

УДК: 517.977.5:631.672.4

## ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ



**A.J. Seytov**

*Associate Professor, Department of  
Computational Mathematics and Information  
Systems, DSc of Technical sciences  
saybek868@gmail.com*



**O.N. Abduraxmonov**

*Senior teacher, Department of Computational  
Mathematics and Information Systems  
abdalim83@mail.ru*

### **A.J. Seytov**

*Окончил Национальный университет Узбекистана. Направление научного интереса связано с внедрением современных информационных технологий и организацией научно-исследовательских процессов в ирригации и водопользовании.*

### **O.N. Abduraxmonov**

*Окончил Национальный университет Узбекистана. Направление научного интереса связано с внедрением современных информационных технологий и организацией научно-исследовательских процессов в ирригации и водопользовании.*

**Аннотация.** Особое внимание уделено использованию методов искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа данных и оптимизации работы водохозяйственных систем. Выделяются преимущества применения больших данных, включая повышение точности моделей, улучшение управления водными ресурсами и устойчивое развитие, а также обсуждаются вызовы и ограничения, связанные с внедрением современных технологий.

Охвачены ключевые источники данных, такие как гидрометеорологические показатели, данные спутниковых наблюдений, результаты мониторинга устройств IoT и исторические записи.

**Ключевые слова:** IoT-устройств, водохозяйственных объектах, насосные станции, водных ресурсов, ирригационные системы.

**Введение.** Современное управление водохозяйственными объектами сталкивается с множеством вызовов, включая изменение климата, рост населения, увеличение потребностей в водных ресурсах и необходимость их рационального использования. Традиционные методы моделирования и управления часто оказываются недостаточно эффективными из-за ограниченности данных, сложности процессов и увеличения масштабов задач.

Технологии больших данных (Big Data) открывают новые возможности для решения этих проблем, предоставляя инструменты для сбора, анализа и использования огромных массивов информации. Они позволяют существенно повысить точность моделей, ускорить прогнозирование и разработать эффективные стратегии управления водными ресурсами.

Водохозяйственные объекты, такие как реки, водохранилища, каналы и ирригационные системы, являются ключевыми элементами инфраструктуры, от которых зависят сельское хозяйство, промышленность и обеспечение населения водой. Однако их моделирование требует учета множества факторов: гидрологических, климатических,

экологических и технических. Технологии Big Data способны объединить и обработать эти данные, обеспечивая комплексный подход к анализу.

### **Преимущества применения больших данных в управлении водными объектами.**

Применение больших данных в управлении водными объектами открывает широкие возможности для улучшения мониторинга, прогнозирования и управления водными ресурсами [1,3]. Вот основные преимущества использования Big Data в этой области: Повышение точности прогнозов, оптимизация использования водных ресурсов, улучшение управления водохозяйственными объектами, прогнозирование рисков и предотвращение катастроф.

Обработка больших объемов гидрологических, климатических и метеорологических данных позволяет точнее прогнозировать изменения уровня воды, частоту и интенсивность наводнений и засух. С помощью исторических данных и современных моделей машинного обучения можно прогнозировать долгосрочные изменения, что важно для устойчивого управления водными ресурсами.

На основе анализа больших данных можно более точно определять потребности различных пользователей (сельское хозяйство, промышленность, коммунальное водоснабжение), что способствует эффективному распределению водных ресурсов. Анализ информации о водопользовании и климате позволяет предсказать потребности в воде в разные сезоны и при различных сценариях изменения климата.

Использование IoT-датчиков и спутниковых данных позволяет в реальном времени отслеживать состояние водохранилищ, плотин, насосных станций и других инфраструктурных объектов, что способствует своевременному реагированию на проблемы. Применение алгоритмов для автоматического контроля и управления водными объектами (например, для открытия и закрытия клапанов) помогает снизить человеческий фактор и повысить эффективность работы.

Big Data помогает Анализ данных о скорости таяния снега, уровнях рек и осадках позволяет заранее предсказывать, позволяя заранее принять меры по водообеспечению и сокращению потерь.

Большие данные включают информацию, поступающую из различных источников:

*Гидрометеорологические данные:* данные о температуре, осадках, скорости ветра, уровне и расходе воды в реках. Гидрометеорологические данные представляют собой информацию, связанную с состоянием атмосферы, водных объектов и климатических условий. Эти данные используются для мониторинга, анализа и прогнозирования природных явлений, а также для управления водными ресурсами.

*Данные датчиков:* показания IoT-устройств, установленных на водохозяйственных объектах (плотины, насосные станции, каналы и др.). Данные датчиков представляют собой информацию, собранную с помощью специализированных устройств, которые автоматически фиксируют различные параметры окружающей среды или объектов. В контексте водных ресурсов и гидросистем такие датчики играют ключевую роль в мониторинге и управлении.

*Космические данные:* спутниковые снимки для анализа изменений водных объектов, контроля состояния водохранилищ и выявления утечек. Космические данные – это информация, полученная с помощью спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), которая используется для наблюдения, анализа и управления природными ресурсами и экологическими процессами. В контексте водных ресурсов такие данные играют важную роль в мониторинге состояния водоёмов, оценки водных запасов и прогнозирования природных явлений.

*Исторические данные:* архивы по водопользованию, изменениям климата и гидрологических режимов. Исторические данные – это информация, собранная и зафиксированная за определённый период в прошлом, которая используется для анализа, прогнозирования и принятия решений в настоящем и будущем. В контексте водных

ресурсов и управления водохозяйственными объектами такие данные играют важнейшую роль в понимании динамики процессов и разработке эффективных стратегий.

*Эффективное распределение водных ресурсов:* данные Big Data помогают точно оценить состояние водных ресурсов в каналах и эффективно их распределять.

Предварительный расчет необходимого количества воды для ирригации. Предотвращение утечки избыточной воды через каналы.

*Использование Big Data дает много возможностей:* исключение ошибок, связанных с вводом данных вручную, снижение зависимости от субъективных решений, автоматизация контроля и управления численными значениями модели.

**Моделирование движения воды** - это сложный процесс, который требует учёта множества факторов. При этом расчёты выполняются на основе большого объёма данных, что приводит к генерации больших данных.

Канал или водный объект делится на множество сегментов (например, каждые 100–500 метров), чтобы рассчитать параметры воды (скорость течения, глубину, расход) на каждом участке. Расчёты проводятся для каждого временного шага (например, каждую минуту, час или сутки). Чем меньше шаг времени, тем более детализированное моделирование, но тем больше данных генерируется[2].

В моделировании участвуют тысячи сегментов, временных шагов и параметров. Это приводит к созданию миллионов строк данных. Для их обработки и анализа требуется использовать технологии больших данных (Big Data), такие как распределённые вычисления (Hadoop, Spark) или облачные платформы.

Для наглядного представления процесса получения больших данных при расчете скорости потока и уровня воды в канале или водоеме при моделировании движения воды приведем примеры в виде таблиц и графиков.

В этом примере рассмотрим канал, разбитый на 5 сегментов, и приведём значения скорости воды ( $u$ ) и уровня воды ( $h$ ).

Таблица 1. Значений скорости потока и уровня воды в разных сегментах канала

Сегмент	Длина (м)	Скорость потока $u$ (м/с)	Уровень воды $h$ (м)
1	100	1.2	3.0
2	100	1.5	3.2
3	100	1.8	3.1
4	100	1.3	2.9
5	100	1.1	2.8

Видно, что скорость воды увеличивается в среднем участке и уменьшается в конце. Уровень воды меняется в зависимости от рельефа дна и градиента потока.

**Графики скорости потока и уровня воды по сегментам.** Графики показывают, как изменяется уровень воды и скорость в зависимости от координаты вдоль канала. Можно видеть, что на определённых участках есть увеличение или уменьшение параметров, что важно для гидродинамического анализа.

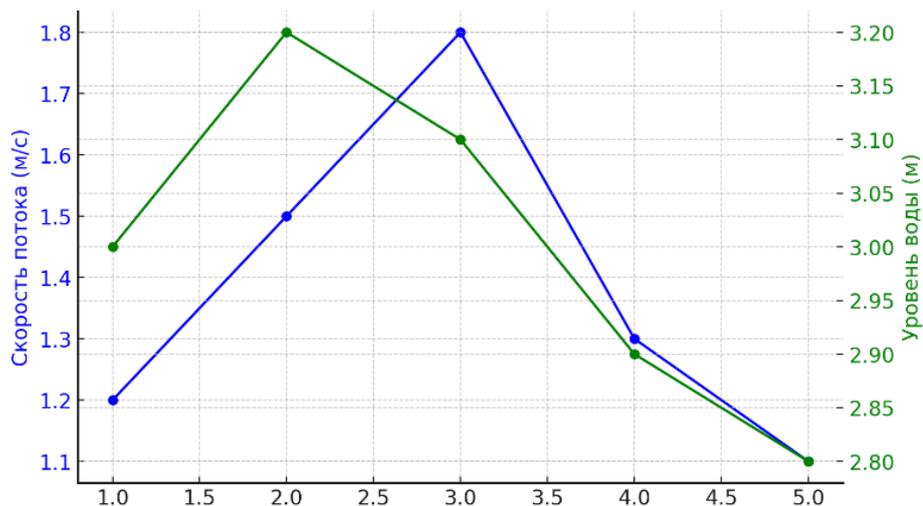


Рисунок 1. Изменение скорости потока и уровня воды по сегментам

Синий график (скорость потока) показывает увеличение скорости на участке 2-3 и последующее снижение. Зелёный график (уровень воды) демонстрирует небольшие колебания, снижаясь к концу канала.

Это характерно для гидродинамических процессов, когда на уклонах скорость растёт, а на пологих участках уменьшается.

**Заключение.** Использование больших данных в управлении водными объектами открывает новые горизонты для повышения эффективности водообеспечения, защиты от природных катастроф и устойчивого использования водных ресурсов. Оно также способствует улучшению экологического состояния водоемов и рациональному использованию водных ресурсов, что особенно важно в условиях изменений климата и роста населения. Применение технологий Big Data в водохозяйственном моделировании открывает большие перспективы для улучшения управления водными ресурсами и минимизации воздействия на окружающую среду.

### Список литературы

- [1] D.T. Muxamedieva, O.N.Abduraxmonov, M.H.Primova. Big data и анализ данных. Т.:Fidokor Yosh Avlod, 2023. -246 с.
- [2] Rakhimov, S., Seytov, A., Rakhimova, N., Xonimqulov, B. Mathematical models of optimal distribution of water in main canals. 2020 IEEE 14th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), INSPEC Accession Number: 20413548, IEEE Access, Tashkent, Uzbekistan, DOI:10.1109/AICT50176.2020.9368798 (AICT) pp. 1-4,(№ 5, Scopus, IF=3,557)
- [3] Pat Nakamoto. BIG DATA: The revolution that is transforming our work, market and world. Data Analysis / Kindle Edition, 2013.

### Авторский вклад

**Айбек Сейтов** – Руководил исследованием по применению больших данных при моделировании водохозяйственных объектов.

**Олим Абдурахмонов** – Исследователь и анализатор формирования больших данных при моделировании объектов водного хозяйства.