

ДЖАМАЛОВ ДЖАЛАЛ КУДРАТОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ИЛИ-БАЛХАШСКОМ БАССЕЙНЕ**

АННОТАЦИЯ

диссертации Джамалова Д.К. на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D070400-Вычислительная техника и программное
обеспечение

Актуальность исследования

Проблема экономного, рационального использования водных ресурсов, борьба с их истощением и загрязнением, отнесена к национальным экологическим проблемам. Для решения этой проблемы был принят ряд законодательных актов и Постановлений Правительства Республики Казахстан. В условиях реализации Стратегии становления и развития Республики Казахстан «Казахстан – 2030» как суверенного государства и формирования рыночных отношений, основой решения экономических, технических, экологических, международных и других задач является рациональное использование природных ресурсов, среди которых особое место в системе водообеспечения населения и устойчивого развития производительных сил в регионе занимают водные ресурсы. Однако их ограниченность является одним из главных факторов, сдерживающих освоение богатейшего природного потенциала в регионе, для развития экономики, негативного воздействия на окружающую природную среду.

Или - Балхашский бассейн расположен на юго-востоке территории Республики Казахстан и включает в себя Алматинскую область, южную часть Восточно-Казахстанской области, юго-восток Карагандинской, восточную часть Жамбылской областей, а также северо-запад провинции Синьцзян в пределах Китайской Народной Республики. Река Или относится к числу наиболее крупных трансграничных рек, связывающих Республику Казахстан и Китай, а также является одним из важнейших источников пресной воды для Республики Казахстан.

Объектом исследования является Казахстанский участок реки Или от границы с Китайской народной республикой до дельты включая Капшагайское водохранилище. Своё начало река Или берет на горной системе Тянь-Шань в КНР (Синьцзян-Уйгурский автономный округ) и впадает в западную часть озера Балхаш. Длина реки составляет 1439 км, из которых 815 км (56,6%) на территории Алматинской области Казахстана. Площадь бассейна на территории Республики Казахстан составляет 82488,53 квадратных километров. Река Или даёт около 80% всего водного стока озера Балхаш, из них 70% формируется на территории Китая.

С трансграничными реками, проходящими по территории Китая, в озеро поступает не только органика, но и селен и ионы тяжелых металлов,

основными источниками которых являются сточные воды кожевенных заводов КНР. Ведение государственного мониторинга загрязнения поверхностных и подземных вод предназначено, согласно Закону Республики Казахстан «Об охране окружающей среды», для получения данных о качестве поверхностных, подземных вод и обеспечения информацией об уровне их загрязнения органов управления, заинтересованных организаций и населения. Целью мониторинга качества поверхностных вод является выявление наиболее актуальных загрязняющих веществ и установление их источников с целью выработки мероприятий по их устранению. Это возможно если в процессе наблюдений отслеживается достаточно широкий спектр ингредиентов, а пункты наблюдений расположены по гидрографической сети, позволяющей с наибольшей точностью определять местоположение источников того или иного загрязняющего вещества.

При выполнении научно-исследовательских работ, связанных с описанием сложных природных систем, к которым относятся гидролого-экологические исследования такого сложного и разностороннего региона как Или-Балхашский бассейн, возникает необходимость математического моделирования сложных гидрологических, гидравлических и гидрохимических процессов. Полученные в результате моделирования результаты предназначены для использования при планировании социального и экономического развития данного региона. Примененный в данной работе принцип, по которому на первоначальном этапе собирается вся доступная информация о факторах, влияющих на природные и антропогенные процессы, происходящие в Или-Балхашском бассейне в современный период. В работе представлены передовые компьютерные технологии, современные технологии обработки космических снимков, и непосредственно прямые инструментальные наблюдения на интересующих нас водных объектах.

Предмет исследования. Предметом исследования является программный комплекс, как средство решения задач оценки и анализа качества поверхностных вод.

Методологическая основа исследования. В работе были использованы теоретические разработки отечественных и зарубежных авторов по оценке качества поверхностных вод, оценки изменения притока воды, геоинформационным системам, геоинформационному картографированию, моделированию, геоэкологии и гидрологии. В работе применяется модель, представляющая собой модификацию классической модели Стритера–Фелпса, а также методы оптимизации нахождения концентрации растворенного органического вещества и коэффициента скорости биохимического потребления кислорода. Так же были использованы методы системного анализа, хранения и обработки информации, статистические методы обработки данных и модели визуализации пространственной информации.

Научную новизну исследования составляют:

- созданная гидравлическая модель реки Или;
- разработан алгоритм прогнозирования переноса загрязнения в водном бассейне;
- разработан алгоритм проведения расчетов для диффузионных источников загрязнения;
- разработана автоматизированная веб-ориентированная система для проведения сценарного моделирования;
- проведено сравнение полученных результатов с фактическими данными.

Основные положения, выносимые на защиту:

- программный комплекс моделирования переноса загрязнения в Или-Балхашском бассейне;
- автоматизированный алгоритм параллельной обработки цифровых моделей рельефа с использованием суперкомпьютера;
- адаптированная для казахстанской части реки Или, имитационная модель, которая позволяет производить расчет различных сценариев для бассейна реки Или;
- результаты модельных и экспериментальных исследований процесса моделирования переноса в воде, подтверждающие адекватность разработанной модели;
- результаты компьютерного моделирования сценариев развития Или-Балхашского бассейна в случае уменьшения притока воды на территории Республики Казахстан.

Связь темы с научно-исследовательскими программами

Диссертационная работа выполнялась в Национальной научной лаборатории коллективного пользования информационных и космических технологий НАО КазНУ имени К.И. Сатпаева в рамках научного проекта «Моделирование переноса загрязнения в Или-Балхашском бассейне с использованием суперкомпьютера», МОН РК №1049/ГФ4 в период 2014-2017 гг.

Так же детальные данные по объему и качеству водных ресурсов, а также сценарному прогнозу их изменения при ожидаемом увеличении водозабора на территории КНР необходимы для выполнения Государственной программы по управлению водными ресурсами Казахстана. Целью данной программы является обеспечение водной безопасности Республики Казахстан, путем совершенствования управления потреблением воды и водными ресурсами.

Апробация результатов исследования

Основные результаты диссертационного исследования были представлены в следующих научно-практических конференциях Казахстана и за рубежом:

Наименование	Название конференции	Соавторы
The System of Modeling of Transboundary Pollution Transfer for the Kazakhstan Part of the Ili River (статья)	11th International Conference on Data Mining, Computers, Communication and Industrial Applications (DMCCIA-2017). Dec.14-15, 2017, pp 261-267., ISBN 978-93-86878-06-9	Daniyar Nurseitov
Численное решение обратной задачи замкнутой системы Стритера–Фелпса для двух периодов инкубации	Водные ресурсы Центральной Азии и их использование. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни», Книга 1, 2016, 56-63	Азимов А.А., Готовцев А.В., Нурсейтов Д.Б.
Оценка ассимиляционной способности Казахстанской части бассейна реки Иле с помощью модели WPI-RQC	Водные ресурсы Центральной Азии и их использование. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни», Книга 1, 2016, 80-88	Готовцев А.В., Нурсейтов Д.Б., Турсунов Э.А., Азимов А.А.
Пример моделирования водоохранных мероприятий в казахстанской части бассейна р. Или (сценарный расчет)	Сборник статей «Экология, Экономика, Информатика. Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. Математические методы и модели в исследованиях окружающей среды», Том 1., Ростов-на-Дону, 2016, 33-43	Готовцев А.В., Нурсейтов Д.Б., Турсунов Э.А., Азимов А.А.
Сравнение программных комплексов «BASINS» и «WPI-RQC» на уровне концептуальных описаний и на примере моделирования качества воды в реке Чарын	X международная научная конференция молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность», Москва, 2016, 104-109	Нурсейтов Д.Б., Готовцев А.В.

Практическая и теоретическая значимость полученных результатов

Получен акт внедрения свидетельствующий, что результаты, полученные в рамках диссертационного исследования по теме «Разработка программного комплекса моделирования переноса загрязнения в Или-Балхашском бассейне», а также реализации грантового проекта МОН РК №1049/ГФ4 «Моделирование переноса загрязнения в Или-Балхашском бассейне с использованием суперкомпьютера» внедрены в ТОО «EcoRisk».

Публикации

По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, четыре из которых – в изданиях из перечня рекомендованных ККСОН МОН РК, две – в международных изданиях, Scopus и Web of Science .

1. Nurseitova, A.T., Jamalov, J.K., Azimov, A.A., Nurseitov, D.B., Tursunov, E.A. Comparison of Methods for Assessing the Assimilation Capacity of the Kazakhstani Sector of the Ili River // Modelling and Simulation in Engineering, 2021 (Scopus, процентиль 47)

2. Jamalov, J.K., Nurseitov, D.B., Gotovtsev, A.V. Web-oriented quality assessment system for surface waters of River Basin // Periodico Tche Quimica, 2019, 16(33), pp. 457–471 (Scopus, процентиль 72)

Получено авторское свидетельство РК № 21159 Нурсеитов Д.Б., Джамалов Д.К., Алимова А.Н. «Геоинформационная система GSWPM для моделирования переноса загрязнения в Иле-Балхашском бассейне».

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 109 страницах машинописного текста, содержит 19 таблиц, 60 рисунков, список литературы из 52 наименований, 3 приложений.

Первый раздел содержит обзор литературы и анализ Или-Балхашского региона, а также анализ существующих моделей для оценки качества поверхностных вод.

Во втором разделе описываются методологические основы исследования, такие как методы параллельной обработки ЦРМ, особенности имитационной модели бассейна реки Или, а также оценка самоочищающейся способности реки Или.

В третьем разделе приведено описание формирования информационной базы системы, а также описана реализация программных модулей.

Четвертый раздел посвящен описанию структуры системы, описанию пользовательского интерфейса.