

11. *Fast Artificial Neural Network Library*. Available at: <http://leenissen.dk/fann/wp/> (accessed 06.06 2020).
12. *Speak Recognition, Voice Recognition Module V3*. Available at: <http://www.elechouse.com/elechouse/> (accessed 06.06.2020).
13. *Speech-to-Text*. Available at: <https://cloud.google.com/speech-to-text/> (accessed 06.06 2020).
14. TensorFlow Lite for Microcontrollers. Available at: <https://www.tensorflow.org/lite/microcontrollers> (accessed 06.06 2020).
15. uSpeech. Available at: <https://github.com/arjo129/uSpeech> (accessed 06.06 2020).

УДК 004.4

ЭЛЕКТРОННО-ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА «ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЫ С РАЗЛИЧНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ»

Статья поступила в редакцию 26.03.2020, в окончательной варианте – 16.05.2020.

Иванова Елена Евгеньевна, Астраханский государственный университет, 4141056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,
магистрант, e-mail: ivanovae@list.ru

Жарких Леся Ивановна, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,
кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры информационных технологий,
e-mail: lesy_g@mail.ru

Обоснована необходимость ознакомления студентов и исследователей с фундаментальными понятиями о клеточной мембране и воздействии на нее других веществ на уровне взаимодействия атомов различных молекул. Указана необходимая функциональность электронно-обучающей системы. Для реализации этой функциональности предложено программное средство в виде веб-приложения для обучения студентов и исследователей в области межмолекулярных взаимодействий, обмена информацией между ними. Приведена архитектура разработанного программного средства. Рассмотрены функции отдельных блоков программного средства: организация заполнения электронного пособия, раздела «Научные статьи» и др., кратко описан модуль интерактивного общения пользователей электронно-обучающих систем. Модули программы «Конструктор тестов» – модуль для создания и проведения тестирования, а также «Управление заказами» – модуль для распространения преподавателями, исследователями и студентами своих разработок: программных продуктов, учебных пособий, методических материалов и пр. – описаны в работах авторов, опубликованных в материалах международных конференций. Описываемое программное средство разработано в интегрированной среде IDE Neatbeans. База данных спроектирована и реализована в СУБД PostgreSQL. Охарактеризован процесс проектирования, создания и наполнения базы данных информацией. Программный код написан на объектно-ориентированном языке программирования Java. Интерфейс организован на сервлетах языка Java. Рассмотрен алгоритм работы электронно-обучающей системы.

Ключевые слова: информационные технологии, веб-приложение, межмолекулярное взаимодействие, электронно-обучающая система, электронный учебник, база знаний, система управления базой знаний, компьютерное тестирование

ELECTRON-LEARNING SYSTEM “RESEARCH OF PROCESSES OF INTERACTION OF CELLULAR MEMBRANE COMPONENTS WITH VARIOUS SUBSTANCES”

The article was received by editorial board on 26.03.2019, in the final version – 16.05.2020.

Ivanova Elena E., Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation,

master student, e-mail: ivanovae@list.ru

Zharkikh Lesya I., Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation,

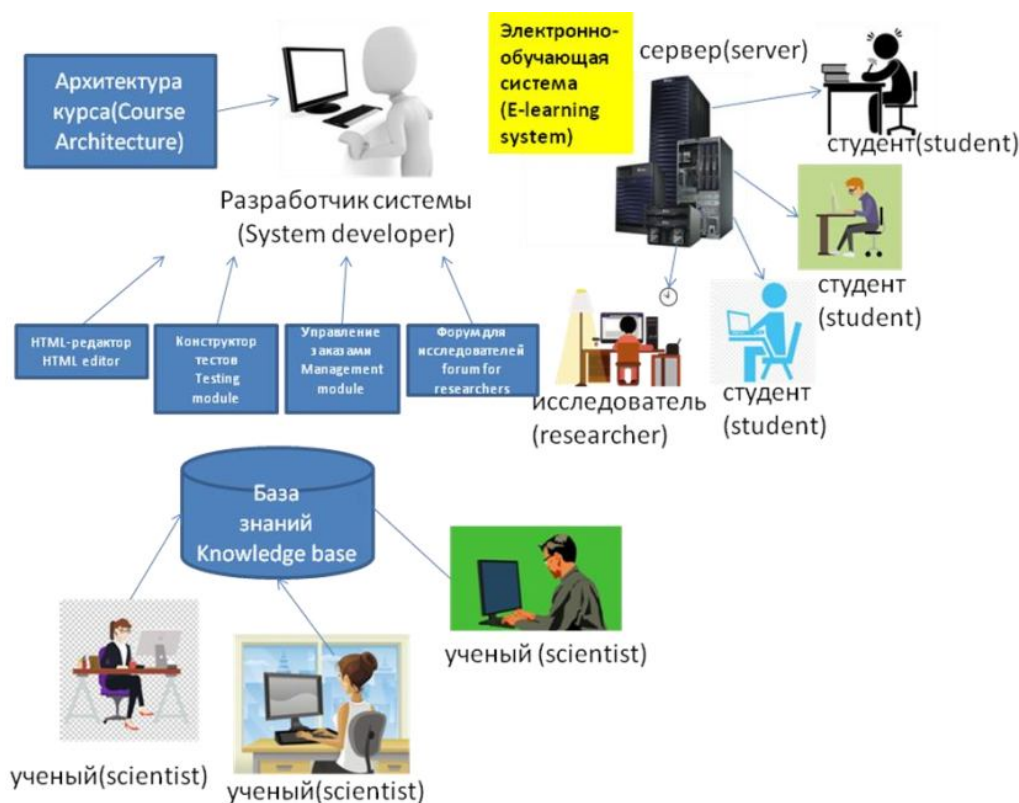
Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, e-mail: lesy_g@mail.ru

The necessity to acquaint the students and other researchers with the fundamental concepts of cell membrane and exposure to other substances at the level of interaction of atoms of different molecules. Specify the required functionality of the electronic teaching system. To implement this functionality the proposed software tool in the form of a web application for the training of students and researchers in the field of intermolecular interactions, the exchange of information between them. The architecture developed by the software tool. The functions of the individual blocks PS: the organization filling in the electronic Handbook, section "Scientific articles", etc., are briefly described module, the interactive

communication of users of the electronic teaching systems. Program modules "test maker" – module for the creation and testing, and "order Management" module is designed for distribution to teachers, researchers and students of its development: software products, teaching AIDS, methodical materials, etc. described in the works of the authors published in "the proceedings of international conferences. Describe the software tool developed in the IDE, the IDE Neatbeans, the database is designed and implemented in Postgresql DBMS. Described the process of design, build and populate the database with information. Program code is written in object-oriented programming language Java. The interface is organized on the servlets of Java language. The algorithm of electronic-learning system is described.

Keywords: information technology, web application, intermolecular interaction, e-learning system, e-textbook, knowledge base, knowledge base management system, computer testing

Graphical annotation (Графическая аннотация)



Введение. Образование является одной из важнейших областей деятельности современного общества. Это связано со стремительно развивающимися технологиями, имеющими применение в повседневной жизни. Новые образовательные технологии становятся особенно актуальными в ситуациях карантина высших образовательных учреждений. Учитывая растущую динамичность происходящих в обществе процессов, общепринятые подходы в образовании в некоторой мере исчерпали себя – специалисты всех уровней должны повышать свою квалификацию и осваивать новое в гораздо более сжатые сроки. Электронно-обучающие системы (ЭОС) позволяют осуществлять профессиональную подготовку специалистов, активно обучаться и осуществлять связи специалистов и заинтересованных лиц, а также обеспечивают получение информации о новых достижениях науки. Разработкам в области создания, улучшения и специфики использования ЭОС посвящены работы в различных областях наук [7, 18, 20, 21].

Одним из них являются исследования на уровне наноструктур. Они интенсивно развиваются, а их результаты постоянно пополняются новыми достижениями и изобретениями. Об этом свидетельствуют последние присуждения нобелевских премий [5] и накопленный опыт, изложенный в публикациях [1–3, 8–10, 12, 15–17, 19, 23, 25–28]. В Федеральном законе об образовании в РФ в статье 16 «Реализация образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий» рекомендовано «при реализации образовательных программ с применением исключительно электронного обучения... создавать условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды, включающей в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы, совокупность информационных технологий, телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств и обеспечивающей освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме

независимо от места нахождения обучающихся...» [24]. Для успешного накопления и поддержки получения новых знаний в области исследования процессов взаимодействия компонентов клеточной мембраны с различными веществами становится актуальным создание ЭОС.

При этом программные средства (ПС), обеспечивающие комплексное изучение воздействия компонентов клеточной мембраны на различные вещества, должны позволять результативно проводить научные исследования в данной предметной области, обеспечивать получение качественной и современной информации с использованием структурированного представления материала. Однако подходящего ПС на сегодняшний день не существует.

Поэтому целью данной работы явилось создание ЭОС, агрегирующей накопленные знания и обеспечивающей унифицированное структурирование материала в области межмолекулярных взаимодействий. В результате этого становится возможным изучать, накапливать, анализировать и наглядно отображать процессы воздействия веществ на компоненты клеточной мембраны. Кроме этого, ЭОС должна обеспечивать интерактивное взаимодействие между исследователями и доступ к документации о программных продуктах других разработчиков в этой области (или обзор такой документации).

Общая характеристика назначения, архитектуры и порядка разработки программного средства. ЭОС разрабатывается с целью повышения эффективности изучения математического моделирования межмолекулярных взаимодействий компонентов клеточной мембраны с различными веществами. Таким образом, созданная ЭОС должна представлять собой совокупность информационных источников, программных решений и практических применений [9]. На рисунке 1 показана схема ЭОС нулевого уровня (контекстная диаграмма).

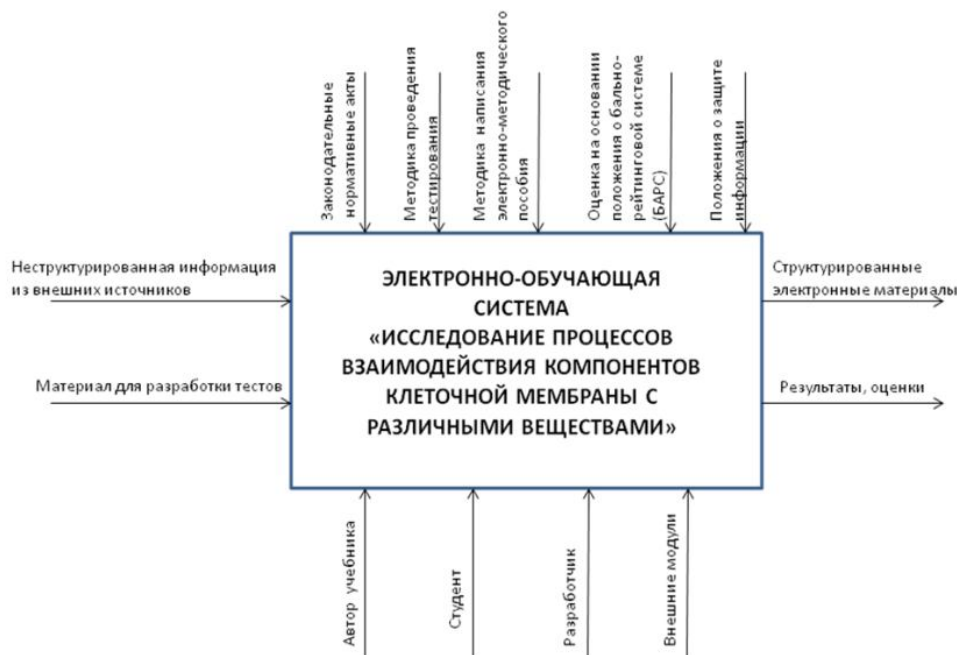


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма в нотации IDEF0 ЭОС «Исследование процессов взаимодействия компонентов клеточной мембраны с различными веществами»

Архитектура разрабатываемой ЭОС (рис. 2) опирается на три уровня управления базой знаний (БЗ) [22]:

- уровень интерфейсов – включает несколько уровней интерфейсов пользователя;
- логический уровень – осуществляет редактирование: добавление, удаление, обновление базы знаний;
- физический уровень – выполняет управление структурами данных для хранения информации в базе знаний и другой информации.

В работе [22] разъясняются технические различия между понятиями «база знаний» (БЗ) и «база данных» (БД).

Уровень интерфейсов разрабатываемой ЭОС включает в себя различные пользовательские службы БЗ. Здесь осуществляется взаимодействие пользователей разных групп с БД и БЗ посредством программных модулей, включающих операции с БЗ [4]. Также уровень интерфейсов имеет функции получения, обработки и представления информации из БД и БЗ.

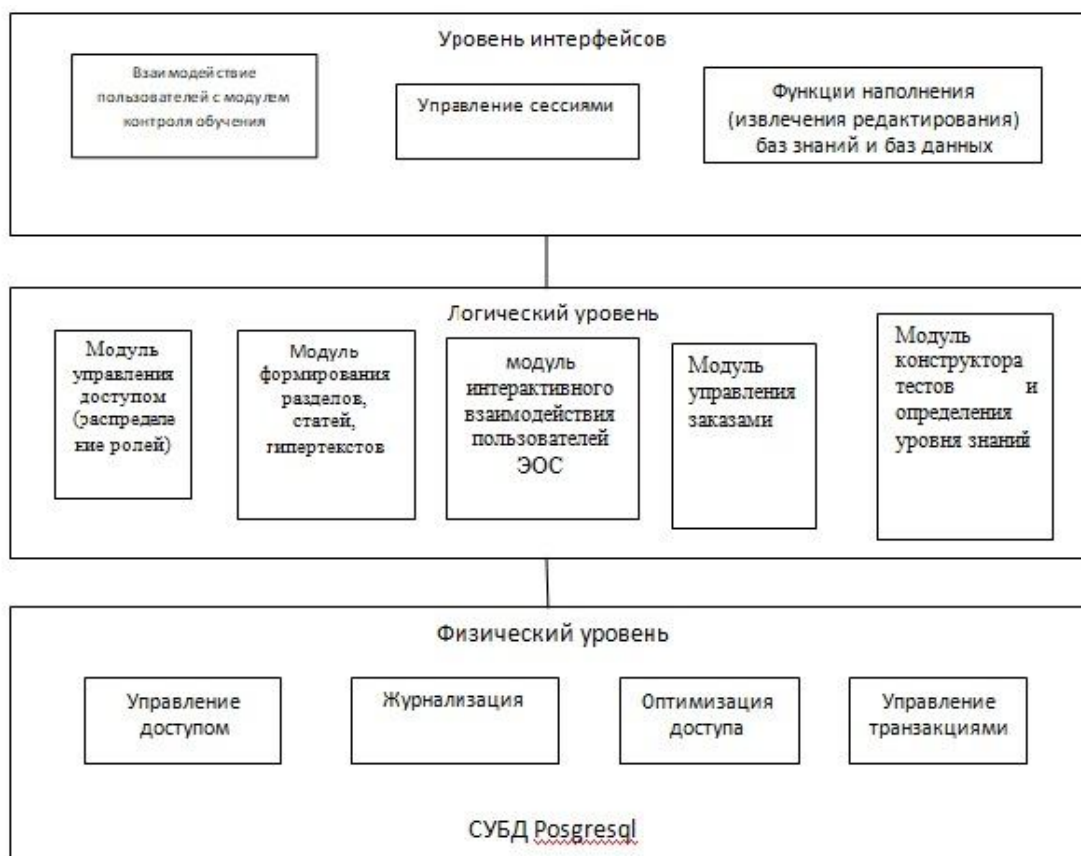


Рисунок 2 – Общая архитектура системы управления базой знаний ЭОС

Логический уровень поддерживает правила, ограничения, операции, задания для физического уровня. Его модули реализуют операции для физического уровня, состоящие из набора программных модулей:

- управления доступом (распределение ролей);
- формирования разделов, статей, гипертекстов и ссылок;
- интерактивного взаимодействия пользователей ЭОС;
- управления заказами;
- конструктора тестов и определения уровня знаний.

Физический уровень осуществляет регулирование структурами данных, хранящимися на сервере, политикой временного хранения данных.

Структура электронно-обучающей системы. В качестве инструмента для изучения методов математического моделирования межмолекулярных взаимодействий на примере процессов взаимодействия компонентов клеточной мембраны с различными веществами реализовано веб-приложение.

При описании ЭОС используются следующие наименования объектов.

Пользователи – различные группы пользователей. Каждая из групп пользователей имеет определенные права доступа к функционалу программы. Работа по наполнению системы необходимыми данными проводится ведущими специалистами, занимающимися исследованиями в данной области. Таким образом, система имеет возможность доработки по мере накопления знаний по данной проблеме.

Подсистема безопасности – система проверки надежности паролей авторизованных и авторизуемых пользователей.

Электронное пособие и другие вкладки – разработанное дерево каталогов по принципу файловой системы [26] для заполнения электронного пособия автором учебника со встроенным html-редактором SKEditor [29].

Базы данных – БД, где хранятся данные настроек, учетные записи, права, роли, форум, дерево наименования разделов.

Конструктор тестов – внешний модуль, имеющий свою БД.

Заполненный контент (содержание) электронно-обучающей системы – его составляют БЗ области межмолекулярных взаимодействий.

Электронно-обучающая система – система, позволяющая добавлять, редактировать и удалять данные в режиме непосредственного редактирования. Она имеет в своем составе также модуль интерактивного взаимодействия между исследователями (рис. 2).

На рисунке 3 представлена архитектура разработанной ЭОС.

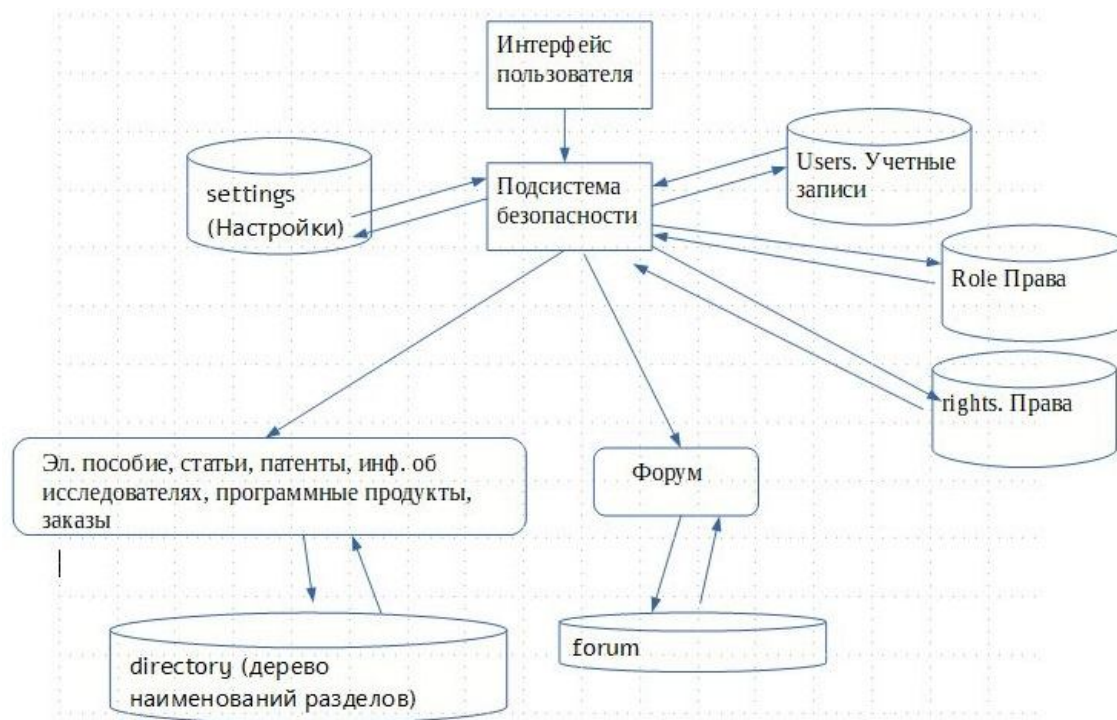


Рисунок 3 – Архитектура электронно-обучающей системы

В связи с этим ЭОС создается и разрабатывается с учетом необходимости форматирования и объединения разного рода форматов документов. Разрабатываемая ЭОС построена на блочном типе создания структуры. Поэтому имеется возможность редактировать, добавлять, удалять каждый из блоков по отдельности.

Алгоритм работы электронно-обучающей системы и ее интерфейс. Программное приложение размещается на удаленном сервере. Каждому пользователю, включая администратора системы, присваивается индивидуальная учетная запись.

В соответствии с требованиями к системе для реализации приложения была выбрана двухзвенная клиент-серверная архитектура. Клиентская часть (тонкий слой) – браузер. Серверная часть – удаленный сервер. Сервер работает с базами данных, и он же формирует запрос, который включает в себя адрес сервера, где располагается система, и параметры запроса.

Сервер считывает данные, которые передал браузер, обрабатывает, получает данные из БД с помощью своих приложений (сервлетов), формирует HTML-страницу и передает в браузер. Сервлет представляет собой специальный тип классов Java, который выполняется на веб-сервере и который обрабатывает запросы и возвращает результат обработки.

Рабочая программа выполнена на языке программирования Java [6] в среде разработки Netbeans [13].

Основными функциями web-приложения ЭОС являются следующие:

- функции администратора системы;
- подсистема безопасности;
- электронное учебное пособие, статьи, патенты, информация об исследователях;
- модуль интерактивного взаимодействия пользователей ЭОС;
- модуль управления заказами;
- модуль конструктора тестов и определения уровня знаний.

С учетом общих требований к программному продукту была составлена блок-схема алгоритма работы программы (рис. 4).

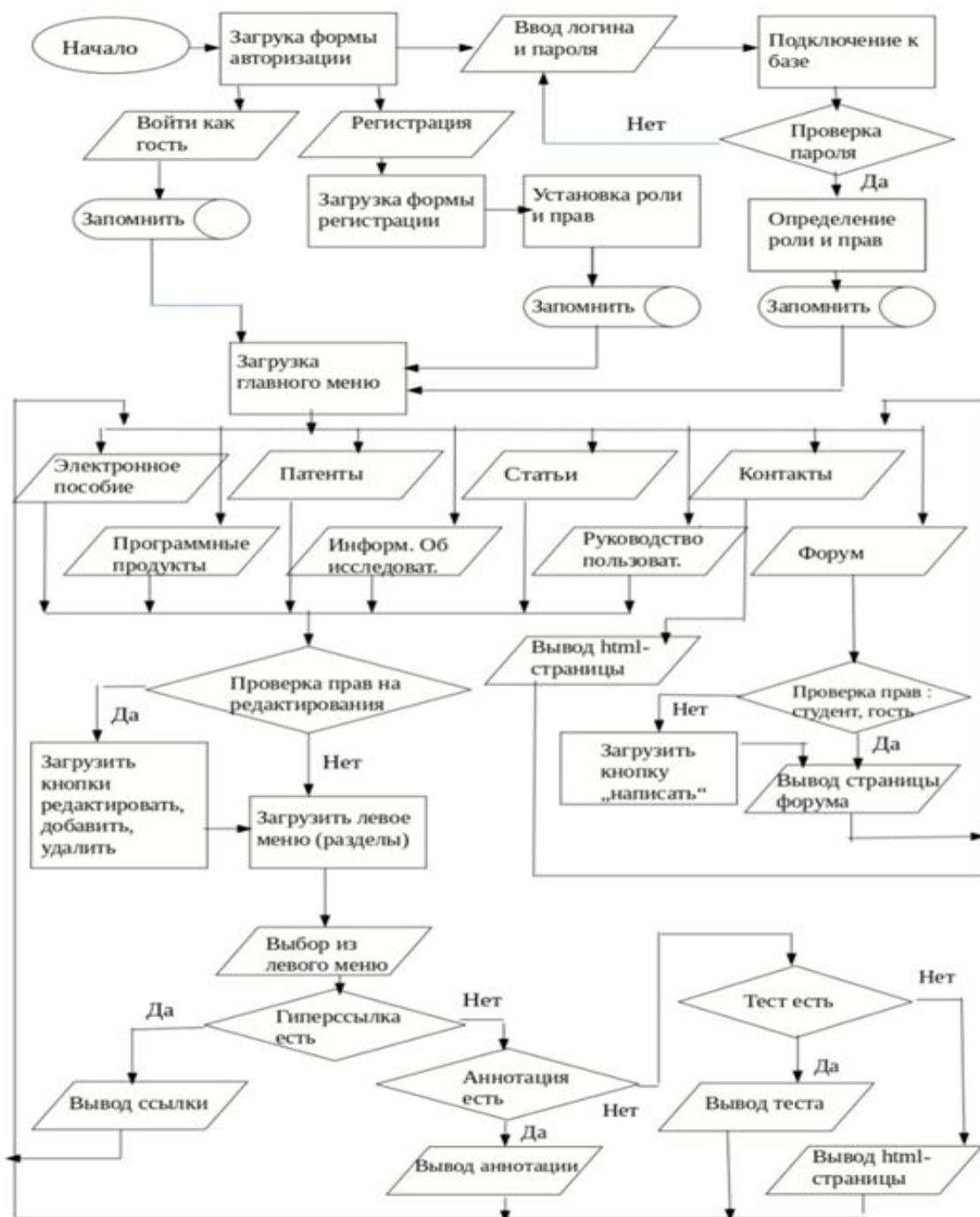


Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма работы программы

Разграничение прав доступа в соответствии с требованиями к электронно-обучающей системе. Общий алгоритм работы программы можно описать следующим образом (рис. 5):

- если пользователь зарегистрирован, то он авторизуется в системе, вводя «логин и пароль». Иначе он проходит регистрацию в системе;

- пройдя авторизацию, пользователь переходит на главное меню программы.

В зависимости от роли и прав пользователя ему доступны те или иные вкладки и функции:

- администратор системы должен иметь возможность редактировать список пользователей, добавлять новых пользователей, распределять права доступа пользователям, удалять пользователей, просматривать статистику (журналы посещения), должен иметь возможность просмотреть свой профиль, отчеты, результаты теста;

- пользователь с правами студента имеет возможность просматривать электронный учебник, а также проходить тестирование;

- пользователь с правами преподавателя должен иметь возможность добавлять каталоги (разделы), добавлять описание разделов, создавать любые ссылки на внешние источники информации (например, интернет-сайты и интернет-страницы), на объекты в виде медиа-файлов, хранящихся в базе данных или на интернет-ресурсах, создавать проверочные тесты по различным разделам электронно-обучающей системы.

Пользователи создаются администратором, который присваивает им роли и права. Также пользователь сам может зарегистрироваться при заходе на сайт ЭОС, права и роль «пользователь-исследователь» ему присваиваются автоматически. Незарегистрированный пользователь заходит в систему с правами «гость». В таблице показаны роли, права и вкладки, доступные для лиц с различными правами.

Таблица – Роли, права, доступные вкладки

Роли	Права	Доступные вкладки
Администратор	Администрирование	-
Студент	Только просмотр	Электронное пособие, программные продукты, статьи, патенты, контакты, информация об исследователях
Преподаватель (ученый)	Редактирование и просмотр	Электронное пособие, программные продукты, статьи, патенты, заказы, форум, информация об исследователях, контакты
Студент – участник редактирования	Редактирование и просмотр	Электронное пособие
Пользователь-исследователь	Просмотр	Электронное пособие, программные продукты, статьи, патенты, форум, информация об исследователях, контакты
Гость без регистрации	Просмотр	Программные продукты, статьи, патенты, форум, информация об исследователях, контакты

Если пользователь имеет право на «редактирование и просмотр», то на главной странице левого фрейма активируются кнопки «редактировать», «добавить», «удалить» в строках соответствующих разделов. В правом фрейме к разделу текста подключается интерактивный html-редактор CKeditor. Он позволяет вводить и редактировать текст с использованием стилей, шрифтов, загрузкой изображений, ссылок и пр.

Модуль интерактивного общения пользователей ЭОС. Отдельно скажем о модуле интерактивного общения пользователей ЭОС. Он применяется при входе на площадку интерактивного взаимодействия пользователей (форум) системы «Математическое моделирование межмолекулярных взаимодействий». Используются три группы пользователей:

- 1) преподаватель, пользователь-исследователь;
- 2) студент, гость;
- 3) студент – участник редактирования.

Первой группе позволено вести диалог: открывать тему (доступна кнопка «написать») и отвечать на сообщения по теме (кнопка «ответить»). Вторая группа может только просматривать написанное. Третьей группе вообще недоступна вкладка «Форум». Просмотр страниц форума осуществляется следующим образом. Извлекается первая страница диалога и выводится в браузер. Переключение между страницами производится кнопками «следующая» и «предыдущая».

При возникновении события «написать» (нажата кнопка «написать») отрывается поле для ввода текста. По нажатию кнопки «отправить» текст помечается как новая тема, сохраняется в базе данных и сопровождается кодом пользователя, датой и временем написания сообщения.

Далее в браузере показывается страница форума. Блок-схема организации модуля интерактивного общения пользователей представлена на рисунке 5. Сортировка страниц осуществляется по убыванию даты и времени написания. Каждое сообщение сопровождается именем пользователя и датой.

Если возникает событие «ответить» (кнопка «ответить» расположена под текстом темы), то появляется поле для ввода текста. По нажатию кнопки «отправить» текст ответа сохраняется в базе с кодом пользователя, признаком темы, датой и временем. При выводе страницы форума ответ располагается под текстом, помеченным как тема, в порядке убывания даты и времени написания ответа.

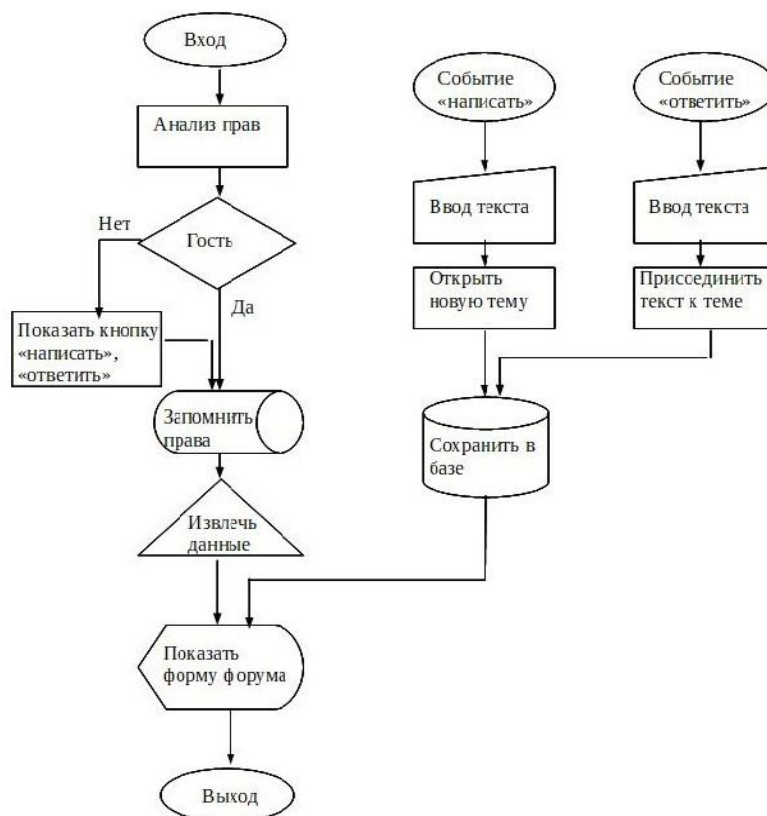


Рисунок 5 – Блок-схема организации модуля интерактивного общения пользователей

Проектирование и создание базы данных. Использование ЭОС «Исследование процессов взаимодействия компонентов клеточной мембраны с различными веществами» в образовательном и исследовательском процессе подразумевает осуществление работы с базами данных.

Базы данных (база электронно-обучающей системы и база конструктора тестов) спроектированы в СУБД PostgreSQL. Данная СУБД поддерживает одновременную модификацию БД несколькими пользователями с помощью механизма MultiversionConcurrencyControl (MVCC) и является мультиплатформенной [6, 14].

На основании представленного выше описания основных функций системы были построены ER-диаграмма для БД ЭОС, описывающая сущности и связи между ними (рис. 6), ER-диаграмма модуля конструктора тестов (рис. 7).

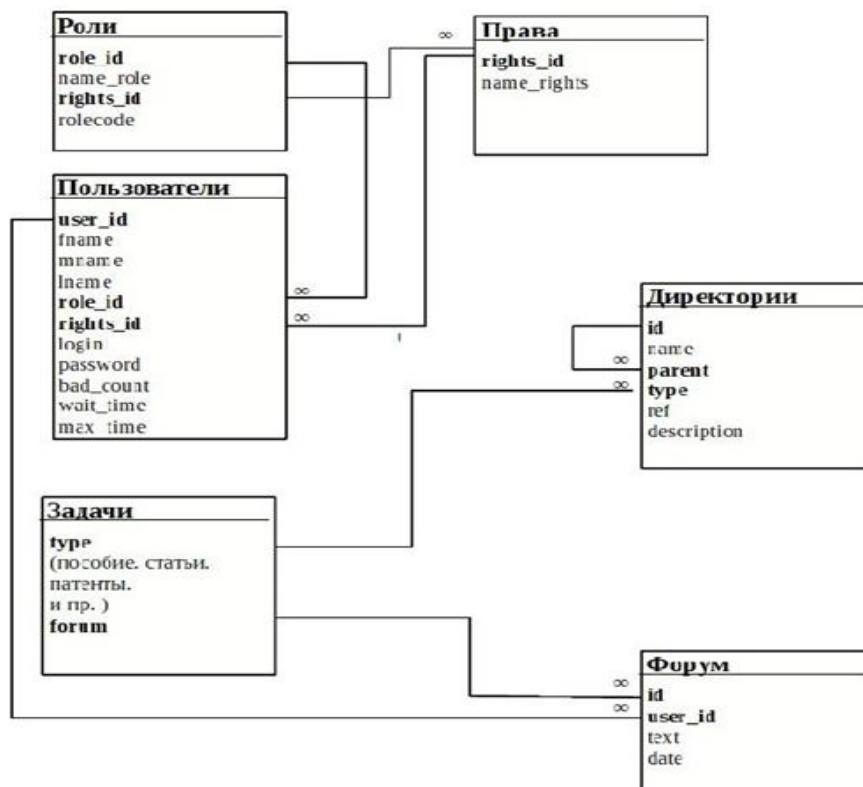


Рисунок 6 – ER-диаграмма базы данных электронно-обучающей системы

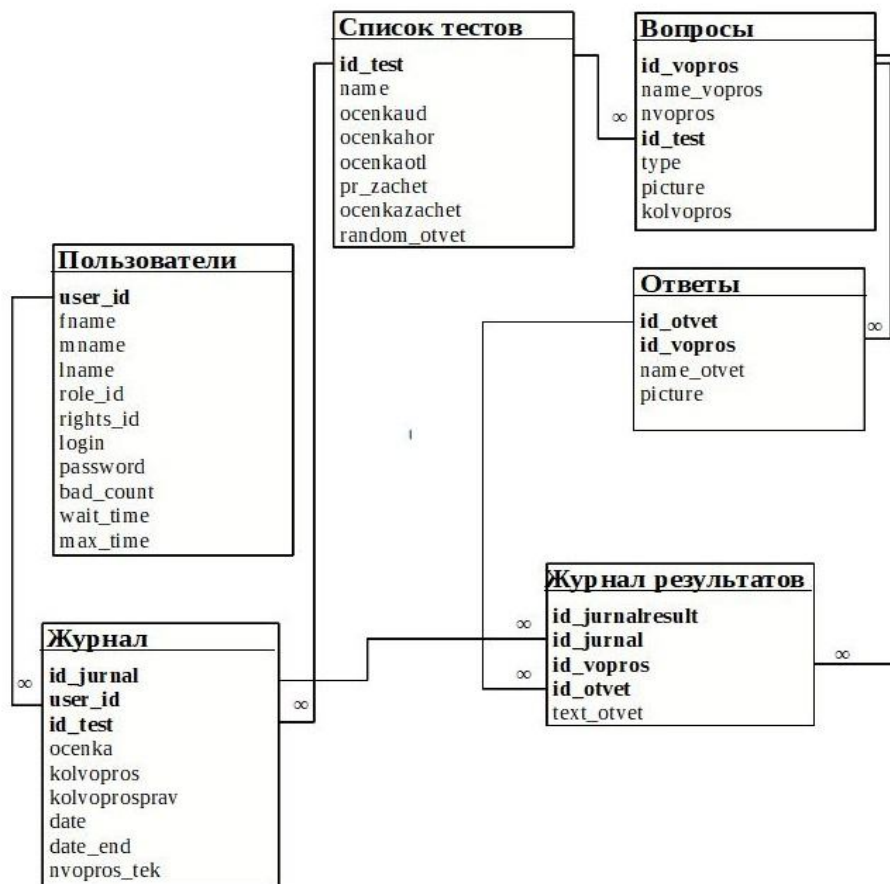


Рисунок 7 – ER-диаграмма базы данных модуля «Конструктор тестов»

Создание и изменение статей и содержания электронного учебника осуществляется с помощью интегрированного в систему визуального редактора CKeditor4 – WYSIWYG. Он позволяет выполнять гибкое форматирование текстов, включающее работу со стилями, списками, ссылками, изображениями и т.д. CKeditor широко распространен, удобен, эффективен (рис. 8).

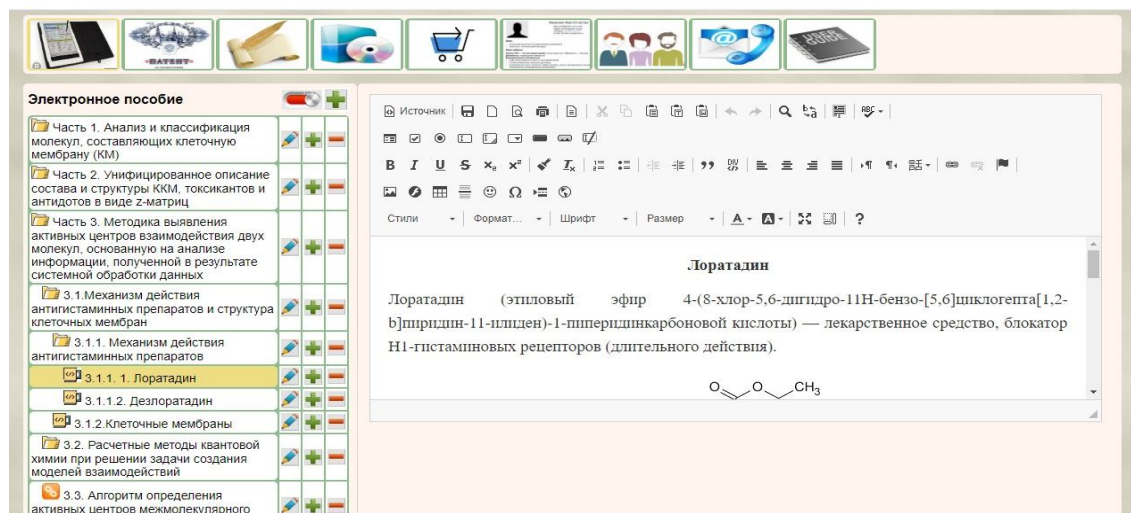


Рисунок 8 – Интерфейс системы в режиме редактирования электронного пособия

Таким образом, реализуется следующее: обработка электронных материалов по данной проблеме; их хранение, в том числе выводы, полученные в результате работы ученых в вышеуказанной области; обучение студентов – с возможностью проводить экзамены, либо использовать «Конструктор тестов» [11] для организации самоконтроля обучающихся.

Выводы. Использование предложенной в работе ЭОС исследователями в области математического моделирования межмолекулярных взаимодействий позволяет проводить профессиональную подготовку специалистов, активно обучаться и осуществлять связи специалистов и заинтересованных лиц, а также обеспечивает получение информации о новых достижениях науки. Также ЭОС особо актуальна в ситуациях карантина высших образовательных учреждений, поскольку она позволяет облегчить общение между исследователями со всего мира в интерактивном режиме, дает возможность демонстрировать возможности программных продуктов, приобретать их через модуль заказов. Материалы в отношении разработки модуля «Управление заказами» для ЭОС «Исследование процессов взаимодействия компонентов клеточной мембраны с различными веществами» предполагается опубликовать в виде отдельной статьи. Студенты химико-биологического направления с помощью созданной ЭОС на занятиях смогут изучать процессы взаимодействия компонентов клеточной мембраны с различными веществами и анализировать их.

Предложенная ЭОС позволяет создавать распределенное сообщество пользователей для ознакомления с фундаментальными понятиями о клеточной мембране и воздействии на нее других веществ на уровне взаимодействия атомов различных молекул, а также предоставляет возможность обучения лицам с ограниченными возможностями психического и физиологического развития.

Библиографический список

1. Алиев С. В. Механизм воздействия монооксида углерода на организм человека. Инновации и перспективы современной науки / С. В. Алиев, В. В. Уранова, Ю. А. Очередко // Естественные науки. – 2018. – С. 99–101.
2. Алыков Н. М. Математическое моделирование этапов поиска антидотов к сероводороду / Н. М. Алыков, Л. И. Жарких // Экологические системы и приборы. – 2008. – № 4. – С. 43–47.
3. Алыков Н. М. Компьютерное структурно-адсорбционное моделирование взаимодействия компонентов клеточных мембран с сероводородом и диоксидом серы / Н. М. Алыков, Л. И. Жарких, Н. В. Золотарева, Ю. Е. Медовикова // Международный журнал прикладных инженерных исследований. – 2015. – Т. 10, № 21. – С. 42731–42736.
4. Базы данных и базы знаний. Классификация и примеры основных СУБД. – Режим доступа: <http://koriolan404.narod.ru/tipis/1.htm>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 16.03.2020).
5. Болдина Е. «Нобель» по медицине вручат трем врачам за открытия в области взаимодействия клеток и кислорода / Е. Болдина, Д. Шахов. – Режим доступа: <https://www.golos-ameriki.ru/a/nobel-prize-medicine/5113971.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 01.03.2020).

6. Герман О. В Программирование на Java и C# для студентов / О. В. Герман. – Санкт-Петербург : ВHV, 2015. – 512 с.
7. Голенков В. В. Виртуальные кафедры и интеллектуальные обучающие системы / В. В. Голенков, В. В. Емельянов, В. Б. Тарасов // *Новости искусственного интеллекта*. – 2001. – № 4. – С. 1–19.
8. Гольда С. Ю. Продвижение 3d-технологии печати в области химического образования / С. Ю. Гольда, Н. В. Золотарева // *Актуальные проблемы науки, производства и химического образования : сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. – Астрахань, 2018. – С. 93–97.
9. Жарких Л. И. Алгоритм определения активных центров межмолекулярного взаимодействия / Л. И. Жарких, И. М. Ажмухамедов // *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. – 2018. – № 1 (41). – С. 144–151.
10. Жарких Л. И. Квантовая экологическая химия – новая учебная дисциплина для университетов / Л. И. Жарких, Н. М. Алыков, Н. В. Золотарева // *Естественные науки*. – 2008. – № 4. – С. 13–136.
11. Иванова Е. Е. Разработка программного блока «Конструктор тестов» для электронно-обучающей системы «Исследование процессов взаимодействия компонентов клеточной мембраны с различными веществами» / Е. Е. Иванова, Л. И. Жарких // *Современные инновации в науке и технике : материалы 10-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Курск, 15–16 апреля 2020)*. – Курск : Изд-во Юго-Зап. гос. ун-та, 2020. – С. 128–131.
12. Колояниди К. В. Применение углеродных нанотрубок в качестве катализаторов процесса дегидрирования предельных углеводородов: квантово-химическое моделирование / К. В. Колояниди, Н. В. Золотарева // *Актуальные проблемы современного образования*. – Астрахань : Астраханское региональное отделение межрегиональной общественной организации «Женщины в науке и образовании», 2018. – Т. 2. – С. 111–116.
13. Монахов В. Язык программирования Java и среда NeatBeans / В. Монахов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2008. – С. 640.
14. Пан К. С. Разработка параллельной СУБД на основе последовательной СУБД PostgreSQL с открытым исходным кодом / К. С. Пан, М. Л. Цымблер // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование*. – 2012. – № 18 (277). – С. 112–120.
15. Попова Г. В. Интерактивный метод обучения «дерево решений» на уроках химии / Г. В. Попова, Н. В. Золотарева // *Инновации и перспективы современной науки. Естественные науки*. – 2018. – С. 197–199.
16. Рыбина Г. В. Экспертные системы и инструментальные средства для их разработки: некоторые итоги / Г. В. Рыбина // *Информационно-измерительные и управляющие системы*. – 2013. – Т. 11, № 5. – С. 35–48.
17. Смирнова Ю. А. Алгоритмы поиска активных центров межмолекулярного взаимодействия / Ю. А. Смирнова, Л. И. Жарких // *Вестник технологического университета*. – 2020. – № 1. – С. 104–111.
18. Стефанюк В. Л. Поведение квазистатической оболочки в изменяющейся нечеткой среде / В. Л. Стефанюк // *КИИ-94. Искусственный интеллект 94 : сборник научных трудов Национальной конференции с международным участием : в 2 т.* – Рыбинск, 1994. – Т. 1. – С. 199–203.
19. Тараскин Д. В. Структура программного обеспечения для выявления потенциальных активных центров между двумя молекулами / Д. В. Тараскин, Л. И. Жарких // *Вестник технологического университета*. – 2019. – Т. 22, № 12. – С. 117–122.
20. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика / В. Б. Тарасов // *Эдиториал УРСС*. – 2002. – 352 с.
21. Трембач В. М. Системы управления базами эволюционирующих знаний для решения задач непрерывного образования : монография / В. М. Трембач. – Москва : МЭСИ, 2013. – 255 с.
22. Трембач В. М. Электронные обучающие системы с использованием интеллектуальных технологий / В. М. Трембач // *Открытое образование*. – 2013. – № 4. – С. 52–63.
23. Утюбаева Н. В. Моделирование сорбционных процессов на поверхности кремнезема и алюмосисселикатов входящих в состав сорбента из отходов буровых работ / Н. В. Утюбаева, Т. В. Алыкова, Н. В. Золотарева // *Естественные науки*. – 2017. – Вып. 1 (58). – С. 103–111.
24. Федеральный закон РФ «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29.12.2012. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/9ab9b85e5291f25d6986b5301ab79c23f0055ca4/, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 01.03.2020).
25. Шакирова В. В. Внедрение инновационных технологий при изучении химии в средней школе / В. В. Шакирова, Н. Ю. Андреева, Н. В. Кошкина и др. // *Актуальные проблемы химии и образования : сборник материалов IV научно-практической конференции студентов и молодых ученых*. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский государственный университет», 2018. – С. 128–132.
26. Шауцукова Л. З. Информатика 10–11 / Л. З. Шауцукова. – Москва : Просвещение, 2000. – Режим доступа: <http://www.tomsk.ru/Books/informatica/theory/index.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 09.03.2020).
27. Швец Л. В. Использование индивидуальных образовательных маршрутов и программ в школьном образовании / Л. В. Швец, М. В. Епанчина, А. У. Ержанова, Н. В. Золотарева // *Актуальные проблемы науки, производства и химического образования : сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. – Астрахань, 2018. – С. 194–196.
28. Шиманова О. Д. Молекулярное моделирование, визуализация материалов и 3d-технологии в образовательном процессе / О. Д. Шиманова, Н. В. Золотарева // *Актуальные проблемы науки, производства и химического образования : сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. – Астрахань, 2018. – С. 169–171.

References

1. Aliev S. V., Uranova V. V., Ocheredko Yu. A. Mekhanizm vozdeistviya monooksida ugleroda na organizm cheloveka [The mechanism of action of carbon monoxide on the human body]. *Innovatsii i perspektivy sovremennoy nauki. Estestvennye nauki* [Innovations and prospects of modern science. Natural Sciences], 2018, pp. 99–101.
2. Alykov N. M., Zharkikh, L. I. Matematicheskoe modelirovanie etapov poiska antidotov k serovodorodu [Mathematical modelling of the stages of finding antidotes for hydrogen sulfide]. *Ekologicheskie sistemy i pribory* [Ecological Systems and Devices], 2008, no. 4, pp. 43–47.
3. Alykov N. M., Zharkikh L. I., Zolotareva N. V., Medovikova Yu. E., Kompyuternoe strukturno-adsorbtsionnoe modelirovanie vzaimodeystviya komponentov kletochnykh membran s serovodorodom i dioksidom sery [Computer structural-adsorption simulation of the interactions components of cell membranes with hydrogen sulfide and sulfur dioxide]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh inzhenernykh issledovaniy* [International Journal of Applied Engineering Research], 2015, vol. 10, no. 21, pp. 42731–42736.
4. *Bazy dannykh i bazy znaniy. Klassifikatsiya i primery osnovnykh SUBD* [Database and knowledge base. Classification and examples of basic DBMS]. Available at: <http://koriolan404.narod.ru/tipis/1.htm> (accessed 16.03.2020).
5. Boldina E., Shakhov D. “Nobel” po meditsine vruchat trem vracham za otkrytiya v oblasti vzaimodeystviya kletok i kisloroda [“Nobel” in medicine will be awarded to three doctors for discoveries in the field of cell-oxygen interaction]. Available at: <https://www.golos-ameriki.ru/a/nobel-prize-medicine/5113971.html> (accessed 01.03.2020).
6. German O. V. *Programmirovaniye na Java i C# dlya studentov* [Programming In Java and C# for students]. Saint Petersburg, BHV Publ., 2015. 512 p.
7. Golenkov V. V., Emelyanov V. V., Tarasov V. B. Virtualnye kafedry i intellektualnye obuchaiushchie sistemy [The Departments of Virtual and intelligent learning systems]. *Novosti iskusstvennogo intellekta* [Artificial intelligence news], 2001, no. 4, pp. 1–19.
8. Golda S. Yu., Zolotareva N. V. Prodvizhenie 3d-tekhnologii pechati v oblasti khimicheskogo obrazovaniya [Promotion of 3d printing technology in the field of chemical education]. *Aktualnye problemy nauki proizvodstva i khimicheskogo obrazovaniya : sbornik materialov IX Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Actual problems of science, industry and chemical education : Proceedings of the IX All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation]. Astrakhan, 2018, pp. 93–97.
9. Zharkikh L. I., Izmukhambetov M. I. Algoritm opredeleniya aktivnykh tsentrov mezhmolekulyarnogo vzaimodeystviya [Algorithm for determining the active centers of intermolecular interactions]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i visokie tekhnologii* [Caspian Journal: Control and High Technologies], 2018, no. 1 (41), pp. 144–151.
10. Zharkikh L. I., Alykov N. M., Zolotareva N. V. Kvantovaya ekologicheskaya khimiya – novaya uchebnaya distsiplina dlya universitetov [Quantum environmental chemistry is a new discipline for the University]. *Estestvennye nauki* [Natural Sciences], 2008, no. 4, pp. 130–136.
11. Ivanova E. E., Zharkikh L. I. Razrabotka programmnogo bloka Konstruktor testov dlya elektronno-obuchaiushchey sistemy “Issledovanie protsessov vzaimodeystviya komponentov kletochnoy membrany s razlichnymi veshchestvami [Development of a software unit “test Constructor” for electronic teaching systems “Research of processes of interaction of components of cell membrane with other substances”]. *Sovremennye innovatsii v nauke i tekhnike : materialy X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Modern innovations in science and technology : Proceedings of the IX All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation] (Kursk, 15–16 April, 2020). Kursk, The South-West State University Publ., 2020, pp. 128–131.
12. Koloyanidi K. V., Zolotareva N. V. Primeneniye uglerodnykh nanotrubok v kachestve katalizatorov protsessa degidirovaniya predelnykh uglevodorodov: kvantovo-khimicheskoe modelirovanie [The use of carbon nanotubes as catalysts in the process of dehydrogenation of paraffin hydrocarbons: a quantum-chemical modeling]. *Aktualnye problemy sovremennogo obrazovaniya* [Actual problems of modern education]. Astrakhan, Astrakhan regional branch of the interregional public organization “Women in science and education”, 2018, vol. 2, pp. 111–116.
13. Monakhov V. *Yazyk programmirovaniya Java i sreda NeatBeans* [The Java programming language and environment NeatBeans]. Saint Petersburg, “BKHV-Petersburg” Publ., 2008, p. 640.
14. Pan K. S., Zymbler M. L. Razrabotka paralelnoy SUBD na osnove posledovatelnoy SUBD PostgreSQL s otkrytym iskhodnym kodom [Development of a parallel DBMS on the basis of serial PostgreSQL open source]. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Matematicheskoe modelirovanie i programmirovaniye* [Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematical modeling and programming], 2012, no. 18 (277), pp. 112–120.
15. Popova G. V., Zolotareva N. V. Interaktivnyy metod obucheniya “derevo resheniy” na urokakh khimii [Interactive teaching method of “decision tree” in chemistry classes]. *Innovatsii i perspektivy sovremennoy nauki. Estestvennye nauki* [Innovations and perspectives of modern science. Natural science], 2018, pp. 197–199.
16. Rybina G. V. Ekspertnye sistemy i instrumentalnye sredstva dlya ikh razrabotki: nekotorye itogi [Expert systems and tools for their development: some results]. *Informatsionno-izmeritelnye i upravlyaiushchie sistemy* [Information-measuring and control system], 2013, vol. 11, no. 5, pp. 35–48.
17. Smirnova Yu. A., Zharkikh L. I. Algoritmy poiska aktivnykh tsentrov mezhmolekulyarnogo vzaimodeystviya [Algorithms of active sites of intermolecular interactions]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Technological University], 2020, no. 1, pp. 104–111.
18. Stefanyuk V. L. Povedeniye kvazistaticheskoy obolochki v izmenyayushcheyseya nechetkoy srede [Behavior of a quasistatic shell in changing fuzzy environment]. *KII-94: Iskusstvennyy intellekt 94: sbornik nauchnykh trudov Natsionalnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [KII-94. Artificial intelligence 94: collection of scientific works of the National conference with international participation], in 2 vol. Rybinsk, 1994, vol. 1, pp. 199–203.

19. Taraskin D. V., Zharkikh L. I. Struktura programmnogo obespecheniya dlya vyyavleniya potentsialnykh aktivnykh tsentrov mezhdru dvumya molekulami [The structure of the software to identify potential active sites between the two molecules]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Technological University], 2019, vol. 22, no. 12, pp. 117–122.

20. Tarasov V. B. Ot mnogoagentnykh sistem k intellektualnym organizatsiyam: filosofiya, psikhologiya, informatika [From multi-agent systems to intellectual organizations: philosophy, psychology, computer science]. *Editorial URSS* [Editorial URSS], 2002. 352 p.

21. Trembach V. M. *Sistemy upravleniya bazami evolyutsioniruyushchikh znaniy dlya resheniya zadach nepreryvnogo obrazovaniya : monografiya* [Database management system evolving knowledge for the solution of tasks of continuous education : monograph]. Moscow, Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics Publ., 2013. 255 p.

22. Trembach V. M. Elektronnyye obuchayushchie sistemy s ispolzovaniem intellektualnykh tekhnologiy [E-learning system by using intelligent technologies]. *Otkrytoe obrazovanie* [Open Education], 2013, no. 4, pp. 52–63.

23. Utyubaeva N. V., Alykova T. V., Zolotareva N. V. Modelirovanie sorbtionnykh protsessov na poverkhnosti kremnezema i alyumosilikatov vkhodyashchikh v sostav sorbenta iz otkhodov burovyykh работ [Modeling of sorption processes on the surface of the silica and aluminum silicates included in the composition of the sorbent from the waste drilling papers]. *Estestvennye nauki* [Natural Sciences], 2017, vol. 1 (58), pp. 103–111.

24. *Federalnyy zakon RF Ob obrazovanii v Rossiyskoi Federatsii № 273-FZ ot 29.12.2012* [Federal law of the RF “On education in the Russian Federation” no. 273-FZ of 29.12.2012. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/9ab9b85e5291f25d6986b5301ab79c23f0055ca4/ (accessed 01.03.2020).

25. Shakirova V. V., Andreeva N. Yu., Koshkina N. V. etc. Vnedrenie innovatsionnykh tekhnologiy pri izuchenii khimii v sredney shkole [the Introduction of innovative technologies in teaching chemistry in middle school]. *Aktualnye problemy khimii i obrazovaniya : sbornik materialov IV nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov i molodykh uchennykh* [Actual problems of chemistry and education : proceedings of the IV Scientific-Practical Conference of Students and Young Scientists]. Astrakhan, Publishing House "Astrakhan University", 2018, pp.128–132.

26. Shautsukova L. Z. *Informatika 10–11* [Informatics 10–11]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 2000. Available at: <http://www.tomsk.ru/Books/informatika/theory/index.html> (accessed 09.03.2020).

27. Shvets L. V., Epanchina M. V., Erzhanova A. U., Zolotareva N. V. Ispolzovanie individualnykh obrazovatelnykh marshrutov i programm v shkolnom obrazovanii [Use of individual educational routes and programs in school education]. *Aktualnye problemy nauki proizvodstva i khimicheskogo obrazovaniya : sbornik materialov IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Actual problems of science, production and chemical education : proceedings of the IX All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation]. Astrakhan, 2018, pp. 194–196.

28. Shimanova O. D., Zolotareva N. V. Molekulyarnoe modelirovanie vizualizatsiia materialov i 3d-tekhnologii v obrazovatelnom protsesse [Molecular modeling, visualization of materials and 3d-technology in the educational process]. *Aktualnye problemy nauki proizvodstva i khimicheskogo obrazovaniya : sbornik materialov IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Actual problems of science, production and chemical education : proceedings of the IX All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation]. Astrakhan, 2018, pp. 169–171.