, no. 4 (24), pp. 60-70.
8. Krechetov I. A. Modelirovanie i tekhnologiia ontologicheskogo podkhoda pri razrabotke obrazovatel'nogo kontenta [Modeling and technology of ontological approach in developing educational content]. *Doklady TUSUR*, 2011, no. 2 (24), part 2, pp. 322-325.
9. Bova V. V., Budkovaia N. A., Leshchanov D. V., Kravchenko D. Iu. Klassifikatsiia i sistematzatsiia resursov znaniy v informatsionnykh sistemakh: ontologicheskii podkhod [Classification and systematization of knowledge resources in information systems: ontological approach]. *Informatika, vychislitel'naia tekhnika i inzhenernoe obrazovanie*, 2015, no. 1 (21), pp. 27-39.
10. Rani M., Vyas O. P. *An ontology-based adaptive personalized e-learning system, assisted by software agents on cloud storage*. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/282504320\\_An\\_Ontology-based\\_Adaptive\\_Personalized\\_E-learning\\_System\\_Assisted\\_by\\_Software\\_Agents\\_on\\_Cloud\\_Storage](https://www.researchgate.net/publication/282504320_An_Ontology-based_Adaptive_Personalized_E-learning_System_Assisted_by_Software_Agents_on_Cloud_Storage) (accessed: 14.05.2021).
11. Datsun N. N., Urazaeva L. Iu. Modeli obuchaiushchikhsia massovykh otkrytykh onlain kursov [Models of students of mass open online courses]. *Sovremennye informatsionnye tekhnologii i IT-obrazovanie*, 2015, vol. 1, no. 11, pp. 225-233.
12. Dragunova E. V., Pustovalova N. V., Valdman I. A. *Innovative technologies in designing new learning ecosystems*. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Innovative-Technologies-in-Designing-New-Learning-Dragunova-Pustovalova/cfb2b9eddc2a1844b3b75e0fe12d280c2ed25cb7> (accessed: 14.05.2021).
13. Pöldoja H. *The Structure and Components for the Open Education Ecosystem Constructive Design Research of Online Learning Tools*. Ph.D. thesis. Aalto University, 2016. P. 130. Available at: <https://aaltoodoc.aalto.fi/handle/123456789/23535> (accessed: 14.05.2021).
14. Dragunova E. V., Pustovalova N. V., Dragunova L. S. Sovershenstvovanie arkhitektury obrazovatel'noi sredy s uchetom osobennostei podgotovki inzhenernykh kadrov [Improving architecture of educational environment taking into account peculiarities of training engineering personnel]. *Perspektivy nauki*, 2019, no. 8 (119), pp. 10-13.
15. Sanchez-Puchol F., Pastor-Collado J. A., Borrel B. *Towards an Unified Information Systems Reference Model for Higher Education Institutions*. Available at: [http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/123207/1/Sanchez-Puchol\\_PCS\\_Towards.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/123207/1/Sanchez-Puchol_PCS_Towards.pdf) (accessed: 14.05.2021).
16. Pogrebnikov A. K., Shestakov V. N., Iakunin Iu. Iu. *Personal'naia obrazovatel'naia sreda kak instrument povysheniia uspevaemosti studentov* [Personal educational environment as tool to improve student performance]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/personalnaya-obrazovatel'naya-sreda-kak-instrument-povysheniya-uspevaemosti-studentov> (accessed: 14.05.2021).
17. Brooks C., McCalla G., Winter M. *Flexible learning object metadata*. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Flexible-Learning-Object-Metadata-Brooks-McCalla/aa9cc6234cab1d7b33d9e1970e4d0a84f5909055> (accessed: 14.05.2021).
18. Fonteyne L., Duyck W., De Fruyt F. *Program specific prediction of academic achievement on the basis of cognitive and non-cognitive factors*. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/316683392\\_Program-specific\\_prediction\\_of\\_academic\\_achievement\\_on\\_the\\_basis\\_of\\_cognitive\\_and\\_non-cognitive\\_factors](https://www.researchgate.net/publication/316683392_Program-specific_prediction_of_academic_achievement_on_the_basis_of_cognitive_and_non-cognitive_factors) (accessed: 14.05.2021).

19. Márquez G.-O. P., Palomera R., Brackett M. A. *Relating emotional intelligence to social competence and academic achievement in high school student*. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/6509289\\_Relating\\_emotional\\_intelligence\\_to\\_social\\_competence\\_and\\_academic\\_achievement\\_in\\_high\\_school\\_students](https://www.researchgate.net/publication/6509289_Relating_emotional_intelligence_to_social_competence_and_academic_achievement_in_high_school_students) (accessed: 14.05.2021).
20. Mironova O., Rütümann T., Amitan I., Vilipõld J., Saar M. *Computer Science E-Courses for Students with Different Learning Styles*. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6644090> (accessed: 14.05.2021).
21. Weng F., Ho H.-J., Yang R.-J., Weng C.-H. *The Influence of Learning Style on Learning Attitude with Multimedia Teaching Materials*. Available at: <https://www.ejmste.com/download/the-influence-of-learning-style-on-learning-attitude-with-multimedia-teaching-materials-5617.pdf> (accessed: 14.05.2021).
22. Chen C., Jones K. T., Xu S. *The Association between Students' Style of Learning Preferences*. Available at: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1168958.pdf> (accessed: 14.05.2021).
23. Kolesnikova E. I. *Akademicheskaya uspevaemost' studentov tekhnicheskogo vuza s razlichnym stilem myshleniya* [Academic performance of technical university students with different style of thinking]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/akademicheskaya-uspevaemost-studentov-tehnicheskogo-vuza-s-razlichnym-stilem-myshleniya-1/viewer> (accessed: 14.05.2021).
24. Khalifaeva A., Kolenkova N. Iu., Tiurina I. Iu., Fadina A. G. *Vzaimosviaz' stilei myshleniya i akademicheskoi uspevaemosti studentov* [Interrelation between students' thinking styles and academic performance]. Available at: <https://www.edscience.ru/jour/issue/viewFile/88/78#page=53> DOI: 10.17853/1994-5639-2020-7-52-76 (accessed: 14.05.2021).
25. Sorokoumova S. N., Elshanskii S. P., Puchkova E. B., Sukhovershina Iu. V. *Kognitivnye stili i personalizatsiya obucheniya studentov-psikhologov* [Cognitive styles and personalization of teaching psychology students]. Available at: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1067/772> (accessed: 14.05.2021).
26. Murtazina M. S., Avdeenko T. V. *The ontology-driven approach to intelligent support of requirements engineering in agile software development*. URL: [https://www.researchgate.net/publication/327922567\\_The\\_ontology-driven\\_approach\\_to\\_support\\_the\\_requirements\\_engineering\\_process\\_in\\_Scrum\\_framework](https://www.researchgate.net/publication/327922567_The_ontology-driven_approach_to_support_the_requirements_engineering_process_in_Scrum_framework) (дата обращения: 14.05.2021).
27. Yathongchai W., Angskun T., Angskun J. *SQL Learning Object Ontology for an Intelligent tutoring system*. Available at: <http://www.ijeeee.org/Papers/216-ET044.pdf> (accessed: 14.05.2021).
28. Kholief M., Nada N., Khedr W. *Ontology-oriented inference-based learning content management system*. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/267407224\\_Ontology-Oriented\\_Inference-Based\\_Learning\\_Content\\_Management\\_System](https://www.researchgate.net/publication/267407224_Ontology-Oriented_Inference-Based_Learning_Content_Management_System) (accessed: 14.05.2021).

The article submitted to the editors 19.05.2021

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Natalia V. Pustovalova** – Postgraduate Student of the Department of Applied Mathematics and Informatics; Senior Lecturer of the Department of Automated Control Systems; Novosibirsk State Technical University; Russia, 630073, Novosibirsk; [NVPustovalova@gmail.com](mailto:NVPustovalova@gmail.com).

