



Онтологическое моделирование компонентов цифровой компетентности преподавателя высшей школы

© 2026, Т.М. Шамсутдинова

Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

Аннотация

Исследование направлено на создание онтологической модели, позволяющей структурировать ключевые знания, умения и навыки преподавателей вузов в области владения цифровыми технологиями в образовании. Сформирована многомерная онтологическая модель, включающая основные компоненты цифровой компетентности и их взаимосвязи. Построены шесть классификаций компонентов цифровой компетентности преподавателя высшей школы (по видам педагогической деятельности; по предметным областям цифровых технологий; по уровню владения цифровыми технологиями; по видам мышления; по уровню требований к использованию электронной информационно-образовательной среды вуза; по структуре профессиональной компетентности). Данная модель реализована в среде онтологического редактора: создано 107 классов объектов, 101 подкласс, 214 аксиом. Первичная апробация модели проведена на примере работы преподавателей Башкирского государственного аграрного университета в его электронной образовательной среде. Разработанная модель может быть использована для оценки уровня цифровой компетентности и разработки индивидуальных планов профессионального развития преподавателей.

Ключевые слова: цифровизация образования, моделирование, онтология, профессиональная компетентность, цифровая компетентность, преподаватель, высшее образование.

Цитирование: Шамсутдинова Т.М. Онтологическое моделирование компонентов цифровой компетентности преподавателя высшей школы. *Онтология проектирования*. 2026. Т.16, №2(60). С.269-282. DOI: 10.18287/2223-9537-2026-16-2-269-282.

Благодарности: автор выражает благодарность руководству Башкирского государственного аграрного университета за поддержку и содействие в проведении исследования.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение

С развитием информационно-коммуникационных технологий цифровая компетентность (ЦК) становится важным фактором профессиональной успешности преподавателей вуза. Онтологическое моделирование ЦК может способствовать повышению качества научно-образовательной среды, адаптивности преподавателей к современным требованиям, созданию основ для разработки критериев оценки преподавателей в контексте цифровой трансформации образовательного пространства. Цель данной статьи – предложить онтологическую модель компонентов ЦК преподавателей высшей школы.

1 Цифровая грамотность и цифровая компетентность

Понятия цифровая грамотность (ЦГ) и ЦК отражают разные уровни и аспекты владения цифровыми технологиями (ЦТ). ЦГ принято определять как базовый уровень знаний и навыков, необходимых для использования цифровых устройств, Интернет-ресурсов и цифровых сервисов [1, 2]. ЦК включает системное владение знаниями и умениями, необходимыми для эффективного использования ЦТ в профессиональной деятельности, при критическом анализе информации и создании сложного цифрового контента [3, 4].

В работе [5] показана эволюция компетентности преподавателей от ЦГ к ЦК, описаны модели структуры ЦК: *SAMR* (*Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition*, т.е. замещение, дополнение, модификация, переопределение) используется для обозначения прогресса в применении технологий по уровням (стадиям); *TPACK* (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*, т.е. технологические, педагогические и предметные знания).

В [6] рассматривается взаимосвязь между областями модели *TPACK* и гибкими навыками (критическое мышление, коммуникация, управление личным временем и др.).

В [7] рассмотрены элементы ЦК: информационная грамотность, цифровая технологическая грамотность, мультимедийная грамотность, цифровая коммуникативная грамотность.

В [8] ЦК преподавателей вузов рассматривается как «определённая совокупность умений и навыков, необходимых для выполнения конкретных трудовых действий на основе использования ЦТ». Выделяются группы компетентности: базовые, универсальные, общетехнические, специальные (отраслевые).

В [9] ЦК педагогов подразделяют на следующие группы: управление информацией и данными; коммуникация и сотрудничество в цифровой среде; создание цифрового контента; безопасность и решение проблем в цифровой среде; информационная и ЦГ.

Общие вопросы представления знаний о предметной области (ПрО) с помощью онтологического моделирования рассмотрены в ряде работ. В [10] вводится способ измерения структурных отношений между изучаемыми объектами, рассматриваются различные аспекты автоматизации конструирования структуры классов объектов (понятий) ПрО. Использование онтологического подхода к построению инновационных автоматизированных систем управления образованием, включающих построение индивидуальных траекторий обучения, представлено в [11]. В [12] рассмотрены возможности онтологического моделирования и сетевых технологий для построения систем электронного обучения. В [13] онтологический подход использован при разработке образовательного контента. В [14] представлен пример онтологического моделирования профиля метаданных образовательных ресурсов. В [15] описана модель представления компетенций, основанная на онтологии в контексте требований рынка труда. Модель управления компетенциями на основе онтологии для поддержки совместной работы и обучения представлена в [16], где рассмотрены такие группы компетенций как техническая компетентность, анализ и инжиниринг, когнитивная компетентность, проектная компетентность, бизнес-компетенция и др.

Онтологическая модель процесса интенсификации компетенций описана в [17], где процесс расширения компетенций учителей осуществляется с учётом интеграции естественно-научного, технологического, инженерного и математического образования. Построенная онтология включает следующие классы: учебный курс, результаты обучения, средства электронного обучения, участники образовательных отношений, план урока, нормативная база.

В [18] предложен подход к инженерному образованию, ориентированному на компетенции, а в [19] рассмотрено понятие цифрового профиля педагога и выделено шесть ключевых компонент: личная информация, профессиональная деятельность, научная деятельность, ЦГ, проектная деятельность, медиакommunikация. В [20] предложена модель подготовки к разработке онлайн-курсов, которая включает ряд компонентов: целевой, содержательный, деятельностный, результативный, мотивационный.

В [21] рассмотрена модель структуры ЦК граждан (*Digital Competence Framework for Citizens*, «*DigComp*»), в которой описаны ключевые компоненты ЦК граждан, как ориентир для оценки и повышения уровня их цифровых навыков. В структуре *DigComp 2.1* выделено пять областей, содержащих 21 ЦК. Развитием данной модели стала модель *DigCompEdu* [22], структура которой направлена на выявление и описание ЦК, характерных для педагогов, и содержит 22 обобщённые компетенции.

Ретроспективный обзор эволюции ЦТ в зарубежном образовании приводится в [23], отдельный раздел которого посвящён применению искусственного интеллекта в образовании. Опыт применения генеративного искусственного интеллекта в учебном процессе для развития навыков критической оценки описан в [24]. Вопросы развития ЦК в сфере образования рассмотрены в многочисленных работах, например, [25-28] и др.

Настоящее исследование основано на использовании системного подхода, методов классификации данных, онтологического моделирования [29, 30]. В качестве моделей применялись *DigComp* (версия *DigComp 2.1*) [21], *DigCompEdu* [22]; источники данных: перечень ключевых компетенций цифровой экономики¹; Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО)², включающие требования к электронной информационно-образовательной среде вузов (ЭИОС); реестр профессиональных стандартов в области «образования и науки»³.

В проекте профессионального стандарта «Педагогический работник высшего образования»⁴ включены вопросы цифровизации образовательного процесса.

2 Модели и результаты

Для оценки уровня ЦК преподавателя вуза можно предложить многомерную модель, основанную на различных подходах к классификации структуры ЦК.

К1 Классификация по видам педагогической деятельности:

К1.1 Учебно-методическая – использование цифровых инструментов для повышения эффективности преподавания и создания образовательного контента. Может включать, например:

К1.1.1 Создание и использование цифрового контента (электронные лекции, видеоматериалы, компьютерные презентации, онлайн-курсы и т.д.);

К1.1.2 Цифровая оценка и контроль знаний (электронные задания, тестирование);

К1.1.3 Интерактивные средства обучения (виртуальные доски, платформы вебинаров и пр.);

К1.1.4 Цифровые системы коммуникаций (электронная почта, социальные сети, видеоконференции и пр.);

К1.1.5 Электронные платформы управления обучением;

К1.1.6 Автоматизация мониторинга и анализа образовательного процесса (электронные журналы, аттестационные ведомости и др.);

К1.1.7 Методика электронного обучения (дидактические принципы, персонализированные образовательные траектории, модели инклюзивного образования и т.д.);

К1.2 Научно-исследовательская – использование информационных и коммуникационных инструментов для повышения эффективности проведения научных исследований, например:

К1.2.1 Электронные библиотеки и базы данных;

К1.2.2 Исследовательское и аналитическое программное обеспечение;

К1.2.3 Компьютерные лаборатории и виртуальные классы;

К1.2.4 Облачные технологии доступа к ресурсам высокотехнологических кластеров;

К1.2.5 Материалы научных исследований:

К1.2.5.1 Научные статьи, связанные с применением ЦТ;

К1.2.5.2 Научные доклады по проблемам цифровизации;

¹ Приказ Минэкономразвития России от 24.01.2020 N 41 "Об утверждении методик расчета показателей федерального проекта "Кадры для цифровой экономики" национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации", Приложение № 1 к Методике расчета показателя «Количество выпускников системы профессионального образования с ключевыми компетенциями цифровой экономики, Тысяча человек», Перечень ключевых компетенций цифровой экономики. https://www.economy.gov.ru/material/file/bd31fe31b5135c35e402b702c346f304/41_24012020.pdf.

² Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования. ФГОС ВО (3++) по направлениям бакалавриата. <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/24>.

³ Реестр профессиональных стандартов, Область профессиональной деятельности: 01 Образование и наука. <https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/>.

⁴ Реестр уведомлений о разработке/ пересмотре профессиональных стандартов. Педагогический работник высшего образования. https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/reestr-uvdomleniy-o-razrabotke-peresmotre-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=125137.

K1.2.5.3 Патенты на регистрацию программ и баз данных;

K1.2.5.4 Отчёты по грантовой деятельности;

K1.2.5.5 Отчёты по договорной научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе;

K1.2.6 Руководство научной работой студентов;

K1.3 Воспитательная – создание развивающей цифровой среды, цифровая социализация обучающихся за счёт цифровых коммуникаций (K1.1.4), технологий интерактивности (K1.1.3) и др.;

K1.4 Организационно-управленческая – цифровое планирование и организация учебного процесса.

K2 Классификация по Про ЦТ:

K2.1 Техническая компетентность:

K2.1.1 Компьютерное оборудование;

K2.1.2 Сетевое оборудование;

K2.1.3 Периферийные устройства;

K2.1.4 Мобильные устройства;

K2.2 Информационная компетентность:

K2.2.1 Поиск информации;

K2.2.2 Анализ информации;

K2.2.3 Офисные ЦТ;

K2.2.4 Базы данных;

K2.2.5 Операционные системы;

K2.2.6 Информационные системы;

K2.2.7 Специализированные пакеты прикладных программ;

K2.2.8 Облачные технологии;

K2.2.9 Программирование:

K2.2.9.1 Знание базовых конструкций языка программирования;

K2.2.9.2 Знание структурированных типов данных, прикладных библиотек;

K2.2.10 Искусственный интеллект;

K2.2.11 Обработка больших данных;

K2.3 Информационная безопасность:

K2.3.1 Защита персональных данных;

K2.3.2 Обеспечение конфиденциальности информации;

K2.3.3 Антивирусная защита;

K2.3.4 Интеллектуальная собственность на цифровые ресурсы, авторское право;

K2.3.5 Сетевой этикет.

K3 Классификация по уровню владения ЦТ:

K3.1 Базовый уровень (ЦГ), соответствует работе с технологиями K2.2.1- K2.2.3;

K3.2 Продвинутый уровень (ЦК), соответствует применению технологий K2.2.4- K2.2.8, K2.2.9.1;

K3.3 Экспертный уровень – умение обработки и анализа данных с построением аналитических моделей, применением методов машинного обучения, искусственного интеллекта и др., соответствует навыкам работы с технологиями K2.2.9.2, K2.2.10, K2.2.11.

K4 Классификация по видам мышления:

K4.1 Аналитический – способность к анализу и синтезу информации (соответствует K2.2.2);

K4.2 Критический – навыки критического мышления в цифровой среде;

K4.3 Абстрактно-логический – умение обобщать информацию, делать логические заключения;

K4.4 Системный – умение систематизировать, структурировать информацию;

K4.5 Деятельностный – способность применять свои цифровые знания и умения для достижения конкретных целей в профессиональной деятельности;

K4.6 Коммуникативный – умение эффективно передавать и воспринимать информацию в процессе цифрового взаимодействия и цифровых коммуникаций (соответствует K1.1.4);

K4.7 Проективный – планирование и моделирование педагогических сценариев с использованием ЦТ;

K4.8 Алгоритмический – алгоритмический подход к выполнению профессиональных задач;

K4.9 Рефлексивный – самоанализ, критическая оценка своих цифровых знаний и навыков.

K5 Классификация по требованиям к использованию ЭИОС вуза:

K5.1 Размещение рабочих программ (создание в ЭИОС доступа к электронным рабочим программам дисциплин, учебным планам, программам модулей и практик с фондами оценочных средств);

K5.2 Размещение электронных учебных изданий (создание в ЭИОС доступа к электронным образовательным ресурсам, электронным библиотечным системам) (соответствует K1.1.1, K1.2.1);

K5.3 Текущая аттестация обучающихся (соответствует K1.1.2);

К5.4 Формирование электронного портфолио обучающихся;

К5.5 Реализация взаимодействия с обучающимися.

К6 Классификация по структуре профессиональной компетенции:

К6.1 Знания в области ЦТ;

К6.1.1 Знание технического обеспечения (соответствует К2.1);

К6.1.2 Знание программного обеспечения (соответствует К2.2);

К6.2 Умения и навыки применения ЦТ в учебном процессе (соответствует К1.1);

К6.3 Личностные качества, характеризующие стремление и способность эффективно применять ЦТ в профессиональной деятельности.

Каждый пункт классификации детализирован с выделением подклассов и индивидов. Создано 107 классов объектов, 101 подкласс, 214 аксиом. Данная структурная модель построена в среде *Protégé* (рисунок 1), где отношения между классами разных классификаций реализуются через объектные свойства (*object properties*) классов. При этом создаются новые объектные свойства, которым назначаются определённые характеристики – домены (*Domains*) и диапазоны (*Ranges*). Домен – это класс, к которому применяется свойство. Диапазон задаёт класс или область допустимых значений, которые можно указывать для данного свойства экземпляру класса.

В рассматриваемой онтологии, например, реализуются следующие виды связей между классами различных классификаций (см. рисунки 2 и 3):

- класс «К3.1 Базовый уровень (ЦТ)» связан с классами К2.2.1- К2.2.3 (*object properties*: «включает»);
- класс «К3.2 Продвинутый уровень (ЦТ)» – с К2.2.4- К2.2.8, К2.2.9.1 (*object properties*: «применяет»);
- класс «К3.3 Экспертный уровень» – с К2.2.9.2, К2.2.10 - К2.2.11 (*object properties*: «демонстрирует») и т.д.

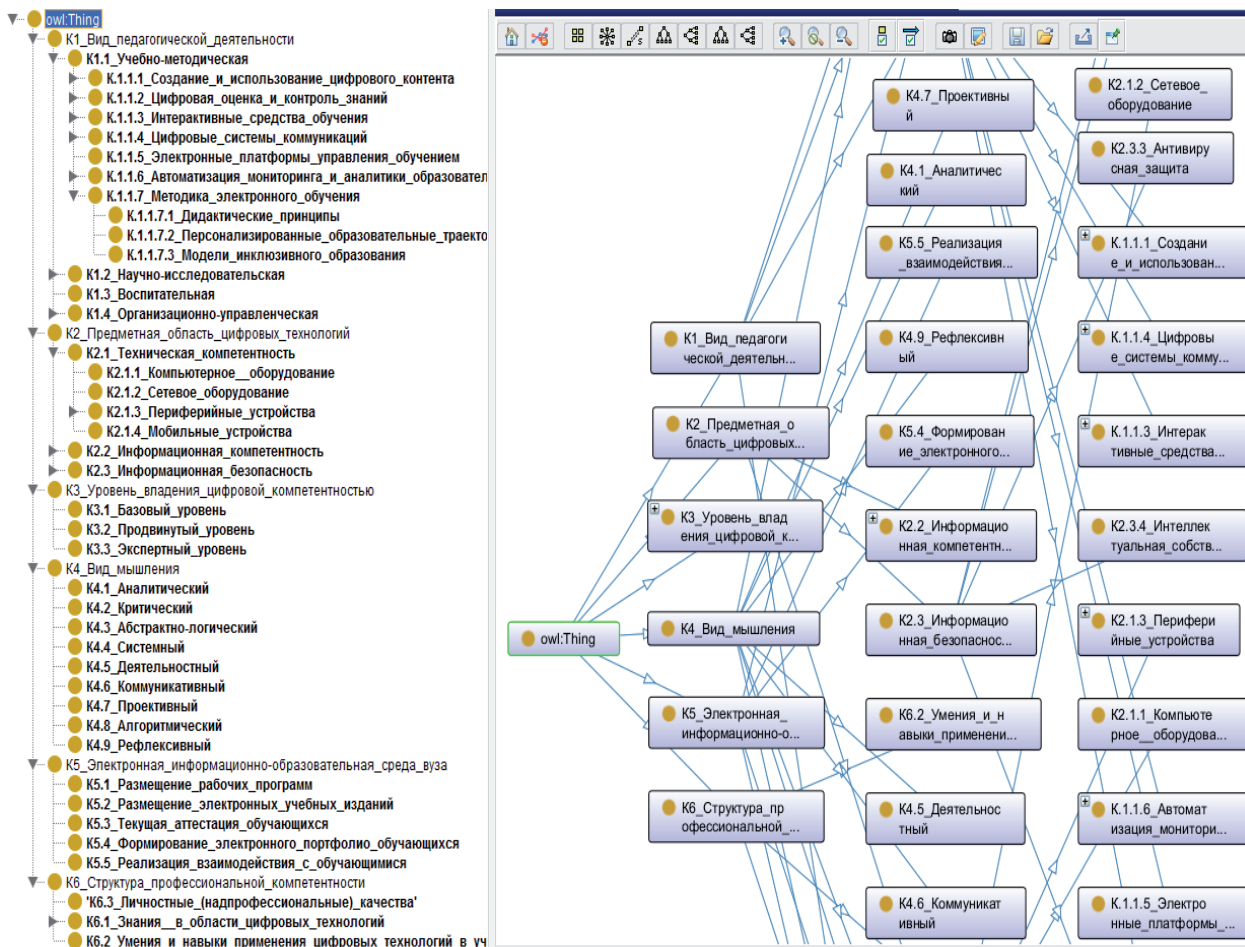


Рисунок 1 – Среда онтологий *Protégé* (фрагмент)

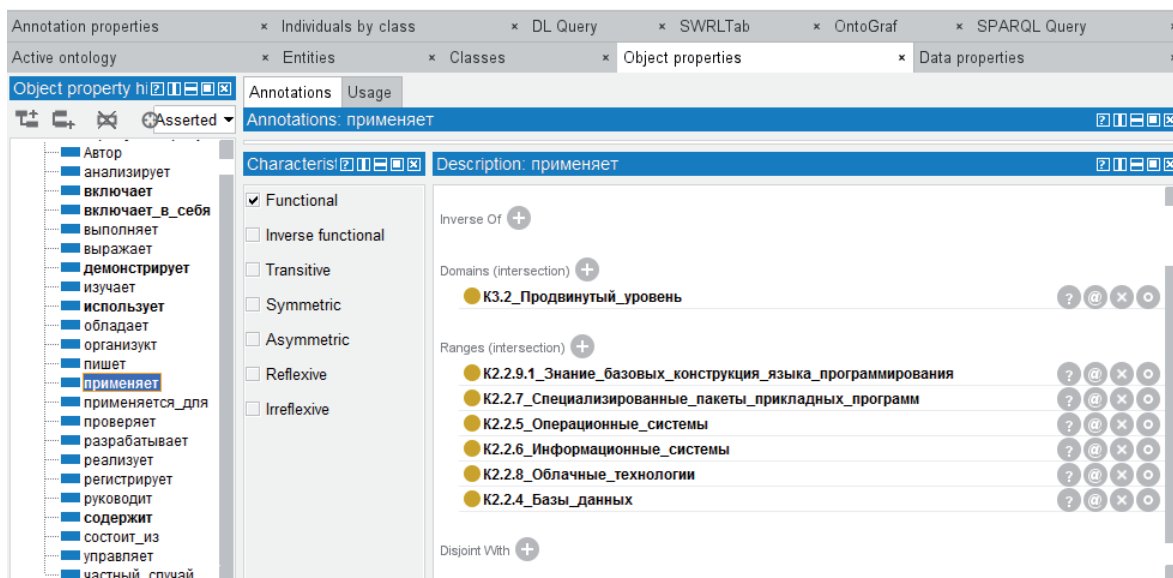


Рисунок 2 – Пример связей классов по объектным свойствам (фрагмент онтологии для К3_Классификация по уровню владения цифровыми технологиями: К3.2_Продвинутый уровень)

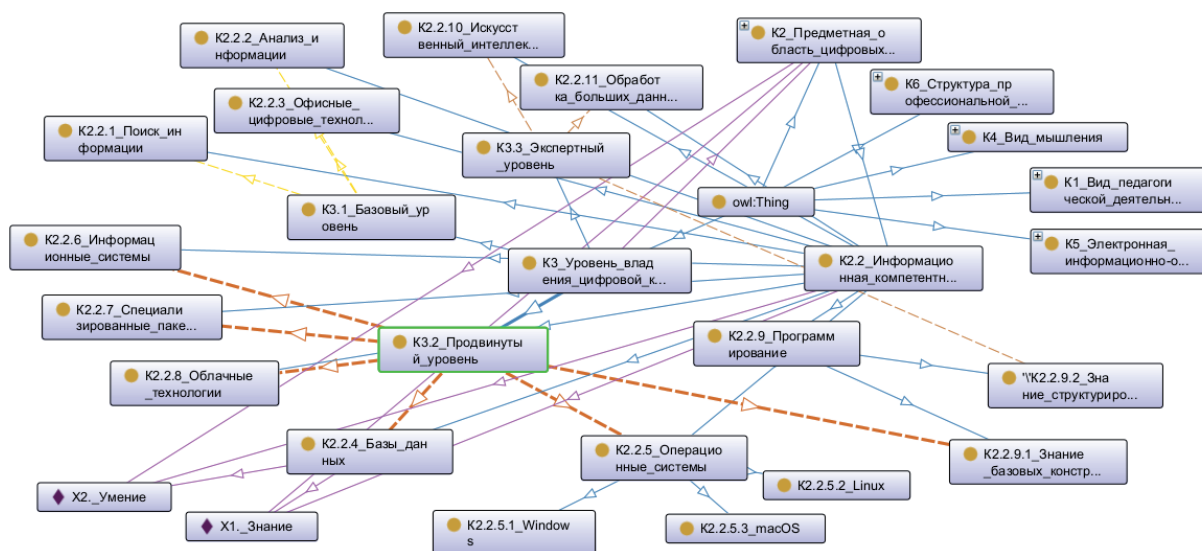


Рисунок 3 – Фрагмент онтографа связи классов для К3.2_Продвинутый уровень (владение цифровыми технологиями)

Фрагмент онтологии в виде таблицы основных классов с указанием родительских классов, ограничений и связей по объектным свойствам приведён в таблице 1.

В онтологии класс обычно представляет множество индивидов, каждый из которых удовлетворяет определённым критериям членства в классе. Критерий членства в классе может быть утверждён в форме выражения класса. При этом индивид является представлением фактического объекта из ПрО⁵.

Пример индивидов для класса «K1.1_Учебно-методическая (деятельность)» представлен на рисунке 4. В данном случае в качестве индивидов класса показаны результаты учебно-методической деятельности преподавателя в виде разработанных методических документов, например, рабочих программ по преподаваемым дисциплинам, авторских учебных пособий и

⁵ ГОСТ Р 70846.3-2023. Национальная система пространственных данных. Онтология. Общие положения. Москва: Российский институт стандартизации, 2023. Дата введения 2024-03-01. <https://meganorm.ru/Data/817/81751.pdf>.

т.д. Документ, как индивид онтологии, имеет расширенную текстовую аннотацию и ряд определяемых в онтологии свойств, в частности, свойства «автор» и «год издания».

Таблица 1 – Характеристика основных классов модели

Класс	Родит.класс	Ограничения	Связанные классы	Краткое описание
K1	owl: Thing	подклассы: 4		Виды педагогической деятельности
K1.1	K1	кратность: 1 или более	K1.3, K4.6, K5.1-K5.4, K6.2	Учебно-методическая деятельность
K1.2			K5.2	Научно-исследовательская
K1.3			K1.1.3 - K1.1.4	Воспитательная
K1.4			K4.5	Организационно-управленческая
K2	owl: Thing	подклассы: 3		Про цифровых технологий
K2.1	K2	кратность: 1 или более	K6.1	Техническая компетентность
K2.2			K3.1- K3.4, K4.1, K6.1	Информационная компетентность
K2.3			K6.1	Информационная безопасность
K3	owl: Thing	подклассы: 3		Уровень владения ЦК
K3.1	K3	кратность: 1	K2.2.1- K2.2.3	Базовый уровень
K3.2			K2.2.4- K2.2.8, K2.2.9.1	Продвинутый уровень
K3.3			K2.2.9.2, K2.2.10-K2.2.11	Экспертный уровень
K4	owl: Thing	подклассы: 9		Виды мышления
K4.1	K4	кратность: 1 или более	K2.2.2, K6.3	Аналитический
K4.2			K6.3	Критический
K4.3			K6.3	Абстрактно-логический
K4.4			K6.3	Системный
K4.5			K1.4, K6.3	Деятельностный
K4.6			K1.1.4, K5.5, K6.3	Коммуникативный
K4.7			K6.3	Проективный
K4.8			K6.3	Алгоритмический
K4.9			K6.3	Рефлексивный
K5	owl: Thing	подклассы: 5		Требования ФГОС ВО к ЭИОС
K5.1	K5	кратность: 1 или более	K1.1	Размещение рабочих программ
K5.2			K1.1.1, K1.2.1	Размещение учебных изданий
K5.3			K1.1.2	Текущая аттестация обучающихся
K5.4			K1.1	Электронное портфолио
K5.5			K4.6	Реализация взаимодействия
K6	owl: Thing	подклассы: 3		Структура профес. компетентности
K6.1	K6	кратность: 1 или более	K2.1- K2.3	Знания
K6.2			K1.1	Умения и навыки
K6.3			K4.1- K4.9	Личностные качества

Важным элементом онтологии являются её аксиомы – утверждения или выражения, которые задают правила, ограничения или факты об описанных классах, свойствах или индивидах. В спроектированной онтологии в качестве аксиом, например, приняты утверждения:

- «K4.2_Критический *SubClassOf* K4_Вид_мышления» (Критическое мышление – это один из видов мышления);
- «K6.3_Личностные_качества *SubClassOf* K6_Структура профессиональной компетентности» (Личностные качества входят в состав профессиональной компетентности);
- «K2.2.10_Искусственный_интеллект *EquivalentTo* K3.3_Экспертный_уровень» (Искусственный интеллект относится к экспертному уровню ЦК);
- «X1._Знание *Type* K2.2_Информационная_компетентность» (Знание – это тип/компонент информационной компетентности).

Для вывода новых правил в *Protégé* может быть использован плагин *SWRL Tab*, подключение которого запускает последовательность операций: экспорт свойств объектов и аксиом *OWL* в механизм правил, запуск процедуры логического вывода, просмотр полученных аксиом на вкладке «*Inferred Axioms*» («Выведенные аксиомы»), преобразование выведенных

аксиом в знания *OWL* и передачу новых построенных аксиом в модель *OWL*. Так был получен ряд дополнительных аксиом, например:

«K2.2.2_Анализ_информации *SubClassOf* K3_Уровень_владения_цифровой_компетентностью»,
 «*SameIndividual*: УМК_по_дисциплине_Интеллектуальные_ИС *EquivalentClasses*:
 K.1.2.1_Электронные_библиотеки_и_базы_данных».

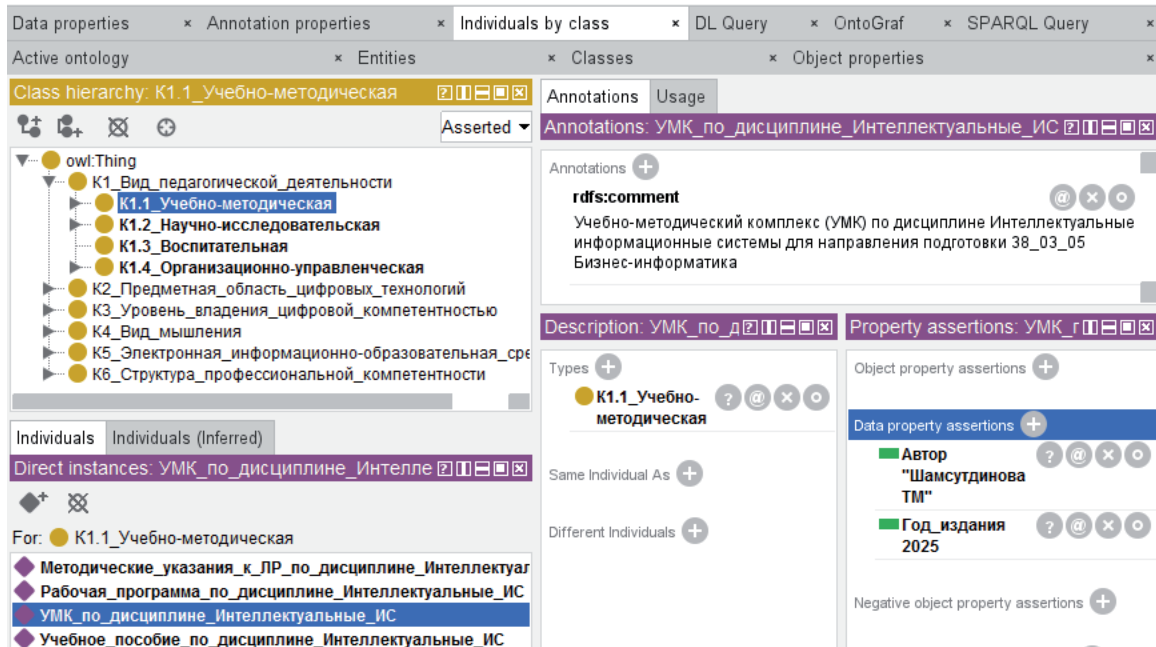


Рисунок 4 – Пример свойств индивидов классов (фрагмент онтологии для K1_Классификация по видам педагогической деятельности: K1.1_Учебно-методическая)

Для поиска информации в разработанной онтологии могут быть использованы различные виды запросов. Пример *SPARQL*-запроса для поиска всех подклассов класса «K1.1_Учебно-методическая» показан на рисунке 5. Верхняя часть окна содержит условие запроса, нижняя – результат его выполнения.

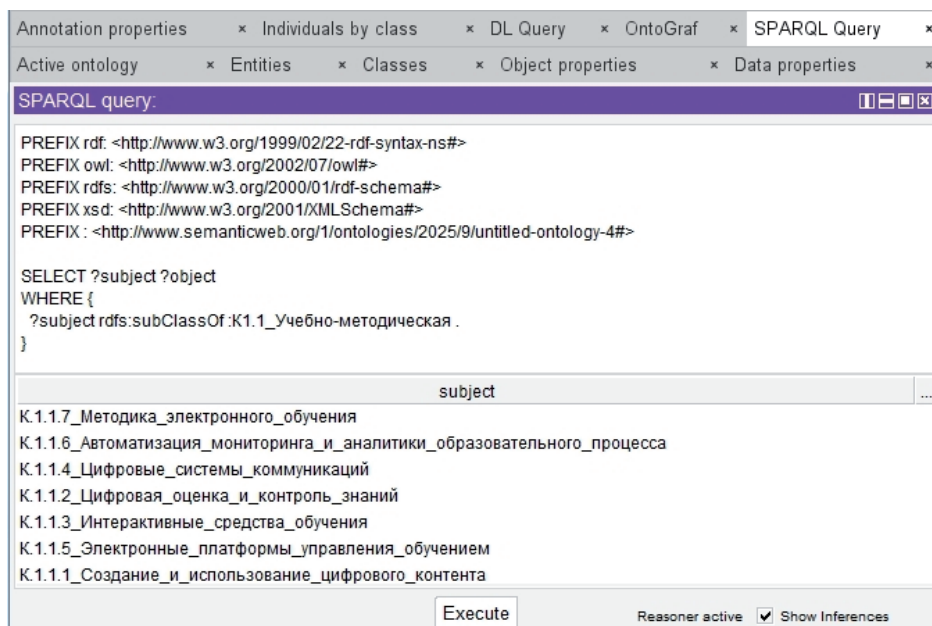


Рисунок 5 - Пример *SPARQL*-запроса для извлечения знаний из онтологии

Элементы структуры онтологии допускают численное оценивание ЦК преподавателя вуза. На рисунке 6 показан пример построения ветви онтологии, связанной с выполнением требований к использованию ЭИОС вуза (в описанной модели – уровень классификация К5).

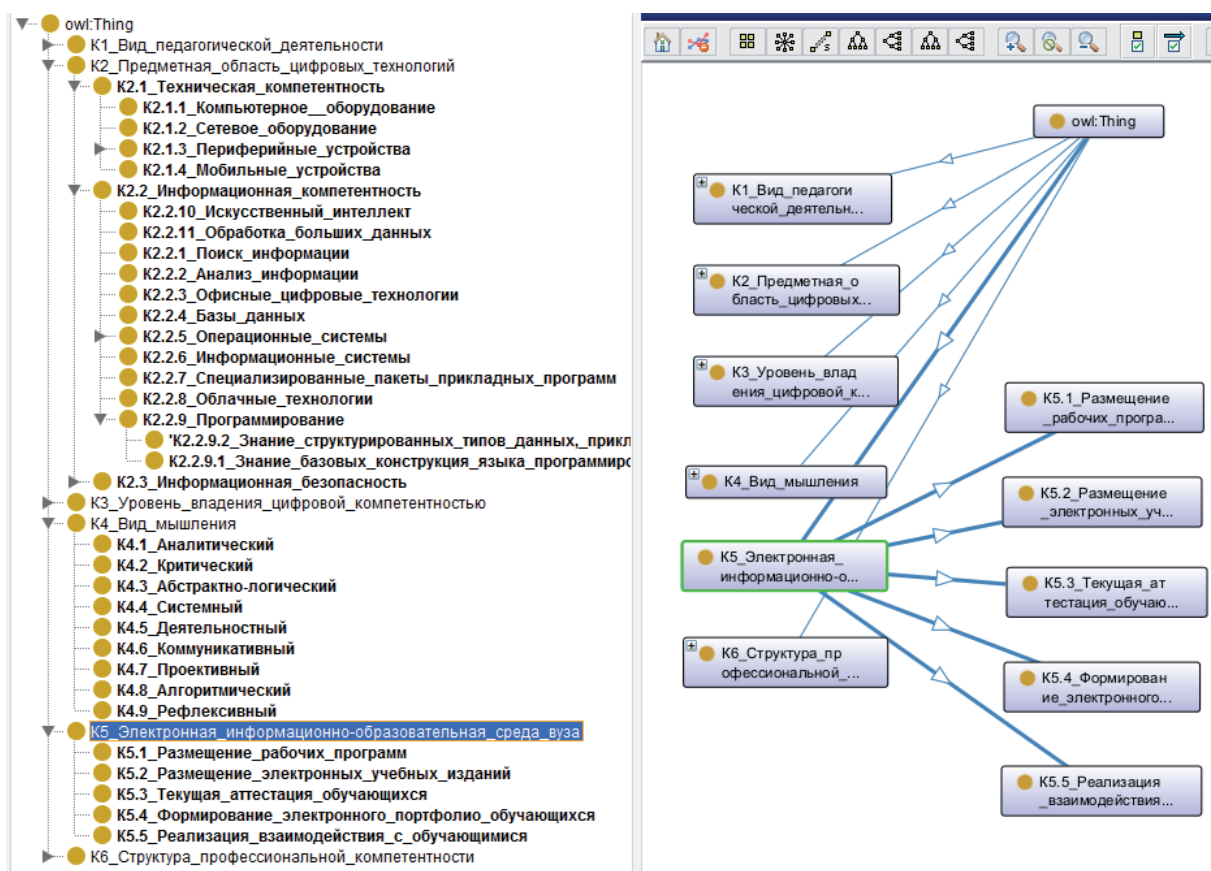


Рисунок 6 – Фрагмент построенной онтологии требований к использованию электронной информационно-образовательной среды вуза

В Башкирском государственном аграрном университете (ГАУ) реализована ЭИОС на базе платформы управления обучением *Moodle*. По каждой учебной дисциплине для каждого из направлений подготовки создаётся электронный курс, используемый для информационного сопровождения учебных занятий. Согласно локальным нормативным актам университета, разработанным в соответствии с требованиями ФГОС к ЭИОС, каждый преподаватель должен обеспечить заполнение инструктивной части своих электронных курсов, указав там ссылку на электронную рабочую программу дисциплины, размещённую на сервере библиотеки (что соответствует критерию K5.1 представленной модели ЦК). Преподаватель должен разместить в электронном курсе методические материалы и ссылки на учебные ресурсы электронной библиотечной системы (критерий K5.2 модели) и проставлять в электронном курсе оценки текущей аттестации обучающихся (критерий K5.3). Выполнение данных требований регулярно проверяется в ходе автоматизированного мониторинга, реализованного учебно-методической частью и отделом информационного обеспечения университета за счёт интеграции *Moodle* с системой 1С:УниверситетПРОФ.

Например, отчёт о проведённом автоматизированном мониторинге (первый семестр 2025-2026 учебного года) содержит результаты проверки 738 учебных курсов (за ведение которых отвечали 308 преподавателей вуза), расположенных на образовательной платформе Башкирского ГАУ (<https://edu.bsau.ru/>).

В ходе мониторинга проверялось заполнение ряда разделов электронного курса:

- «Рабочая программа» (наличие ссылки на электронную рабочую программу дисциплины, критерий К5.1);
- «Электронные библиографические ресурсы» (наличие ссылок на ресурсы из каталога электронной библиотечной системы, критерий К5.2);
- «Текущая аттестация» (процент оценённых обучающихся от их общего количества на электронном курсе, критерия К5.3).

Анализ отчёта о мониторинге показал, что 89% преподавателей продемонстрировали полное выполнение всех функциональных требований по объединённому критерию К5.1 + К5.2 + К5.3.

Для получения полной картины ЦК преподавателя оценивание должно проводиться всеми участниками образовательного процесса, например:

- самооценка своих навыков преподавателя;
- оценка студентами в виде обратной связи по проводимым занятиям;
- оценка администрацией вуза по критериям проверки качества учебных занятий.

Для комплексной численной оценки уровня ЦК преподавателей вузов могут быть использованы анкеты, тестовые материалы, оценочные критерии и др.

Заключение

Построена многомерная модель ЦК преподавателя высшей школы на основе шести классификаций компонентов: по видам педагогической деятельности; по предметным областям цифровых технологий; по уровню владения цифровыми технологиями; по видам мышления; по уровню требований к использованию ЭИОС вуза; по структуре профессиональной компетентности.

Апробация модели на примере анализа работы преподавателей Башкирского ГАУ в ЭИОС вуза позволила получить оценку ЦК преподавателей.

Показано, что онтологическое моделирование может использоваться в качестве инструмента для структурирования знаний о ЦК преподавателей. Созданные онтологические модели позволяют представлять компоненты и взаимосвязи компетенций. Использование таких моделей может улучшить процессы мониторинга, оценки и планирования профессионального развития преподавателей.

Предложенная модель имеет ряд ограничений (субъективность некоторых классификаций, зависимость от текущих ФГОС ВО, сложность автоматического сбора данных по всем критериям и др.). После доработки данная модель может стать основой для создания систем мониторинга и развития кадрового потенциала вузов.

Список источников

- [1] **Кальницкая И.В., Максимочкина О.В.** Модель цифровой компетенции студентов. *Проблемы современного образования*. 2022. №4. С.204-218. DOI: 10.31862/2218-8711-2022-4-204-218.
- [2] **Токтарова В.И., Ребко О.В.** Цифровая грамотность: понятие, компоненты и оценка. *Вестник Марийского государственного университета*. 2021. Т.15. №2(42). С.165-177. DOI: 10.30914/2072-6783-2021-15-2-165-177.
- [3] **Константинова Д.С., Кудяева М.М.** Цифровые компетенции как основа трансформации профессионального образования. *Экономика труда*. 2020. Т.7. №11. С.1055-1072. DOI: 10.18334/et.7.11.111073.
- [4] **Mezentseva D.A., Dzhablakh E.S., Eliseeva O.V., Bagautdinova A.Sh.** On the question of pedagogical digital competence. *Higher Education in Russia*. 2020. Т.29. №11. С.88-97. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-11-88-97.
- [5] **Falloon G.** From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*. 2020. Vol.68. P.2449-2472. DOI: 10.1007/s11423-020-09767-4.

- [6] **Bouhout N., Askitou A., Es-soufi K.** TPACK for soft skills in online higher education: A factor-based PLS-SEM analysis of the mediating role of care. *Education and Information Technologies*. 2024. Vol.29. Iss.18. P.24181-24201. DOI: 10.1007/s10639-024-12774-0.
- [7] **Sánchez-Caballé A., Gisbert-Cervera M., Esteve-Món F.** La integración de la competencia digital en educación superior: un estudio de caso de una universidad catalane. *EDUCAR*. 2021. Vol.57(1). P.241-258. DOI: 10.5565/rev/educar.1174.
- [8] **Масалова Ю.А.** Цифровая компетентность преподавателей российских вузов. *Университетское управление: практика и анализ*. 2021. Т.25. №3. С.33-44. DOI: 10.15826/umpra.2021.03.025.
- [9] **Чоросова О.М., Аетдинова Р.Р., Соломонова Г.С., Протодьяконова Г.Ю.** Концептуальные подходы к идентификации цифровых компетенций педагогов: когнитивное моделирование. *Образование и саморазвитие*. 2020. Т.15. №3. С.189-202. DOI: 10.26907/esd15.3.16.
- [10] **Смирнов С.В.** Онтологический анализ предметных областей моделирования. *Известия Самарского научно-го центра Российской академии наук*. 2001. Т.3. №1. С.62-70.
- [11] **Корнеев Д.Г., Гаспарян М.С., Микрюков А.А.** Онтологический подход к моделированию инновационных процессов на примере распределённой образовательной сети вуза. *Открытое образование*. 2019. Т.23. №5. С.4-13. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-5-4-13.
- [12] **Горовой В.А., Муромцев Д.И.** Реализация технологии активного обучения на базе онтологического моделирования. *Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики*. 2009. № 2(60). С.107-113.
- [13] **Кречетов И.А., Кручинин В.В.** Моделирование и технология онтологического подхода при разработке образовательного контента. *Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники*. 2011. № 2-2(24). С.322-325.
- [14] **Poulakakis Y., Kostas V., Kalogiannakis M., Panagiotakis S.** Ontological modeling of educational resources: a proposed implementation for Greek schools. *Education and Information Technologies*. 2017. Vol.22. P.1737-1755. DOI: 10.1007/s10639-016-9511-z.
- [15] **Miranda S., Orciuoli F., Loia V., Sampson D.** An ontology-based model for competence management. *Data & Knowledge Engineering*. 2017. Vol.107. P.51-66. DOI: 10.1016/j.datak.2016.12.001.
- [16] **Braga de Vasconcelos J., Kimble C.** An Ontology Based Competence Management Model to Support Collaborative Working and Organisational Learning. *Competencies in Organizational E-Learning: Concepts and Tools*. Book Chapter. 2007. P.253-265. DOI: 10.4018/978-1-59904-343-2.ch012.
- [17] **Bazarova M., Alibekkyzy K., Adikanova S., Bugubayeva A., Zhomartkyzy G., Jaxalykova A., Baidildina A., Keribayeva T.** Ontological model of the process of intensification of teachers' competencies. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJECS)*. 2024. Vol.35. No1. P.446-458. DOI: 10.11591/ijeecs.v35.i1.pp446-458.
- [18] **Evain N., Exposito E., Gueye M. L., Arnould P.** Ontology-Driven Approach for Competency-Oriented and Student-Centered Engineering Education. *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2024. P.1-10. DOI: 10.1109/EDUCON60312.2024.10578793.
- [19] **Демина Ю.В., Логинова С.Л., Чучкалова Е.И.** Компоненты цифрового профиля педагога. *Современные проблемы науки и образования*. 2023. № 6. С.75. DOI: 10.17513/spno.33220.
- [20] **Зеер Э.Ф., Ломовцева Н.В., Третьякова В.С.** Готовность преподавателей вуза к онлайн-образованию: цифровая компетентность, опыт исследования. *Педагогическое образование в России*. 2020. №3. С.26-39. DOI: 10.26170/ro20-03-03.
- [21] **Carretero Gomez S., Vuorikari R., Punie Y.** *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2017. DOI: 10.2760/38842 (online), 10.2760/836968 (print), 10.2760/00963 (ePub).
- [22] **Redecker C.** *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu* / C. Redecker, Y. Punie, editor(s). Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2017. DOI: 10.2760/178382 (print), 10.2760/159770 (online).
- [23] **Arstorp A.-T., Lund A.** An ontological turn: being and becoming with digital technologies in education. *Cogent Education*. 2025. Vol.12. Iss.1. 2572384. DOI: 10.1080/2331186X.2025.2572384.
- [24] **Oates A., Johnson D.** ChatGPT in the Classroom: Evaluating its Role in Fostering Critical Evaluation Skills. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2025. DOI: 10.1007/s40593-024-00452-8.
- [25] **Zhong Z., Juwaheer S.** Digital competence development in TVET with a competency-based whole-institution approach. *Vocation, Technology & Education*. 2024. Vol.1(2). DOI: 10.54844/vte.2024.0591.
- [26] **López-Núñez J.-A., Alonso-García S., Berral-Ortiz B., Victoria-Maldonado J.-J.** A Systematic Review of Digital Competence Evaluation in Higher Education. *Education Sciences*. 2024. Vol.14(11). 1181. DOI: 10.3390/educsci14111181.

- [27] *Fessl A., Maitz K., Paleczek L., Koehler T., Irnleitner S., Divitini M.* Designing a curriculum for digital competencies towards teaching and learning. *European Conference on e-Learning*. 2022. Vol.21. P.469-471. DOI: 10.34190/ecel.21.1.723.
- [28] *Caviglia F., Boie M.A.K., Dalsgaard C., Pedersen A.Y.* Bringing digital competence to the disciplines. *Education Inquiry*, 2024. P.1-29. DOI: 10.1080/20004508.2024.2318842.
- [29] *Шамсутдинова Т.М.* Представление знаний с использованием систем моделирования онтологий. *Российский электронный научный журнал*. 2025. №4(58). С.386-393. DOI: 10.31563/2308-9644-2025-58-4-386-393. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_88791392_47458932.PDF.
- [30] *Jain V., Singh M.* Ontology Development And Query Retrieval Using Protégé Tool. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*. 2013. Vol.5. No.9. P.67-75. DOI: 10.5815/ijisa.2013.09.08.

Сведения об авторе

Шамсутдинова Татьяна Михайловна, 1971 г. рождения. Окончила Башкирский государственный университет (1993), к.ф.-м.н. (1996). Доцент кафедры цифровых технологий и прикладной информатики Башкирского государственного аграрного университета. В списке научных трудов более 190 работ в области информационных технологий. Author ID (РИНЦ): 17707; Author ID (Scopus): 6504441807; Researcher ID (WoS): G-7779-2018. tsham@rambler.ru.



Поступила в редакцию 24.22.2025, после рецензирования 16.03.2026. Принята к публикации 27.03.2026.



Scientific article

DOI: 10.18287/2223-9537-2026-16-2-269-282

Ontological modeling of components of digital competence in higher education teaching staff

© 2026, T.M. Shamsutdinova

Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

Abstract

The study is aimed at developing an ontological model that enables the structuring of key knowledge, skills, and competences of university teachers in the field of digital technologies in education. A multidimensional ontological model has been developed, incorporating the principal components of digital competence and the relationships among them. Six classifications of the components of digital competence of higher education teachers were constructed: by types of pedagogical activity; by subject areas of digital technologies; by levels of digital competence; by types of thinking; by the level of requirements for the use of the university's electronic information and educational environment; and by the structure of professional competence. The proposed model was implemented using an ontological editor environment, resulting in the creation of 107 object classes, 101 subclasses, and 214 axioms. Initial validation of the model was carried out based on the activities of teachers at Bashkir State Agrarian University within its electronic educational environment. The developed model may be used to assess the level of digital competence and to design individualized professional development plans for university teachers.

Keywords: *digitalization of education, modeling, ontology, professional competence, digital competence, teacher, higher education.*

For citation: *Shamsutdinova T.M.* Ontological modeling of components of digital competence in higher education teaching staff [In Russian]. *Ontology of designing*. 2026; 16(2): 269-282. DOI: 10.18287/2223-9537-2026-16-2-269-282.

Acknowledgment: The author expresses gratitude to the administration of Bashkir State Agrarian University for their support and assistance throughout the research process.

Conflict of interest: The author declares no conflict of interest.

List of figures and table

Figure 1 – Protégé ontology environment (fragment)

Figure 2 – Example of class relationships based on object properties (ontology fragment for K3_Classification by Level of Digital Competency Level: K3.2_Advanced Level)

Figure 3 – Fragment of the ontograph illustrating class relationships for K3.2_Advanced Level (digital competence)

Figure 4 – Example of properties of class individuals (ontology fragment for K1_Classification by types of pedagogical activity: K1.1_Educational and methodological activity)

Figure 5 – Example of a SPARQL query for knowledge extracting from the ontology

Figure 6 – Fragment of the developed ontology of requirements for the use of the university's electronic information and educational environment

Table 1 – Characteristics of the main classes of the model

References

- [1] **Kalnitskaya IV, Maksimochkina OV.** The model of students' digital competence [In Russian]. *Problems of Modern Education*. 2022; 4: 204-218. DOI: 10.31862/2218-8711-2022-4-204-218.
- [2] **Toktarova VI, Rebko OV.** Digital literacy: definition, components and assessment [In Russian]. *Vestnik of the Mari State University*. 2021; 15(2): 165-177. DOI: 10.30914/2072-6783-2021-15-2-165-177.
- [3] **Konstantinova DS, Kudaeva MM.** Digital competencies as the basis for the professional education transformation [In Russian]. *Russian Journal of Labor Economics*. 2020; 7(11): 1055-1072. DOI: 10.18334/et.7.11.111073.
- [4] **Mezentseva DA, Dzhavlahk ES, Eliseeva OV, Bagautdinova AS.** On the question of pedagogical digital competence. *Higher Education in Russia*. 2020; 29(11): 88-97. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-11-88-97.
- [5] **Falloon G.** From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*. 2020; 68: 2449-2472. DOI: 10.1007/s11423-020-09767-4.
- [6] **Bouhout N, Askitou A, Es-soufi K.** TPACK for soft skills in online higher education: A factor-based PLS-SEM analysis of the mediating role of care. *Education and Information Technologies*. 2024; 29 (18): 24181-24201. DOI: 10.1007/s10639-024-12774-0.
- [7] **Sánchez-Caballé A, Gisbert-Cervera M, Esteve-Món F.** Integrating Digital Competence in Higher Education Curricula: An Institutional Analysis [In Span.]. *Educar*. 2021; 57(1): 241-258. DOI: 10.5565/rev/educar.1174.
- [8] **Masalova YA.** Digital Competence of Russian University Teachers [In Russian]. *University Management: Practice and Analysis*. 2021; 25(3): 33-44. DOI: 10.15826/umpa.2021.03.025.
- [9] **Chorosova OM, Aetdinova RR, Solomonova GS, Protodyakonova GY.** Conceptual Approaches to the Identification of Teachers' Digital Competence: Cognitive Modelling [In Russian]. *Education and Self Development*. 2020; 15(3):189-202. DOI: 10.26907/esd15.3.16.
- [10] **Smirnov SV.** Ontological Analysis of Modeling Domains [In Russian]. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2001; 3(1): 62-70.
- [11] **Korneev DG, Gasparian MS, Mikryukov AA.** Ontological approach to modeling innovation processes on the example of a distributed educational network of the University [In Russian]. *Open Education*. 2019; 23(5): 4-13. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-5-4-13.
- [12] **Gorovoy V, Mouromtsev D.** Creating of the active learning technology on the basis of ontology modeling [In Russian]. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2009; 2 (60): 107-113.
- [13] **Krechetov IA, Kruchinin VV.** The usage of ontology method in creating e-learning content [In Russian]. *Reports from Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics*. 2011; 2-2 (24): 322-325.
- [14] **Poulakakis Y, Kostas V, Kalogiannakis M, Panagiotakis S.** Ontological modeling of educational resources: a proposed implementation for Greek schools. *Education and Information Technologies*. 2017; 22:1737-1755. DOI: 10.1007/s10639-016-9511-z.
- [15] **Miranda S, Orciuoli F, Loia V, Sampson D.** An ontology-based model for competence management. *Data & Knowledge Engineering*. 2017; 107: 51-66. DOI: 10.1016/j.datak.2016.12.001.
- [16] **Braga de Vasconcelos J, Kimble C.** An Ontology Based Competence Management Model to Support Collaborative Working and Organisational Learning. Book Chapter in: *Competencies in Organizational E-Learning: Concepts and Tools*. 2007: 253-265. DOI: 10.4018/978-1-59904-343-2.ch012.

- [17] **Bazarova M, Alibekkyzy K, Adikanova S, Bugubayeva A, Zhomartkyzy G, Jaxalykova A, Baidildina A, Keribaeva T.** Ontological model of the process of intensification of teachers' competencies. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJECS)*. 2024; 35(1): 446-458. DOI: 10.11591/ijeecs.v35.i1.
- [18] **Evain N, Exposito E, Gueye ML, Arnould P.** Ontology-Driven Approach for Competency-Oriented and Student-Centered Engineering Education. *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2024: 1-10. DOI: 10.1109/EDUCON60312.2024.10578793.
- [19] **Demina YV, Loginova SL, Chuchkalova EI.** Components of a digital teacher profile [In Russian]. *Modern Problems of Science and Education*. 2023; 6: 75. DOI: 10.17513/spno.33220.
- [20] **Zeer EPh, Lomovtceva NV, Tretyakova VS.** University Teachers' Readiness for Online Education: Digital Competence, Research Experience [In Russian]. *Pedagogical Education in Russia*. 2020; 3: 26-39. DOI: 10.26170/po20-03-03.
- [21] **Carretero Gomez S, Vuorikari R, Punie Y.** DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017. DOI: 10.2760/38842 (online), 10.2760/836968 (print), 10.2760/00963 (ePub)
- [22] **Redecker C.** European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017. DOI: 10.2760/178382 (print), 10.2760/159770 (online).
- [23] **Arstorp A-T, Lund A.** An ontological turn: being and becoming with digital technologies in education. *Cogent Education*. 2025; 12(1): 2572384. DOI: 10.1080/2331186X.2025.2572384.
- [24] **Oates A, Johnson D.** ChatGPT in the Classroom: Evaluating its Role in Fostering Critical Evaluation Skills. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2025. DOI: 10.1007/s40593-024-00452-8.
- [25] **Zhong Z, Juwaheer S.** Digital competence development in TVET with a competency-based whole-institution approach. *Vocation, Technology & Education*. 2024; 1(2). DOI: 10.54844/vte.2024.0591.
- [26] **López-Nuñez J-A, Alonso-García S, Berral-Ortiz B, Victoria-Maldonado J-J.** A Systematic Review of Digital Competence Evaluation in Higher Education. *Education Sciences*. 2024; 14(11): 1181. DOI: 10.3390/educsci14111181.
- [27] **Fessl A, Maitz K, Paleczek L, Koehler T, Irnleitner S, Divitini M.** Designing a curriculum for digital competencies towards teaching and learning. *European Conference on e-Learning*. 2022; 21: 469-471. DOI: 10.34190/ecel.21.1.723.
- [28] **Caviglia F, Boie MAK, Dalsgaard C, Pedersen AY.** Bringing digital competence to the disciplines. *Education Inquiry*. 2024: 1-29. DOI: 10.1080/20004508.2024.2318842.
- [29] **Shamsutdinova TM.** Knowledge representation using ontology modeling systems [In Russian]. *Russian electronic scientific journal*. 2025; 4(58): 386-393. DOI: 10.31563/2308-9644-2025-58-4-386-393. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_88791392_47458932.PDF.
- [30] **Jain V, Singh M.** Ontology Development And Query Retrieval Using Protégé Tool. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*. 2013; 5(9): 67-75. DOI: 10.5815/ijisa.2013.09.08.
-

About the author

Tatiana M. Shamsutdinova (b. 1971) graduated from Bashkir State University (Ufa, Russia) in 1993, Candidate of Physical and Mathematical Sciences (1996). She is an Associate Professor at the Department of Digital technologies and Applied Informatics of Bashkir State Agrarian University. She is the author and a co-author of about 190 scientific publications in the field of information technologies. Author ID (RSCI): 17707; Author ID (Scopus): 6504441807; Researcher ID (WoS): G-7779-2018. tsham@rambler.ru.

Received December 24, 2025. Revised March 16, 2026. Accepted March 27, 2026.
