

# Оценка интероперабельности организационных сервисов электронной среды сетевого обучения

А. В. Захаров, Л. Г. Соловьянюк, О. Г. Старцева, Р. Р. Рамазанова

**Аннотация**—Рассмотрены особенности организации сетевой формы обучения, обоснована необходимость исследования интероперабельности организационных сервисов электронной среды взаимодействия для организации сетевого обучения. Выделены и детализированы свойства, характеризующие интероперабельность подсистем организационных сервисов электронной среды сетевого обучения. Предложен вариант детализации свойств интероперабельности, а также общей оценки интероперабельности подсистем. Рассмотрен вопрос автоматизации рейтингового управления интероперабельностью подсистем.

**Ключевые слова**—Сетевая форма обучения, электронная среда обучения, интероперабельность, рейтинговое управление.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ регламентируется статьей 16 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» [1]. В этом же законе прописана возможность организации сетевой формы реализации образовательных программ несколькими организациями. Изучение вопросов, связанных с реализацией образовательных программ сетевого обучения, представляется достаточно актуальным в связи с существованием в России сетевых университетов ШОС, СНГ, а также с началом в 2016 г. функционирования сетевого университета БРИКС [2].

Реализация образовательных программ, осуществляемых с помощью электронной информационно-образовательной среды, предполагает наличие в ней:

- электронных ресурсов образовательного содержания;
- электронных ресурсов научного содержания;
- организационных сервисов.

Статья получена 4 июля 2016.

Захаров А.В., Уфимский государственный нефтяной технический университет (e-mail: andrewzakhar@mail.ru).

Соловьянюк Л.Г., Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы (e-mail: solovyanukl@yandex.ru).

Старцева О.Г., Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы (e-mail: starcevaog@mail.ru).

Рамазанова Р.Р., Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы (e-mail: ramazanova.ruzana@mail.ru).

К образовательному содержанию, в частности, относятся:

1. Совместные образовательные ресурсы.
2. Система личных кабинетов преподавателей.
3. Система личных кабинетов обучающихся (включая портфолио, предназначенное, в частности, для взаимодействия с будущим работодателем).

К научным ресурсам можно отнести, к примеру:

1. Общие наукоемкие сервисы (например, данные, используемые в научных исследованиях).
2. Совместные электронные научные издания.
3. Систему информации о научных мероприятиях (грантах, конкурсах, конференциях).

Для сетевой формы обучения, наряду с обеспечением работы ресурсов образовательного и научного содержания, необходима полноценная поддержка бизнес-процессов, связанных с обеспечением образовательной деятельности. В этой связи необходимо преодолеть, в частности, как сложности заключения договора о сетевой форме обучения, так и технические сложности создания информационно-образовательной среды, информационного взаимодействия с обучающимися. В случае сетевого обучения информационные системы каждой из участвующих в нем организаций должны быть открыты для взаимодействия друг с другом, т.е. обладать свойством интероперабельности (определение интероперабельности приведено в п. IV).

## II. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕВОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Обязательным условием успешной реализации сетевой формы обучения является признание организациями-партнерами периодов и результатов обучения обучающихся. Обычно факт признания периодов и результатов обучения реализуется на основе договора о сетевой форме обучения, заключаемого всеми организациями-партнерами. Заключение договора при этом не является разовым действием и требует:

- ежегодного обновления состава сетевых образовательных программ (как направлений, так и профилей);
- ежегодного обновления учебных планов;
- немедленное исправление ошибок и недочетов уже реализуемых учебных программ.

Второй сложностью является включение в сетевую форму обучения новых образовательных организаций. С

ними также должен быть заключен договор, совместный с уже включенными в сетевое обучение организациями-партнерами.

Третьей сложностью является территориальная удаленность организаций участников сетевой формы обучения.

Основным принципом реализации сетевого обучения является предоставление равных возможностей для всех обучающихся, желающих получить образование в сетевой форме.

Поэтому для желающих обучаться должна быть доступна следующая информация:

- перечень всех образовательных программ, реализуемых в сетевом университете и условия участия в этих программах;
- перечень всех организаций, входящих в систему сетевой формы обучения;
- права и обязанности обучающихся реализуемых по совместным образовательным программам;
- правоустанавливающие документы, обеспечивающие сетевое обучение.
- перечень информационных сервисов, которые используются для организации взаимодействия с обучаемым (сайты организаций, реализующих сетевое обучение; рассылки по электронной почте; группы в социальных сетях).

Применение популярных сетевых интернет-сервисов имеет свои недостатки, например, не у всех обучающихся имеется аккаунт в той или иной социальной сети. Кроме того, на основе таких сервисов затруднительно создать развитую информационно-образовательную среду, которая должна содержать систему личных кабинетов обучающихся, поддерживающих различные функции, такие как портфолио, предназначенное, в перспективе, для взаимодействия с будущим работодателем, сервис взаимодействия с преподавателями, журнал работы студента в системе и т.д.

### III. ЭЛЕКТРОННАЯ СРЕДА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕВОГО ОБУЧЕНИЯ

Для реализации обучения в рамках сетевой формы широко используют системы дистанционного взаимодействия, реализующие электронную среду взаимодействия.

В настоящее время среды электронного взаимодействия получили широкое распространение: в образовании (e-Learning, m-Learning), в науке (e-Science, e-Social Science, e-Data, e-Research, e-Publications), в экономике (e-Business, e-Commerce, e-Banking), в государственном и муниципальном управлении (e-Government), а также в других сферах деятельности (e-Insurance, e-Culture, e-Medicine) [3, С.7].

Ключевым понятием электронной среды является интероперабельность (англ. interoperability — способность к взаимодействию) – способность системы взаимодействовать и функционировать с другими системами без каких-либо ограничений доступа (точное определение приведено в следующем пункте). Целью создания среды электронного взаимодействия является

определение процедур и правил, способствующих рациональной и эффективной реализации взаимодействия информационных систем определенной области деятельности.

Для успешной организации учебного процесса в среде электронного взаимодействия при организации сетевого обучения можно выделить следующие сервисы управления образовательными программами и взаимодействия с обучающимися:

- сервис формирования учебных планов и программ сетевой формы обучения при участии всех участвующих организаций;
- сервис исправления ошибок и недочетов учебных программ (в том числе учебных планов);
- систему управления образовательным процессом по совместным образовательным программам;
- сервис экспертных оценок и согласований программы сетевого обучения;
- систему информирования о ключевых документах и изменениях в процессе организации сетевой формы обучения;
- сервис выбора траектории образовательного процесса (в простейшем случае – осуществление выбора дисциплины по выбору студента дистанционно).

Для успешной реализации электронной среды межвузовского взаимодействия должны выполняться следующие условия:

- разработка общих стандартов взаимодействия и документооборота университетов;
- соответствие стандартам качества работы каждого из университетов;
- оперативный обмен данными в реальном времени.

Электронная среда межвузовского взаимодействия предоставляет ряд преимуществ сообществу университетов, таких как сокращение расходов на осуществление переговоров, командировок, согласований, благоприятные условия для оперативного обмена результатами работы между сотрудниками, создание единого электронного образовательного пространства.

Рассматривая среду электронного взаимодействия как совокупность стандартов, руководств и методик, следование которым обеспечивает интероперабельность информационных систем организаций, участвующих в реализации сетевой формы обучения, можно выделить ряд задач, которые необходимо решать при создании электронной среды межвузовского взаимодействия. В частности, к ним относятся: создание и совместное использование web-сервисов, функциональная совместимость, масштабируемость, удобство управления и контроль качества, скорость и простота работы, безопасность системы.

Решение этих задач, с точки зрения интероперабельности, обеспечит взаимодействие не только образовательных организаций друг с другом, но и их взаимодействие с внешними системами, а также с обучающимися.

#### IV. ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМ (ОБЗОР НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ)

Для обеспечения способности взаимодействовать между собой открытые системы должны обладать свойством интероперабельности (interoperability). Под интероперабельностью в стандарте ISO/IEC 24765-Systems and Software Engineering Vocabulary [4] понимается «способность двух или более систем или элементов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена» [5]. Существует также множество других определений интероперабельности [6, 7].

Эталонная модель интероперабельности, зафиксированная в ГОСТ Р 55062-2012 [8] на основе обобщения значительного количества моделей интероперабельности, выделяет три базовых уровня:

1. техническая интероперабельность;
2. семантическая интероперабельность;
3. интероперабельность бизнес-процессов (организационный уровень).

В работе [9] выделены следующие уровни интероперабельности:

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

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

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

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

– технический уровень – организация взаимодействия между системами.

В европейской ссылочной архитектуре интероперабельности (European Interoperability Reference Architecture, EIRA [10]) рассмотрены четыре уровня:

1. Законодательный уровень (Legal view).
2. Организационный уровень (Organizational View).
3. Семантический уровень (Semantic View).
4. Технический уровень (Technical View).

Подробный обзор моделей интероперабельности приведен в работе [6]. Разработка методов и программных средств обеспечения интероперабельности в области электронного обучения рассматривалась в [11].

#### V. СВОЙСТВА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ ПОДСИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ ЭЛЕКТРОННОЙ СРЕДЫ СЕТЕВОГО ОБУЧЕНИЯ

В работе [12] приведена одна из возможных методик сравнительной оценки информационных систем для определения степени их интероперабельности, основанная на методе интервальной и экспертной взвешенной оценки. Взвешенная оценка поможет выявить преимущества и недостатки каждой из подсистем, а также определить необходимое

стимулирующее дополнительное финансирование сетевым университетом образовательной организации. При этом использованы такие свойства систем, которые мало подходят для оценки интероперабельности подсистем электронной среды сетевого обучения, например, производительность системы, стоимость пользования системой, зависимость пользователя от конкретного производителя

Ниже мы приводим список свойств, которые на наш взгляд могут характеризовать интероперабельность подсистем организационных сервисов электронного обучения.

1) Функциональность системы. Данное свойство отражает количество и качество решаемых подсистемами задач организации сетевого обучения, а также уровень совместимости набора функций, реализуемых исследуемой подсистемой с функциями других подсистем, входящих в систему сетевого обучения при их интеграции.

2) Удобство работы с подсистемой. Свойство, отражающее удобство использования системы в различных организациях, реализующих сетевую форму обучения. Характеризуется доступностью и полнотой интерфейса, а также степенью участия человека в информационных процессах.

3) Масштабируемость системы. Данная характеристика включает в себя возможность присоединения к подсистеме новых организаций без допущения ошибок, сбоев в работе, с сохранением функциональности подсистемы.

4) Адаптивность системы к внешним и внутренним изменениям. При изменениях законодательства страны или административного субъекта, к которому относится образовательная организация, правила функционирования подсистемы должны быть изменены соответствующим образом без допущения ошибок, сбоев в работе, с сохранением функциональности подсистемы. Также подсистема должна поддерживать внутренние структурные изменения образовательной среды, связанные с изменениями образовательных программ, учебных планов, контингента обучающихся и т.п.

#### VI. ДЕТАЛИЗАЦИЯ СВОЙСТВ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ И ПРИСВОЕНИЕ РАНГОВ

Рассмотрим выделенные свойства (в таблицах будем обозначать их номерами):

- 1 Функциональность системы.
- 2 Удобство работы с подсистемой.
- 3 Масштабируемость системы.
- 4 Адаптивность системы к внешним и внутренним изменениям.

Приведем один из вариантов детализации свойств, основанной на четырех рассмотренных выше уровнях интероперабельности (законодательном, организационном, семантическом и техническом) – таблица 1.

Табл.1. Детализация свойств интероперабельности

№ свойства подсистемы	Детализированные единицы свойств
1	1.1. Соответствие нормативным актам
	1.2. Соответствие реальным бизнес-процессам
	1.3. Соответствие принятым стандартам (в том числе и для других подсистем)
	1.4. Качество алгоритмов решения задач
2	2.1. Соответствие нормам, принятым для каждой из подсистем (поддержка нескольких языков, учет национальных, религиозных и местных традиций)
	2.2. Соответствие интерфейса функциям подсистемы
	2.3. Соответствие типовым операциям пользователя подсистемы
	2.4. Удобство интерфейса (эргономика)
3	3.1. Контроль (мониторинг) соответствия нормативным документам
	3.2. Возможность увеличения количества выполняемых задач (сервисов)
	3.3. Гибкость системы обозначений объектов и/или наименований операций
	3.4. Возможность увеличения количества пользователей (подсистем)
4	4.1. Способность адаптации к изменениям в законодательстве и в других нормативных актах (стандартах, положениях и т.д.)
	4.2. Способность к адаптации к изменениям структуры бизнес-процессов
	4.3. Скорость адаптации к изменениям (нововведениям) терминологии
	4.4. Стоимость адаптации к изменениям используемых технологий (в т.ч. программно-аппаратного обеспечения)

Оценку уровня выполнения каждого из детализированных свойств будем производить при помощи четырех значений: «малый», «средний», «высокий», «очень высокий». Например, степень соответствия принятым стандартам может оцениваться как малая, средняя, высокая и очень высокая (полное соответствие).

В рамках предлагаемой нами методики мы будем присваивать ранги детализированным единицам свойств в соответствии с табл. 2.

Табл. 2. Присвоение рангов свойствам, соответственно их оценкам

Оценка	«малое»	«среднее»	«высокое»	«очень высокое»
Ранг	1 ранг	2 ранг	3 ранг	4 ранг

## VII. ОБЩАЯ ОЦЕНКА ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ

Все показатели интероперабельности подсистем распределены по четырем логическим группам, в каждой из групп количество детализированных свойств равно также четырем. По каждому детализированному свойству подсистема получает числовую оценку, соответствующую рангу.

Обозначим числовое значение ранга детализированного свойства  $i$  общего свойства  $j$  через  $r_i^j$  ( $j = 1, \dots, 4, i = 1, \dots, 4$ ).

**Оценка подсистемы по каждому из свойств.** Оценку подсистемы  $r_j$  по свойству  $j$  определим как среднее арифметическое по всем соответствующим детализированным показателям:

$$r_j = \sum_{i=1}^4 r_i^j / n_j. \quad (1)$$

**Общая оценка интероперабельности подсистемы.** Предположим, что каждое из четырех свойств интероперабельности имеет свой вес (значимость) для оценки подсистемы на данный момент времени, выражаемой численно. Обозначим через  $v_j$  ( $v_j \in (0,1)$ ) вес свойства  $j$  ( $j = 1, \dots, 4$ ) и потребуем от набора весов выполнения условия:

$$\sum_{j=1}^4 v_j = 1. \quad (2)$$

Общую оценку подсистемы зададим при помощи линейного выражения:

$$v = \sum_{j=1}^n v_j r_j. \quad (3)$$

Полученная взвешенная оценка является общим показателем интероперабельности подсистемы.

## VIII. ПРИМЕР ОЦЕНКИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ

По каждому детализированному свойству подсистема получает числовую оценку, соответствующую рангу. Предположим, что руководство сетевого университета считает удобство работы с подсистемами приоритетным направлением развития и устанавливает на следующий период следующие значимости групп показателей:

$$v_1 = v_3 = v_4 = 0.2, v_2 = 0.6.$$

В этом случае подсистеме (образовательной организации) проще увеличить свой рейтинг интероперабельности, улучшив оценки детализированных свойств, связанных со вторым свойством (удобство работы с подсистемой).

В таблице 3 приведен пример оценки интероперабельности подсистемы сетевого университета.

Табл.3. Пример оценки интероперабельности подсистемы

№ свойства подсистемы	Детализир. единицы свойств (номер)	Значения ранга	Оценка по свойству	Вес
1	1.1	2	2,5	0,2
	1.2	3		
	1.3	2		
	1.4	3		
2	2.1	3	3,5	0,6
	2.2	4		
	2.3	4		
	2.4	3		
3	3.1	1	2,5	0,2
	3.2	2		
	3.3	3		
	3.4	4		
4	4.1	4	2,5	0,2
	4.2	3		
	4.3	2		
	4.4	1		

Общая оценка интероперабельности подсистемы с учетом значимости показателей, представляет собой произведение оценок по каждому свойству на соответствующий вес свойства. В приведенном примере, поскольку значение по приоритетному показателю выше, общая оценка интероперабельности системы достаточно высокая:

$$v = \sum_{j=1}^n v_j r^j = 3,6. \quad (4)$$

#### IX. АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕЙТИНГОВОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ

Формализуем общий цикл управления интероперабельностью подсистем:

1. Формирование первоначального управляющего воздействия (задание начальной методики расчета рейтингов подсистем).

2. Подсчет рейтингов после соответствующего периода.

3. Коррекция управляющего воздействия (изменение методики расчета рейтингов подсистем).

4. Переход к п.2.

Для общего описания процесса управления системой приведем его структурную схему (рис. 1).

Как видно из схемы, результат управления в общем случае может привести к изменению не только методики расчета рейтингов подсистем, но и к корректировке самой цели управления. К корректировке и уточнению методики управляющего воздействия может привести не только общий результат, но и информация об изменении объекта управления (подсистемы).

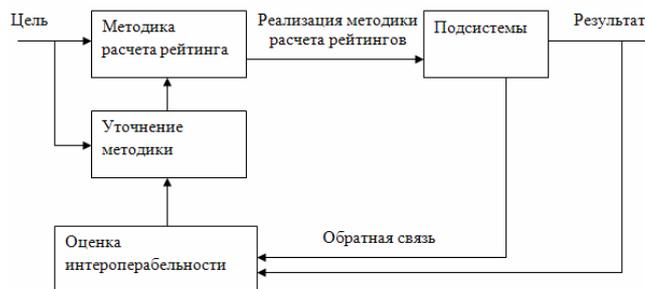


Рис. 1. Структурная схема процесса управления интероперабельностью подсистем

Автоматизация управления интероперабельностью системой может быть проведена в двух направлениях:

1. Сбор данных о подсистемах и расчет рейтингов подсистем.

2. Поддержка принятия решения об управляющем воздействии.

Автоматизация сбора данных о подсистемах при наличии регламентов соответствующих информационных транзакций, а также расчет рейтингов подсистем представляет собой простую задачу информационного взаимодействия между компонентами подсистемы. Поддержка принятия решения об управляющем воздействии может осуществляться советующей экспертной системой.

#### X. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснована необходимость исследования интероперабельности организационных сервисов электронной среды взаимодействия для организации сетевого обучения. Детализированные свойства, характеризующие интероперабельность подсистем организационных сервисов электронной среды сетевого обучения, могут быть оценены при помощи системы рангов. В частности, это позволяет провести общую оценку интероперабельности локальных подсистем организационных сервисов сетевого обучения. Процесс управления интероперабельностью подсистем может быть автоматизирован с использованием принципов рейтингового управления.

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ст.16.
- [2] Сетевой университет БРИКС // Институт международных организаций и международного сотрудничества (ИМОМС) URL: <https://www.hse.ru/org/hse/iori/bricsuni> (дата обращения: 01.06.2016).
- [3] Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях: электрон. учеб. пособие. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. 170 с. URL: [http://bio.sfu-kras.ru/files/2577\\_u\\_manual.pdf](http://bio.sfu-kras.ru/files/2577_u_manual.pdf) (дата обращения: 01.06.2016).
- [4] ISO/IEC 24765-Systems and Software Engineering-Vocabulary. URL: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=50518](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=50518) (дата обращения: 01.06.2016).
- [5] Бородакий Ю.В. О проблеме обеспечения интероперабельности // Труды третьей всероссийской конференции "Стандартизация информационных технологий и интероперабельность". - М.: ИПЭ РАН, 2009. - С. 22-25. URL: <http://www.sitopconf.ru/files/sitop2009.pdf> (дата обращения: 01.06.2016).

- [6] Батоврин В.К., Гуляев Ю.В., Олейников А.Я. Обеспечение интероперабельности – основная тенденция в развитии открытых систем // Информационные технологии и вычислительные системы. - 2009. - №5. - С. 7-15.
- [7] European Interoperability Framework (EIF) // Interoperability Solutions for European Public Administrations. URL: [http://ec.europa.eu/isa/documents/eif\\_brochure\\_2011.pdf](http://ec.europa.eu/isa/documents/eif_brochure_2011.pdf) (дата обращения: 01.06.2016).
- [8] ГОСТ Р 55062-2012. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения // Центр открытых систем ИРЭ РАН. Создание и внедрение профилей на основе технологии открытых систем. URL: [http://opensys.info/files/data\\_20130514161145.pdf](http://opensys.info/files/data_20130514161145.pdf) (дата обращения: 01.06.2013).
- [9] Folmer E., Vehosel J. State of the Art on Semantic IS Standardization Interoperability & Quality. - Twente: TNO, University of Twente, СТТТ, NOiV., 2011. - 164 с. URL: [http://doc.utwente.nl/76291/1/Folmer-SOTA\\_web.pdf](http://doc.utwente.nl/76291/1/Folmer-SOTA_web.pdf)
- [10] European Interoperability Reference Architecture (EIRA) // Interoperability Solutions for European Public Administrations. URL: <https://joinup.ec.europa.eu/asset/eia/description> (дата обращения: 01.06.2016).
- [11] Рубан К. А. Исследование и разработка методов и программных средств обеспечения интероперабельности в области электронного обучения (на примере Магнитогорского государственного технического университета имени Г.И. Носова) : автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.13.11. - М., 2014. - 22 с.
- [12] Петров А. Б., Стариковская Н. А. Методика сравнительной оценки интероперабельности информационных систем // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2009. - №5. – С. 82-90.

# Evaluation of interoperability of organizational services of e-learning environment

A. V. Zakharov, L. G. Solovyanyuk, O. G. Starceva, R. R. Ramazanova

**Abstract**— The features of network learning organization are considered, the necessity of the study of interoperability of network e-learning environment organizational services is substantiated. The properties of network e-learning environment subsystems organizational services are distinguished and detailed to characterize their interoperability. Also, we propose an interoperability properties specification, as well as subsystems interoperability estimation. The automation of the subsystems interoperability rating control is also considered.

**Keywords** — network learning, electronic learning environment, interoperability, rating control.