

УДК 378

II. ТЕХНОЛОГИИ

В.С. Хондкарян

ПРЕДПОСЫЛКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛОТИН

С развитием информационных технологий в 21 веке, мы собираем больше данных, чем когда-либо ранее. Хотя это представляет собой колоссальную возможность для повышения безопасности плотин, оно также представляет собой серьезную проблему с управлением, обработкой и реагированием на невероятно большой объем информации.

В современном мире наблюдается тенденция к цифровым технологиям, для оптимизации процессов получения информации и максимальному повышению эффективности. Профессионалы в области безопасности плотин чувствуют давление цифровизации, вплоть до твердого убеждения в том, что нужно кардинально менять подходы к организации процессов получения и использования данных. Очевидно, что централизованная платформа мониторинга, улучшенная с помощью искусственного интеллекта, может помочь в решении проблем безопасной эксплуатации. Большой выигрыш заключается в том, что все структуры ответственные за безопасность плотин будут иметь доступ к единому источнику информации. Пришло время использовать это с пользой и предотвратить будущие аварии.

Ключевые слова: авария, плотина, безопасность, информационные технологии, искусственный интеллект.

Обеспечение безопасности плотины является ключевой задачей для государства, поскольку последствия ее аварии могут быть чрезвычайно серьезными. Безопасность плотин должна быть главным приоритетом на каждом этапе ее жизненного цикла от проведения тендера, проектирования, строительства, эксплуатации, технического обслуживания, реконструкции, модернизации и вывода из эксплуатации. Плотины водохранилищ играют жизненно важную роль в экономике и социальном развитии стран - в вопросах ирригации и водоснабжении, энергоснабжении и борьбы с наводнениями. Во время эксплуатации плотины подвергаются не только различным динамическим и статическим циклическим нагрузкам, таким как давление воды, температура, землетрясения и др., но и долговременному износу и коррозии конструкций. С увеличением срока службы и старением, плотины будут необратимо повреждаться, что приведет к ухудшению структурных характеристик и повышению риска аварий - к потерям человеческих жизней и материальных ценностей стоимостью в миллиарды долларов. Статистические данные показывают, что с 2000 года, за двадцать лет вышло из строя более 300 плотин, что подчеркивает острую необходимость в эффективных системах мониторинга. В США более 15 600 плотин классифицируются как высоко опасные. Более того, почти 20% крупнейших плотин в мире имеют возраст более 50 лет. Это увеличивает риск негативных структурных проблем и аварий. Мониторинг имеет важное значение для раннего

обнаружения потенциальных проблем и обеспечения своевременного вмешательства. Распространенной практикой является развертывание сотен датчиков и систем сбора данных на плотинах для мониторинга различных параметров (например, уровня воды, температуры окружающей среды, состояния бетона и др.) и структурных реакций (трещинообразования, смещения, аномальная фильтрация, не предусмотренные по проекту напряжения и деформации) в режиме реального времени. С развитием автоматизированной технологии мониторинга точные наблюдения за изменяющимися параметрами стали более доступными.

Раннее обнаружение опасностей в сочетании с автоматизированным оповещением позволяет ответственным за безопасность плотин эффективно распределять ресурсы и правильно распределять приоритеты по расходам на обеспечение безопасности. В настоящее время нет единой платформы мониторинга и управления безопасностью, которая объединяет само тело плотины, геотехнику, геологию, сейсмологию, гидрологию, гидрогеологию и другую информацию. С этой целью систему управления информацией при мониторинге безопасности плотин необходимо строить на основе платформы ГИС. Система объединяет технологию пространственного анализа и получения данных, предоставляя более интеллектуальный метод управления безопасностью. Первые исследования в области управления информацией мониторинга безопасности плотин начались уже в 1960-х годах в США, Японии и Италии. Исследование систем управления информацией о мониторинге безопасности плотин на основе платформы ГИС все еще находится на ранней стадии. Данные мониторинга в основном анализируются с использованием традиционных методов, которые недостаточно используют возможности пространственного анализа. Нет сомнений, что передовые технологии, такие как автоматические системы, повышают эффективность мониторинга плотин. Различные датчики, подключенные к регистраторам данных с модемами обеспечивают непрерывную передачу данных в удаленные центры мониторинга и анализа данных. Эти технологии облегчают мониторинг в реальном времени и развитие систем оповещения, гарантируя, что любые аномалии будут быстро обнаружены и устранены, тем самым повышая общую безопасность и надежность плотин. Дроны, оснащенные камерами и датчиками высокого разрешения, способны дополнять наземные измерения, предоставляя подробные данные о внешних деформациях и условиях окружающей среды. Эта воздушная перспектива повышает точность измерений, сокращая время и затраты, связанные с обычными измерениями. Комплексировав данные полученные с дронов, наземных устройств и геофизического зондирования, можно получить достоверную информацию о состоянии плотины. Непрерывный мониторинг поддерживает стратегии обслуживания, предотвращая перерастание проблемы в опасную с точки зрения безопасности. Выявляя потенциальные проблемы на ранних стадиях, мы можем более эффективно планировать мероприятия по обслуживанию, сокращая время недопустимого бездействия и обеспечивая безопасность плотины. Профессионалы в области безопасности плотин, чувствуют давление цифровизации, вплоть до твердого убеждения в том, что нужно кардинально менять подход к организации процессов получения и использования данных. Благодаря технологическим достижениям в настоящее время мы можем собирать гигантский объем данных о плотине, чем когда-либо прежде. Но иногда огромные наборы

данных могут мешать, быть скорее подавляющими, чем полезными для понимания фактического состояния плотины. При мониторинге плотин выполняют непрерывные измерения. Датчики собирают тысячи данных - уровень воды в водохранилище, уровень воды в теле самой плотины, аномальную фильтрацию, раскрытие трещин, смещение грунтов в основании и теле плотины, скорость потока воды, температурный режим и многое другое. Каждый из них измеряет определенный дефект или состояние внутри или в примыкании тела плотины [1]. Однако, в подавляющем большинстве случаев, из-за традиционных процедур сбора и обработки данных, протяженность времени между сбором данных и их интерпретацией может составлять недели или даже месяцы. Время между наблюдением и последующем действием (реагированием) - это недопустимо потерянное время, которое может иметь решающее значение с точки зрения несвоевременного реагирования на проблему безопасности плотины и соответственно безопасности населения. Большая проблема заключается в способности организовать и проанализировать массив данных, чтобы понять состояние безопасности плотины в каждый момент времени. Вопрос заключается в разработке инструментов, позволяющих преодолеть разрыв между массивом необработанных данных и их инженерной интерпретацией - здесь на помощь должны прийти более передовые информационные технологии. Остановимся более подробно на вопросах применимости искусственного интеллекта. Искусственный интеллект охватывает междисциплинарные знания, включая математику, физику, химию, биологию и десятки других. Это позволяет компьютерным программам видеть, слышать, распознавать, судить, доказывать, проектировать, планировать, учиться и решать проблемы на том же или более высоком уровне, что люди [2]. Искусственный интеллект обладает мощной способностью извлекать многомерные данные, подгонять нелинейные системы и адаптироваться к широкому спектру сценариев применения. Окончательное разрушение плотины - это медленный и кумулятивный процесс. Поэтому почти всем инженерным авариям предшествуют определенные признаки. Эти признаки, как правило, скрыты в изменениях характера процесса инженерной эксплуатации и изменениях окружающей среды. Постоянно отслеживая эти изменения и выполняя профессиональный анализ, можно обнаружить аномальные условия и предупредить о них как можно раньше. Для того чтобы в полной мере использовать возможности искусственного интеллекта, доступность данных имеют первостепенное значение. Данные служат топливом, которое питает алгоритмы искусственного интеллекта, позволяя им учиться, делать прогнозы и генерировать идеи [3]. Есть ряд ключевых аспектов, согласно которым очевидны преимущества использования и возможности искусственного интеллекта:

1.Количество и разнообразие

Чем больше данных доступно, тем лучше алгоритмы могут обучаться и повышать свою точность - 80% успеха искусственного интеллекта обусловлено количеством и качеством данных для обучения, более разнообразные наборы данных значительно повышают производительность моделей искусственного интеллекта. Это позволяет пользователям консолидировать и интегрировать данные из разрозненных источников. Объединяя данные из различных систем и платформ, может быть создан разнообразный набор данных для обучения

моделей искусственного интеллекта, что устраняет разрозненность данных и способствует целостному подходу к сбору информации.

2. Качество и согласованность данных

Качество и согласованность данных имеют первостепенное значение для алгоритмов искусственного интеллекта. Высококачественные данные, свободные от ошибок и предвзятости, имеют решающее значение.

3. Доступность и обмен данными

Сотрудничество и обмен данными имеют решающее значение для развития методов искусственного интеллекта. Исследования, опубликованное в журнале Nature Climate Change, подчеркивают важность обмена данными и доказывают, что открытый доступ к данным значительно ускоряет внедрение инноваций.

Однако многие организации сталкиваются с трудностями при доступе к высококачественным данным из-за ограничений, связанных с собственностью, разрозненностью данных или проблемами с обменом конфиденциальной информацией. Унифицированное управление данными способствует эффективному обмену данными и совместной работе. При наличии надлежащих механизмов управления данными унифицированные платформы управления данными обеспечивают безопасный обмен данными, поощряя сотрудничество между исследователями, организациями и специалистами по искусственному интеллекту;

4. Постоянное обновление данных

Системы искусственного интеллекта должны обучаться на основе новейших данных, для поддержания актуальности моделей искусственного интеллекта.

Унифицированное управление данными позволяет организациям внедрять автоматизированные процессы приема и синхронизации данных, гарантируя, что модели искусственного интеллекта будут иметь доступ к самым актуальным данным;

5. Интерпретируемость данных

Природа некоторых моделей искусственного интеллекта как «черного ящика» вызывает опасения относительно их интерпретируемости и объяснимости.

По данным опросов, 70% пользователей считают недостаточную прозрачность алгоритмов основным препятствием для внедрения технологий искусственного интеллекта. Чтобы завоевать доверие и признание, крайне важно разработать методы, которые дают представление о том, как системы искусственного интеллекта приходят к своим решениям. Это направлено на то, чтобы сделать модели искусственного интеллекта более прозрачными, позволяя людям понимать и проверять обоснование их результатов. Унифицированные платформы управления данными могут интегрировать функции для определения происхождения и прослеживаемой данных. Эти функции обеспечивают видимость происхождения и преобразования данных, позволяя организациям-пользователям отслеживать и объяснять, как обучаются модели искусственного интеллекта. Это особенно важно в критически важных системах инфраструктуры безопасности, где необходимы четкие объяснения и обоснования принимаемых решений.

Искусственный интеллект не заменит инженеров-людей, но он может предсказывать будущее поведение плотины на основе гигантского массива ранее накопленных данных и прогнозируемых условий, а также статистического анализа аналогов-событий сотен тысяч сходных ситуаций и предпринятых действий в практике мирового плотиностроения. Искусственный интеллект позволит реагировать на внушающих тревогу ситуации быстрее, чем когда-либо. Оперативные результаты анализа ситуации в реальном времени в сочетании с своевременным оповещением, будет способствовать созданию более безопасной инфраструктуры. Некоторые начальные платформы реагирования уже разрабатываются в мире, но они не готовы на 100%. Анализ данных самообучающихся систем искусственного интеллекта должен стать предпочтительной практикой безопасной эксплуатации, поскольку мы повсеместно сталкиваемся с неуклонным снижением численности персонала ответственного за безопасность на плотинах и должны искать более эффективные способы принятия обоснованных решений предотвращающих возможные аварии.

Литература

1. **Методические рекомендации** по оценке риска аварий на гидротехнических сооружениях водного хозяйства и промышленности. – 2-е издание. – М.: ДАР/ВОДГЕО, 2009. – 64 с.
2. **Yang Bao**, Artificial Intelligence for civil engineering, China Civ. Eng.J., 52 (5), (2019).
3. **Shin et al.**, A comprehensive review of big data analytics throughout product lifecycle to support sustainable smart manufacturing: A framework, challenges and future research directions, Journal of Cleaner Production, 2018.11.025.

Վ.Ս. Խոնդկարյան

ՊԱՏՎԱՐՆԵՐԻ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ԲԱՐՁՐԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՆԱԽԱԴԻՅԱԼՆԵՐԸ

21-րդ դարում տեղեկատվական տեխնոլոգիաների կիրառմամբ մենք ավելի շատ տվյալներ ենք հավաքում, քան երբևէ: Թեև սա հսկայական հնարավորություն է ամբարտակի անվտանգությունը բարելավելու համար, այն նաև զգալի մարտահրավեր է ներկայացնում տեղեկատվության անհավանական մեծ ծավալի կառավարման, մշակման և արձագանքման հարցում: Ժամանակակից աշխարհում միտումը դեպի թվային տեխնոլոգիաներն են՝ պարզեցնելու տեղեկատվական գործընթացները և առավելագույնի հասցնելու արդյունավետությունը: Ամբարտակների անվտանգության մասնագետները զգում են թվայնացման ազդեցությունը: Ակնհայտ է, որ կենտրոնացված մոնիտորինգի հարթակը, որն ընդլայնված է արհեստական բանականությամբ, կարող է օգնել լուծելու գործառնական անվտանգության խնդիրները: Մեծ նվաճումն այն է, որ պատենտների անվտանգության համար պատասխանատու բոլոր կառույցները հասանելի կլինեն տեղեկատվության մեկ աղբյուրից: Ժամանակն է այն լավ օգտագործել և կանխել ապագա վթարները:

Առանցքային բառեր. վթար, ամբարտակ, անվտանգություն, տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ, արհեստական բանականություն:

PREREQUISITES FOR USING INFORMATION TECHNOLOGY TO INCREASE DAM SAFETY

With the advancement of information technology in the 21st century, we are collecting more data than ever before. While this represents a tremendous opportunity to improve dam safety, it also presents a significant challenge in managing, processing, and responding to the incredibly large volume of information. Currently, there is a worldwide trend towards digital technologies to optimize information processes and maximize efficiency. Dam safety professionals are feeling the pressure of digitalization, to the point of a strong belief that they need to fundamentally change their approaches to organizing the processes of obtaining and using data. It is clear that a centralized monitoring platform, enhanced by artificial intelligence, can help solve the problems of safe operation. The big win is that all the entities responsible for dam safety will have access to a single source of information. It is time to put this to good use and prevent future accidents.

Key words: accident, dam, security, information technology, artificial intelligence.

Хондкарян Валерий Сергеевич – кандидат геолого-минералогических наук,
преподаватель (Учебное подразделение спасательной
службы и управления кризисными ситуациями
Образовательного комплекса МВД РА), эксперт (ТССЗ
МВД РА)

Дата представления: 07.03.2025

Дата рецензии: 31.03.2025