

**Рисунок 3 – Космоснимок с выявленными прудами-отстойниками, создающими угрозу Байкалу**

В настоящее время выполнены работы по оценке эколого-экономической эффективности предложенных мероприятий с учетом предотвращенного экологического ущерба и кадастровой стоимости исследуемых территорий.

Описанные выше данные в дальнейшем будут дополнены результатами исследований, выполняемых на заключительном этапе научно-исследовательской работы в 2017 году.

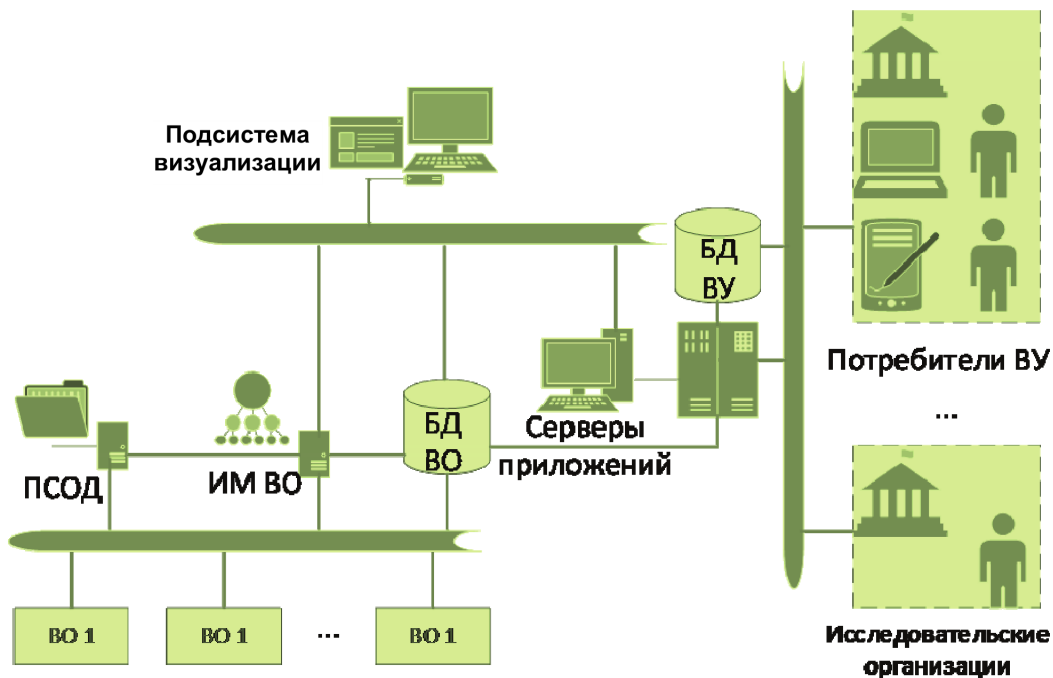
УДК 628+004.04/65

О. В. Сангинова, доц., канд. техн. наук,  
С. Г. Бондаренко, доц., канд. техн. наук, В. К. Андриюк, асп.  
Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского, г. Киев

### **КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

С целью сохранения окружающей среды и постоянного содействия устойчивому развитию водных объектов необходимо систематически проводить мониторинг и оценку качества таких объектов, что позволит предоставлять требуемые водные услуги, а также принимать оптимальные управленческие решения. Создание систем мониторинга состояния водных объектов и управления водными услугами соответствует экологическим целям управления водными ресурсами [1] и является актуальной задачей.

В работе рассмотрены структура и принципы построения компьютерно-интегрированной системы мониторинга и прогнозирования качества водных объектов, которая позволит выполнять хранение, предоставлять оперативный доступ и возможность последующего анализа данных о состоянии источников водоснабжения. Рассматриваемая система предназначена для автоматизированного сбора, обработки, хранения и визуализации данных контроля и мониторинга, которые могут быть использованы для создания прогнозирования состояния водных объектов. Структура системы представлена на рис. 1.



ВО – водный объект, ПСОД – подсистема сбора и обработки данных, ИМ ВО – информационная модель водных объектов, БД ВО – база данных водных объектов, потребители ВУ – потребители водных услуг, БД ВУ – база данных водных услуг

**Рисунок 1 – Структура системы мониторинга и прогнозирования качества водных объектов**

В соответствии с предложенной структурой, показатели качества водных объектов (ВО) поступают в подсистему сбора и обработки данных (ПСОД) и после первичной обработки, – в информационную модель водных объектов (ИМ ВО). ИМВО представляет собой совокупность показателей, характеризующих свойства и состояния ВО, а также взаимодействие с внешним миром. Собранная таким образом информация поступает для хранения в базу данных водных объектов (БД ВО) и по запросу пользователей может быть представлена подсистемой визуализации в виде графиков, гистограмм, журналов событий и пр. Пользователями БД ВО и подсистемы визуализации могут быть как отдельные граждане, так и исследовательские организации, а также потребители водных услуг (ВУ). К водным услугам относятся все услуги, предоставляемые для домашних хозяйств, общественных институтов, или для любой хозяйственной деятельности [1]. Согласно Водной рамочной директиве ЕС, в состав ВУ входят: забор воды из поверхностных или подземных водных объектов, их накопление, хранение, обработка и распределение; сбор и обработка сточных вод, которые затем впадают в поверхностные воды. База данных водных услуг (БД ВУ) позволяет оперативно обрабатывать запросы пользователей, вести учет и хранение информации о предоставленных услугах.

В качестве водных объектов рассмотрены поверхностные объекты, под которыми понимают отдельный и значительный элемент поверхностных вод, таких как озеро, водохранилище, ручей, река или канал, часть ручья, реки или канала, переходная (промежуточная) вода или протяженность прибрежной воды [1, 2]. По данным Национального доклада о состоянии окружающей природной среды в Украине сетью наблюдений охвачено более 170 рек и водохранилищ и более 20 озер [2, 3]. Кроме того, постоянный контроль за качеством сточных вод, поступающих в водные объекты, осуществляют коммунальные и промышленные предприятия, осуществляющие очистки сточных вод. Государственная гидрометеорологическая служба Украины осуществляет наблюдение за гидрохимическим состоянием вод в 240 пунктах на 151 водном объекте. Данные собирают с периодичностью отбора проб 4–12 раз в год по 46 показателям [3]. Сбор и анализ данных о состоянии такого количества объектов предполагает создание сбалансированной иерархической структуры, позволяющей быстро найти нужную информацию. Исследование методов

обработки и анализа информации показало, что основными проблемами при создании подобных структур являются проблемы хранения данных, количества и ценности собираемой информации, и организации взаимодействия уже существующих систем [3, 4].

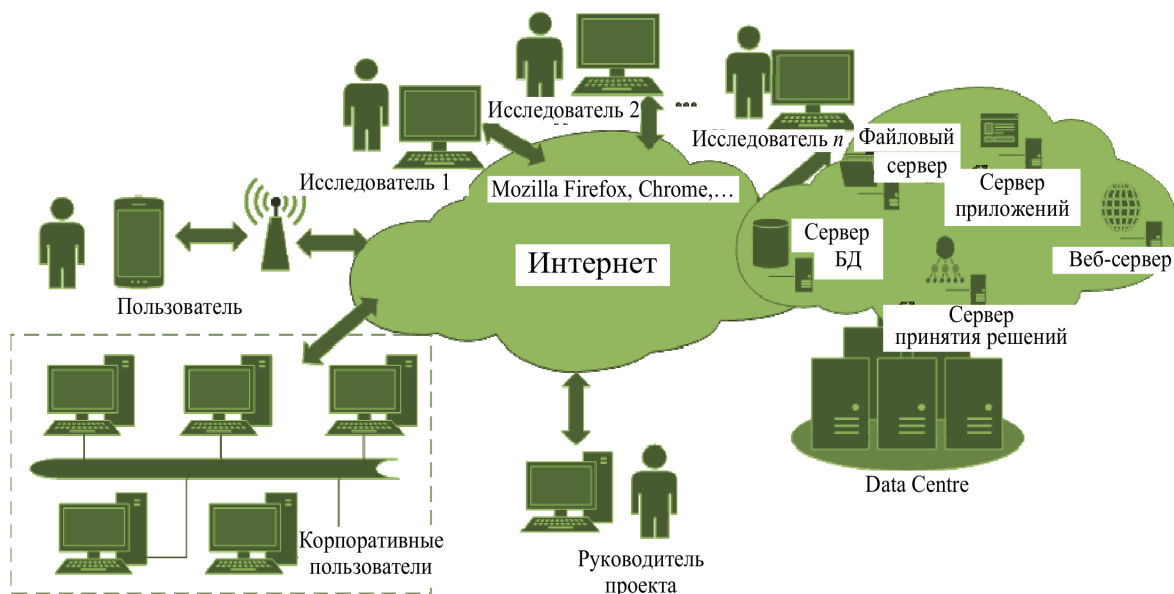
Несмотря на высокий уровень развития компьютерной техники, организациям достаточно трудно выделить необходимое количество памяти для хранения большого количества данных, при этом покупка и обслуживание дополнительных серверов и соответствующего программного обеспечения – достаточно затратные мероприятия. Поэтому в настоящее время широко используются так называемые облачные вычисления. Под облачными вычислениями понимают модель обеспечения повсеместного и удобного доступа по требованию пользователя через сеть к общему массиву вычислительных ресурсов, и которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными затратами и обращениями к провайдеру [3].

Проблема организации взаимодействия уже существующих систем, финансируемых различными международными организациями и государственными учреждениями, которые в большинстве случаев не взаимодействуют между собой, может быть решена путем включения в структуру системы мониторинга и прогнозирования качества водных объектов распределенных серверов баз данных подсистем и их объединение по типу систем облачных вычислений. При использовании параллельных распределенных вычислений, поставленные задачи распределяются между всеми серверами, которые размещены в дата центрах. За счет равномерного распределения нагрузки, задачи выполняются быстрее и эффективнее при минимальных затратах. Развитие облачных технологий происходит очень быстро, находят новые методы защиты данных, поддержание бесперебойного питания, чтобы избежать потери информации.

Анализ литературных источников показал, что прогнозирование состояния сложных объектов в настоящее время осуществляется с использованием экспертных систем, искусственных нейронных сетей, а также на основе нечетких подходов. Нейронные сети позволяют разрабатывать вычислительные структуры и моделирующие процессы, ассоциированные с процессами человеческого мышления. Сложность практического использования нейронных сетей связана с адаптацией обученной сети к особенностям объектов управления. Нечеткие подходы предоставляют возможность решать задачи в условиях неопределенности и принимать решения, соответствующие заданной точности [3, 4], однако не дают однозначных и математически строгих рекомендаций, что ведет к определенной субъективности принятых решений.

Применение компьютерных технологий, базирующихся на методах виртуализации и облачных вычислений, использование распределенных серверов и баз данных, организация параллельных вычислений позволят обрабатывать и анализировать большие объемы информации, выполнять прогнозирование качества водных объектов в краткосрочной и долгосрочной перспективе, а также создать общую информационную среду, позволяющую интегрировать отдельные подсистемы (содержащие информацию о водных объектах) в одну общую систему, используемую для последующих исследований или расчетов. Создание таких структур способно обеспечить более высокую степень интеграции Украины в мировое пространство. Схема организации распределенных вычислений предложенной системы представлена на рис. 2.

В соответствии с предложенной структурой, поставленные задачи распределяются между всеми серверами, которые размещены в центрах обработки данных (DataCentre). Необходимая скорость и эффективность решения задач при минимальных затратах достигается за счет параллельного распределения нагрузки. Часть расчетов может быть выполнена серверами ранее созданных проектов; также могут быть использованы данные, собранные в рамках проектов, финансируемых другими организациями. Основным принципом разработки такой масштабной системы является обязательное использование распределенных серверов баз данных подсистем и их объединений по типу систем облачных вычислений. Такое решение позволяет включать в БД любые расчетные программы, например, прогнозирование качества водных объектов, используя механизм встроенных функций и располагая все вычислительные программы на стороне серверов БД. Эти встроенные программы запускаются в работу в случае возникновения соответствующих условий, например, при запросе пользователя водных услуг, международных организаций и т.п.



**Рисунок 2 – Облачная архитектура распределенной системы мониторинга и прогнозирования качества водных объектов: DataCentre – центр обработки данных**

Передачу результатов моделирования из распределенных БД по запросу пользователей, использующих любые современные браузеры (MozillaFirefox, Chromeи др.) обеспечивают распределенные серверы приложений. Серверы приложений предназначены в первую очередь для быстрой обработки запросов со стороны большого количества пользователей, которых может быть больше тысячи, и формирования необходимых результатов в виде веб-страниц. Такая интеграция распределенных БД и серверов приложений позволяет создать распределенную среду моделирования режимов и расчетных задач, использующих данные различных БД, независимо от физического места их расположения.

Таким образом, в работе рассмотрена структура и принципы построения универсальной компьютерно-интегрированной системы, которая позволит выполнять централизованное хранение и предоставлять возможность оперативного доступа и последующего анализа данных о состоянии источников водоснабжения.

*Список использованных источников*

1 Водная рамочная директива ЕС 2000/60 / ЕС. Основные термины и их определения. – Киев, 2006. – 240 с.

2 Физико-химические методы очистки воды. Управление водными ресурсами [Текст]: учебное пособие / И. М. Астрелин [и др.]. – Проект «WaterHarmony», 2015. – 614 с.

3 Застосування хмарних технологій для аналізу та прогнозування якості водних ресурсів / С. Г. Бондаренко [і і нш.] // Інноваційні шляхи модернізації базових галузей промисловості, енерго- та ресурсозбереження, охорона оточуючої природної середовища: збірник наукових праць V Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та спеціалістів, 23–24 березня 2016 р., м. Харків. – Х.: ГП «УкрНТЦ «Енергосталь», 2016. – С. 162–168.

4 Структура та принципи побудови бази даних інформаційної системи моніторингу якості водних об'єктів. Комп'ютерне моделювання в хімії і технологіях та системах сталого розвитку – КМХТ-2016 / С. Г. Бондаренко [і і нш.] // Збірник наукових статей П'ятої міжнар. наук.-практ. конф. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – С. 198–203.

5 Застосування реляційної бази даних для моніторингу та прогнозування стану джерел водопостачання атомних станцій / С. Г. Бондаренко [і і нш.] // Збірка тез доповідей VI Міжнародної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, 20–22 квітня 2016 р., м. Київ. – Київ: НТУУ КПІ, 2016. – 242 с.