

УДК 378, 004.942

DOI: [10.26102/2310-6018/2019.27.4.036](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2019.27.4.036)

СОЗДАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ НЕПРЕРЫВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

М.В. Деев¹, А.Г. Финогеев², А.А. Финогеев³, И.Н. Колесников⁴

Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация

¹*e-mail: miqz@yandex.ru*

²*e-mail: alexeyfinozeev@gmail.com*

³*e-mail: fanton3@ya.ru*

⁴*e-mail: iljakolesnikoff@yandex.ru*

Резюме: В статье анализируются проблемы управления жизненным циклом электронных образовательных ресурсов. Для их решения необходимо разработать систему управления и поддержки жизненного цикла образовательного контента. Целью работы является создание комплексного научного подхода к интеллектуальному управлению этапами жизненного цикла электронных образовательных ресурсов с адаптивной настройкой на меняющиеся требования стандартов и работодателей. В рамках разработки концепции управления жизненным циклом электронных ресурсов предлагается разработать модель управления, основанную на подробном анализе модели жизненного цикла образовательного контента, а также набор показателей и интегральную оценку жизненного цикла электронных ресурсов. Модель описывает входящие параметры и внешние воздействия, влияющие на процесс развития ресурса от начала разработки и до вывода из эксплуатации, задействованные ресурсы, а также выходные результаты. Предложенные показатели и интегральная оценка позволят оценить эффективность процесса управления жизненным циклом образовательного контента. Разработанная система обеспечивает непрерывное управление жизненным циклом электронных образовательных ресурсов, адаптивную актуализацию учебного контента и включена в состав интеллектуальной образовательной среды (Smart Learning Environment), что позволяет снизить затраты при разработке ресурсов и качественно улучшить учебный материал.

Ключевые слова: управление, CMS, жизненный цикл, электронный образовательный ресурс, интеллектуальная образовательная среда, схема управления.

Для цитирования: Деев М.В., Финогеев А.Г., Финогеев А.А., Колесников И.Н. Создание и практическая реализация концепции непрерывного управления жизненным циклом электронных образовательных ресурсов. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2019;7(4). Доступно по: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/DeevSoavtors_4_19_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2019.27.4.036

CREATION AND PRACTICAL IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF CONTINUOUS LIFE-CYCLE MANAGEMENT OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES

M.V. Deev, A.G. Finogeev, A.A. Finogeev, I.N. Kolesnikov

Penza State University, Penza, Russian Federation

Abstract: The article analyzes the problems of life-cycle management of electronic educational resources. To solve them, it is necessary to develop a system for managing and supporting the life cycle of educational content. The aim of the work is to create a comprehensive scientific approach to the intellectual management of the stages of the life cycle of electronic educational resources with adaptive tuning to the changing requirements of standards and employers. As part of the development of the concept of managing the life cycle of electronic resources, it is proposed to develop a management model based on a detailed analysis of the life cycle model of educational content, as well as a set of

indicators and an integrated assessment of the life cycle of electronic resources. The model describes the input parameters and external influences that affect the process of resource development from the beginning of development to decommissioning, the resources involved, as well as output results. The proposed indicators and integrated assessment will assess the effectiveness of the process of managing the life cycle of educational content. The developed system provides continuous management of the life cycle of electronic educational resources, adaptive updating of educational content and is included in the composition of the Smart Learning Environment, which allows to reduce costs in developing resources and to qualitatively improve educational material.

Keywords: management, CMS, life cycle, electronic educational resource, intellectual educational environment, management scheme.

For citation: Deev M.V., Finogeev A.G., Finogeev A.A., Kolesnikov I.N. Creation and practical implementation of the concept of continuous life-cycle management of electronic educational resources. *Modeling, optimization and information technology*. 2019;7(4). Available by: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/DeevSoavtors_4_19_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2019.27.4.036 (In Russ.).

Введение

В настоящее время процесс подготовки специалистов невозможно представить без применения в учебном процессе большого количества электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по разным направлениям, тематикам и форматам. Электронный образовательный ресурс может включать в себя данные, информацию, программное обеспечение, необходимые для его использования в процессе обучения. ЭОР является основополагающим компонентом информационно-образовательной среды, ориентированным на реализацию образовательного процесса с помощью информационно-коммуникационных технологий и на применение новых методов и форм обучения. Управление жизненным циклом (ЖЦ) комплектов ЭОР является трудной и затратной задачей. Актуальной становится проблема модернизации образовательного контента в связи с ускоренным темпом научно-технического прогресса и изменениями условий на рынке труда.

В данной статье рассматриваются вопросы разработки и применения концепции непрерывного управления ЖЦ ЭОР. Представлено описание этапов ЖЦ ЭОР, предложена схема управления ЖЦ и IDEF0 диаграмма с подробным описанием входных, выходных параметров и условий. Далее рассмотрен вариант реализации системы управления ЖЦ ЭОР на основе CMS системы, а также предложена архитектура разработанного программного компонента.

Жизненный цикл электронных образовательных ресурсов

На данный момент для обеспечения взаимодействия между системой образования и реальным сектором экономики необходима организация полноценной системы подготовки специалистов на основе актуальных образовательных методик и технологий, что требует решения проблемы синтеза и модернизации ЭОР. Массовые операции по генерации и модернизации комплектов ЭОР нуждаются в непрерывном совершенствовании на основе использования моделей ЖЦ программного обеспечения [1].

Основными проблемами процесса подготовки специалистов являются:

– Отсутствие моделей ЖЦ для ЭОР, образовательных программ (ОП) и уровней квалификации специалистов, применение которых обеспечит полноценную автоматизацию управления учебной деятельностью в информационно-образовательной среде.

- Отсутствие интегральных оценок эффективности процесса управления и согласования ЖЦ ЭОР, ОП и уровней квалификации специалистов.
- Несоответствие ОП и комплектов ЭОР актуальным требованиям работодателей и ФГОС.
- Отсутствие программных средств для синтеза, модернизации и сопровождения контента ЭОР в информационно-образовательной среде.
- Отсутствие инструментария для анализа условий рынка труда и требований работодателей при создании набора компетенций.
- Отсутствие технологии комплексной автоматизации процесса синхронизации контента ОП с требованиями работодателей и имеющимися комплектами ЭОР в информационно-образовательной среде.

Аналитический поиск проблем поддержки ЖЦ выполнялся разными коллективами. В научном труде [2] была рассмотрена вероятностная модель ЖЦ ЭОР. В статье [3] описаны варианты решения проблем, связанных с созданием комплектов ЭОР. В научной работе [4] авторами представлено уточнённое представление модели ЖЦ ОП.

Интерес зарубежных исследователей также связан с областью синтеза и согласования моделей ЖЦ. В научной работе [5] приводится анализ вопросов синхронизации этапов ЖЦ, в ней представлен математический аппарат для обеспечения взаимодействия ЖЦ. В работе [6] рассмотрены возможные проблемы, возникающие при создании и поддержке ЖЦ электронных ресурсов, а также приведен метод оценки эффективности процессов генерации и актуализации ЭОР. В работе [7] описана детализированная модель ЖЦ ЭОР с анализом каждого этапа. В научном труде [8] представлены методы синтеза ЭОР, структура образовательного контента и аналитический обзор проблем поддержки ЖЦ комплектов ЭОР.

Анализ представленных научных статей показал, что на текущий момент не рассмотрены возможности формального описания, комплексной автоматизации и управления ЖЦ ЭОР. Не изучены процессы согласования ЖЦ, и не представлены интегральные показатели и оценки эффективности. Таким образом, научные задачи в области генерации модели ЖЦ для ЭОР с возможностью её формализации, синхронизации и автоматизации являются актуальными.

В процессе применения ОП реализуются разные технологии обучения, среди которых особенно выделяются дистанционные, которые используют информационно-коммуникационные технологии и комплекты ЭОР. Необходимо отметить, что на данный момент электронные ресурсы применяются и в классических технологиях обучения, поэтому в модели ЖЦ ОП состояние создания (эволюции) ОП включает этап разработки и эволюции ЭОР [9].

За время обучения по образовательным программам ВО и ДПО возможно применение большого количества комплектов ЭОР для обеспечения процесса непрерывной подготовки специалистов. В связи с этим необходимо обеспечить снижение затрат при управлении процессом поддержки ЖЦ ЭОР [10, 11]. В [12] рассмотрена модель жизненного цикла ЭОР в виде автомата и она соответствует итеративной модели развития.

Модель ЖЦ ЭОР включает состояния: создание (эволюция) ЭОР и использование ЭОР в ОП. Состояние «Создание (эволюция) ЭОР» включает действия: анализ требований к ЭОР, проектирование ЭОР, реализация, интеграция объектов, контроль версий, актуализация и обновление ЭОР.

Состояние «Использование ЭОР в ОП» содержит этапы: изучение материала ЭОР, контроль знаний по материалу ЭОР, выполнение практических заданий по материалу ЭОР и др. В случае, если комплект ЭОР не соответствует ОП, которая его

применяет, происходит переход к модернизации (эволюции) ЭОР.

Необходимо отметить, что комплект ЭОР может состоять из множества объектов, которые также являются образовательным контентом, например картинки, чертежи, рисунки, схемы, текстовые документы, которые также проходят отдельный ЖЦ. Поэтому требуются действия по интеграции и контролю версий исходных объектов. Одним из ключевых условий к работе с ЭОР является необходимость сохранения первоначальной версии образовательного объекта, что обязательно учитывается при разработке информационной модели ЭОР [13].

Концепция управления жизненным циклом электронных образовательных ресурсов

Процесс управления ЖЦ ЭОР представлен на Рисунке 1. Корректировка управляющих воздействий выполняется с учётом обратной связи. В качестве основы для программной реализации системы управления и поддержки ЖЦ ЭОР была выбрана система CMS Alfresco.

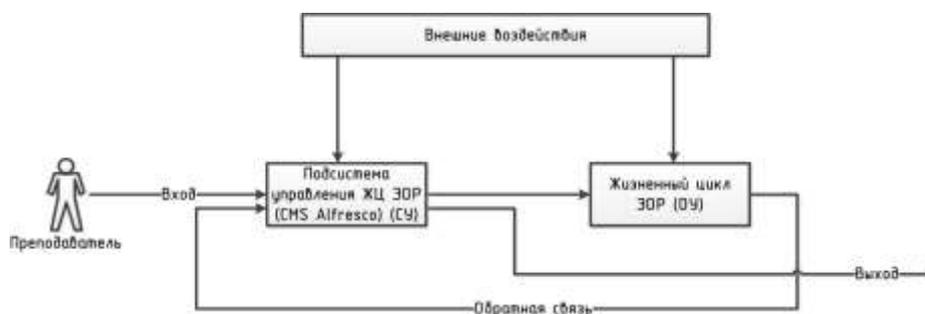


Рисунок 1 – Схема управления ЖЦ ЭОР

Figure 1 – The control circuit of the LC EOR

Объектом управления является ЖЦ ЭОР, субъектом управления – подсистема управления ЖЦ ЭОР (CMS Alfresco). Внешними параметрами являются:

- информационные ресурсы и материалы, требуемые в процессе синтеза и обновления ЭОР;
- сведения о содержании ОП, применяемые при анализе и разработке ЭОР;
- имеющиеся в наличии комплекты ЭОР, на основе которых проектируются новые электронные ресурсы;
- требования к ОП – содержательные и технические параметры ОП, влияющие на процесс разработки электронного контента;
- технические требования к ЭОР – технические характеристики и условия, учитываемые при генерации и эксплуатации образовательных ресурсов;
- результаты по оценке – параметр обратной связи, определяющий эффективность реализации ЭОР в образовательном процессе и оказывающий влияние на дальнейшие эксплуатационные и модернизационные возможности ЭОР;
- требования работы с ЭОР – комплекс особых условий и параметров эксплуатации, учитываемых при разработке ЭОР;
- технологии обучения – современные методы и накладываемые ограничения используемых подходов обучения, учитываемые на стадиях синтеза, применения и актуализации ЭОР;
- требования к содержанию ЭОР – содержательные требования к образовательному контенту.

В роли обратной связи выступают данные о сгенерированных комплектах ЭОР, которые анализируются для дальнейших действий. Основными входными параметрами модели управления являются количество готовых электронных ресурсов, содержание ОП, контент ЭОР и др. Выходными параметрами являются синтезированные комплекты ЭОР, выработанная и апробированная технология работы с электронными ресурсами, сгенерированный инструментарий поддержки и управления, а также информация о ранее подготовленных комплектах ЭОР.

Внешние воздействия включают: информационные технологии, форматы, технологии, международные и российские стандарты и нормативные документы.

На Рисунке 2 представлена IDEF0 диаграмма управления ЖЦ ЭОР. Данная схема применяется при разработке комплексной модели синхронизации ЖЦ, рассматриваемой в [14]. Эффективное управление ЖЦ ЭОР обеспечивает минимизацию затрат на создание и обновление комплектов ЭОР, а также повышает качество контента. Наличие обратной связи позволяет скорректировать процесс управления ЖЦ ЭОР, повышая эффективность и уменьшая затраты [15].



Рисунок 2 – Диаграмма схемы управления ЖЦ ЭОР
Figure 2 – Diagram of the control circuit of the LC EOR

В современной системе образования, функционирование которой сложно представить без автоматизированных образовательных сред и информационных технологий, ОП и ЭОР являются специфическими и трудоёмкими продуктами. С целью обеспечения комплексного анализа ЖЦ ЭОР для повышения эффективности массовой генерации и модернизации электронных ресурсов, с помощью методов функционального моделирования IDEF0 спроектирована диаграмма декомпозиции работы по поддержке синтеза ЭОР, представленная на Рисунке 3.

На диаграмме изображены основные операции по управлению процессом поддержки ЖЦ ЭОР и связывающие их информационные потоки: входные, выходные, механизмы исполнения и управления. Разработанная функциональная модель в виде диаграммы фактически описывает технологию управления и поддержки ЖЦ ЭОР в рамках системы подготовки и сопровождения деятельности специалиста.

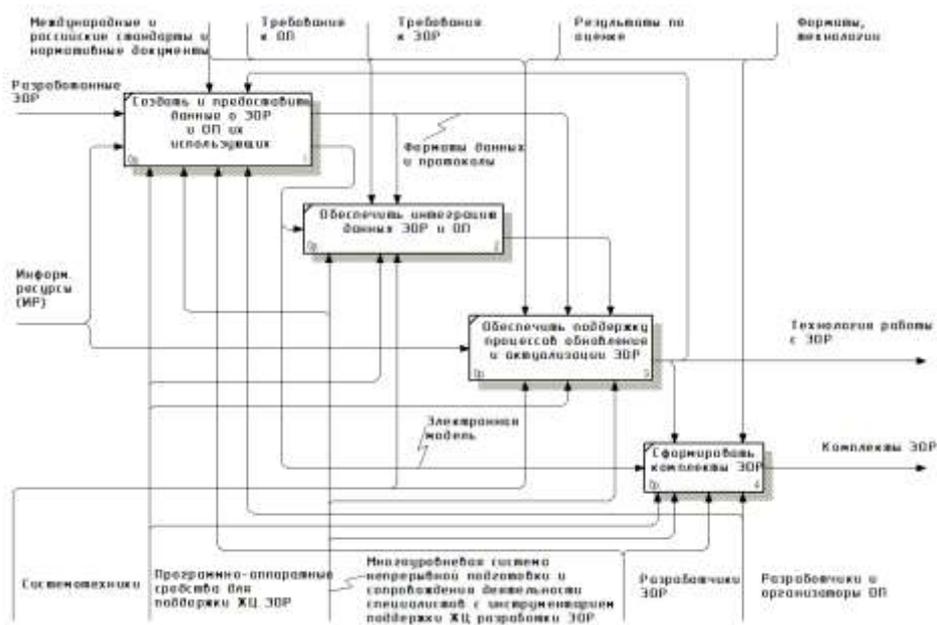


Рисунок 3 – Диаграмма декомпозиции работы по поддержке создания ЭОР

Figure 3 – Diagram of the decomposition of work to support the creation of EOR

Важно отметить, что комплектом ЭОР может быть веб ресурс (например, электронный учебник) или SCORM пакет, который содержит образовательный контент. В состав ЭОР могут быть включены: веб страницы, рисунки, текстовые файлы, аудио или/и видеозаписи, коды программ на языках Flash, JavaScript, PHP и др. В связи с этим было принято решение использовать системы управления контентом (CMS), а основой для построения информационно-образовательной среды управления и поддержки ЖЦ ЭОР выбрать бесплатно распространяемую систему Alfresco [16].

Показатели и интегральная оценка жизненного цикла электронных образовательных ресурсов

На основе разработанной ранее модели ЖЦ ЭОР [12], была разработана графовая модель, изображенная на Рисунке 4 и представляющая собой ориентированный псевдограф. Обозначения вершин представлены в Таблице 1.

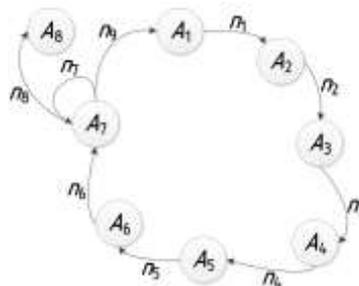


Рисунок 4 – Ориентированный псевдограф ЖЦ ЭОР

Figure 4 – Oriented LC EOR pseudograph

Таблица 1 – Обозначения вершин графа «Жизненный цикл ЭОР»
Table 1 – the Designation of the vertices of the graph «EOR life cycle»

Обозначение	Пояснение
A ₁	Анализ требований
A ₂	Проектирование
A ₃	Реализация
A ₄	Интеграция
A ₅	Контроль версий
A ₆	Проверка и публикация
A ₇	Использование ЭОР
A ₈	Вывод из эксплуатации

На основе анализа ЖЦ ЭОР [11] предложены показатели, представленные в Таблице 2. На их основе можно произвести анализ временных и финансовых расходов, требуемых для обеспечения поддержки ЖЦ ЭОР.

Таблица 2 – Показатели для ЭОР
Table 2 – Indicators for ESM

Показатели	Расчетная формула
1. Время создания ЭОР (E_{tc})	$E_{tc} = \frac{\sum_{i=1}^m tv_i}{m},$ где tv_i – время создания отдельного этапа ЖЦ ЭОР, m – количество этапов ЖЦ ЭОР
2. Время модернизации ЭОР (E_{tm})	$E_{tm} = \frac{\sum_{i=1}^m tm_i}{m},$ где tm_i – время модернизации отдельного этапа ЖЦ ЭОР
3. Затраты на создание (модернизацию) ЭОР (E_{cd})	$E_{cd} = \frac{\sum_{i=1}^m z_i}{m},$ где z_i – затраты на выполнение отдельного этапа ЖЦ ЭОР

Далее на Рисунке 5 представлена многокритериальная графовая модель ЖЦ ЭОР с обозначением веса ребер. В Таблице 3 приведена матрица весов данной модели.

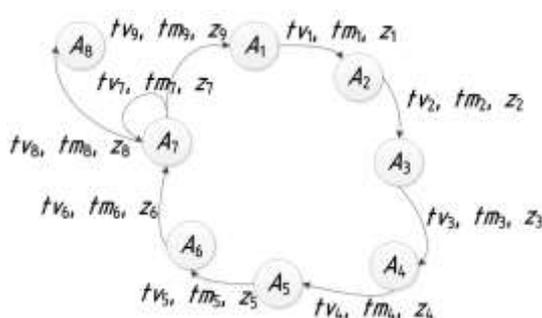


Рисунок 5 – Многокритериальная графовая модель ЖЦ ЭОР
Figure 5 – Multicriteria graph model of LC EOR

Таблица 3 – Матрица весов графа ЖЦ ЭОР
Table 3 – the Matrix weights of the graph ZhC EOR

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
A ₁	-	tv_1, tm_1, z_1	0	0	0	0	0	0
A ₂	0	-	tv_2, tm_2, z_2	0	0	0	0	0
A ₃	0	0	-	tv_3, tm_3, z_3	0	0	0	0
A ₄	0	0	0	-	tv_4, tm_4, z_4	0	0	0
A ₅	0	0	0	0	-	tv_5, tm_5, z_5	0	0
A ₆	0	0	0	0	0	-	tv_6, tm_6, z_6	0
A ₇	tv_9, tm_9, z_9	0	0	0	0	0	tv_7, tm_7, z_7	tv_8, tm_8, z_8
A ₈	0	0	0	0	0	0	0	-

Составляем интегральную оценку I_{eor} ЖЦ ЭОР

$$I_{eor} = E_{tc}k_s + E_{tm}k_m + E_{cd}k_z,$$

где k_z - коэффициент учета затрат; k_s - коэффициент учета времени создания; k_m - коэффициент учета времени модернизации.

Разработанные показатели оценки ЖЦ ЭОР дают возможность произвести оценку эффективности процесса автоматизированного создания и актуализации электронного образовательного контента согласно требованиям профессиональных стандартов и работодателей.

Разработка системы управления жизненным циклом электронных образовательных ресурсов

Для разработки системы управления ЖЦ ЭОР был выбран оптимальный вариант – использование системы управления контентом (CMS – content management system) в качестве основы для проектирования программной среды. На данный момент получили широкое распространение большое количество систем управления контентом – информационных систем, применяемых для обеспечения и организации совместного процесса синтеза, модернизации и управления контентом. Аналитический обзор CMS систем и обоснование выбора представлены в [11].

CMS Alfresco обладает обширным инструментарием для решения задач управления контентом и может использоваться как основа для проектирования и реализации системы управления ЖЦ ЭОР, а также предоставляет возможности для модернизации и комфортного применения программной среды. Выгодными особенностями системы Alfresco на фоне аналогичных программных продуктов являются бесплатное распространение и открытый исходный код [17].

Для обеспечения процессов управления и поддержки ЖЦ ЭОР были расширены функциональные возможности базовой системы Alfresco за счет создания дополнительных программных компонентов [18]. Разработанное программное обеспечение является дашлетом для Alfresco Share и архитектура компонента представлена на Рисунке 6.

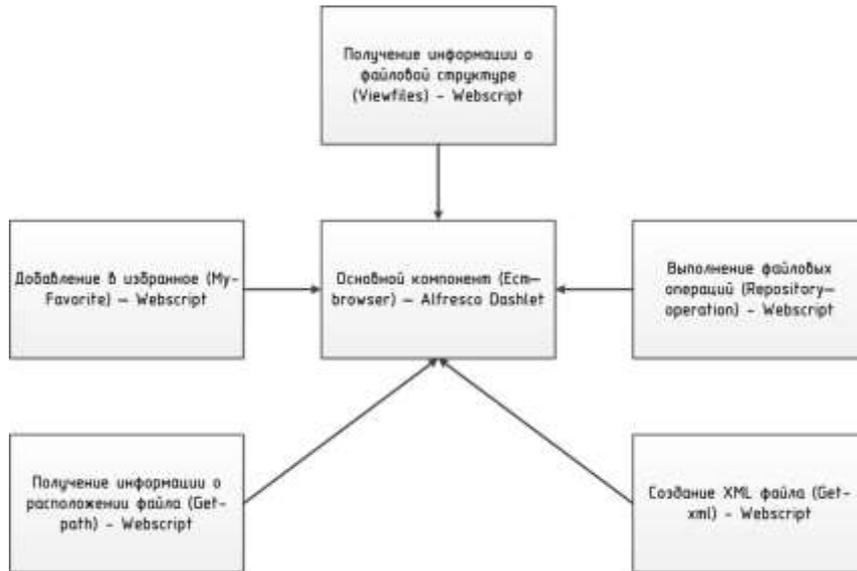


Рисунок 6 – Архитектура программного компонента
Figure 6 – Software component architecture

Далее представлено описание структуры предложенного программного продукта. Основой модуль (дашлет) «Ecm-browser» – обрабатывает все действия и события, отвечает за вывод интерфейса программы, генерирует и обрабатывает AJAX (Asynchronous Javascript and XML) запросы. Экранные формы компонента «Диспетчер ЭОР» представлены на Рисунке 7. Подпрограмма (веб-скрипт) «Viewfiles» необходима для получения сведений о файлах и директориях, управляет свойствами документов и разделов системы, генерирует информацию в формате JSON (JavaScript Object Notation). Модуль «Repository-operation» выполняет основные действия над файлами и директориями, связанные с созданием, изменением и удалением объектов. Все операции производятся в соответствии с полномочиями пользователей.

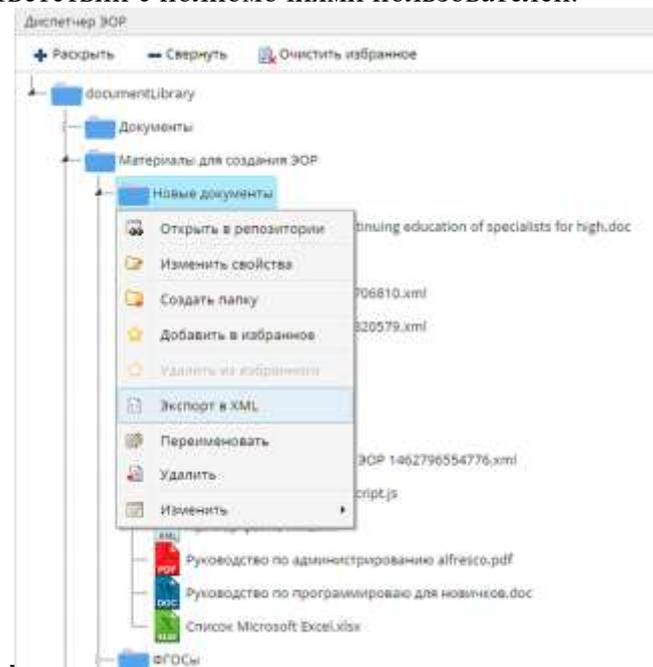


Рисунок 7 – Экранные формы программы «Диспетчер ЭОР»
Figure 7 – Screen forms of the program "ERM Manager"

Веб-скрипт «My-favorite» осуществляет работу с «избранными» разделами/файлами пользователя. Подпрограмма «Get-path» получает данные о расположении объектов в хранилище Alfresco и возвращает системный путь к искомому экземпляру. Модуль «Get-xml» применяется для генерации описания комплекта ЭОР в формате XML и создания гиперссылок на сформатированный файл. Атрибуты объектов в XML включают: полное название объекта, системный идентификатор объекта, код версии объекта.

Работа приложения построена на технологии запросов AJAX, которые генерируются динамически. Примеры запросов приведены в Таблице 4.

Таблица 4 – Примеры запросов AJAX

Table 4 – AJAX Request Examples

Тип	Адрес	Описание
GET	http:// 127.0.1.1:8650/share/proxy/alfresco/file_repository/get-path?uuid=8wukq123ajfrhwh-5s72-44ada1s-1hazda46-n0fwewrwr7231451	Возвращает путь к файлу с идентификатором uuid
GET	http:// 127.0.1.1:8650/share/proxy/alfresco/file_repository / viewfiles?site= testnew123 &userId=user12345&parent=ok	Возвращает массив дочерних папок и файлов директории parent сайта, имя которого testnew123
GET	http:// 127.0.1.1:8650/share/proxy/alfresco/file_repository /my_favorite?userId=newuser12345&action=set&is_folder=true&uuid=451c05d8-8d71-421d-9a40-c5zz32q4rz13qwe	Добавляет пользователю newuser12345 избранное папку с идентификатором uuid

Функциями разработанного программного обеспечения являются: оперативное отображение дерева директорий и каталогов, просмотр и сохранение ресурсов, изменение свойств и метаданных ресурсов, экспорт директорий в формате XML, создание папок, детализированный просмотр электронных ресурсов, копирование и перемещение ресурсов, удаление комплектов ЭОР, добавление/удаление ресурсов в/из «избранное» пользователя, полная очистка категории пользователя «избранное».

Разработанное программное решение обеспечивает поддержку этапов ЖЦ ЭОР и позволяет сократить затраты. Необходимо отметить, что представленная система управления ЖЦ ЭОР является подсистемой в интеллектуальной образовательной среде, что предполагает её интеграцию с другими подсистемами с целью повышение качества непрерывной подготовки специалистов [19].

Заключение

В результате выполнения научного исследования были разработаны и исследованы модель управления, комплекс показателей и интегральная оценка, система управления и поддержки ЖЦ ЭОР. Предложенный инструментарий позволяет эффективно создавать и модернизировать комплекты ЭОР. Также, данное программное решение обеспечивает контроль и управление образовательным контентом с возможностью его адаптации под требования работодателей. Необходимо отметить, что впервые для поддержки ЖЦ ЭОР была применена система управления контентом Alfresco, что позволило повысить эффективность создания, модернизации и использования ЭОР и снизить затраты.

Предполагается внедрение разработанной системы управления в образовательный процесс ВУЗов для снижения трудозатрат и повышения качества непрерывной подготовки специалистов. Дальнейшие исследования будут направлены на комплексный анализ внешних и внутренних взаимодействий и углубление интеграции разработанной подсистемы в рамках интеллектуальной образовательной среды (Smart Learning Environment).

Благодарности

Результаты работы получены при финансовой поддержке РФФИ в рамках грантов № 18-010-00204-а, 18-07-00975-а, 19-013-00409-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Deev M.V., Glotova T.V., Krevskiy I.G. Individualized Learning Trajectories Using Distance Education Technologies. *Creativity in Intelligent, Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science»*. 2015;535:778–792.
2. Дорпер Г.А., Попов А.А., Сысенко К.В. Исследование жизненного цикла электронных информационных ресурсов. *Вестник СибГАУ*. 2009;2:128–132.
3. Кривопалова И.В. Современные технологии информатизации образования. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2010;6:1963–1965.
4. Сергеева Е.В., Чандра М.Ю. Качество проектирования и реализации основных образовательных программ в вузе как объект оценки. *Известия ВолгГТУ*. 2013;9(112):126–131.
5. Meyer A., Weske M. *Weak Conformance between Process Models and Synchronized Object Life Cycles*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2014:31.
6. Sampson D., Zervas P. Workflow for Learning Objects Lifecycle and Reuse. Towards Evaluating Cost Effective Reuse. *Educational Technology & Society*. 2011;14(4):64–76.
7. McGee P., Katz H., Richards G. Learning Object Life Cycle. *Proceedings of E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. 2005:1405–1410.
8. Todorova M., Petrova V. Learning objects. *In Proceedings of the 4th international conference conference on Computer systems and technologies*. ACM, NY, USA. 2003:697–702.
9. Deev M.V., Glotova T.V., Krevskiy I.G. Models of Supporting Continuing Education of Specialists for High-Tech Sector. *Knowledge-Based Software Engineering*. 2014;466:100–112.
10. Деев М.В. Применение конвергентной модели процесса обучения для построения открытой образовательной платформы. *Информатика и образование*. 2018;4:52–57.
11. Deev M.V., Finogeev A.G., Gamidullaeva L.A., Bershadsky A.M., Kravets A.G. Life-cycle management of educational programs and resources in a smart learning environment. *Smart Learning Environments*. 2018;5:1–14.
12. Deev M.V., Finogeev A.G., Finogeev A.A., Gamidullaeva L.A., Bershadsky A.M., Fionova L.R. Convergent approach to synthesis of the information learning environment for higher education. *Education and Information Technologies*. 2019:1–22.
13. Ильин В.А. Электронные образовательные ресурсы. Виды, структуры, технологии. *Программные продукты и системы и алгоритмы*. 2014;1:1–7.

14. Деев М.В., Кравец А.Г., Финогеев А.Г. Разработка информационной образовательной среды на базе конвергентного подхода. *Системы управления, связи и безопасности*. 2017;3:119–134.
15. Григорьева С.С., Ефимова Е.А. Проблема оценки качества электронных методических комплексов. *Прикаспийский журнал: Управление и высокие технологии*. 2008;3:39–43.
16. Сапаров К.М. К вопросу о качестве образования и методах его оценки. *Прикаспийский журнал: Управление и высокие технологии*. 2008;2:77–82.
17. Финогеев А.Г. *Моделирование исследование системно-синергетических процессов в информационных средах*: Монография. Пенза: Изд-во ПГУ. 2004: 223 с.
18. Finogeev A.G., Fionova L.R., Finogeev A.A., Thai Quang Vinh Learning Management System for the Development of Professional Competencies. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science»*. 2015;535:793–803.
19. Finogeev A.G., Fionova L.R. Elaboration of automated systems for development of professional competence. *Research Journal of Applied Sciences*. 2015;10:7–11.

REFERENCES

1. Deev M.V., Glotova T.V., Krevskiy I.G. Individualized Learning Trajectories Using Distance Education Technologies. *Creativity in Intelligent, Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science»*. 2015;535:778–792.
2. Dorrer G.A., Popov A.A., Sysenko K.V. Life cycle research of electronic information resources. *Vestnik SibGAU*. 2009;2:128–132.
3. Krivopalova I.V. Modern technologies of informatization of education. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2010;6:1963–1965.
4. Sergeeva E.V., Chandra M.YU. The quality of design and implementation of basic educational programs at a university as an object of assessment. *Izvestiya VolgGTU*. 2013;9(112):126–131.
5. Meyer A., Weske M. Weak Conformance between Process Models and Synchronized Object Life Cycles. Springer, Berlin, Heidelberg. 2014:31.
6. Sampson D., Zervas P. Workflow for Learning Objects Lifecycle and Reuse. *Towards Evaluating Cost Effective Reuse. Educational Technology & Society*. 2011;14(4):64–76.
7. McGee P., Katz H., Richards G. Learning Object Life Cycle. *Proceedings of E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. 2005:1405–1410.
8. Todorova M., Petrova V. Learning objects. *In Proceedings of the 4th international conference conference on Computer systems and technologies*. ACM, NY, USA. 2003:697–702.
9. Deev M.V., Glotova T.V., Krevskiy I.G. Models of Supporting Continuing Education of Specialists for High-Tech Sector. *Knowledge-Based Software Engineering*. 2014;466:100–112.
10. Deev M.V. The use of a convergent model of the learning process to build an open educational platform. *Informatics and Education*, 2018;4:52–57 (in Russian).
11. Deev M.V., Finogeev A.G., Gamidullaeva L.A., Bershadsky A.M., Kravets A.G. Life-cycle management of educational programs and resources in a smart learning environment. *Smart Learning Environments*. 2018;5:1–14.

12. Deev M.V., Finogeev A.G., Finogeev A.A., Gamidullaeva L.A., Bershadsky A.M., Fionova L.R. Convergent approach to synthesis of the information learning environment for higher education. *Education and Information Technologies*. 2019;1–22.
13. Il'in V.A. Electronic educational resources. Types, structures, technologies. *Programmnye produkty i sistemy i algoritmy*. 2014;1:1–7 (in Russian).
14. Deev M.V., Kravets A.G., Finogeev A.G. Development of an information educational environment based on a convergent approach. *Systems of control, communication and security*. 2017;3:119–134 (in Russian).
15. Grigor'eva S.S., Efimova E.A. The problem of assessing the quality of electronic methodical complexes. *Caspian Journal: Management and High Technologies*. 2008;3:39–43 (in Russian).
16. Saparov K.M. On the quality of education and methods for its evaluation. *Caspian Journal: Management and High Technologies*. 2008;2:77–82 (in Russian).
17. Finogeev A.G. Modelirovanie issledovanie sistemno-sinergeticheskikh processov v informacionnyh sredah. Monografija. Penza, Penza State University Publ. 2004:223. (in Russian).
18. Finogeev A.G., Fionova L.R., Finogeev A.A., Thai Quang Vinh Learning Management System for the Development of Professional Competencies. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science»*. 2015;535:793–803.
19. Finogeev A.G., Fionova L.R. Elaboration of automated systems for development of professional competence. *Research Journal of Applied Sciences*. 2015;10:7–11.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Деев Михаил Викторович, кандидат технических наук, программист, Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация.
ORCID: [0000-0003-0876-3566](https://orcid.org/0000-0003-0876-3566)

Mikhail V. Deev, Ph.D. of Engineering Sciences, Penza State University, Penza, Russian Federation.

Финогеев Алексей Германович, доктор технических наук, профессор, Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация.
ORCID: [0000-0002-4777-3364](https://orcid.org/0000-0002-4777-3364)

Aleksej G. Finogeev, D.Sc. of Engineering Sciences, Professor, Penza State University, Penza, Russian Federation.

Финогеев Антон Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация.

Anton A. Finogeev, D.Sc. of Engineering Sciences, Associate Professor, Penza State University, Penza, Russian Federation.

Колесников Илья Николаевич, аспирант, Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация.

Ilya N. Kolesnikov, Postgraduate, Penza State University, Penza, Russian Federation.