

УДК 502/504, 004.942

ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОИСКА ОЧИСТИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ БАЛЛАСТНЫХ ВОД

Цыгута Анна Николаевна¹, старший преподаватель

e-mail: anna.tsyguta@mail.ru

Головацкая Леся Ивановна¹, доцент, кандидат технических наук, профессор

e-mail: lesy_g@mail.ru

¹ Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф.М. Апраксина – Астраханский филиал Волжского государственного университета водного транспорта, Астрахань, Россия

Аннотация. В статье рассматривается проблема организации автоматизированной системы для ликвидации загрязнения водной среды балластными водами. Изучены существующие компьютерные программы, позволяющие моделировать и анализировать состав воды, оценивать параметры различных физических, химических и биологических процессов, моделировать изменения показателей качества воды, создавать наглядные графики и диаграммы с данными о качестве воды. Обозначена необходимость разработки собственного программного обеспечения с интеграцией существующих приложений. Предложены этапы реализации автоматического поиска очистителей к загрязнителям балластных вод. Предложена база данных для структурирования информации об очистителях к заданным загрязняющим веществам.

Ключевые слова: балластные воды, межмолекулярное взаимодействие, очистители, загрязнители, моделирование, цифровые технологии.

STAGES OF IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC SEARCH FOR PURIFIERS FOR BALLAST WATER POLLUTANTS

Tsyguta Anna Nikolaevna¹, Senior Lecturer

e-mail: anna.tsyguta@mail.ru

Golovatskaya Lesya Ivanovna¹, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Professor

e-mail: lesy_g@mail.ru

¹ The Caspian Institute of Marine and River Transport named after Admiral F.M. Apraksin – Astrakhan branch of the Volga State University of Water Transport, Astrakhan, Russia

Abstract. The article deals with the problem of organizing an automated system for eliminating pollution of the aquatic environment by ballast water. The existing computer programs have been studied that allow modeling and analyzing the composition of water, evaluating the parameters of various physical, chemical and biological processes, modeling changes in water quality indicators, creating visual graphs and diagrams with data on water quality. The necessity of developing own software with integration of existing applications is indicated. The stages of the

implementation of the automatic search for purifiers for ballast water pollutants are proposed. A database is proposed for structuring information about cleaners for specified pollutants.

Keywords: ballast water, intermolecular interaction, purifiers, pollutants, modeling, digital technologies.

Загрязнение гидросферы от водного транспорта представляет собой одну из экологических проблем современности. Балластная вода, используемая для стабилизации судов, может служить не только переносчиком инвазивных видов, но и химических загрязнителей, представляя угрозу морским и пресноводным экосистемам [1].

Решение данной проблемы целесообразно проводить с внедрением аппарата цифровых технологий и моделирования с использованием специализированных программ. Применение цифровых моделей позволит существенно сократить время, необходимое для проведения экспериментов и тестирования реальных систем, что является их основным преимуществом [2].

В настоящее время имеют широкое распространение такие программные продукты как WASP (Water Quality Analysis Simulation Program) [3], GPS-X [4], PHREEQC [5], AQUASIM [6], WaterGEMS / EPANET [7], MODFLOW [8]. Данный перечень программных продуктов решает большой круг задач, связанных с моделированием одномерных, двумерных и трехмерных водных объектов, а также может дать оценку различных параметров физических, химических и биологических процессов.

Функционал существующих программных продуктов не обеспечивает возможности автоматического поиска необходимых очистителей для конкретных загрязнителей. Чтобы обеспечить данную потребность необходимо помимо использования нескольких программных продуктов параллельно разработать дополнительный функционал для молекулярного моделирования и обработки квантово-химических вычислений, а также расчета эффективности очистителей по отношению к загрязнителю.

Данный функционал должен содержать следующие этапы для решения необходимых дополнительных задач (рис. 1):

1. Организация работы со списком загрязнителей, для которых подбираются очистители.
2. Организация работы с базой данных, требуемой для хранения расчетной информации.
3. Организация работы по взаимодействию с существующими программами для проведения построения математических моделей.
4. Организация работы по взаимодействию с существующими программами для расчета энергетических и геометрических параметров построенных моделей.
5. Разработка программного обеспечения для расчета эффективности очистителей к загрязнителям.



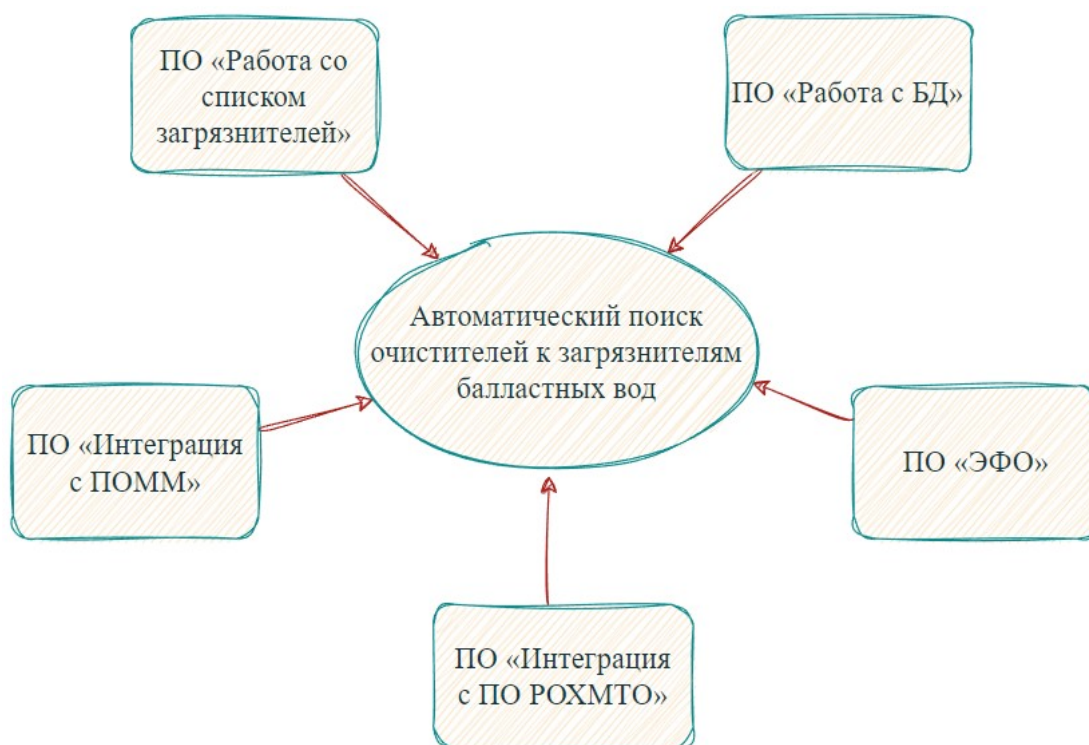


Рисунок 1 – Схема реализации автоматического поиска очистителей к загрязнителям балластных вод

Для структурирования и хранения данных о проведенном подборе компонентов очистителя к загрязнителю используется база данных, связь с которой нужно провести с помощью дополнительного программного модуля управления базой данных. В результате использования базы данных могут быть разработаны специальные отчеты, запросы и формы для удобства управления данными. В пользовательский интерфейс могут быть добавлены различные элементы управления.

Предлагаемая база данных включает в себя следующие, организованные в строгой системе объекты: таблица «Загрязнители», таблица «ПДК производственных помещений», таблица «Подбор противоядия», таблица «Типы загрязнителей», таблица «ПДК Максимально разовое», таблица «ПДК среднесуточное», таблица «Пробы», таблица «Состав пробы» и таблица «Противоядие».

Таблицы «Название загрязнителей» и «Загрязнители», «Название загрязнителей» и «ПДК Максимально разовая», «Название противоядия» и «Противоядие», «Название противоядия» и «Подбор противоядия», «Название загрязнителя» и «Подбор противоядия» связаны отношением «один ко многим».

Объекты «Код пробы» и «Состав пробы», а также «Код пробы» и «Пробы» связаны отношением «один к одному», так как это отношение обеспечивает связи между уникальными полями.

Перечисленные этапы можно использовать при разработке новых программных продуктов для подбора очистителей к загрязнителям балластных и других вод, а также позволит оптимизировать процессы проверки качества фильтров, повысить безопасность и эффективность работы.

Список литературы:

1. Анализ данных о загрязняющих веществах балластных вод / А. Н. Цыгута, Л. И. Головацкая // Транспорт. Горизонты развития: Труды 3-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 14–16 июня 2023 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2023. – С. 57. – EDN ETKUCZ.
2. Амашукели С. А. Развитие цифровизации в сфере использования и охраны водных объектов // Актуальные проблемы российского права. – 2022. – Т. 17. – № 3. – С. 177 – 187. – DOI: 10.17803/1994-1471.2022.136.3.177-187.
3. Water Quality Analysis Simulation Program (WASP). – URL: https://www.researchgate.net/publication/26991027_Water_Quality_Analysis_Simulation_Program_WASP (дата обращения 10.04.2024)
4. GPS-X. – URL: <https://www.hydromantis.com/GPSX-innovative.html> (дата обращения 10.04.2024)
5. PHREEQC. – URL: <https://www.usgs.gov/software/phreeqc-version-3> (дата обращения 10.04.2024)
6. PHREEQC Model Configuration. – URL: https://help.syscad.net/PHREEQC_Model_Configuration (дата обращения 10.04.2024)
7. EPANET. – URL: <https://www.epa.gov/water-research/epanet> (дата обращения 10.04.2024)
8. MODFLOW 6: USGS Modular Hydrologic Model. – URL: <https://www.usgs.gov/software/modflow-6-usgs-modular-hydrologic-model> (дата обращения 10.04.2024)

