

О‘ЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
О‘ЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR
VAZIRLIGI
МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН

ИНФОРМАТИКА
VA ENERGETIKA
MUAMMOLARI

1·2023

ПРОБЛЕМЫ
ИНФОРМАТИКИ
И ЭНЕРГЕТИКИ

*Журнал под таким названием издается с января 1992 г.
по 6 номеров в год*

Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi

ТАШКЕНТ– 2023

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ш.Х. ФАЗЫЛОВ (*главный редактор*)
Х.М. МУРАТОВ (*зам. главного редактора*)
Б.М. АЗИМОВ (*ответственный секретарь*)
О.З.ТОЙРОВ (*ответственный секретарь*)
С.Ф.АМИРОВ
Р.А.ЗАХИДОВ
Х.З.ИГАМБЕРДИЕВ
М.А. ИСМАЙЛОВ
О.Х.ИШНАЗАРОВ
М.М. КАМИЛОВ
М.М.КАРИМОВ
М.М.МУСАЕВ
Т.Х.НАСЫРОВ
Н. РАВШАНОВ
М.А.РАХМАТУЛЛАЕВ
Л.Ф.СУЛЮКОВА
Р.Х.ХАМДАМОВ

Адрес редакции:

100173, г.Ташкент, ул.Фозилтепа, 226
Телефоны +998 90 927 72 13, +998 99 365 43 28
e-mail: informatika-energetika@mail.ru

*Редактор: Ш. Кушербоева
Технический редактор: А. Муйдинов
Компьютерная верстка: Ш. Миркосимова*

Журнал зарегистрирован Агентством по печати и информации Республики Узбекистан 22.12.2006 г.
Регистрационный №0046. Изд. лиц. А1 №149, 14.08.09. Изд. №3-75. Сдано в набор 02.08.2023. Подписано в печать.
11.10.2023. Формат 60×84 1/8.
Гарнитура литературная. Печать офсетная. Бумага офсетная. Усл-печ. л. . 11.8. Уч. - изд. л.7.8. Тираж 150. Заказ №
Цена договорная.

Издательство «Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi»: 100173, г.Ташкент, ул.Фозилтепа, 226.
Отпечатано в типографии Научно-исследовательского института развития цифровых технологий и
искусственного интеллекта при Министерстве цифровых технологий
Республики Узбекистан: 100125, Ташкент ш., Буз-2 мавзеси,17А уй.

«Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi»

ТАШКЕНТ – 2023

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В статье в качестве наиболее подходящего подхода для решения задачи оценки качества информационных образовательных систем предложено нечеткое когнитивное моделирование. Обосновано решение применения данного подхода для описания зависимостей между параметрами предметной области и их влияния на общий уровень качества образовательных информационных систем (ОИС). Для анализа и оценки качества ОИС применен разработанный программный продукт, реализующий следующие заявленные функции: оценку исходного уровня качества ОИС; оценку возможного уровня качества ОИС в случае реализации атак на информационные ресурсы учреждений.

Ключевые слова: образовательная информационная система, качество информационных систем, программный продукт, нечеткое когнитивное моделирование, нечеткий классификатор.

L.F. Sulyukova, B.A. Yorkulov

Ta'lim axborot tizimlari sifatini baholash uchun dasturiy mahsulotlar majmuasi

Maqolada noaniq kognitiv modellashtirish axborot ta'lim tizimlari sifatini baholash muammosini hal qilishning eng to'g'ri yondashuvi sifatida taklif etiladi. Ushbu yondashuvni fan sohasi parametrlari va ularning ta'lim axborot tizimlarining (TAT) umumiy sifat darajasiga ta'siri o'rtasidagi bog'liqlikni tavsiflash uchun qo'llash to'g'risidagi qaror asoslanadi. TAT sifatini tahlil qilish va baholash uchun quyidagi e'lon qilingan funktsiyalarni amalga oshiradigan ishlab chiqilgan dasturiy mahsulotdan foydalanildi: TAT sifatining boshlang'ich darajasini baholash; muassasalarning axborot resurslariga hujumlar sodir etilgan taqdirda intellektual mulk sifatining mumkin bo'lgan darajasini baholashdan iborat.

Kalit so'zlar: ta'lim axborot tizimi, axborot tizimlari sifati, dasturiy mahsulot, noravshan kognitiv modellashtirish, noaniq klassifikator.

L.F. Sulyukova, B.A. Yorkulov

A complex of software products for assessing the quality of educational information systems

In the article, fuzzy cognitive modeling is proposed as the most appropriate approach for solving the problem of assessing the quality of information educational systems. The decision to apply this approach to describe the dependencies between the parameters of the subject area and their influence on the overall quality level of educational information systems (EIS) is substantiated. For the analysis and evaluation of the quality of the OIS, the developed software product was used, which implements the following declared functions: assessment of the initial level of the quality of the EIS; assessment of the possible level of quality of intellectual property in the event of attacks on the information resources of institutions.

Keywords: educational information system, quality of information systems, software product, fuzzy cognitive modeling, fuzzy classifier.

Введение. Сфера образования формирует и стимулирует интеллектуальное, культурное, духовное развитие общества государства. Ее содержательное наполнение и направленность отражены в образовательных программах и стандартах. Научно-технический прогресс стимулирует внедрение новых инструментов, которые нужно и можно использовать в образовательном процессе. При этом важно понимать, что образовательная информационная система (ОИС) должна быть качественной и удовлетворять требованиям качества не только информационной системы, но и образовательных стандартов и безопасности [1 – 12].

После 2018 г. в высших учебных заведениях укрепилась парадигма активного внедрения онлайн-курсов, в том числе появились практики замещения (на альтернативной или безальтернативной основе) традиционных по форме обучения дисциплин дистанционными. Эти практики вызвали острые

дискуссии, поскольку не все дисциплины оказались содержательно и методически адаптируемы к онлайн-формату. Однако никто не рассматривал вариант полного перехода «в цифру» как единственно верный.

Проблемы, вызванные пандемией коронавирусной инфекции, затронули все сферы общественной жизни, в том числе и образование. Если ранее к дистанционному проведению образовательного процесса тяготели преимущественно высшие учебные учреждения, заинтересованные в охвате аудитории и реализации проектов непрерывного и доступного образования, то вынужденная самоизоляция привела к тому, что слабо востребованные школой дистанционные технологии стали насущной необходимостью. Массовый переход всех школ к онлайн-обучению ярко проявил проблему оценки уровня информационной безопасности образовательных информационных систем, актуальность которой упускалась в «мирное время», так как увеличение нагрузки на эти системы привело к возникновению различных негативных последствий, например, не рассчитанные на единовременное пребывание большого количества пользователей, образовательные порталы не справлялись с нагрузкой и возникали ошибки, в результате чего учащиеся не могли получить задание. Пугающе также возросло количество хакерских атак на образовательные системы, в связи с чем возникла острая необходимость разработать программный комплекс, оценивающий состояние ОИС на предмет информационной безопасности, при этом такая оценка должна проходить постоянно в рамках менеджмента качества ОИС [1].

Литературный обзор. Мировые ученые с разных сторон изучали вопрос оценки качества и процесс управления качеством информационных систем. Существует описание общих принципов и методов оценки, которые характерны для систем определенного назначения (А.Н. Щенников, Т.Г. Озерникова, Л.В. Глухова). Предпринимались попытки сформулировать универсальные методики управления оценкой качества (Gurpreet Dhillon, Carlo Batini). Имеются также труды, связанные с описанием отдельных параметров, определяющих качество: надёжность (А.В. Баранова, В.К. Дедков, А.И. Ковалёв, В.Н. Матуско и т.д.); защищенность информации (А.А. Шелупанов, Viet Pham, Reijo Savola) и т.д.

Имеющиеся подходы недостаточно полно учитывают специфические особенности задачи оценки качества ИС, прежде всего, наличие субъективной неопределенности, связанной с необходимостью широкого использования экспертной информации. Кроме того, к существенным недостаткам можно отнести несоответствие методик, предложенных авторами, мировым нормативно-правовым актам, которые освещают проблему менеджмента качества, в рамках которых не только определено понятие «качество», но и включен рекомендуемый перечень показателей, которые могут оказывать на него влияние.

Методология исследования. Анализ предметной области и научной литературы показал, что на качество ОИС оказывают влияние ряд параметров, большинство из которых не представляется возможным оценить количественно. Их величину чаще всего определяют эксперты, опираясь на субъективный анализ процесса функционирования системы и оценивая ее вербально, т.е. качественными оценками. Однако некоторые параметры всё же могут быть оценены количественным образом. Так, для процедуры объединения имеющихся данных об уровне качества ОИС необходимо использовать такой математический аппарат, который позволит совокупно использовать количественную и качественную разрозненную характеризующую предметную область информацию.

В качестве наиболее подходящего подхода для решения данной задачи было выбрано нечеткое когнитивное моделирование. Его выбор связан с тем, что

оно позволяет формализовать факторы, которые сложно численно измерить, а также дает возможность использовать нечеткие, неполные и противоречивые данные [4].

Основным структурным элементом когнитивного моделирования являются когнитивные карты, примером которых выступает знаковый граф. Его особенность заключается в том, что его ребра имеют положительные или отрицательные веса и обозначают характер связи между его вершинами. Путь по графу есть произведение весов его рёбер: путь является положительной величиной в случае наличия отрицательных рёбер в четном количестве, либо отрицательной в случае нечетного количества отрицательных рёбер в графе [3]. Если связи между вершинами положительные, то усиление исходного параметра приводит к росту конечного параметра, в противоположном случае – к уменьшению. В случае, если от одного параметра до другого по графу можно пройти как по положительному, так и по отрицательному пути, то определить влияние одного параметра на другой не представляется возможным [8].

На основании вышеуказанного можно сделать вывод, что использование нечёткой когнитивной модели (НКМ) на базе продукционных правил и принципов нечеткой логики является удачным решением для описания зависимостей между параметрами предметной области и их влияния на общий уровень качества ОИС.

Для того, чтобы формализовать оценки отдельных составляющих качества ОИС, предложено ввести лингвистическую переменную «Величина параметра» и противопоставить ей терм-множество значений, обозначенное как VP . Это терм-множество будет включать в себя 5 уровней, принадлежащих неотрицательной области оценок:

$$VP = \{ \langle 0 \rangle; \text{Низкий (D)}; \text{Средний (C)}; \text{Выше среднего (B)}; \text{Высокий (A)} \}. \quad (1)$$

Для того, чтобы представить VP в графическом виде, был разработан 5-уровневый классификатор, который подразумевает, что функциям принадлежности нечетких чисел на отрезке $[0,1] \in R$ эквивалентны трапеции:

$$\{ \langle \text{Ноль} \rangle (0; 0; 0.15; 0.25); A (0.15; 0.25; 0.35; 0.45); B (0.35; 0.45; 0.55; 0.65); C (0.55; 0.65; 0.75; 0.85); D(0.75; 0.85; 1; 1) \}, \quad (2)$$

где в приведенных нечетких числах вида $N(z_1, z_2, z_3, z_4)$ z_1 и z_4 – абсциссы нижнего основания трапеции; z_2 и z_3 – абсциссы ее верхнего основания [12]. Графический вид классификатора приведен на рис. 1.

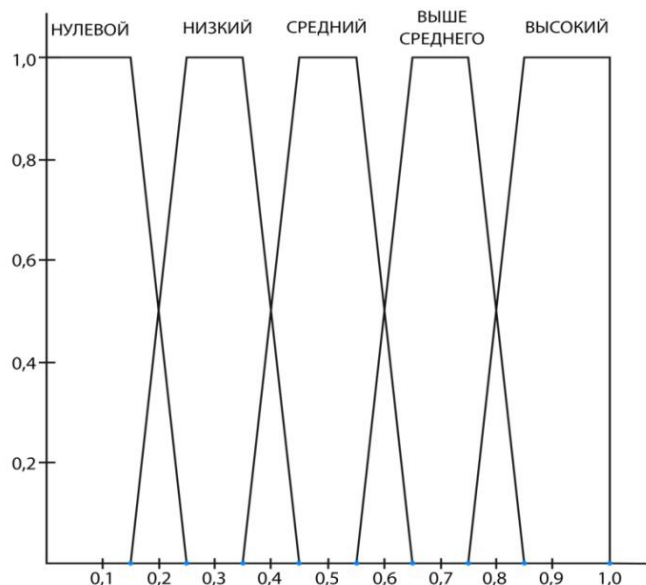


Рис. 1. Графическое представление нечеткого классификатора

Важно отметить, что сумма всех функций принадлежности для любого числа, лежащего в интервале $x \in [0, 1]$, должна равняться единице для обеспечения принципа непротиворечивости.

Результаты. Для установления оценки качества ОИС следует сформулировать математические модели, которые связывают исходную информацию об оценках имеющегося и возможного уровня качества ОИС. Для выявления перечня исходных данных разрабатываемых моделей, регламента их использования для вычислений следует разработать, унифицировать алгоритм оценки и управления качеством ОИС на всех этапах её жизненного цикла. Для этого необходимо, в первую очередь, определить эти этапы.

Анализ нормативно-правовых документов позволил выявить следующие этапы жизненного цикла ОИС:

1. Проектирование ОИС.
2. Ввод в эксплуатацию ОИС.
3. Эксплуатация ОИС и поддержание ее работы.
4. Вывод из эксплуатации.

С учетом выявленных этапов жизненного цикла ОИС был разработан алгоритм управления её качеством, блок-схема которого приведена на рис. 2. В ней обозначены процедуры, которые относятся к управлению качеством ОИС, а именно:

1. Формирование требований к ОИС (от преподавателей, учащихся и руководства образовательного учреждения, а также требования регулятора). Результатирующей информацией данного этапа является список неформализованных требований к качеству ОИС, определяемых различными ее характеристиками.

2. Объединение данных о необходимом уровне качества ОИС. Результатом выступает формализованный уровень качества ОИС. Кроме того, на данном этапе можно также задать перспективный уровень качества ОИС на случай, если со временем планируется улучшение системы.

3. Создание (улучшение) концепции ОИС. Эта процедура направлена на обеспечение требований из п.2.

4. Оценка уровня качества, который достигается путем реализации концепции ОИС. Если еще на этапе планирования ОИС уровень ее качества недостаточен, концепцию необходимо пересмотреть. В результате атаки на ОИС уровень ее качества может снижаться. В результате выполнения п.4 лицо принимающее решение (ЛПР) получает формализованную оценку качества ОИС при возможной реализации атаки.

5. Проверка полученного в п.4 уровня качества ОИС на соответствие требуемому уровню. В результате ЛПР получает рекомендации о том, нужно ли вносить изменения в СЗИ или изменять концепцию ОИС, чтобы соответствовать необходимому уровню качества.

6. Оценка имеющегося уровня качества ОИС. На этом этапе вычисляется оценка текущего показателя качества ОИС [6].

Таким образом, процесс управления качеством ОИС можно представить в виде следующей последовательности шагов:

1. Задание необходимого уровня качества ОИС.
2. Оценка уровня качества ОИС на настоящий момент времени.
3. Оценка возможного уровня качества ОИС в случае реализации угрозы на информационные ресурсы учреждения.

Каждый из приведенных выше этапов управления качеством преследует различные цели и предполагает получение и использование разнородной информации, добытой из различных источников.

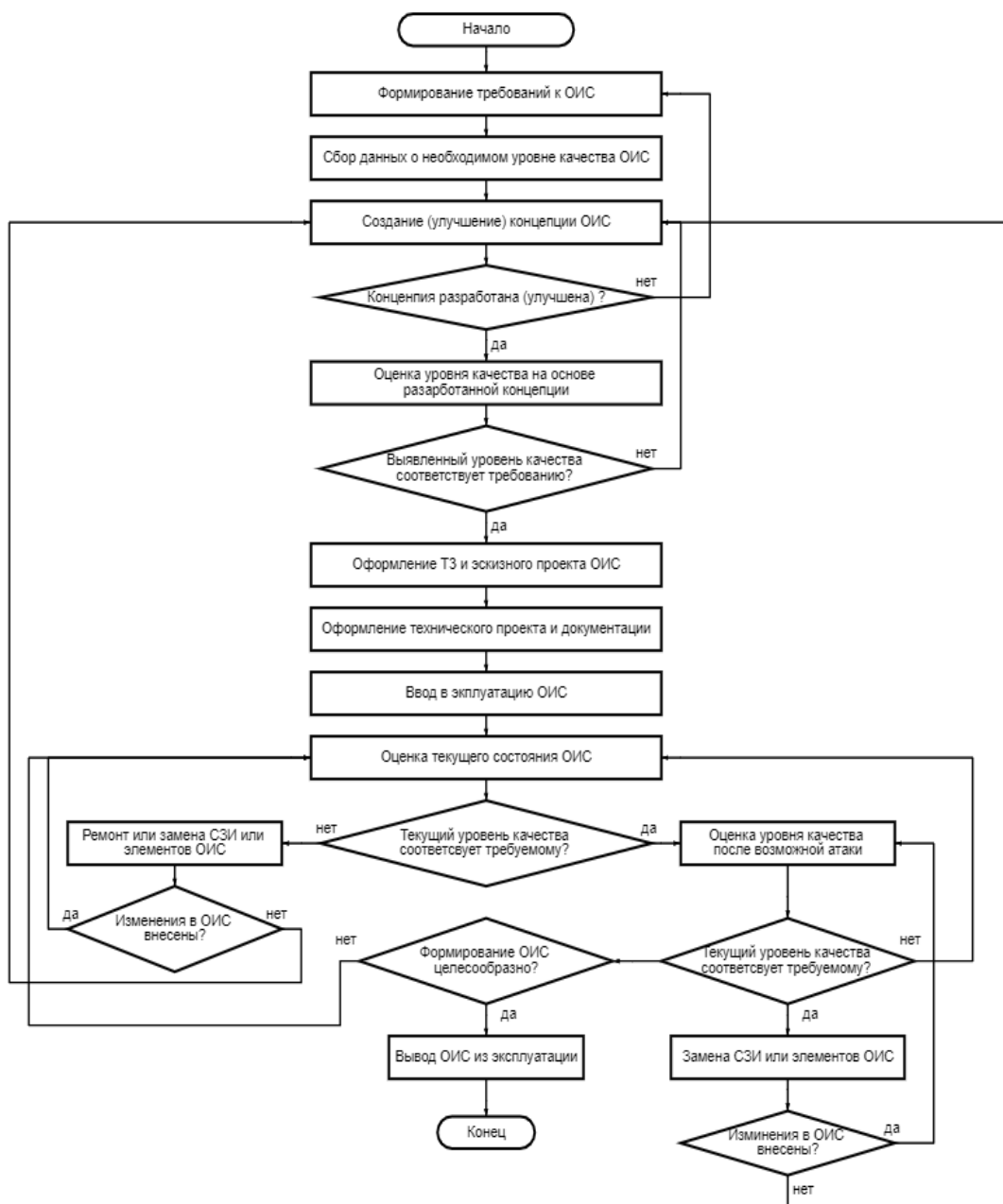


Рис. 2. Алгоритм управления качеством ОИС

Предложенная методика определения качества информационных систем на основе оценок экспертов отличается тем, что позволяет формализовать качественные оценки о состоянии системы с помощью теории нечетких множеств. Входящие в методику нечеткие модели оценки качества, а также соответствующие им алгоритмы позволяют на основе экспертных данных проводить оценку качества образовательных информационных систем на этапе их разработки, внедрения и использования. Реализация методики позволяет повысить эффективность процесса управления качеством образовательных информационных систем и образовательного процесса в целом [7].

Программный комплекс оценки качества ОИС. На основе алгоритма и метода оценки качества ОИС был разработан комплекс программных продуктов, состоящий из двух взаимосвязанных модулей:

- «Модуль оценки и управления уровнем качества образовательной информационной системы»;

- «Модуль оценки текущих уровней параметров образовательной информационной системы».

Взаимосвязь данных структурных компонентов приведена на рис.3. Кроме того, оба программных модуля зарегистрированы в государственном реестре программ для электронно-вычислительных машин, в Агентстве по интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан.

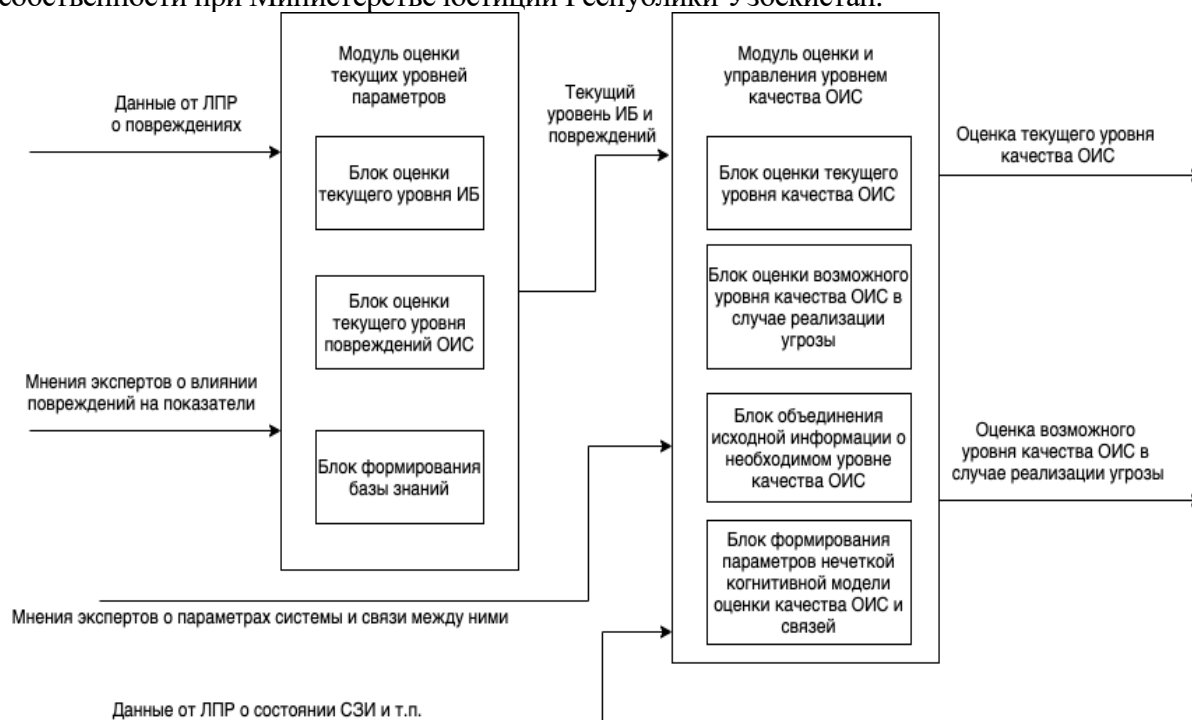


Рис. 3. Схема взаимосвязей между разработанными модулями

Модуль оценки текущих уровней параметров системы оценивает имеющийся уровень ИБ ОИС; а также силу влияния повреждений ОИС. В качестве входных параметров на модуль подаются данные о текущем состоянии ОИС и ее повреждений, а также информация о том, как повреждения в настоящий момент влияют на параметры системы [2].

Оценки, которые образовались по завершении работы программного модуля, стали входными для следующего модуля – модуля оценки и управления качеством ОИС, задачей которого является в том числе проведение оценки возможного уровня качества ОИС в случае реализации угроз. Стоит напомнить, что в случае оценки различных показателей системы вне рамок решения задачи по управлению качеством ОИС программный комплекс позволяет сохранить результаты оценок для дальнейшего анализа.

На вход программного модуля подается следующий набор информации:

- суждение экспертов о включении тех или иных концептов и их связей в составе нечетких когнитивных моделей;
- информация об исходном уровне информационной безопасности ОИС;
- текущие значения оценок состояния СЗИ (Средство защиты информации) ОИС и других показателей.

Работа перечисленных программных модулей в составе единого комплекса позволяют не только осуществлять оценку качества ОИС, но и проводить журналирование, фиксируя проведенные ранее оценки. Это дает возможность наблюдать динамику изменения состояния ОИС и оценивать эффективность процесса менеджмента качества в образовательной организации. В журнале

фиксируется не только сама оценка, но и дата ее проведения, а также указатель на подробное описание полученного результата.

	Повреждение	Уровень повреждения
1	Повреждение инженерно-технических средств ЗИ	Ниже среднего
2	Повреждение жёстких дисков серверов	Низкий
3	Повреждение элементов обработки данных рабочих станций	Средний
4	Повреждение жёстких дисков рабочих станций	Ниже среднего
5	Повреждение аппаратных средств ЗИ	Ниже среднего
6	Повреждение каналов передачи данных	Ниже среднего
7	Повреждение носителей с резервными копиями	Низкий
8	Повреждение организационно-правовых средств ЗИ	Низкий

Рис. 4. Интерфейс программного модуля

Заключение. Разработан программный продукт, реализующий следующие заявленные функции: оценку исходного уровня качества ОИС; оценку возможного уровня качества ОИС в случае реализации атак на информационные ресурсы учреждений.

Разработанная методика и ее программная реализация были приняты в опытную эксплуатацию в образовательные учреждения различного уровня (школа, вуз, центр дополнительного образования), что подтверждается актами о внедрении. В результате опытной эксплуатации была проверена и показана эффективность рассматриваемых в статье подходов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Yorkulov B.A., Azhmuhamedov I.M. Methodology for assessing the level of information security of the educational information system based on fuzzy classifier and hierarchy of damages // CASPIAN JOURNAL: Control and High Technologies, 2020, № 4 (52).
2. Azhmuhamedov I.M., Yorkulov B.A. Concept of Quality of Information Systems In International Legislative Acts // ISSN: 2350-0328 International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (India), Vol. 7. July 2020. Issue 7. P. 14505–14510. URL: <http://www.ijarset.com/upload/2020/july/35-byorkulov-37.pdf>.
3. Azhmuhamedov I.M., Yorkulov B.A. Algorithm for Managing the Quality of Educational Information System // Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference on Digital Economy (ISCDE 2020) URL: <https://www.atlantis-press.com/article/125947835.pdf>.
4. Ажмухамедов И.М. Методология моделирования плохо формализуемых слабо структурированных социотехнических систем / Ажмухамедов И. М.,

- Проталинский О. М. // Вестник АГТУ. Сер. «Управление, вычислительная техника и информатика». 2013. № 1. С.144–154.
5. Ажмухамедов И.М. Информационная безопасность. Системный анализ и нечеткое когнитивное моделирование: монография / Ажмухамедов И.М. М.: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Астрахань, 2012. – 385 с.
 6. Глухова Л.В. Методология оценки и управления качеством функционирования информационных систем // Вестник Казанского технологического университета. 2008. № 4 . С. 174–181.
 7. Eppler M., Wittig D. Conceptualizing information quality: A review of information quality frameworks from the last ten years // Proceedings of the 2000 Conference on Information Quality. Klein B. D., Rossin D. F. (eds.). Boston: M.I.T. 2000, P. 83–91.
 8. Кузнецов О.П. Когнитивное моделирование слабо структурированных ситуаций: [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://posp.raai.org/data/posp2005/Kuznetsov/kuznetsov.html>.
 9. Prieto-Diaz R. The Common Criteria Evaluation Process: Process Explanation, Shortcomings and Research Opportunities. -Harrisonburg, Virginia: James Madison University, USA, December, 2002. –56 P. -(Technical Report Series; CISC-TR-2002-03. Version 1.0.2/Commonwealth Information Security Center).
 10. Rao P.P.B. Ranking generalized fuzzy numbers using area, mode, spreads and weight / Rao P.P.B, Shankar N.R. // International Journal of Applied Science and Engineering. Vol. 1. 2012. № 10. P. 41–57.
 11. Поспелов Д. С. «Серые» и / или «чёрно-белые» [шкалы] / Прикладная эргономика. Спец. выпуск «Рефлективные процессы». 1994. № 1. С. 26–39.
 12. Ярушкина Н. Г. Нечёткие гибридные системы. Теория и практика. М.: Физматлит, 2007. – 208 с.

Национальный исследовательский университет
«Ташкентский институт инженеров ирригации и
механизации сельского хозяйства»
Навоийский государственный педагогический
институт

Дата поступления
12.05.2023

СОДЕРЖАНИЕ

Информатика и управление

Б.М.Азимов, А.Р.Рузикулов, Ш.З.Ихсанова. Моделирование и оптимальное управление движением хлопкоуборочной машины при различных условиях неровности полевых дорог	3
Б.Элов, Р.Алаев, З.Хусаинова. Алгоритм UZB Stemming на основе разделения аффиксов.....	14
А.Х.Ишмухамедов. Решения задач надежности систем передачи данных.....	28
Э.К.Самандаров. Анализ знаний школьников с помощью простого алгоритма Байесовской классификации.....	37

Энергетика

О.З. Тоиров, С.С.Халиков. Функции показателей надежности насосных установок насосных станций машинного водоподъема.....	45
Н.М.Арипов,З.Ф.Мирзарахмедов,Ш.Б.Джаббаров,Б.Б. Рахмонов. Математическое описание контактных передатчиков и моделирование микроэлектронных передатчиков для кода “КJ” и разработка микроэлектронных передатчиков.....”	52
П.Ж. Алланазарова, О.Х. Ишназаров. Математическая модель системы «Асинхронный двигатель – центробежный насос».....	59
И.К.Хужаев, Х.А.Мамадалиев, Ш.Хожиккулов, Ш.Равшанов. Применение метода Фурье для исследования распространения волны уплотнения в трубопроводах с демпфером.....	65

Информационные и телекоммуникационные технологии

Ю.А.Буланова, С.С.Садыков, И.Р.Самандаров. Исследование методов фильтрации шума на маммографических снимках.....	76
Л.Ф. Сулюкова, Б.А. Ёркулов. Комплекс программных продуктов для оценки качества образовательных информационных систем.....	87