

Методика описания образовательных и научных сервисов в информационно-образовательном пространстве на базе стека интероперабельности EIF

В данной статье представлена методика описания научных и образовательных сервисов в информационно-образовательном пространстве на базе стека интероперабельности EIF (European Interoperability Framework, сокр. EIF), описаны параметры, характеризующие сервисы на каждом этапе методики, средства, применяемые для описания как самих сервисов, так и используемого контента, а также определена связь методики описания с жизненным циклом сервиса. Приводится пример описания сервиса согласно методике с учетом существующих образовательных и профессиональных стандартов, рекомендаций ITIL, онтологии на базе OWL и WSDL-описания.

Ключевые слова: сервис, сервис-ориентированная архитектура, SOA, информационно-образовательное пространство, электронное обучение, ITIL, семантическое описание, онтологический подход, OWL, WSDL, IMS.

METHODS FOR DESCRIPTION OF EDUCATION AND SCIENTIFIC SERVICES IN INFORMATION AND EDUCATION ON THE BASIS OF INTEROPERABILITY STACK EIF

The article deals with methodology for description of scientific and educational services in education and information on the basis of interoperability stack EIF (European Interoperability Framework). The passage describes operation factors to depict services on every level of the methodology, tools used to describe the services and the content. We also provide the link between methodology of description with the life span of the service. The article presents an example of service description according to the methodology considering the current education and professional standards, ITIL recommendations, ontology on the OWL basis and WSDL-description.

Key words: service, service-oriented architecture, SOA, education and information, e-learning, ITIL, semantic description, ontology approach, OWL, WSDL, IMS.

Актуальность и роль описания сервисов в информационно-образовательном пространстве

Описание сервиса является важной частью информационного обеспечения при взаимодействии поставщика и потребителя в информационно-образовательном пространстве (ИОП). От того, каким будет это описание, во многом зависит преодоление разрывов в понимании предоставляемых сервисов и контента. Представления о

тех сервисах, которые планировалось предоставлять, тех сервисах, которые фактически предоставляются, и тех сервисах, которые ожидает получить потребитель, могут довольно сильно отличаться. Необходимость наличия такого описания, которое характеризует сервис начиная с этапа его проектирования до его эксплуатации и которое однозначно трактуется всеми ролями информационно-образовательного пространства, определяет актуальность исследования и решения задачи описания сервисов в ИОП.

1. Существующие технологии и инструменты описания сервисов

На сегодняшний день существует ряд инструментов описания сервисов, применимых для различных ролей агентов ИОП.

При рассмотрении сервиса как ИТ-услуги, для описания организационно-экономических условий его предоставления обычно применяются принципы, изложенные в библиотеке лучшего практического опыта ITIL в части формирования проектной документации услу-



Екатерина Владимировна Павлова,
м.н.с. научно-образовательного центра

Эл. почта: EPavlova@mesi.ru
Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ)
www.mesi.ru

Ekaterina V. Pavlova
Junior research associate
Email: EPavlova@mesi.ru
Moscow state university of economics, statistics and information (MESI)
www.mesi.ru

ги (Service Design Package, сокр. SDP), Каталога услуг и SLA [1]. Также подходы к описанию ИТ-услуг рассмотрены в рамках стандарта ISO 20000 [2] и представлены в работах таких экспертов в области ITSM, как П. Хуппертц [3], А. Роос, Ш. Тейлор, Р. Журавлев, В. Павлов, Д. Исайченко и др.

Для описания семантики сервисов в настоящее время разработан целый ряд технологий и языков, таких как RDF, OWL [4], OWL-S, WSMO, SAWSDL и др. Подходы к решению задач семантического описания сервисов и поиска сервисов с использованием онтологий рассматривались в работах таких ученых, как В.Ф. Хорошевский, В.А. Дерезкий [5], В.В. Климов [6], Л.Б. Шереметов [7] и др.

Для организации программного взаимодействия ключевым инструментом описания сервисов на текущий момент является язык WSDL [8]. Непосредственно для организации подключения к сервисам и передачи сообщений наиболее популярен протокол SOAP, для описания структуры обрабатываемых данных применяется XML-Schema. Также связь с сервисом может быть организована с помощью методов GET и POST протокола HTTP.

2. Постановка задачи описания научных и образовательных сервисов в информационно-образовательном пространстве

Для того чтобы обеспечить эффективный поиск и предоставление научных и образовательных сервисов в информационно-образовательном пространстве, необходимы соответствующие механизмы их описания. Описание сервиса должно быть комплексным и содержать в себе всю необходимую информацию для различных ролей как со стороны поставщика, так и со стороны потребителя (агентов ИОП). Заказчики и пользователи в рамках описания сервиса должны получать исчерпывающую информацию о назначении и возможностях сервиса, его семантике и организационно-экономических

условиях предоставления. Администраторы ИОП (программисты и другие технические специалисты) должны получать из описания сервиса необходимые данные для организации программного и сетевого взаимодействия с сервисом других элементов информационно-образовательного пространства.

Таким образом, целесообразно формировать многоуровневое описание научных и образовательных сервисов в ИОП, где каждый уровень описания будет хранить информацию для различных ролей агентов информационно-образовательного пространства. В данном контексте появляется необходимость объединения описания сервисов для взаимодействия разных ролей ИОП с использованием указанных выше технологий и инструментов описания. В свою очередь, при объединении разноуровневых описаний сервисов требуется их согласование между собой, чтобы избежать разрывов в понимании назначения, функционирования и обслуживания сервиса у поставщика и потребителя, а также чтобы избежать несоответствий и противоречий, например в OWL- и WSDL-описании сервиса. Это обуславливает задачу создания методики описания научных и образовательных сервисов в ИОП с учетом объединения разнородных сервисных метаданных.

При этом описание научных и образовательных сервисов в информационно-образовательном пространстве должно учитывать специфику образовательной деятельности. Эта специфика отражается в привязке описания сервиса ИОП к действующим законам и стандартам в области образования. Таким образом, методика описания научных и образовательных сервисов должна включать в себя не только описание организационно-экономических условий предоставления сервиса, его семантики и программного взаимодействия с помощью указанных выше технологий, но и выделение специфических атрибутов описания, таких как множество общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с принятыми обра-

зовательными стандартами и множество трудовых функций и трудовых действий в соответствии с профессиональными стандартами.

3. Методика описания сервисов и обоснование применения EIF

Так как информационно-образовательное пространство создается на базе парадигмы сервис-ориентированной архитектуры и одной из ключевых задач является организация эффективного взаимодействия агентов ИОП, предлагается использовать стек интероперабельности EIF (European Interoperability Framework, сокр. EIF) для создания комплексного описания сервисов. Данный фреймворк позволяет структурировать все данные, которые должны храниться в описании сервиса, в соответствии с выделенными уровнями интероперабельности. Рассмотрим их подробнее [9]:

1) нормативно-правовой уровень – предполагает взаимодействие систем в единой нормативно-законодательной среде;

2) организационный уровень – относится к организационным аспектам функционирования информационных систем и предполагает интеграцию бизнес-процессов и регламентов их функционирования;

3) семантический уровень – определяет способность систем одинаково понимать смысл информации, которой они обмениваются;

4) синтаксический уровень – определяет возможность обмена данными, способность систем к интеграции;

5) технический уровень – организация взаимодействия между системами.

С учетом выделенных в EIF уровней интероперабельности методика описания научных и образовательных сервисов в информационно-образовательном пространстве будет включать следующие шаги:

- описание соответствия сервиса существующим стандартам в области образования;

- описание параметров ИТ-услуги, предоставляющей сервис, для

Каталога услуг. Выделение сервисных метрик для SLA;

- составление онтологического описания сервиса для реализации семантического взаимодействия в ИОП;

- составление программного описания сервиса для реализации программно-технического взаимодействия с приложениями и другими сервисами сервис-ориентированной архитектуры ИОП.

4. Описание параметров, характеризующих сервисы на каждом этапе методики

Далее рассмотрим, значения каких параметров необходимо определить, чтобы описать сервис на каждом шаге методики.

Первый шаг методики подразумевает выделение стандартов, спецификаций и, возможно, других нормативных документов в области образования, а также их конкретных пунктов, которым соответствует описываемый сервис. Таким образом, описание сервиса на данном шаге методики представляется в виде нормативного блока описания:

Regulatory Block ($d, D^*, Link$),

где d – название нормативного документа;

D^* – множество пунктов нормативного документа, которым соответствует сервис, притом что D^* принадлежит D , где D – множество пунктов нормативного документа;

$Link$ – ссылка на нормативный документ.

Второй шаг методики подразумевает описание сервиса не как программного средства, выполняющего определенные функции, а как ИТ-услуги в соответствии с принципами библиотеки ITIL. Так как библиотека лучшего практического опыта ITIL на сегодняшний день является одним из самых популярных и подробных документов, содержащих рекомендации по организации сопровождения и предоставления ИТ-услуг, предлагается использовать описанные в ней принципы на организационном уровне стека интероперабельности EIF.

Таким образом, предлагается создать каталог услуг, включающий ИТ-услуги по предоставлению и сопровождению научных и образовательных сервисов в ИОП. Каждая ИТ-услуга S_i в каталоге описывается с помощью 12 атрибутов Пола Хуппертца [3]. Таким образом, описание сервиса на данном шаге методики представляется в виде организационного блока описания:

$$\text{Organization Block} = S_i = \langle Atr_1, Atr_2, \dots, Atr_{12} \rangle.$$

Рассмотрим, что собой представляет каждый атрибут из кортежа $S_i = \langle Atr_1, Atr_2, \dots, Atr_{12} \rangle$.

Atr_1 – множество прикладных функций ИТ-услуги, $Atr_1 = \{F_l\}$, $l = 1..L$, при этом F_l характеризует количество подключений пользователей к данной функции, что отражает ее востребованность в целом и у отдельных заказчиков.

Atr_2 – множество количественных характеристик прикладных функций F_b , $Atr_2 = \{KF_b\}$, $b = 1..B$. Единица измерения KF_b зависит от конкретной услуги и от конкретной количественной характеристики.

Atr_3 – множество точек предоставления ИТ-услуги, $Atr_3 = \{Tпред_q\}$, $q = 1..Q$. (Например, точкой предоставления услуги может быть локальное рабочее место пользователя, удаленный доступ с ноутбука или мобильное приложение для смартфона.)

Atr_4 – минимальное количество лицензий на услугу (т.е. минимальное количество пользователей, которые могут подключиться и использовать сервис).

Atr_5 – время предоставления услуги, т.е. когда пользователь может воспользоваться ИТ-услугой. Atr_5 – количество часов за период времени с учетом расписания (например, с пн по пт).

Atr_6 – время сопровождения, т.е. когда пользователь может обратиться за помощью в Service Desk. Atr_6 – количество часов за период времени с учетом расписания (например, с пн по пт).

Atr_7 – множество языков поддержки, т.е. на каком языке пользователи могут общаться с сотрудниками службы Сервис Деск. $Atr_7 = \{lang_x\}$, $x = 1..X$.

Atr_8 – доступность ИТ-услуги. Этот атрибут можно назвать основной характеристикой ИТ-услуги. Доступность отражает, насколько часто пользователь может подключаться и использовать сервис в течение периода P . Единица измерения доступности – процент времени. Фактическая доступность ИТ-услуги может быть рассчитана по формуле

$$Atr_{8\text{факт}} = \frac{t_{\text{общ}} - t_{\text{недост}}}{t_{\text{общ}}},$$

где $t_{\text{общ}}$ – общее время предоставления услуги;

$t_{\text{недост}}$ – время недоступности услуги в течение времени $t_{\text{общ}}$.

Также может быть рассчитана ожидаемая доступность ИТ-услуги. Для этого применяется следующая формула:

$$Art_{\text{ожид}} = \frac{t_{\text{общ}} - \sum_{j=1}^M \frac{Ver(KE_j) \cdot t_{\text{недост}}^*(KE_j)^{izb}}{t_{\text{общ}}^{(izb-1)}}}{t_{\text{общ}}},$$

где $Ver(KE_j)$ – вероятность (в %) отказа j -й конфигурационной единицы;

$t_{\text{недост}}^*(KE_j)$ – ожидаемое время простоя j -й конфигурационной единицы из-за отказа;

izb – уровень избыточности в ресурсно-сервисной модели.

Atr_9 – время реакции, т.е. время (в часах), через которое ИТ-служба должна отреагировать на инцидент в случае его возникновения.

Atr_{10} – время восстановления, т.е. время (в часах), за которое ИТ-служба должна восстановить нормальную работу ИТ-услуги после инцидента.

Atr_{11} – множество прикладных функций сервиса, одновременная работоспособность которых необходима для того, чтобы ИТ-услуга считалась доступной (частично доступной). $Atr_{11} = \{F_l\}, l = 1..L$.

Atr_{12} – стоимость ИТ-услуги за период времени.

Третий шаг методики подразумевает создание семантического описания научных и образовательных сервисов в ИОП. На данном этапе описания сервиса осуществ-

ляется с использованием семантического блока описания [6]:

Semantic Block (I, O, P, R, E),

где I – множество типов данных на входе;

O – множество типов данных на выходе;

P – множество логических выражений, отражающих предусловия, при выполнении которых возможно успешное выполнение сервиса;

R – логическое выражение, связывающее входы и выходы;

E – множество логических выражений, отражающих эффекты выполнения процесса с точки зрения изменения состояния внешней среды.

Четверка $\langle I, O, P, E \rangle$ составляет семантическую модель сервиса в соответствии с рекомендациями W3C, где каждое из множеств задается классами онтологии. При этом в ИОП подразумевается использование онтологий с исключительно тонкой классификацией понятий и, соответственно, огромным числом классов и отношений между ними. Как построение таких онтологий предметных областей, так и, что особенно важно, практическое использование их, представляет исключительную сложность. Поэтому, согласно [6], чтобы снять неоднозначность в описании сервиса, добавляется отображение R входов абстрактного процесса, выполняемого в конкретной предметной области, на его выходы.

Отображение R моделируется предикатом местности $|I| + |O|$, т.е. местности, равной сумме мощностей множеств. Понимая онтологию

как концептуальную модель предметной области, задаваемую логической теорией первого порядка, можно явно определить этот предикат, записывая логическое выражение, связывающее входы и выходы процесса [6].

Четвертый шаг методики подразумевает программное описание научных и образовательных сервисов в ИОП. На данном этапе описание сервиса представляет собой программный блок описания [8]:

Program Block (*types, message, portType, binding*),

где *types* – вид отправляемых и получаемых сервисом XML-сообщений;

message – множество сообщений, используемых сервисом;

portType – множество операций, которые могут быть выполнены с сообщениями;

binding – способ, которым сообщение будет доставлено.

5. Средства описания сервисов и контента в ИОП

Для обеспечения полноты описания научных и образовательных сервисов необходимо описывать не только сами сервисы, но и научные и образовательные материалы, т.е. контент информационно-образовательного пространства. При этом описание контента также целесообразно осуществлять в соответствии с предложенной выше методикой.

Средства, применяемые для описания сервисов и контента, будут различными. Средства, которые предлагается использовать на каждом шаге методики, представлены в табл.

Средства описания сервисов и контента в информационно-образовательном пространстве

Объект описания	Шаг методики			
	1	2	3	4
Сервисы	IMS Enterprise Services Specification; IMS Learner Information Package Specification; IMS Abstract Framework; Образовательные и профессиональные стандарты.	Библиотека ITIL	OWL OWL-S; WSMO; SAWSDL	WSDL; XML; SOAP
Контент	Образовательные и профессиональные стандарты	Инструкции по применению, регламенты	OWL	SCORM; Common Cartridge

Так как все научные и образовательные сервисы, выделенные в рамках информационно-образовательного пространства, по своим функциональным возможностям соответствуют прикладным функциям современных систем управления обучением (Learning Management Systems, сокр. LMS), то целесообразно предложить в качестве нормативных документов, используемых на первом шаге методики описания, спецификации IMS.

Описание образовательного контента на первом шаге методики подразумевает соотнесение образовательных материалов с существующими образовательным и профессиональным стандартами. Для образовательных стандартов следует соотносить описываемый контент с перечнем профессиональных задач, перечнем общекультурных и профессиональных компетенций и перечнем основных образовательных программ (в соответствии с учебными дисциплинами). Для профессиональных стандартов описываемый контент следует соотносить с перечнем трудовых функций, трудовых действий, знаний и умений.

На организационном уровне стека интероперабельности EIF контент в рамках ИОП характеризуется регламентами, инструкциями и рекомендациями по использованию научного и образовательного материала.

Семантическое описание контента в ИОП подразумевает составление онтологий в различных предметных областях с возможностью интеграции нескольких онтологий. Описание онтологии сервисов, создается на базе OWL.

Как такового описания контента в рамках программного блока не подразумевается. Для обеспечения программного взаимодействия с контентом в информационно-образовательном пространстве достаточно поддержки таких стандартов распространения электронных курсов, как SCORM и Common Cartridge.

6. Процесс описания сервисов в соответствии с предлагаемой методикой

Процесс описания сервиса в соответствии с представленной методикой начинается с выявления соответствия сервиса существующим законам и стандартам в области образования на нормативном уровне интероперабельности EIF. Обобщенная схема процесса описания сервиса в ИОП представлена ниже на рис. 1 и 2. Результатом описания сервиса на нормативном уровне должен стать заполненный нормативный блок описания, т.е. должны быть определены значения атрибутов нормативного блока описания.

Чтобы определить значения атрибутов нормативного блока описания, необходимо изучить и сопоставить предъявляемые к сервису требования и нормативную

базу, выявив законы и стандарты, которым должен соответствовать сервис.

Рассмотрим для примера сервис «Формирование учебного плана» и определим для него значения атрибутов нормативного блока описания. При составлении учебного плана в рамках данного сервиса учитываются два нормативных документа – ФГОС и профессиональные стандарты по соответствующему направлению подготовки в зависимости от специальности, для которой составляется учебный план.

Далее определим, с какими пунктами нормативных документов непосредственно связан сервис. В рамках ФГОС сервис учитывает следующие пункты: перечень профессиональных задач, перечень общекультурных и профессиональных компетенций, пе-

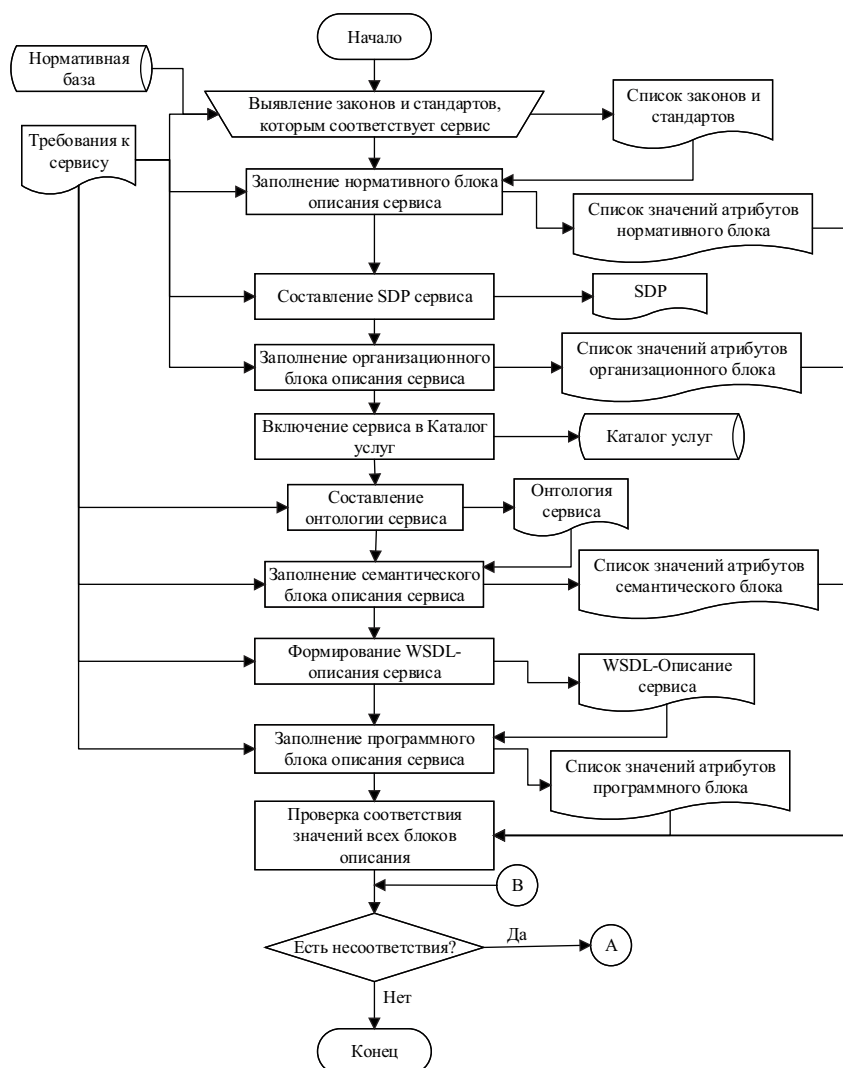


Рис. 1. Обобщенная схема процесса описания сервиса в ИОП

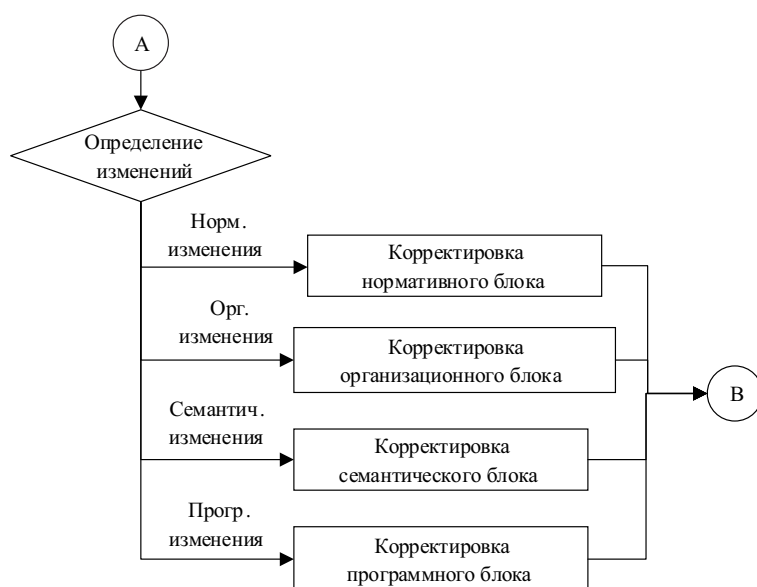


Рис. 2. Обобщенная схема процесса описания сервиса в ИОП (продолжение)

речень основных образовательных программ в соответствии с учебными дисциплинами. В рамках профессионального стандарта сервис учитывает перечень трудовых функций, которые могут выполняться обучающимися по результатам выполнения учебного плана, перечень трудовых действий, которые фактически составляют трудовую функцию, и перечень знаний и умений, которые также относятся к трудовой функции.

Полученный на выходе образовательный контент, т.е. учебный план по конкретному направлению подготовки, сформированный с помощью данного сервиса, будет в своем описании содержать ссылки на конкретный ФГОС и конкретные профессиональные стандарты и содержащиеся в них пункты (конкретные общекультурные и профессиональные компетенции, трудовые функции и т.д.).

После того как сформирован нормативный блок описания, подготавливается организационный блок описания. Это подразумевает определение значений атрибутов П. Хуппертца, которые описывают ИТ-услугу, предоставляющую сервис. Фактически значения данных атрибутов определяют спецификацию ИТ-услуги, характеризуют ее с точки зрения соответствия назначению (полезность) и с точки зрения соответствия требуемым условиям использования (гарантии).

Для того чтобы определить значения атрибутов организационного блока описания корректно и в полной мере, должна быть подготовлена проектная документация услуги (SDP), и именно она должна являться достоверным источником всей необходимой и актуальной информации об ИТ-услуге, так как SDP отражает все аспекты ИТ-услуги и требования к ней на каждой стадии жизненного цикла [10].

Определим в качестве примера значения некоторых атрибутов организационного блока описания для сервиса «Формирование учебного плана». В перечень прикладных функций, выполняемых данными сервисами, входят следующие:

- формирование списка учебных дисциплин;
- построение матрицы компетенций;
- построение и проверка структурно-логической схемы изучения дисциплин;
- построение графика учебного процесса;
- построение и согласование учебного плана.

Сервис может предоставляться на персональных компьютерах с подключением к сети Интернет в браузерах IE, Chrome, Opera, Mozilla Firefox, Yandex.

Время предоставления сервиса: 24/7.

Время поддержки сервиса: с 9.00 до 19.00, пн-пт.

Время реакции в случае сбоя: 8 часов.

Время восстановления после сбоя: 24 часа.

Язык поддержки: русский.

Доступность сервиса: 95%.

Услуга считается недоступной в случае полного отказа или некорректной работы одной или нескольких прикладных функций сервиса.

После того как определены значения атрибутов организационного блока описания и ИТ-услуга готова к предоставлению, она может быть включена в Каталог услуг. Отметим, что для Каталога услуг могут быть выделены разные значения атрибутов организационного блока описания для разных уровней сервиса.

Далее для описания сервиса на семантическом уровне интероперабельности стека EIF и последующего заполнения семантического блока описания составляется онтология сервиса. В качестве примера приведем часть онтологии сервиса «Формирование учебного плана» на языке OWL, где описывается матрица требуемых компетенций в соответствии с образовательным стандартом.

```

... <ClassAssertion>
  <Class IRI=>http://
sp.mesi.ru/personal/corpmask_
vkazakov/Personal%20Documents/
Ontology1323067021328.
owl#ProjectActivity/>
  <NamedIndividual
IRI=>#pa6/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI=>#GeneralPro
fessionalCompetence/>
  <NamedIndividual
IRI=>#pk1/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI=>#Profession
alActivityCompetence/>
  <NamedIndividual
IRI=>#pk10/>
</ClassAssertion> ...

```

Программное описание сервиса для реализации программно-технического взаимодействия с приложениями и другими сервисами ИОП создается с помощью технического блока описания на базе языка WSDL. Имея сведения о входных и выходных данных сервиса и их типах, можно сформировать WSDL-

описание сервиса. В качестве примера приведем отрывок такого описания для сервиса «Формирование учебного плана».

```

... <portType
name=>StudyPlanPortType>>
  <operation
name=>GetStudyPlan>>
    <input message=>tns:G
etStudyPlanRequest />
    <output message=>tns:
GetStudyPlanResponse />
  </operation>
</portType>
<binding
name=>StudyPlanBinding>>
type=>tns: StudyPlanPortType>>
  <soap:binding style="rpc"
transport=>http://schemas.
xmlsoap.org/soap/http />
  <operation
name=>GetStudyPlan>>
    <soap:operation
soapAction=> />
    <input>
      <soap:body
use=>literal />
    </input>
    <output>
      <soap:body
use=>literal />
    </output>
  </operation>
</binding>
<service name=>StudyPlanService>>
  <port name=>
StudyPlanServicePort>
binding=>tns: StudyPlanBinding <<
  <soap:address
location=>http://localhost:80/
StudyPlanService.php />
  </port>
</service> ...

```

7. Связь этапов методики описания сервисов с этапами жизненного цикла сервиса

Последовательность прохождения уровней стека интероперабельности «сверху вниз» неслучайна. Она связана с этапами жизненного цикла сервиса. Описание научных и образовательных сервисов в соответствии с предлагаемой методикой начинается до их фактического появления в информационно-образовательном пространстве и готовности к использованию. Таким образом, первый шаг методики – описание соответствия сервиса образовательным и профессиональным стандартам – можно отнести к сервисной стратегии или к предпроектному этапу до непосредственной разработки сервиса.

Конечно, можно было бы указать степень соответствия определенным стандартам и другие параметры для уже подготовленного к эксплуатации сервиса. Но соблюдение последовательности шагов методики в привязке к этапам жизненного цикла позволяет описывать все параметры сервиса в качестве требований для разработки. В этом случае вероятность соответствия научных и образовательных сервисов ожиданиям пользователей информационно-образовательного пространства будет выше.

Следующие шаги методики, связанные с описанием ИТ-услуги по предоставлению сервиса и с его онтологическим описанием, можно отнести к этапу проектирования. Описание сервиса с помощью WSDL и других программных языков для последующего взаимодействия с другими сервисами и приложениями в ИОП можно отнести к этапу программной реализации.

Выводы

Предлагаемая методика описания сервисов отличается тем, что позволяет объединить и структурировать разнородные данные, которые характеризуют сервисы и предназначены для разных ролей агентов информационно-образовательного пространства, на разных уровнях интероперабельности. Также данная методика имеет элементы научной новизны, поскольку учитывает при описании сервисов особенности образовательной деятельности за счет привязки к существующим законам, спецификациям и стандартам в области образования. Это дает возможность повысить полноту описания сервисов и комплексно подойти к решению задачи организации эффективного взаимодействия сервисов в информационно-образовательном пространстве на базе сервис-ориентированной архитектуры.

Литература

1. ITIL 2011. Service Design. – TSO, 2011.
2. ISO/IEC 20000:2005. Информационная технология. Управление услугами.
3. *Huppertz Paul G.* Сервиселизация услуги: от идентификации к биллингу // IX Российский IT Management Форум. – М., 2012.
4. OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax [Electronic resource] // W3C Recommendation, 2004. – URL: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-semantics-20040210/>
5. *Дерецкий В.А.* Подходы и задачи композиции сервисов в семантическом web окружении // Проблемы программирования. – 2008. – № 4.
6. *Климов В.В.* Модели, алгоритмы и программные средства поиска и композиции веб-сервисов с использованием семантических описаний: дис. ... канд. техн. наук. – М.: МИФИ, 2012.
7. *Шереметов Л.Б., Санчес К.* Семантическое расширение сервисных описаний // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2009. – № 2.
8. Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 1: Core Language. <http://www.w3.org/TR/wsdl20>
9. *Бойченко А.В., Корнеев Д.Г.* Описание технологии обеспечения интероперабельности с использованием модели OSE/RM // Сборник научных трудов XVII научно-практической конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ – 2014)». – М., 2014.
10. ITIL 2011. Глоссарий терминов и определений. – TSO, 2011.
11. *Тельнов Ю.Ф.* Онтологический инжиниринг информационно-образовательного пространства // Сборник научных трудов XVII научно-практической конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ – 2014)». – М., 2014.