

Моделирование компетенции в технологиях цифрового образования



В. А. Старых,
к. т. н., доцент, профессор,
департамент компьютерной инженерии
МИЭМ НИУ ВШЭ
vstarykh@hse.ru



А. И. Башмаков,
к. т. н., зам. директора по науке,
НПО «Информ-Система»
aib30@yandex.ru

Изложены основные положения методологии моделирования компетенции, инвариантной к предметной области, виду деятельности и психолого-педагогической платформе. Ядро методологии — систематика расширяемых метамоделей и метаметодов, адаптируемых к условиям применения с помощью механизма профилирования. Методология направлена на создание условий для взаимодействия систем и сервисов, составляющих цифровое образование, оперирующих описаниями компетенции, за счет возможностей гибкого выбора уровня такого взаимодействия, хорошей структуризации и формализации информации, выделения единиц описания компетенции, многократно используемых в разных контекстах, а также применения онтологического подхода. Еще одно назначение методологии — формирование базиса для реализации умных свойств технологий цифрового образования: адаптивности, способности вести логические рассуждения, самообучения, способности прогнозирования и предсказания.

Ключевые слова: единица компетенции, информационно-образовательная среда, моделирование компетенции, метамодел, онтология, репозиторий компетенции, электронное обучение, цифровизация, цифровая экономика, цифровое образование компетенции, электронное обучение, цифровизация, цифровая экономика.

Введение

Цифровизация в настоящее время трактуется как использование возможностей онлайн и инновационных цифровых технологий всеми участниками экономической системы от отдельных людей до крупных компаний и государств, — необходимое условие сохранения конкурентоспособности для всех стран. Но для России, с учетом ее новой экономической реальности, это уникальный шанс переориентировать экономику, обеспечив ее долгосрочную устойчивость [1]. Несмотря на то, что по уровню цифровизации некоторые отрасли приближаются к мировому уровню (например, ИКТ, образование, финансы), во многих ключевых отраслях Россия пока отстает от ведущих европейских стран.

Преодолеть отставание помогут концентрация ресурсов и выработка общих стандартов. С этой целью российские компании, стремящиеся повысить уровень цифровизации, могут вступать в стратегические партнерства или создавать консорциумы для совместной разработки стандартов и решений, совместного ис-

пользования инфраструктуры и реализации программ подготовки кадров. Для успешного развития цифровой экономики система образования и переподготовки кадров должна обеспечивать экономику специалистами, соответствующими требованиям цифровой эпохи. Государства, сумевшие адаптировать свою образовательную инфраструктуру к новым потребностям, смогут значительно укрепить свои экономические позиции при переходе к цифровой экономике. У России есть все шансы поддержать собственную конкурентоспособность путем модернизации систем образования и профессиональной переподготовки кадров [2]. Применяемые в отечественном образовании методики, учебные форматы, образовательные программы, подходы к взаимодействию с потенциальными работодателями требуют адаптации к потребностям цифровой экономики, чтобы образовательная система могла готовить конкурентоспособные кадры. Эту задачу следует рассматривать как приоритетную, поскольку наличие достаточного количества высококвалифицированных «цифровых» кадров является одним из условий успеха развертывания в России новых цифровых технологий,

таких как «индустрия 4.0», где в условиях автоматизации все большее количество операций, приводящей к полному исчезновению ряда специальностей, и массовой нехватке специалистов, владеющих цифровыми навыками, необходима адаптация образовательной инфраструктуры к новым требованиям. В частности, в формируемой системе цифрового образования прежде всего нужно будет внедрить новые подходы к обучению и обеспечить высокий уровень интеграции требований рынка труда цифровой экономики и формируемых образовательным учреждением необходимых компетенций выпускников.

Основой для реализации инновационных технологий цифрового образования служат открытые информационно-образовательные среды (ИОС), интегрирующие разнообразные средства ИТ-поддержки образовательных бизнес-процессов, в том числе системы умного электронного обучения для оптимального пути формирования необходимых компетенций у обучаемых. Большинство бизнес-процессов в ИОС так или иначе связаны с формированием, развитием, оцениванием либо учетом различных аспектов компетенции. Поскольку конечной целью обучения является формирование необходимой компетенции, наибольшую точность и эффективность управления учебным процессом способна обеспечить его организация на основе моделей компетенции. Это предусматривает описание в терминах компетенции целей обучения и этапов их достижения, связанных с ними учебных задач и заданий, требований к исходной подготовленности учащихся, контрольных точек в графиках учебного процесса, критериев оценивания, реализуемых в средствах компьютерного тестирования и применяемых при аттестации. Такой подход обеспечивает максимально прозрачное и выразительное описание учебного процесса благодаря соотнесению всех его элементов с систематикой преследуемых целей. Для каждой составляющей приводится информация о компетенции, которую она формирует, развивает или проверяет, и компетенции, лежащей в основе вырабатываемой, совершенствуемой или оцениваемой компетенции.

Аспекты компетенции, связанные с образовательными информационными ресурсами (ИР) и представленные в их метаданных, могут использоваться для систематизации и поиска ИР. Эффективность подобного поиска обусловлена тем, что отбор ИР в нем ведется по признакам, непосредственно отражающим образовательные потребности.

В терминах компетенции выражаются не только средства, но и результаты обучения, а также показатели успешности профессиональной деятельности. Такое представление отражает текущую компетенцию субъекта. Процедуры сопоставления целевой и текущей компетенций используются при формировании индивидуальных учебных планов и программ, промежуточной и итоговой аттестации, корректировке хода учебного процесса, подборе кадров, определении необходимости повышения квалификации и др.

Моделирование компетенции, как научно-техническое направление, связано не только с ИОС и технологиями электронного обучения, но и с такими

смежными областями, как управление кадрами и управление знаниями. Модели компетенции реализуются в средствах ИТ-поддержки как специальных кадровых служб и агентств, так и кадровых подсистем корпоративных информационных систем, включая ИОС умных университетов. Они служат основой для автоматизированного формирования и манипулирования описаниями резюме, вакансий, нормативных компетенций, регламентируемых должностными инструкциями, квалификационных характеристик, устанавливающих требования для профессиональной аттестации, свидетельств о компетенции (дипломов, сертификатов) и др. Модели компетенции также могут входить в состав онтологических моделей проекта, предприятия, консорциума и т. д., реализуемых в системах управления знаниями.

Понимание ключевой роли компетенции в бизнес-процессах ИОС и смежных областей привело к созданию большого числа информационных моделей, раскрывающих состав и взаимосвязь характеристик, представляющих компетенцию. Эти модели носят частный характер, поскольку предназначены для решения различных прикладных задач на разных уровнях (корпоративном, отраслевом, национальном). Они ориентированы на определенные предметные области и виды деятельности, базируются на конкретных психолого-педагогических подходах к идентификации и интерпретации компетенции.

Необходимость согласования частных моделей компетенции с целью обеспечения межсистемного обмена описаниями компетенции и их использования в разных контекстах осознана профессиональным сообществом. В последнее десятилетие было развернуто множество проектов в этом направлении. Среди наиболее интересных результатов следует отметить модели European Qualification Framework (EQF) и European Competency Framework (e-CF).

Модель EQF [3] определяет 8 уровней освоения компетенции (квалификации). Каждый уровень детализирует результаты обучения или повышения квалификации, фиксируя степень овладения знаниями и умениями. Модель ориентирована на все уровни и виды образования. Она создает условия для построения систем оценки квалификации и сертификации на базе компетентного подхода, предусматривающего перенос акцента с формальных характеристик (длительность обучения, полученные кредитные единицы, статус учебного заведения, тип образовательной программы и т. п.) на конкретные результаты обучения.

Модель e-CF [4-6] имеет отраслевой охват. В ней определены классификация и набор спецификаций 40 компетенций (e-competencies) в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), сформированный путем обобщения квалификационных характеристик, используемых ведущими европейскими ИКТ-компаниями. Уровни освоения компетенций e-CF соотносятся с уровнями квалификации из EQF. Наборы из компетенций, описанных в e-CF, включаются в квалификационные характеристики различных категорий ИКТ-специалистов и используются для их формального сопоставления.

Обе названные модели успешно применяются на практике и вносят значительный вклад в согласование частных моделей компетенции в масштабе Европы путем формирования единого языка для описания ее характеристик. Однако они не свободны от недостатков и ограничений.

Во-первых, EQF и e-CF, по существу, играют роль обобщенных справочников. Ссылки на их элементы (уровни квалификации из EQF и базовые ИКТ-компетенции из e-CF) в описаниях компетенции, формируемых на базе частных моделей, способствуют их согласованию и трансформации при переходе от одной модели к другой. Таким образом, EQF и e-CF позволяют преодолевать следствия разнообразия и несогласованности частных моделей компетенции, но не влияют на причины такой несогласованности, главная из которых — применение разных психолого-педагогических подходов к идентификации и оцениванию компетенции и связанной с ней деятельности. Иными словами, EQF и e-CF являются не метамоделями, а инструментами-посредниками для установления соответствия между характеристиками компетенции, описываемыми на базе разных моделей.

Во-вторых, модель e-CF рассчитана на определенную предметную область — ИКТ, и отражает принятые в ней подходы к декомпозиции деятельности. Специалисты констатируют потребность в аналогичных инструментах, инвариантных к предметной области, отмечая сложность решения данной задачи и ее актуальность для развития умных университетов [7].

В-третьих, модели EQF и e-CF не обладают достаточным уровнем формализации и семантической выразительности для реализации в ИОС таких умных свойств электронного обучения, как адаптивность, способность вести логические рассуждения, самообучение, способности прогнозирования и предсказания, самоорганизация, интеллектуальное управление и планирование и др. Спецификации компетенции, базирующиеся на данных моделях, рассчитаны на интерпретацию человеком, а не на извлечение из них знаний и формирование по ним выводов. По двум спецификациям ИКТ-компетенции, представленным на основе e-CF, с помощью формальных средств можно заключить только то, что они либо совпадают, либо различны. Прочие логические и семантические отношения между компетенциями в модели не отражаются.

В-четвертых, EQF и e-CF используют хотя и очень общие, и широко применимые, но все же вполне определенные психолого-педагогические и предметные подходы к идентификации, интерпретации и оцениванию компетенции. Так, уровни освоения компетенции EQF соотносятся с комбинациями трех атрибутов: сложности деятельности, ее характера и самостоятельности действий субъекта, а основой для классификации компетенции в e-CF служат принятые в ИКТ базовые бизнес-процессы. Говоря точнее, EQF и e-CF не позволяет разделять описания компетенции на общую часть, инвариантную к предметной области, виду деятельности и психолого-педагогической платформе, и специфичные части, отражающие привязку к предметной области и используемым педагогиче-

ским методам. Данная проблема является еще одним проявлением того, что EQF и e-CF не определяют метамоделей и не предусматривают использование принципов метамоделирования.

Необходимо отдельно отметить результаты в описании компетенции, полученные в образовательном проекте Европейского союза — TUNING [8, 9]. Проект TUNING направлен именно на сближение образовательных структур в странах — участницах Болонского процесса, включая Российскую Федерацию. Основным итогом разработанной в рамках данного проекта методологии являются результаты обучения и компетенции, посредством которых и предполагается обеспечить прозрачность европейской системы образования. Необходимо отметить, никак не умаляя важность проекта TUNING, что данный проект только обеспечивал ориентиры предметно-специализированных компетенций для многих предметных областей [10].

В статье представлены результаты исследований по развитию методов моделирования компетенции, направленных на обеспечение взаимодействия систем, оперирующих спецификациями компетенции, а также реализации на их основе умных свойств технологий электронного обучения.

Цели и задачи исследований

Цель исследований — разработка методологии моделирования компетенции, инвариантной к предметной области, виду деятельности и психолого-педагогической платформе и основанной принципах метамоделирования и профилирования. Развиваемая методология направлена на создание условий для взаимодействия систем и сервисов ИОС и смежных областей, оперирующих описаниями компетенции, за счет возможностей гибкого выбора уровня такого взаимодействия, хорошей структуризации и формализации информации, выделения единиц описания компетенции, многократно используемых в разных контекстах, а также применения онтологического подхода. Еще одно назначение методологии — формирование базиса для реализации умных свойств технологий электронного обучения: адаптивности, способности вести логические рассуждения, самообучения, способности прогнозирования и предсказания.

Основные задачи исследований:

- 1) определение базовых принципов моделирования компетенции;
- 2) определение состава и взаимосвязей метамоделей компетенции;
- 3) выбор и разработка эталонных вариантов и примеров реализации каждой метамоделей путем создания соответствующих xml-спецификаций, описывающих структуры данных;
- 4) разработка методов и типовых сценариев формирования и обработки моделей компетенции разных типов с акцентом на обеспечение умных свойств технологий электронного обучения;
- 5) разработка базовых технологических решений для формирования репозитория компетенции и использования моделей компетенции в ИОС.

Принципы методологии моделирования компетенции

Разработанная методология моделирования компетенции обобщает частные педагогические подходы и решения, жестко привязанные к особенностям сфер применения. Фундамент этой методологии образуют следующие 6 принципов:

- 1) формирование моделей компетенции на основе системы метамоделей, инвариантных к предметной области, виду деятельности, педагогическим концепциям и контексту использования, уточняемых для отражения прикладной специфики;
- 2) ориентация метамоделей на максимально широкую трактовку компетенции;
- 3) определение информационных моделей компетенции (т. е. моделей, представляющих данные о компетенции) независимо от источников их формирования и методов обработки;
- 4) распределение информационных моделей, предназначенных для описания различных аспектов компетенции, по уровням, последовательность которых отражает увеличение комплексности и прикладной направленности моделей, в целях обеспечения постепенного снижения потенциала интероперабельности систем и возможности выбора уровня их взаимодействия;
- 5) организация управления учебным процессом в терминах компетенции;
- 6) определение предметного содержания компетенции на основе онтологий предметных областей и использование онтологических моделей для обеспечения взаимодействия сервисов ИОС, оперирующих данными о компетенции, с системами, относящимися к смежным ИТ-средам.

Первый принцип предусматривает разделение технических решений в области моделирования компетенции на те, что не зависят от педагогической платформы и прикладного контекста, и проблемно-ориентированные, воплощающие определенные педагогические концепции и учитывающие особенности сферы применения. Инвариантные решения составляют ядро методологии — систему расширяемых метамоделей. Вторые вводятся в профилях, уточняющих метамоделю.

Система метамоделей предоставляет минимальные средства для спецификации компетенции и манипулирования соответствующей информацией. Она фиксирует набор самых общих атрибутов компетенции и типов отношений между ее составляющими, способы задания атрибутов и отношений, а также схемы основных абстрактных операций над формируемыми описаниями. Для практически полезных приложений подобных средств, как правило, оказывается недостаточно, поэтому в большинстве случаев в них применяются модели, расширяющие инвариантное ядро. В то же время значение метамоделей трудно переоценить. Они обеспечивают совместимость разрабатываемых независимо систем. Поскольку все проблемно-ориентированные решения строятся на базе метамоделей, любые системы, реализующие сколь угодно сложные и объемные их расширения, не

согласованные друг с другом, обладают способностью взаимодействовать на уровне метамоделей. Иными словами, именно использование метамоделей гарантирует минимальную интероперабельность приложений в самом распространенном случае, когда они созданы без специального взаимного согласования.

Из обобщенного характера метамоделей вытекает их ориентация на понимание компетенции в собирательном смысле. Инвариантное ядро методологии должно позволять описывать любые виды и составляющие компетенции — знания, умения, навыки, профессионально важные психофизиологические качества (ПВПК), имеющие различные градации и выступающие в разных функциональных ролях (целевой, нормативной или фактической), несмотря на то, что некоторые варианты столь широкого толкования в тех или иных психолого-педагогических концепциях не относятся к компетенции [11]. Интерпретация единицы компетенции, представленной в конкретной спецификации (экземпляре модели), обуславливается контекстом использования последней, и в явном виде может быть выражена с помощью типизации, установленной в прикладном профиле приложения или ИОС в целом.

Методология моделирования компетенции охватывает информационные модели, определяющие способы формального описания характеристик компетенции, и методы манипулирования этими описаниями. Одна из особенностей метамоделирования состоит в том, что по сравнению с информационными моделями методы в большей степени привязаны к прикладной специфике: педагогической трактовке компетенции, источникам сведений о ней, решаемым задачам и т. п. Для повышения интероперабельности информационных моделей следует определять таким образом, чтобы они не зависели от методов, оперирующих ими. Благодаря реализации данного принципа одна модель может применяться в рамках множества контекстов, т. е. формироваться и обрабатываться с помощью методов, отражающих разные педагогические подходы и прикладные требования. Обеспечение независимости информационных моделей от методов создает дополнительный уровень интероперабельности систем. В свою очередь, методы также могут быть разделены на обобщенные и проблемно-ориентированные. Спецификации первых включаются в инвариантное ядро методологии.

Четвертый принцип касается специализации информационных метамоделей компетенции. Исходным шагом в этом направлении является деление компетенции на компоненты, называемые единицами компетенции (ЕК). Под ЕК будем понимать любую сторону или составляющую компетенции, которую с точки зрения задач, решаемых в ИОС, целесообразно учитывать и специфицировать в самостоятельном качестве.

Разложение компетенции на ЕК отражает декомпозицию предметов, на которые она ссылается. Все то, в чем может быть компетентен субъект — знания о предметной области и связанная с ней деятельность, обладает разной степенью агрегации и смысловой общности. Классы объектов разбиваются на подклассы, в объектах выделяются части и свойства, комплексные

характеристики разлагаются на образующих их атрибуты. Аналогично, деятельность декомпозируется на виды, а также на составные блоки — процедуры, действия и операции. Человек приобретает компетенцию постепенно, «продвигаясь» по единицам знаний и деятельности. ЕК позволяют вести пошаговый учет этого процесса, представляя соответствующие компоненты знаний и деятельности.

Распределение данных о компетенции по метамоделям направлено на расширение применимости формируемых на их основе информационных массивов и повышение интероперабельности систем. Одной из ключевых идей такого распределения является раздельное описание ЕК и отношений между ними. Спецификация ЕК раскрывает ее содержание и выражается с помощью набора характеристик, установленного педагогической моделью компетенции. Важно, чтобы спецификации ЕК могли использоваться в разных контекстах, т. е. были бы разделяемыми справочными ресурсами ИОС. С учетом сказанного логично назвать модель ЕК многократно используемым определением единицы компетенции (МИОЕК).

В системе информационных моделей компетенции МИОЕК выступает в роли элементарного звена. Последнее понимается не в плане уровня агрегации, поскольку ЕК может соответствовать как небольшому фрагменту, так и комплексной единице знаний или деятельности, а с точки зрения автономности и устойчивости определений. МИОЕК в наименьшей степени связаны с контекстом, благодаря чему, будучи однажды сформированными и размещенными в специальном хранилище ИОС, они могут многократно использоваться для поддержки различных бизнес-процессов (БП). Прочие информационные модели компетенции строятся на базе МИОЕК, путем указания ссылок на них.

Одно из наиболее технологически зрелых воплощений модели МИОЕК отражено в стандарте IEEE Std. 1484-20-2007 [12]. Данная метамодель была выбрана в качестве эталонного варианта реализации МИОЕК (что не исключает возможность использования иных метамodelей, отвечающих выдвинутым принципам).

Модель МИОЕК задает обобщенную структуру минимального расширяемого описания содержания ЕК. Она фиксирует только самые общие атрибуты ЕК, а также вводит способ формального выражения ее характеристик, установленных педагогической моделью (т. е. предусматривает механизм ее уточнения и расширения путем профилирования). МИОЕК включает ряд типовых информационных компонентов (GUID, заглавие, текстовое описание, метаданные) и повторяющийся контейнер, представляющий определение ЕК в соответствии с конкретной педагогической моделью. Этот контейнер содержит идентификатор модели и повторяющийся кортеж элементов, специфицирующий некоторую характеристику компетенции. В МИОЕК могут присутствовать характеристики, относящиеся к разным педагогическим моделям.

Несмотря на наличие средств формальной спецификации ЕК, ядро МИОЕК составляют атрибуты, не привязанные к педагогической модели: GUID, заглавие и неструктурированное текстовое описание.

Обобщенный характер и выразительность метамодели создают условия для интероперабельности сервисов ИОС, оперирующих МИОЕК. Если сервис, получивший МИОЕК, способен интерпретировать используемую в нем педагогическую модель, то имеется возможность автоматической обработки определения ЕК. В противном случае применяется неструктурированное текстовое описание. Его наличие обеспечивает «прозрачность» МИОЕК для пользователей.

Методология предусматривает, что спецификации ЕК, основанные на модели МИОЕК, образуют предметный базис компетентностного ландшафта сферы деятельности. Они формируются профессиональным сообществом и образовательными учреждениями, регистрируются и публикуются в сетевых репозиториях компетенции (получая GUID). Опубликованные МИОЕК служат элементами для построения комплексных моделей компетенции путем включения в состав последних ссылок на глобальные уникальные идентификаторы МИОЕК.

Формирование МИОЕК как разделяемых ресурсов ИОС устраняет их дублирование, обеспечивает доступность определений ЕК для всех заинтересованных сторон, а также упрощает процедуру выявления совпадения ЕК (за счет сравнения GUID, а не содержимого МИОЕК). Такой подход способствует не только экономии ресурсов, но и интероперабельности систем, так как использование ими одного и того же МИОЕК предполагает, что они одинаково «понимают» передаваемую им семантику.

Множество ЕК, заданных ссылками на МИОЕК, могут связывать разные совокупности отношений. Для их спецификации предназначены модели структуры компетенции (МСК). Типы и правила установления отношений, а также виды образуемых ими структур обуславливаются реализуемой педагогической концепцией и задачами, на которые ориентированы модели. Например, это может быть набор ЕК, упорядоченных по важности, иерархия, представляющая агрегацию ЕК, или сеть, отражающая их взаимозависимости. Важную роль в ИОС играют обобщенные МСК, рассчитанные на широкий контекст применения и основанные на нормативных документах, регламентирующих требования к компетенции. В качестве примера таких МСК можно назвать квалификационные характеристики, используемые для описания вакансий и оценивания кандидатов на их замещение, а также формирования индивидуальных программ профессиональной подготовки и повышения квалификации.

Центральным вопросом при построении МСК является типизация отношений между ЕК и выбор схемы спецификации отношений разных типов. Выделим три подхода к его решению.

Первый, крайний подход предусматривает представление в МСК единственного отношения декомпозиции–агрегации, образующего иерархию ЕК. Поскольку другие отношения не учитываются, явное указание типа связи не требуется, а структуру компетенции фиксирует иерархическое упорядочение ЕК, отражающее их вхождение друг в друга. Листья дерева (недекомпозированные вершины) ссылаются на МИОЕК. Транзитные вершины могут содержать такие

Модель структуры компетенции МИОЕК

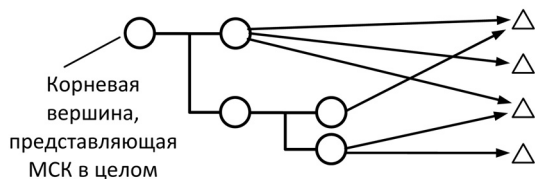
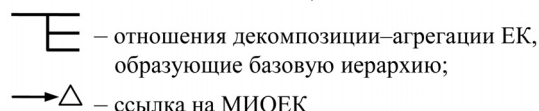


Рис. 1. Модель структуры компетенции, основанная только на отношениях декомпозиции–агрегации единиц компетенции:



ссылки. В случае отсутствия ссылки считается, что данная ЕК описывается через подчиненные ей вершины. Подобная ситуация характерна для ЕК, расположенных на верхних уровнях иерархии. Для листьев она недопустима. Для прочих вершин отсутствие ссылки на МИОЕК допускается, но не рекомендуется.

Простое и наглядное представление структуры компетенции обеспечивает удобные возможности для формирования и интерпретации таких моделей. В то же время их выразительные возможности невелики. Другой недостаток подхода заключается в неоднозначности соответствия вершин МСК и МИОЕК. Поскольку единица знаний или умений может служить основой для формирования множества ЕК, не являясь при этом их составной частью, разные вершины МСК могут ссылаться на одно и то же МИОЕК, а описание одной вершины может иметь ссылки на несколько МИОЕК (рис. 1).

В рамках второго подхода структура компетенции специфицируется с помощью графа общего вида, представляющего сеть ЕК. Для каждого ребра графа задается тип отношения, выбираемый из словаря. Формируемая модель обеспечивает наиболее точные и гибкие выразительные возможности, позволяя описывать произвольные отношения ЕК. При этом снимается проблема неоднозначного соответствия ее вершин и стоящих за ними МИОЕК. Вершина МСК может ссылаться только на одно МИОЕК, и в модели отсутствуют вершины, ссылающиеся на одно и то же МИОЕК. Расплатой за приобретаемую гибкость является сложность построения и обработки МСК, обусловленная прежде всего методическими причинами.

Сочетание простоты первого подхода и гибкости второго обеспечивает третий подход, который детализирован в разработанной методологии. Он предусматривает построение базовой иерархии ЕК, отражающей отношения их декомпозиции–агрегации и представляемой иерархическим упорядочением ЕК. На эту иерархию накладываются другие отношения, описываемые в контексте вершин, из которых они исходят, и типизируемые с помощью словаря, введенного в прикладном профиле (рис. 2).

Базовая иерархия предоставляет простые минимальные средства спецификации структуры компетенции. Она формирует ядро модели, которое при

Модель структуры компетенции МИОЕК

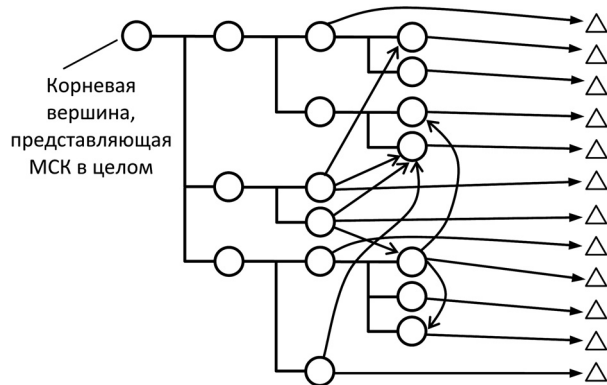
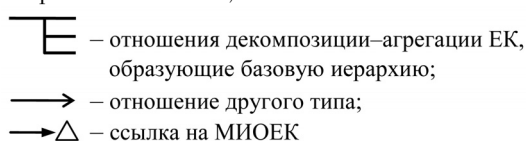


Рис. 2. Модель структуры компетенции, включающая базовую иерархию единиц компетенции и прочие отношения, описанные в их контексте:



необходимости может быть дополнено другими отношениями.

Модели МИОЕК и структуры компетенции соответствуют двум верхним уровням разработанной систематики информационных метамоделей компетенции (рис. 3). На третьем уровне располагаются способы описания:

- измерений компетенции;
- свидетельств о компетенции;
- контекста для МИОЕК и МСК.

Модели измерения компетенции, представляющие те или иные шкалы, не зависят от определения и структуры компетенции, что обуславливает их выделение в самостоятельном качестве. Таким образом, степени освоения одной и той же ЕК могут быть выражены с помощью разных шкал. По сравнению с МИОЕК и МСК способы измерения компетенции ближе к педагогической платформе, что объясняет их отнесение к данному уровню систематики. Пример обобщенной модели измерения компетенции – шкала уровней освоения компетенции EQF.

Свидетельство о компетенции задает точку зрения на МИОЕК и МСК. Оно связывает сведения о компетенции, во-первых, с субъектом и, во-вторых, с событием, зафиксированным кем-то (преподавателем, арбитром, должностным лицом, контролирующим деятельность) или чем-то (образовательным учреждением, системой управления учебным процессом, корпоративной информационной системой) и позволяющим судить о компетенции субъекта. Подобные события могут представлять результаты выполнения учебного задания, экзаменационная оценка, рейтинг, набранный в деловой игре, показатели профессиональной деятельности и т. д.

Третья группа моделей описывает произвольный контекст для МИОЕК и МСК, т. е. окружение, в котором формируются и используются данные о компетенции. В частном случае контекстом может быть

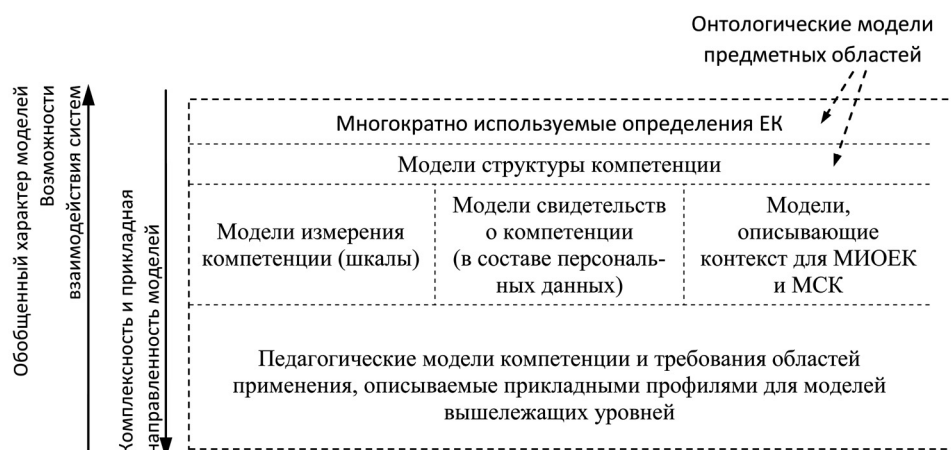


Рис. 3. Систематика информационных метамodelей компетенции и уровни интероперабельности систем, оперирующих данными о компетенции

агрегированная модель, включающая МИОЕК или МСК либо ссылающаяся на них (например, профиль учащегося, метаданные ИР, сценарий учебной деятельности, квалификационная характеристика и т. п.).

Привязку метамodelей к педагогическим методам и требованиям области применения обеспечивают прикладные профили, располагающиеся на нижнем уровне схемы, изображенной на рис. 3. Эта схема создает условия для постепенного уменьшения интероперабельности по мере повышения степени согласования моделей. В самом деле, если все данные о компетенции сосредоточены в рамках единой модели, то любая несогласованность таких моделей либо значительно затрудняет, либо исключает возможность взаимодействия реализующих их систем. Распределение сведений о компетенции по системе взаимосвязанных моделей снимает эту проблему. Для любых систем существует минимальный уровень интероперабельности, определяемый общими метамodelями, которые они поддерживают.

Предметное содержание компетенции описывается в рамках МИОЕК. До недавнего времени решение этой задачи требовало разработки семантически выразительной модели предметной области. Развитие методов и средств онтологического моделирования меняет положение дел, предоставляя новые возможности интеллектуализации ИТ. Полученные за последние годы результаты стали стимулом к реализации множества проектов по формированию открытых web-онтологий предметных областей, т.е. разделенных баз знаний, доступных через Интернет. Важно, что в таких базах используются стандартизованные языки представления знаний, ориентированные на технологии www. В первую очередь, здесь следует отметить языки, основанные на RDF и RDF Schema, например, OWL [13].

Очевидно, что разработка моделей компетенции не должна дублировать существующие онтологические проекты, поэтому при наличии подходящей авторитетной онтологии предметное содержание компетенции целесообразно определять на ее базе. Следование данному принципу требует детализации различий и связей между моделью компетенции и моделью (онтологией) предметной области.

Онтология представляет картину предметной области, которая рассматривается сама по себе, т. е. вне контекста, обусловленного задачами, решаемыми той или иной категорией лиц, и необходимыми для этого составляющими компетенции. В ней отсутствуют средства для выделения и типизации ЕК, отражения уровней овладения ими, критериев оценивания и трудоемкости изучения. Другими словами, онтология специфицирует объекты, их классы, свойства и отношения, но не утверждения об обладании субъектами определенной категории знаниями об описанных сущностях, умениями оперировать ими и способностями, влияющими на освоение и выполнение соответствующей деятельности. Привязку представления предметной области к деятельностному контексту обеспечивает модель компетенции, содержащая психолого-педагогические характеристики.

На метауровне по сравнению с предметной онтологией модель компетенции существенно проще. Если первая позволяет описывать произвольные свойства и семантические отношения, то вторая использует фиксированный набор атрибутов ЕК и типов связей между ними, установленных исходя из педагогической трактовки компетенции и прикладных требований. Ориентация модели компетенции на поддержку определенных БП в ИОС требует обеспечения ее простой формальной интерпретируемости. Именно прагматические соображения, ассоциируемые с задачами, решаемыми с помощью модели компетенции, обуславливают состав отражаемых в ней характеристик и отношений.

Из сказанного следует, что модель компетенции не сводится к онтологии предметной области, и не является ни ее упрощенным вариантом, ни надстройкой над ней. В рассматриваемом контексте данные модели взаимно дополняют друг друга. Применение онтологий при описании предметного содержания компетенции создает дополнительный уровень взаимодействия компонентов ИОС с системами, относящимися к смежным ИТ-средам (см. рис. 3). Такое взаимодействие включает совместное формирование, использование и обмен онтологическими моделями, а обеспечиваемые при этом возможности выходят далеко за рамки моделирования компетенции.

Предметное содержание ЕК может быть определено путем указания в МИОЕК ссылки на соответствующий элемент онтологии (вершину семантической сети — концепт, сущность, класс, утверждение и т. п.). Далее в рамках МИОЕК приводятся характеристики, проецирующие выделенную семантику на «поле деятельности», с которой связана специфицируемая компетенция. В их числе обычно фигурируют тип ЕК, уровень освоения, критерии оценивания, показатели сложности изучения, ссылки на нормативные источники, устанавливающие требования к компетенции, и др.

Отношение между множеством концептов предметной области и множеством ЕК не является функциональным. Одной вершине онтологии может соответствовать одна, несколько или ни одной ЕК. МИОЕК, которые ссылаются на один и тот же концепт, могут представлять компетенцию лиц разных категорий, несовпадающие типы ЕК либо различные уровни владения одной ЕК. Так как ЕК всегда имеет предметное содержание, ей соответствует одна или несколько вершин онтологии. Комплексная ЕК ссылается на множество концептов.

Продолжение следует

Список использованных источников

1. Россия онлайн? Догнать нельзя отстать//Отчет The Boston Consulting Group, 2016.
2. Цифровая Россия: новая реальность//Отчет Digital McKinsey, 2017.
3. The European Qualification Framework for Lifelong Learning, 2010. https://ec.europa.eu/ploteus/sites/eac-eqf/files/leaflet_en.pdf.
4. CWA 16234-1:2014. European e-Competence Framework 3.0. A common European Framework for ICT Professionals in all industry sectors. Brussels: CEN, 2014.
5. CWA 16234-2:2014. European e-Competence Framework 3.0. User guide for the application of the European e-Competence Framework 3.0. Brussels: CEN, 2014.
6. CWA 16234-3:2014. European e-Competence Framework 3.0. Building the e-CF — Methodology documentation. Brussels: CEN, 2014.
7. M. Cocoli, A. Guercio, P. Maresca, L. Stanganelli. Smarter Universities: A Vision for the Fast Changing Digital Era, 2014.
8. Competence-based learning. A proposal for assessment of generic competences/Ed. A. V. Sanchez, M. P. Ruiz. Bilbao: University of Deusto, 2008. 334 p.
9. Настройка образовательных структур в Европе. Вклад университетов в Болонский процесс. Tuning General Brochure. 153 p. <http://www.unideusto.org/tuningeu/documents.html> 2007.
10. А. И. Горылев, Е. А. Пономарева, А. В. Русаков. Методология TUNING: компетентностный подход при определении содержания образовательных программ: электронное методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, 2011. 45 с.
11. J. Winterton. What Is Competence?//Human Resource Development International. Vol. 8. № 1. 2005. P. 27-46.
12. ILEE Std 1484.20.1-2007. ILEE Standard for Learning Technology — Data Model for Reusable Competency Definitions (2008).
13. OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition). W3C Recommendation 11.12.2012. <https://www.w3.org/TR/2012/REC-owl2-overview-20121211>.
14. IMS Question and Test Interoperability (QTI): Overview Version 2.2. 2015. http://www.imsglobal.org/question/quiv2p2/imsqti_v2p2_oview.html.

Competency modelling in the digital education technologies

V. A. Starykh, PhD, associate professor, professor, HSE Tikhonov Moscow institute of electronics and mathematics (MIEM HSE).

A. I. Bashmakov, PhD, deputy general director for science, «Inform-Systema», scientific and production amalgamation.

The article presents the guidelines of the competency modeling methodology invariant to subject domain, type of activities and psycho-pedagogical platform. The core of this methodology is systematics of the expandable metamodels adaptable to application conditions by profiling mechanism. The methodology is aimed at creating conditions for interoperability of systems and services that make up a digital education, dealing with competency description due to possibility of flexible selection of such interaction level, good information structuring and formalization, selection of competency description units repeatedly used in various contexts, as well as ontological approach. One more purpose of the methodology is preparation of grounds for realization of smart features of digital education technologies: adaptation, inferring, self-learning, anticipation.

Keywords: competency unit, educational information environment, competency modeling, metamodel, ontology, competency repository, smart e-Learning, digitalization, digital economy, digital education.