

“Rogun” nuclear power plant and the commissioning of all facilities will not only provide the republic with electricity, but will further facilitate its export to other countries at market prices, since nuclear power plants. First of all, Rogun provides opportunities for the development of the country’s industry. First of all, Rogun provides opportunities for the development of the country’s industry.

Key words: *NPO “Rogun”, Tajikistan, Central Asia, object of the century, the largest hydropower facility, electricity, major projects, hectares, land, region, transboundary, republics, Kazakhstan, Turkmenistan, Uzbekistan, water, irrigation, arable land, agriculture.*

Маълумот дар бораи муаллиф: Кенчаев Мухбир Ҷӯрабоевич - унвонҷӯи Институти таърих, бостоншиносӣ ва мардумшиносии ба номи Аҳмади Дониши Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Суроға: 734025, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 33. Телефон: (+992) 93-4402886. E-mail: mukhbirjon.kendzaev@mail.ru.

Сведения об авторе: Кенджаев Мухбир Джурабоевич - соискатель Института истории, археологии и этнографии имени Ахмада Дониша Национальной академии наук Таджикистана. Адрес: 734025, г. Душанбе, пр. Рудаки, 33. Телефон: (+992) 93-4402886. E-mail: mukhbirjon.kendzaev@mail.ru

Information about the autor: Kendzaev Mukhbir Dzuraboevich - is a competitor of the Department of history of science and technology Institute of history, archeology and Ethnography named after Ahmad Donish National Academy of Sciences Tajikistan. Address: 734025, Tajikistan, Dushanbe, 33 Rudaki Ave. Tel: (+992) 93-4402886 E-mail: mukhbirjon.kendzaev@mail.ru.

УДК 53.087+626/627

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ОСНОВАНИЯ ПЛОТИН

Раджабова А.С.¹, Каримзода Дж.Х.², Давлатшоев С.К.¹

¹*Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ*

²*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими*

Аннотация. *Основная концепция системы мониторинга, которая рассматривается в рамках настоящей работы, включает защиту основания плотины, как гаранта безаварийной её работы в целом. Мониторинг основания плотины на растворимых породах представляет собой систему регулярных наблюдений, позволяющих выявить отклонения в эксплуатационном режиме основания и принять меры, предотвращающие отрицательные последствия произошедших изменений. Важной задачей в системе мониторинга является то что, накопление и обработка информации должны быть автоматизированы и переведены на телеметрический способ осуществления сбора, обработки и анализа информации.*

Ключевые слова: *мониторинг, основание плотины, растворимые породы, автоматизация, водохранилище, гидродинамика, гидрогеохимия.*

Возрастание масштабов строительства гидротехнических сооружений приводит к необходимости освоения территорий неблагоприятных в инженерно-геологическом отношении, в том числе при наличии в разрезе растворимых пород, таких как известняки, гипс, ангидрид, каменная соль. Особое внимание к вопросам надежности оснований инженерных объектов в таких условиях требуется при строительстве гидроузлов. Возведение водоподпорных сооружений (плотины) и создание водохранилищ может привести к изменению гидродинамического и гидрогеохимического режима, появлению в массиве пресных вод, способных растворять породы. Возникают условия для изменения гидрогеохимического режима, развития или интенсификации карста. Интенсификация карста приводит к увеличению трещиноватости пород в основании плотины, вследствие тектонической разгрузки пород и фильтрационных деформаций.

Безопасность эксплуатации плотин на растворимых породах во многом определяет обоснованный выбор мероприятий по защите пород от растворения, контроль за их работой, а также организацию наблюдений за развитием физико-химических процессов в основании плотины. Режимные гидродинамические и гидрогеохимические наблюдения, позволяющие проследить техногенные изменения в основании плотины.

Известные в мировой практике аварии гидросооружений произошли в результате карстования пород основания, и зачастую связаны с некачественными изысканиями и мониторингом, не позволившим выявить карстующую породу, или с отсутствием противосуффозионных мероприятий.

При составлении прогноза фильтрационного режима в основании сооружений особое внимание уделяют исследованию взаимодействия фильтрационных вод из водохранилища с подземными минерализованными водами и с соленосными породами основания [1, с. 130].

При повышении уровня воды в водохранилище происходит увеличение фильтрационных потоков к основанию плотины. Пресная вода в зависимости от действующего напора (гидростатического давления) проникая по имеющимся трещинам, достигая высокоминерализованных вод, защищающий пласт соли, изменяет концентрацию подземных минерализованных вод по глубине. Далее под действием фильтрационных потоков отжатая часть минерализованных вод переносится дальше от солевого пласта. Происходят изменения гидрогеохимического режима в основании плотины.

В системе мониторинга решаются задачи как узкой детализации, так и задачи, требующие принятия «глобальных» решений, меняющих целые звенья в системе защиты основания. В связи с этим, система мониторинга должна быть всесторонней, унифицированной и гибкой, удовлетворяющей потребности всех уровней системы управления [2, с. 27].

Основными задачами, которые решаются мониторингом, являются:

- контроль за гидрогеохимическим режимом в основании плотины;
- организация наблюдений за работой системы защиты основания;
- обнаружение причины отключений от заданного режима;
- оценка наблюдаемых отклонений в основании во время строительства, в эксплуатационном периоде и управлении техногенными процессами;
- прогноз развития возникающих ситуаций и выбор оптимального варианта, исключая отрицательные последствия нарушений заданного режима.

Осуществление мониторинга требует наличия детальной информации об особенностях гидрогеохимического режима в основании плотины во время строительства, в нормальном эксплуатационном режиме и выработке критериальных значений этих параметров.

Если результаты работы наблюдательной сети свидетельствуют о возникновении новой ситуации, решение по которой отсутствует, то это влечет за собой необходимость специальных обследований и внесения дополнительных данных в систему мониторинга.

Система мониторинга основания плотины является автономной составной частью общего мониторинга, принципиальная схема которого представлена на рисунке 1.

Для эффективной работы всей системы мониторинга большое значение имеет со-

здание функциональной модели мониторинга и планирование всей технологической цепочки от получения информации до принятия решения. Недостаточная проработка какого-либо звена этой цепочки неизбежно приведет к резкому снижению ценности всей получаемой от мониторинга информации. Проектирование системы мониторинга защиты пласта соли включает пять этапов [3, с. 318]:



Рис. 1. Общая схема системы мониторинга основания плотины

1. Определение задач системы мониторинга и требований к информации, необходимой для их выполнения; на этом этапе проектирования должны быть выбраны основные статистические методы обработки данных, т.к. от них зависит в значительной степени частота и сроки наблюдений, а также требования к точности получаемых значений.

2. Создание организационной структуры сети наблюдений и разработка принципов их проведения. Это основной и наиболее сложный этап, на котором с учетом постав-

ленных задач определяется основная структура наблюдательной сети.

На этом же этапе решается вопрос о целесообразности и масштабах использования автоматизированных, дистанционных и других подсистем мониторинга системы защиты основания. На втором этапе разрабатываются, также, методические рекомендации и руководства по: выбору мест расположения пунктов контроля, их категория в зависимости от важности объекта и его состояния; определение расположения наблюдательных створов и т. д.; составление

программ наблюдений (какие показатели, в какие сроки и с какой частотой наблюдать). Выдаются рекомендации по соотношению физических и химических показателей для типичных ситуаций и организация системы контроля. При этом, предполагается, что имеются стандартные руководства по отбору, консервации проб и их химическому анализу, а при необходимости они дорабатываются или составляются вновь.

3. Построение сети мониторинга. На этом этапе уточняется соотношение видов наблюдательных сетей; устанавливаются места расположения пунктов сбора информации. При наличии автоматизированных и дистанционных систем уточняется программа их работ.

4. Разработка системы получения данных и представления их потребителям. На этом этапе определяются особенности иерархической структуры получения и сбора информации; планируется разработка банка данных, определяются виды и условия информационных услуг, выполняемых с их помощью; дается детальная характеристика основных информационных форм (отчет, обзор, справка, команда); предусматривается, также система контроля точности и правильности данных на всех этапах работ.

5. Создание системы проверки полученной информации на соответствие исходным требованиям и пересмотр, при необходимости, системы мониторинга.

Анализ функционирования существующих систем мониторингов показывает, что в ряде случаев, когда система мониторинга строилась без специальных исследований, позволяющих уточнить и откорректировать критериальные значения измеряемых параметров, эффективность мониторинга существенно понижается.

Вместе с тем, следует иметь в виду, что какие бы мероприятия не разрабатывались по мониторингу, всегда надо учитывать возможность возникновения непрогнозируемых ситуаций и предусматривать преду-

предительные меры, лежащие за пределами системы мониторинга.

Рекомендуемая архитектура мониторинга должна быть в дальнейшем оптимизирована в отношении количества первичной информации, поступающей из контролируемой среды, и приведена в соответствие с разрешающей способностью измерительной аппаратуры.

Кроме того по мере освоения системы мониторинга накопление и обработка информации должны быть автоматизированы или переведены на телеметрический способ осуществления сбора, обработки и анализа информации. Пример такого построения системы мониторинга приведён на рисунке 2. Информация с автоматических измерительных устройств, установленных на пункте измерения, по телеметрическим каналам поступает в центр мониторинга, который осуществляет накопление, классификацию, оценку информации и обеспечивает подачу предупредительных сигналов на пульт управления системой обеспечения гидрогеохимического режима. Такая организация мониторинга даёт возможность осуществлять всесторонний контроль накопленных данных и проводить перспективное планирование мероприятий, направленных на сохранение заданного режима эксплуатации системы.

Основной задачей натуральных наблюдений является установление момента начала выноса продуктов растворения из защищаемого пласта; установление границ области, затронутой процессом растворения.

Количественные показатели, характеризующие начало процесса химической суффозии в данной точке, представляют собой критериальные значения наблюдаемого параметра.

Контрольно - измерительные приборы размещаются в наиболее характерных точках защищаемого комплекса. На количество наблюдательных точек, необходимых для получения наиболее полной и достоверной

картины изменения фильтрационных и гидрохимических параметров вблизи пласта соли, оказывают существенное влияние такие свойства пород, как расстояние между трещинами в породе и их раскрытие.

По проведенному обследованию основания будущей плотины Рогунской ГЭС,

оценены изменения гидрогеохимической обстановки во времени и взаимодействии фильтрационного потока с подземными водами, соленосными породами и предложена автоматизированная система мониторинга защиты основания плотины.

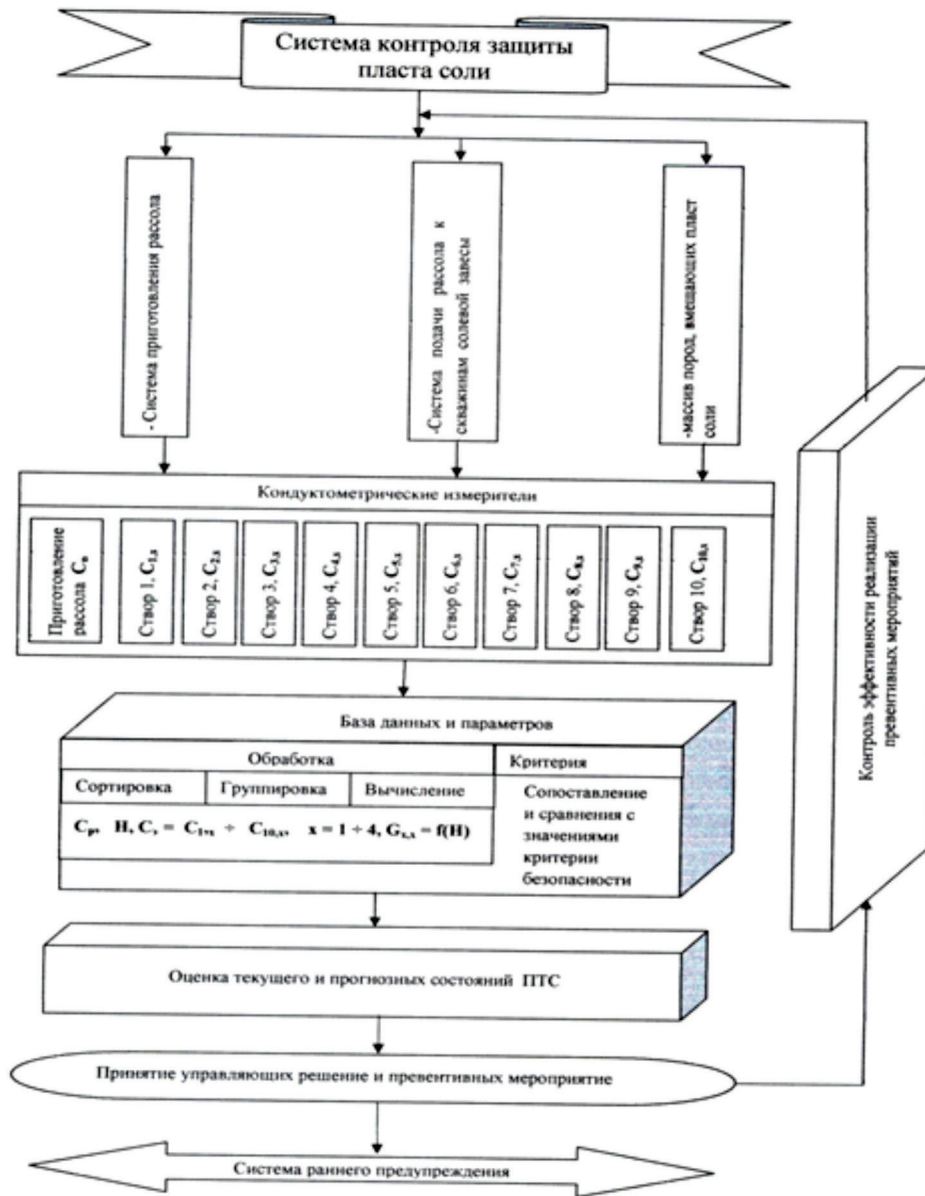


Рис. 2. Принципиальная схема архитектуры системы мониторинга гидрогеохимического режима

В качестве измерителей степени минерализации предлагается использовать кондуктометрические измерители [4, с. 47], устанавливаемые в 10 створах и 4-х уровнях по глубине из солевой штольни, для измерения

уровня минерализации, определяющей изменения установившейся границы слабо и сильно минерализованных вод в зависимости от действующего напора на верхнем бьефе.

Учитывая инженерно-геологические особенности (гидрогеохимические условия вокруг солевого пласта, физико-механические и фильтрационные характеристики вмещающих пород, отжатие, перенос солевой составляющей и переотложение минерализованных вод фильтрационными потоками пресных вод) в створе Рогунской ГЭС [5, с. 362], предлагается схема размещения кондуктометрических измерений за пластом соли из солевой штольни.

Выводы

1. Предлагаемая концепция системы мониторинга, позволяет повысить защиту основания плотины, как гаранта безаварийной её работы в целом. Мониторинг основания плотины на растворимых породах обеспечивает организовать регулярные наблюдения, позволяющие выявить отклонения в эксплуатационном режиме основания и принять меры, предотвращающие отрицательные последствия произошедших изменений. Важной задачей предложенной системы мониторинга является то что, накопление и обработка информации должны быть автоматизированы и переведены на телеметрический способ осуществления сбора, обработки и анализа информации.

Список литературы

1. Давлатшоев С.К. Оценка взаимодействия фильтрационного потока на гидрогеохимический режим основания плотины кондуктометрическим методом. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук, Душанбе, «Сино», №1/3, 2017, С.

129 – 134.

2. Давлатшоев С.К., Сафаров М.М. Автоматизированная система мониторинга гидрогеохимического режима в основании плотины. В сборнике: энергосбережение и эффективность в технических системах. Материалы V Международной научно – технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. 2018. С. 26 – 29.
3. Давлатшоев С.К., Раджабова А.С., Каримзода Дж.Х. Автоматизированная система мониторинга основания плотины. Материалы республиканской научно-практической конференции «Применение информационных и коммуникационных технологий в процессе индустриализации страны» // Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими. Душанбе, 2022. –С. 316-321.
4. Давлатшоев С.К., Сафаров М.М. Кондуктометрический способ и аппаратура измерения уровня минерализации в пьезометрических сетях. Вестник технологического университета, Казань, №18, Т. 20, 2017, С. 45-52.
5. Сафаров М.М., Давлатшоев С.К. Исследование концентрации подземных вод экспресс – кондуктометрическим методом. В сборнике: энергосбережение и эффективность в технических системах. Материалы V Международной научно – технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. 2018. С. 362 – 362.

СИСТЕМАИ АВТОМАТИ НАЗОРАТИИ ЧЕНКУНАНДА ДАР ТАҲКУРСИИ САРБАНДҲО

Аннотатсия. Концепсияи асосии системаи мониторинг, ки дар доираи ин кор баррасӣ мешавад, ҳифзи таҳкурсии сарбандро ҳамчун кафили кори бе мушкилот дар маҷмӯъ дар бар мегирад. Мониторинги таҳкурсии сарбанд дар ҷинсҳои маҳлулшаванда системаи мушоҳидаҳои доими мебошад, ки имкон медиҳад инхироф дар речаи кори зерасос муайян шуда, барои пешгирии оқибатҳои манфии тағйироти ба амалномада чораҳои андешид. Вазифаи муҳими системаи мониторинг аз он ҷиҳат

рат аст, ки ҷамъ кардан ва коркарди маълумот бояд автоматикунонида шуда, ба усули телеметрии ҷамъ, коркард ва таҳлили иттилоот гузаронида шавад.

Калидвожаҳо: мониторинг, таҳқурии сарбанд, ҷинсҳои маҳлулишаванда, автоматика, обанборҳо, гидродинамика, гидрогеохимия.

AUTOMATED MEASURING SYSTEM FOR DAMS FOUNDATION MONITORING

Abstract. *The main concept of the monitoring system, which is considered in the framework of this work, includes the protection of the base of the dam, as a guarantor of its trouble-free operation as a whole. The monitoring of the base of the dam on soluble rocks is a system of regular observations that makes it possible to identify deviations in the operating mode of the base and take measures to prevent the negative consequences of the changes that have occurred. An important task in the monitoring system is that the accumulation and processing of information must be automated and transferred to the telemetric method of collecting, processing and analyzing information.*

Keywords: *monitoring, dam foundations, soluble rocks, automation, reservoirs, hydrodynamics, hydrogeochemistry.*

Маълумот дар бораи муаллиф: Раҷабова А.С. - унвонҷӯи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ. Адрес: ш. Душанбе, куч. Бохтар 73, хон. 8, тел. (+992) 915536767, E-mail: rajabova.asliya@yandex.ru, Каримзода Ҷамшед Халим – н.и.т., и.в. дотсенти кафедраи «Ҷимояи релеї ва автоматика» -и ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ. Тел. (+992) 938-38-26-26, e-mail: d.karimov@mail.ru, Давлатшоев Саломат Қаноатшоевич – н.и.т., мудири озмоишгоҳи «Энергетика, захира- ва энергиясарфанамои» -и АМИТ. Адрес: н. Рудаки, ҷ. Чортепа, д. Арбобхотун, тел. (+992 919604041), E-mail: salomatda@list.ru.

Сведения об авторах: Раҷабова А.С. - соискатель Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. Адрес: г. Душанбе, ул. Бохтар 73, кв. 8, тел. (+992) 915536767, E-mail: rajabova.asliya@yandex.ru, Каримзода Ҷамшед Халим – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Релейная защита и автоматика» ТТУ им академика М.С.Осими. Тел. (+992) 938-38-26-26, e-mail: d.karimov@mail.ru, Давлатшоев Саломат Қаноатшоевич – к.т.н. заведующий лабораторией «Энергетика, ресурсо- и энергосбережение» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. Адрес: р. Рудаки, с/с. Чортепа, с. Арбобхотун, тел. (+992 919604041), E-mail: salomatda@list.ru.

Information about the author: Radzhabova A.S. - Applicant for the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Address: Dushanbe, st. Bokhtar 73, apt. 8, Phone: (+992) 915536767, E-mail: rajabova.asliya@yandex.ru, Karimzoda Jamshed Halim - Ph.D., acting Associate Professor of the Department of Relay Protection and Automation, TTU named after Academician M.S.Osimi. Tel. (+992) 938-38-26-26, e-mail: d.karimov@mail.ru, Davlatshoev Salomat Kanoatshoevich - Ph.D., Head. Laboratory of Energy Resources and Energy Saving of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Адрес: R. Rudaki, s/s. Chortepa, p. Arbobkhotun, Phone: (+992 919604041), E-mail: salomatda@list.ru.