

УДК 004 : 378.1 : 681.5

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ ОБУЧЕНИЯ: ИНТЕГРИРОВАННЫЙ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОДЫ**

**Кравцов Г.М.**

**Херсонский государственный университет**

*Представлены результаты по моделированию системы управления качеством электронных информационных ресурсов на основе анализа функционирования ее элементов с использованием интегрированного и дифференцированного подходов. Применение такой модели проиллюстрировано на примере расчета и оптимизации параметров системы управления качеством при организации согласованной работы служб мониторинга, оценки качества и сопровождения электронных ресурсов обучения.*

**Ключевые слова:** модель системы управления качеством, мониторинг и управление качеством электронных информационных ресурсов обучения, службы системы управления качеством.

### **Введение**

Одним из объектов системы управления качеством образовательного процесса являются электронные информационные ресурсы (ЭИР) обучения [1,2]. При этом можно выделить два основных подхода к понятию качества ЭИР: требование соответствия стандарту и удовлетворение требованиям потребителей. Поэтому при анализе качества обучения в ВУЗе необходимо учитывать два аспекта: соответствие образовательным стандартам и удовлетворение требованиям студентов и профессорско-преподавательского состава ВУЗа.

Построенная система управления качеством ЭИР базируется на основе многокритериального анализа. Критерием качества может быть выбрана совместимость ЭИР с международными стандартами IMS, SCORM.

Выделены основные типы электронных средств учебного назначения для проведения мониторинга качества ЭИР. Для каждого типа ЭИР предложены их весовые коэффициенты и показатели качества. Построен общий критерий качества электронных ресурсов обучения, который является средневзвешенной характеристикой качества, учитывает их весовые коэффициенты и относительные показатели качества.

Оценку мониторинга качества ЭИР дает соответствующая экспертная комиссия ВУЗа.

Задачей настоящей работы является анализ, расчет и оптимизация параметров системы управления качеством ЭИР обучения с использованием методов анализа сложных систем [3].

### **Модель системы управления качеством ЭИР обучения**

Система управления качеством (СУК) ЭИР обучения является структурным элементом архитектуры системы управления качеством образования в высшем учебном заведении, представленной на рис. 1.

Таким образом, СУК ЭИР исполняет роль обратной связи в системе управления качеством образовательного процесса.



Рис 1. Система управления качеством ЭИР в архитектуре управления качеством образования в ВУЗе

Структура системы управления качеством ЭИР представлена на рис 2 [1,2]. Согласно приведенной структуре СУК ЭИР процесс управления качеством электронных ресурсов обучения состоит из комплекса следующих взаимосвязанных мероприятий. Проведение мониторинга качества ЭИР является основным фактором контроля качества, определяя, прежде всего, степень соответствия ЭИР образовательным стандартам. Важным критерием оценки качества ЭИР является степень удовлетворенности пользователей этих ресурсов обучения. Экспертный совет ВУЗа руководит работой по проведению мониторинга качества ЭИР и анализу результатов анкетирования студентов и преподавателей по программе Feedback, определяя критерии оценивания ЭИР. Сертификация ЭИР по стандарту ISO 9000/9001 может служить оценкой высокого качества. Вместе с тем, требования и рекомендации этих стандартов могут служить критериями оценки качества ЭИР. Оценка качества ЭИР является инструментом улучшения потребительских характеристик этих ресурсов, определяя направления исследований при сопровождении и разработке (приобретении) новых электронных ресурсов обучения. Ознакомление профессорско-преподавательского состава ВУЗа с рейтингом ЭИР способствует повышению мотивации преподавателей к использованию качественных ресурсов и овладению новыми информационными технологиями обучения.

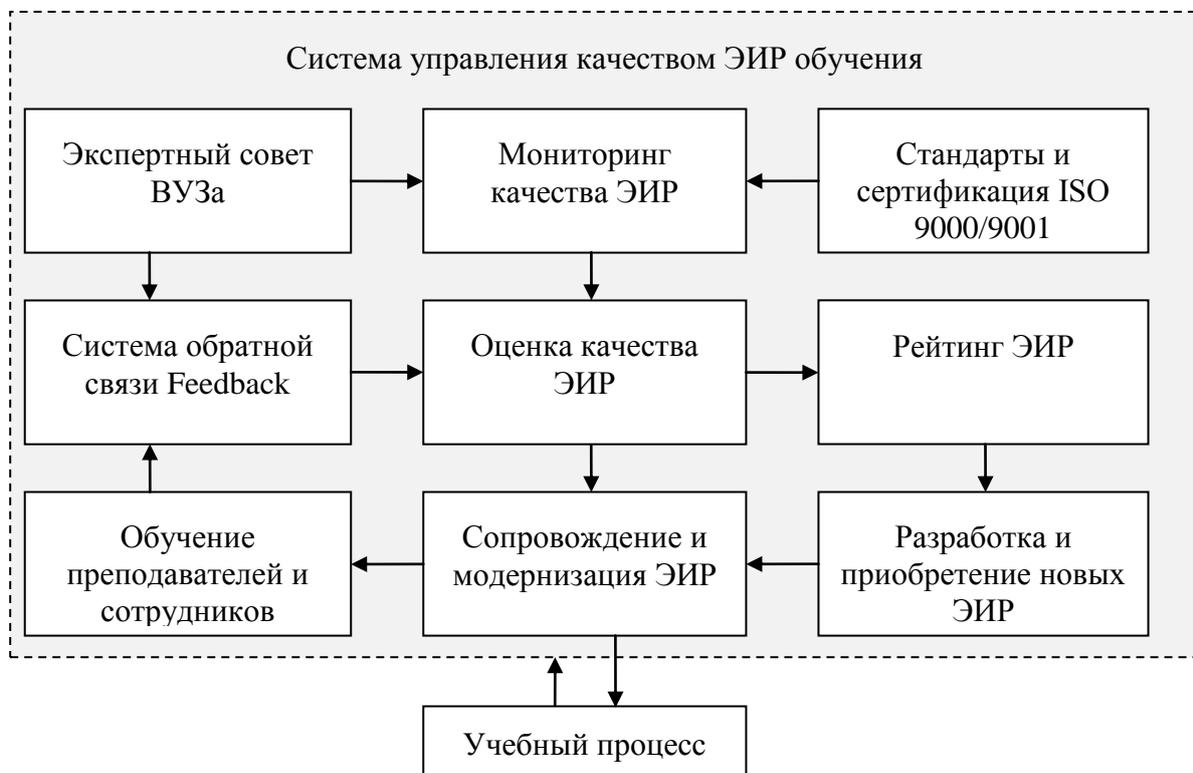


Рис 2. Структура системы управления качеством ЭИР

Перечислим основные элементы системы управления качеством электронных ресурсов обучения.

- *Оценка качества ЭИР* лежит в основе системы управления качеством электронных ресурсов обучения. Для оценки качества ЭИР необходимо
  - на постоянной основе проводить мониторинг качества ЭИР для осуществления контроля качества ЭИР;
  - иметь обратную связь с пользователями ЭИР для учета пожеланий в усовершенствовании их с позиций методических и программно-технологических требований.

Для проведения мониторинга качества ЭИР необходимо выработать их критерии качества. Экспертный совет ВУЗа утверждает выработанные методическими комиссиями критерии качества ЭИР. Экспертный совет ВУЗа также утверждает рекомендации по улучшению качества ЭИР, полученные в результате анализа отзывов пользователей в системе обратной связи Feedback.

Результаты оценки качества ЭИР должны использоваться с одной стороны для улучшения их содержательной части и удовлетворение технологическим требованиям, с другой стороны для опубликования рейтинга электронных ресурсов обучения, что также способствует повышению их качества.

- *Мониторинг качества ЭИР* принадлежит главная роль при их оценке качества. Анализ электронных ресурсов обучения показывает, что они имеют следующую классификацию: по функциональному признаку их можно отнести к обучающим изданиям, по форме представления они принадлежат к категории электронных изданий, по технологии создания они представляют собой программный продукт [3]. Поэтому мониторинг качества электронных образовательных ресурсов должен быть многокритериальным и многоуровневым с учетом их классификации. Объединяющим атрибутом многоуровневого мониторинга качества ЭИР есть требование удовлетворения общепринятым международным стандартам, какими являются IMS, SCORM [4].

При мониторинге качества ЭИР следует учитывать, что в настоящее время утвердилась определенная типологическая модель системы учебных изданий для вузов, которая включает четыре группы образовательных информационных ресурсов, дифференцированных по функциональному признаку, определяющему их значение и место в учебном процессе [5]: учебно-методические, обучающие, вспомогательные и контролирующие.

При мониторинге качества ЭИР по критерию совместимости с образовательными стандартами при определении показателей качества можно использовать спецификации IMS, которые описывают информационную модель образовательных объектов. Эти спецификации определяют стандартизированный набор информационных блоков, которые содержат данные об учебном ресурсе. IMS-пакет, который содержит образовательный объект, состоит из двух главных элементов [4]:

- IMS-манифеста – специального файла, который описывает базовые ресурсы, содержание и организацию образовательного объекта (представляется на языке XML);
- физических файлов, которые составляют образовательный объект.
- Подобная организация ресурсов соответствует современным подходам к работе с электронными учебными ресурсами, в частности, концепции образовательного объекта.

При мониторинге качества ЭИР обучения следует учитывать их типовую классификацию: электронные учебники и методические пособия, практические и виртуальные лабораторные работы, тесты и тренажеры и др.

Среди всех типов ЭИР особую роль играет дистанционный курс обучения. Он является основным учебным объектом, который используется в дистанционном обучении. Его особенность заключается в том, что он является составным обучающим объектом, который объединяет различные ЭИР с целью организации процесса обучения с использованием специальных программных сред – систем дистанционного обучения. Примером такой программной среды, которая позволяет создавать, сохранять и использовать дистанционные курсы, является СДО «Херсонский Виртуальный Университет» [5].

Критерий качества ЭИР обучения рассматривается как средневзвешенный коэффициент качества  $K = (a_1k_1 + a_2k_2 + \dots + a_nk_n)/n$ , где  $a_i$  – среднее значение показателей качества,  $k_i$  – значение весового коэффициента ресурса  $i$ -типа [5].

Обобщенный относительный средневзвешенный критерий качества ЭИР можно рассчитать по формуле

$$K = \sum_{i=1}^N a_i t_i / N. \quad (1)$$

Здесь  $a_i = n_i \gamma_i$  – метрика качества,  $\gamma_i = \sum_{j=1}^{m_i} k_{ij} / k_{iM}$  – средний коэффициент качества,  $n_i$  – весовой коэффициент,  $m_i$  – количество метрических показателей качества,  $k_{ij}$  –  $j$ -показатель качества,  $k_{iM}$  – максимальное значение показателя качества,  $t_i$  – обобщенный коэффициент качества ресурса  $i$ -типа,  $N$  – количество ЭИР.

- *Система обратной связи Feedback.* Изучение спроса на ЭИР обучения, как и на любой другой интеллектуальный продукт, необходимо для выявления их потребительских качеств с целью усовершенствования их методических и программно-технологических свойств. Система обратной связи Feedback с пользователями ЭИР служит инструментом для организации гибких и всесторонних опросов мнений студентов и преподавателей ВУЗов. Обычно система проводит анкетирование в автоматическом режиме. Встроенный мастер опросов позволяет легко и просто создавать опросы, вносить в них изменения и проводить сеансы анкетирования. Обобщенная оценка качества ЭИР, полученная после статистической обработки результатов анкетирования пользователей, дает возможность учесть степень их востребованности при мониторинге и оценке качества ресурсов.

Примером реализации системы Feedback является автоматизированная система обратной связи KSU Feedback (<http://feedback.ksu.ks.ua>). Эта система используется для сбора информации от пользователей ЭИР о качестве обучения, в частности, о качественных характеристиках электронных ресурсов обучения в Херсонском государственном университете [6].

- *Стандарты и сертификация ISO 9000/9001.* Сертификация – это документальное подтверждение соответствия продукции определенным требованиям, конкретным стандартам или техническим условиям. Следует отметить, что соответствие стандарту ISO 9000/9001 не гарантирует высокое качество ЭИР. Однако соответствие требованиям и рекомендациям этих стандартов является необходимым условием высокого качества ресурсов обучения. Сам сертификат соответствия ISO 9001 является подтверждением удовлетворения требованиям стандарта.

Стандарт ISO 9000/9001 является фундаментальным, принятые в нем термины и определения используются во всех стандартах серии 9000. Этот стандарт закладывает основу для понимания базовых элементов системы менеджмента качества согласно стандартов ISO.

Требования стандарта ISO 9000/9001 могут быть использованы в качестве критериев при организации и проведении мониторинга качества ЭИР.

- *Экспертный совет ВУЗа.* В системе управления качеством ЭИР экспертный совет ВУЗа является органом, отвечающим за адекватность оценивания качества ЭИР с учетом всех критериев и показателей качества. Он утверждает Положение о системе управления качеством ЭИР, определяет критерии их качества, формирует правила

проведения и утверждает результаты оценки качества, а также планирует мероприятия по повышению качества ЭИР.

Экспертный совет ВУЗа определяет порядок проведения мониторинга качества ЭИР. Он утверждает перечень критериев качества, их весовые коэффициенты и значения показателей качества согласно критерию (1).

- *Сопровождение и модернизация ЭИР.* Сопровождение и модернизация ЭИР является важным участком работы в системе управления качеством в плане устранения дефектов, улучшения и оптимизации программного обеспечения (ПО) ЭИР при использовании его в учебном процессе. Сопровождение ПО ЭИР является одной из фаз жизненного цикла программного обеспечения, в ходе которого в ПО ЭИР вносятся изменения с целью исправления обнаруженных в процессе использования недостатков, а также для добавления новой функциональности и повышения эффективности. Сопровождение ПО определяется стандартом IEEE Standard for Software Maintenance (IEEE 1219), а стандарт жизненного цикла специфицирован ISO 12207.

Важным фактором повышения эффективности использования ЭИР является обучение пользователей и обеспечение их постоянной поддержкой при работе с текущей версией ПО.

### **Интегрированный и дифференцированный подходы в моделировании и использовании системы управления качеством ЭИР обучения**

Система управления качеством ЭИР является моделью, которая описывает бизнес-процесс, включающий в себя мероприятия и деятельность служб университета согласно функциональности описанной выше схемы структуры управления качеством ЭИР (рис. 2). Следует отметить, что некоторые элементы этой системы обладают свойством тесной взаимосвязи и имеют различные степени воздействия на нее. При этом некоторые элементы системы (например, «Экспертный совет ВУЗа» и «Стандарты и сертификация ISO 9000/9001» при мониторинге ЭИР) могут быть объединены в группы, которые будем называть службами. Поэтому с целью выделения основных факторов системы управления качеством, влияющих на качество ее работы, на базе ее структуры (рис. 2) образуем три основные службы обеспечения качества ЭИР обучения: службу мониторинга качества, службу оценки качества и службу сопровождения и модернизации ЭИР. Определим структуру, основные задачи, требования и ожидаемые результаты работы этих служб.

*Служба мониторинга качества* предназначена для организации и проведения мониторинга качества ЭИР, которые используются в учебном процессе, по критерию их соответствия международным образовательным стандартам. Экспертный совет ВУЗа определяет порядок и правила проведения мониторинга качества ЭИР обучения.

*Задачи службы:* согласование параметров и выработка критериев качества ЭИР обучения, учет требований стандартов, проведение анализа ЭИР по выработанным и согласованным критериям.

*Требования:* проведение мониторинга на постоянной основе, полнота охвата всех видов ЭИР, объективность применения критериев качества.

*Ожидаемые результаты:* данные анализа характеристик ЭИР обучения для оценивания их качества.

*Служба оценки качества* производит оценивание ЭИР обучения на основе утвержденных критериев с учетом мнения пользователей – как студентов, так и преподавателей. Система Feedback может быть использована для автоматизации проведения и обработки результатов опроса пользователей.

*Задачи службы:* провести оценку качества ЭИР по выработанным и согласованным критериям на основе анализа их характеристик для обеспечения формирования рейтинга.

*Требования:* объективность, публичность, соревновательный характер.

*Ожидаемые результаты:* на основе оценки качества сформировать перечень претензий к электронным ресурсам обучения для выполнения работ по их устранению и составить рейтинг ЭИР обучения для повышения мотивации авторов ресурсов по улучшению их качества.

*Служба сопровождения и модернизации ЭИР* осуществляет организацию, планирование и выполнение работ по улучшению их качества путем исправления замеченных недостатков, реализации новых дидактических свойств и возможностей электронных ресурсов обучения. Специалисты этой службы оказывают консультационные услуги по приобретению новых ЭИР обучения, а также принимают участие в обучении преподавателей и сотрудников по их использованию.

*Задачи службы:* на постоянной основе с учетом оценки качества ЭИР обучения выполнить работы по их модернизации и максимально удовлетворить запросы пользователей.

*Требования:* оперативно, качественно и в полном объеме выполнение работ.

*Ожидаемые результаты:* модернизация и внедрение новых ЭИР улучшенного качества в учебный процесс университета.

### Анализ СУК ЭИР по критериям значимости ее элементов

Службы системы управления качеством ЭИР обучения обеспечивают последовательный процесс их мониторинга, оценивания качества и сопровождения. При этом система Feedback играет роль обратной связи в этом процессе. На рис. 3 представлена функциональная схема работы служб СУК ЭИР обучения.

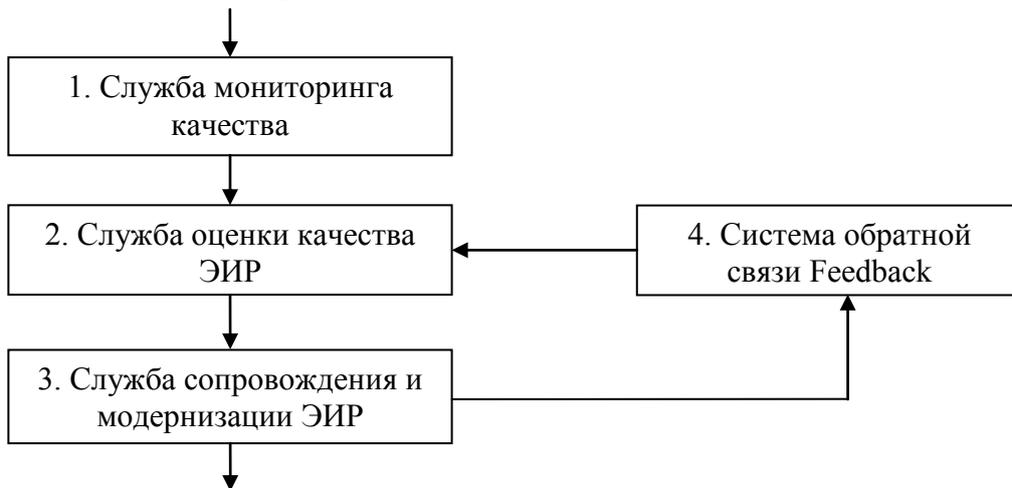


Рис 3. Схема работы служб системы управления качеством ЭИР обучения

В соответствии с методами теории автоматического управления обозначим через  $W_i(p)$  – передаточные функции качества ЭИР соответствующих служб ( $i = 1,2,3$ ) и системы Feedback ( $i = 4$ ). Согласно правилам расчета последовательного соединения звеньев системы и с учетом обратной связи системы Feedback передаточная функция разомкнутой системы  $W(p)$  выражается через передаточные функции соответствующих звеньев  $W_i(p)$  по формуле

$$W(p) = \frac{W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)}{1 \pm W_2(p) \cdot W_3(p) \cdot W_4(p)}. \quad (2)$$

Следует отметить, что система обратной связи Feedback может играть роль как локальной отрицательной (-), так и локальной положительной (+) обратной связи. При этом роль отрицательной обратной связи более значима и чаще всего используется в работе СУК ЭИР обучения, так как главное предназначение СУК ЭИР состоит в выявлении ресурсов низкого качества и их модернизации. Вместе с тем система может находиться в состоянии действия локальной положительной обратной связи в случае режима популяризации передового опыта по созданию качественных ЭИР обучения.

С достаточной степенью общности можно рассматривать модель идеального усиления звеньев системы. Тогда  $W_i(p) = k_i$  ( $i = 1,2,3,4$ ), где  $k_i$  – коэффициенты повышения качества ЭИР соответствующих  $i$ -звеньев системы. В общем случае для коэффициента  $k$  повышения качества ЭИР всей СУК из (2) имеем выражение

$$k = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{1 \pm k_2 \cdot k_3 \cdot k_4}. \quad (3)$$

Учитывая, что сама система управления качеством ЭИР является глобальной обратной связью в архитектуре системы управления качеством обучения, для обеспечения повышения качества электронных ресурсов достаточно выполнения условия  $k > 1$  или

$$k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 > 1 \pm k_2 \cdot k_3 \cdot k_4. \quad (4)$$

Соотношение (3) совместно с условием (4) позволяет применить дифференцированный подход к учету степени важности элементов СУК ЭИР обучения, а также оптимизировать параметры этой системы.

### Методы расчета и оптимизации параметров СУК ЭИР

С целью оптимизации параметров СУК ЭИР применим метод последовательного выделения важнейших элементов системы по критерию их воздействия на систему с точки зрения качества ЭИР обучения. В рассмотренной выше модели идеального усиления звеньев системы коэффициенты повышения качества ЭИР могут выступать в роли весовых коэффициентов значимости элементов СУК ЭИР обучения. Оптимальное сочетание значений этих коэффициентов будет способствовать оптимизации режимов работы всей системы управления качеством электронных ресурсов. При этом, если учесть, что на практике коэффициенты  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  и  $k_4$  не являются детерминированными параметрами, а имеют свойства случайных величин с известным законом распределения, то при моделировании оптимальных состояний СУК ЭИР следует применять статистические методы расчета и оптимизации параметров системы.

Примером использования статистических методов расчета и оптимизации параметров системы может служить расчет математического ожидания коэффициента  $k$  повышения качества ЭИР в зависимости от математических ожиданий коэффициентов  $k_i$ , а также оптимизировать разброс значений  $k$  путем наложения ограничений на известные значения математических ожиданий и среднеквадратических отклонений коэффициентов  $k_i$ .

### Выводы

Представлена модель системы управления качеством ЭИР обучения, которая реализована в виде согласованной работы служб мониторинга, оценки качества и сопровождения.

При проведении мониторинга и оценивании качества ЭИР в целом в качестве основных критериев качества выбраны совместимость ЭИР со стандартами IMS, SCORM, а также данные системы обратной связи Feedback в виде оценок пользователей электронных ресурсов обучения.

На основе методов теории автоматического управления системами рассмотрены интегрированный и дифференцированный подходы к моделированию СУК ЭИР обучения. Интегрированный подход выражен в виде описания работы служб мониторинга, оценивания качества и сопровождения ЭИР обучения, которые объединяют взаимосвязанные элементы СУК. Дифференцированный подход учитывает значимость элементов СУК ЭИР обучения как внутри служб, так и при их взаимодействии.

В модели идеального усиления звеньев СУК коэффициенты повышения качества ЭИР являются параметрами расчета и оптимизации системы.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Kravtsov H.M. Design and Implementation of a Quality Management System for Electronic Training Information Resources / In: Ermolayev, V. et al. (eds.) Proc. 7-th Int. Conf. ICTERI 2011, Kherson, Ukraine, May 4-7, 2011, CEUR-WS.org/Vol-716, ISSN 1613-0073, P.88-98, online CEUR-WS.org/Vol-716/ICTERI-2011-CEUR-WS-paper-6-p-88-98.pdf. – P. 88–98.
2. Кравцов Г.М. Структура системы управления качеством электронных ресурсов обучения / Г.М. Кравцов // Информационные технологии в образовании. – 2011. – № 10. – С. 94–101.
3. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: Монографія. – К.: Атіка, 2009. – 684 с.: іл.
4. H. Kravtsov, D. Kravtsov. Knowledge Control Model of Distance Learning System on IMS Standard / Innovative Techniques in Instruction Technology, E-learning, E-assessment, and Education. – Springer Science + Business Media V.B. – 2008. – P.195–198.
5. Kravtsov H. Evaluation Metrics of Electronic Learning Resources Quality. / H.Kravtsov // Informational Technologies in Education. – 2009. – № 3. – P. 141–147.
6. Спиваковский А.В. Архитектура и функциональность программного комплекса "KSU FEEDBACK" / А.В. Спиваковский, Д.А. Березовский, С.А. Титенок // Информационные технологии в образовании. – 2010. – № 5. – С. 40–53.