

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» / Russian Journal of Transport Engineering <https://t-s.today>

2021, №1, Том 8 / 2021, N 1, Vol. 8 <https://t-s.today/issue-1-2021.html>

URL: <https://t-s.today/PDF/07SATS121.pdf>

DOI: 10.15862/07SATS121 (<http://dx.doi.org/10.15862/07SATS121>)

О концептуальных положениях осуществления контроля эксплуатационного состояния судоходных гидротехнических сооружений

Колесников Ю.М.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет», Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Колесников Юрий Михайлович, e-mail: kolesoy@rambler.ru

Аннотация. Для реализации государственной политики в сфере обеспечения безопасности судоходных гидротехнических сооружений необходимо совершенствовать организацию работ в области своевременного выявления и предупреждения угроз техногенного и природного характера, техническую базу мониторинга, которая является важнейшим условием повышения надежности и оперативности получения комплексной информации, характеризующей состояние их безопасности. В связи с этим на эксплуатируемых объектах должно осуществляться планомерное развитие систем контроля за их состоянием, внедрение компьютерных программных средств для автоматизированного ввода данных, первичной обработки данных измерений, ведения базы данных, диагностирования работы гидросооружений и др. В настоящее время анализ результатов натурных наблюдений на различных гидротехнических объектах производится поразному в зависимости от квалификации специалистов, зачастую не всегда полноценно, имеются лишь отдельные примеры использования информационно-диагностических систем,

компьютерных программ для решения некоторых локальных прикладных задач, информационных банков данных и т.д. В статье излагаются основные приоритеты, принципы и направления работ в области создания и использования единой системы контроля состояния судоходных гидротехнических сооружений. При этом построение единой системы контроля состояния эксплуатируемых гидросооружений соответствует структуре отраслевой системы их безопасности. Предлагаемая автором схема организации информационного обмена в рамках единой системы контроля состояния гидросооружений должна обеспечить эффективное и качественное ведение мониторинга их эксплуатационного состояния, а также позволит повысить уровень безопасности гидротехнических объектов за счет принятия оперативных и обоснованных управленческих решений.

Ключевые слова: судоходные гидротехнические сооружения; безопасность; единая система контроля состояния; организация и проведение натурных наблюдений; оперативность и достоверность контроля показателей состояния

On the conceptual provisions for monitoring the navigational hydraulic structures operational state

Yury M. Kolesnikov

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia

Corresponding author: Yury M. Kolesnikov, e-mail: kolesoy@rambler.ru

Abstract. To implement the state policy in the security support field of the navigable hydraulic, it is necessary to improve the work organization in the early recognition and preventing technogenic and natural threats, as well as the technical monitoring base, which is the most important condition for increasing the reliability and efficiency of obtaining complex information characterizing the state of their safety. In this regard, at the operated facilities, the systematic facilities monitoring systems development for their condition should be carried out, the computer software introduction for automated data entry, primary measurement data, maintaining a database, diagnosing the operation of the hydraulic structures, etc. Currently, the analysis results of field observations at various hydro-technical facilities are produced in different ways depending on the specialists' qualifications, often not always fully, there are only isolated examples of the information and diagnostic systems, computer programs for solving some local applied problems,

information databanks, etc. The article outlines the main priorities, principles, and directions of work in the field of creating and using a unified system for monitoring the navigable hydraulic structures state. At the same time, the unified system construction for monitoring the state of operating hydraulic structures corresponds to the structure of the industry system for their safety. The scheme proposed by the author for organizing information exchange within the scope of a unified system for monitoring the hydraulic structures state should ensure effective and high-quality operational state monitoring, and will also improve the hydraulic facilities safety level by making operational and well-grounded management decisions.

Keywords: navigable hydraulic structures; safety; unified state control system; organization and conduct of field observations; efficiency and reliability of state indicators control

Данная статья доступна по лицензии Creative Commons “Attribution” («Атрибуция») 4.0 Всемирная

This article is available under the Creative Commons “Attribution” 4.0 Global License



Введение

Introduction

В настоящей статье изложено понимание того, как в современных условиях должен осуществляться (или обеспечиваться) контроль эксплуатационного состояния ответственных уникальных объектов – судоходных гидротехнических сооружений (СГТС) [1; 2]. Они находятся в ведении администраций бассейнов внутренних водных путей (АБВВП) Федерального агентства морского и речного транспорта Минтранса России (Росморречфлот) и обеспечивают пропуск судов через гидроузлы (судоходные шлюзы), поддерживают гарантированные габариты судовых ходов, осуществляют выработку электроэнергии и водоснабжение различных потребителей, включая санитарное обводнение водотоков (например, р. Москвы и ее притоков Яузы и Клязьмы – федеральное государственное бюджетное учреждение (ФГБУ) «Канал имени Москвы»). Распоряжением Правительства Российской Федерации от 23.03.2006 г. №411-рс к критически важным объектам Российской Федерации отнесены 335 СГТС, а по классификации угроз они являются техногенно-опасными объектами, из которых 65 % составляют объекты I уровня и 35 % – II уровня опасности.

Аварии на СГТС могут привести не только к длительному прекращению судоходства, но и к катастрофическим последствиям на прилегающих территориях в результате прорыва напорного фронта. Характерной особенностью СГТС является высокая значимость каждого из них для обеспечения транспортного процесса. Авария лишь на одном сооружении, даже не вызвавшая прорыва напорного фронта, может вывести из строя всю транспортную артерию на длительное время, что влечет за собой значительные материальные потери. Так, авария в конце навигации 2004 г. на р. Дон, произошедшая по вине судоводителя на шлюзе Константиновского гидроузла транспортного назначения, привела к простоям флота. Почти на три недели было остановлено судоходство на важнейшей транзитной водной линии от Волгограда до Азовского моря. В ожидании шлюзования по причине невозможности судопропуска через Константиновский гидроузел скопилось порядка 200 судов, принадлежащих различным компаниям. В результате российские и иностранные судовладельцы понесли убытки в 12 млн долларов, а Волго-Донской АБВВП был нанесен ущерб в размере 125 млн рублей. При этом указанная авария заставила грузополучателей и грузоотправителей искать альтернативные маршруты доставки грузов.

На проектирование, строительство и эксплуатацию СГТС, являющихся государственной собственностью [3], распространяется действие Федерального закона «О безопасности гидротехнических

сооружений»¹ (Закон 117-ФЗ). В соответствии со статьей 9 Закона 117-ФЗ «собственник гидротехнического сооружения и (или) эксплуатирующая организация» для повышения эффективности управления безопасностью гидротехнических сооружений обязаны «обеспечивать контроль (мониторинг) за показателями их состояния, природных и техногенных воздействий...» и «развивать системы контроля за состоянием гидротехнических сооружений».

Следует отметить, что в отрасли на сегодняшний день отсутствует программа мероприятий на перспективу, поэтапная реализация которых способствовала бы развитию технической базы мониторинга эксплуатационного состояния СГТС. При этом результаты проверок контрольно-надзорных органов свидетельствуют о том, что применяемые эксплуатирующими СГТС организациями подходы, используемые технические средства, зачастую не соответствуют в полной мере требованиям законодательства о безопасности гидротехнических сооружений.

Для оценки реального положения дел был выполнен анализ действующей нормативно-технической документации в изучаемой области, рассмотрены тенденции развития технических и программных средств систем мониторинга, особенности ведения контроля за состоянием СГТС на местах, а также ряд других смежных вопросов.

Состояние вопроса

State of the issue

Организация контроля состояния СГТС в современный период требует применения новых подходов ввиду ряда факторов, отражающих фактическое положение дел: старения сооружений (около 36,4 % СГТС имеют сроки эксплуатации от 51 до 75 лет, а 51,6 % – свыше 75 лет) и развития деструктивных процессов на них, ухода квалифицированных специалистов и сокращения численности эксплуатационного персонала, ужесточения требований к обеспечению безопасности СГТС как объектов, авария которых может вызвать катастрофические последствия [1].

Совершенствование технической базы мониторинга – важнейшее условие повышения надежности и оперативности получения комплексной информации, всесторонне характеризующей состояние безопасности СГТС. В связи с этим на эксплуатируемых СГТС должно осуществляться планомерное развитие систем контроля за их состоянием, природных и техногенных воздействий, внедрение компьютерных программных средств

¹ Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений».

для автоматизированного ввода данных, первичной обработки данных измерений, ведения базы данных, диагностирования работы гидросооружений и др. [4–7].

В развитых индустриальных странах компьютерные системы мониторинга состояния уже давно стали неотъемлемой частью потенциально опасных техногенных объектов. Их строят на базе программно-технических средств, осуществляющих мониторинг параметров функционирования непосредственно на объектах и обеспечивающих передачу информации об их состоянии по каналам связи. При этом они обеспечивают прогнозирование и предупреждение аварийных ситуаций путем контроля диагностических показателей эксплуатируемых объектов и определения отклонений их текущих значений от нормативных, непрерывность или заданную периодичность сбора, передачу и обработку информации о контролируемых параметрах, формирование и передачу.

В нашей стране первенство в поиске новых подходов к организации контроля состояния гидросооружений принадлежит гидроэнергетической отрасли. Так, в частности, здесь впервые стали разрабатываться и внедряться информационно-диагностические системы (ИДС), совершенствоваться организационные схемы мониторинга состояния сооружений и т. д. В настоящее время на большинстве ГЭС Волжско-Камского каскада установлена и успешно эксплуатируется ИДС по контролю безопасности сооружений БИНГ-2, БИНГ-3, разработанные в ОАО «НИИЭС» [4; 5].

В настоящее время в подведомственных Росморречфлоту организациях, эксплуатирующих СГТС, повседневный контроль их состояния в соответствии с действующей отраслевой системой мониторинга безопасности СГТС (ОСМ)² осуществляется силами служб мониторинга, которые регистрируют показания приборов и ведут визуальные наблюдения (рис. 1, 2). Современное положение в области контроля показателей состояния СГТС, включая анализ имеющихся недостатков, установленных по результатам проведенных обследований местных систем мониторинга, достаточно подробно рассмотрено в [1]. В частности, отсюда следует, что анализ результатов натурных наблюдений на различных гидроузлах производится по-разному в зависимости от квалификации специалистов, зачастую не всегда полноценно. Имеются лишь отдельные примеры использования ИДС [8; 9], компьютерных программ для решения некоторых локальных прикладных задач, информационных банков данных, разработанных или разрабатываемых с привлечением сторонних организаций для собственных нужд. В частности, рядом эксплуатирующих

² Отраслевая система мониторинга безопасности судоходных гидротехнических сооружений (сборник документов). Росморречфлот, 2007.

организаций (Волжская и Волго-Донская АБВВП, ФГБУ «Канал имени Москвы») применяется единое программное обеспечение «БИНГ-2» для обработки и хранения информации о состоянии СГТС и его диагностики [4; 8; 9]. Данные отраслевого мониторинга безопасности [1] свидетельствуют также и о том, что на СГТС практически не применяются автоматизированные системы контроля их состояния и условий эксплуатации. При этом в соответствии с положениями свода правил³, государственных стандартов^{4,5} для обеспечения постоянного контроля гидросооружений I, II и III классов, как правило, должны использоваться автоматизированные системы мониторинга их состояния. В случае невозможности создания автоматизированных систем контроля на сооружениях этих классов следует применять компьютерные ИДС с ручным вводом данных наблюдений.



ОСМ – отраслевая система мониторинга; СГТС – судоходные гидротехнические сооружения

Рисунок 1. Организационная схема ОСМ безопасности СГТС (разработано автором)

Figure 1. Organizational scheme of Industry Monitoring System security navigational hydraulic structures (developed by the author)

³ СП 58.13330.2012. Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003.

⁴ ГОСТ Р 22.1.11-2002. Мониторинг состояния водоподпорных ГТС и прогнозирование возможных последствий гидродинамических аварий на них.

⁵ ГОСТ Р 22.1.12-2005. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений.



Рисунок 2. Задачи местных систем мониторинга (первый функциональный уровень) (разработано автором)

Figure 2. Objectives of local monitoring systems (first functional level) (developed by the author)

Далее данные, сформированные в виде индивидуального пакета таблиц, передаются эксплуатирующими организациями в информационно-аналитический центр (ИАЦ) согласно установленным срокам представления (см. сноску 2). Полученная с мест информация здесь обрабатывается и анализируется, вносится в автоматизированную базу данных (БД) по СГТС и декларациям их безопасности (рис. 3), после чего итоговые материалы поступают в Управление внутреннего водного транспорта Росморречфлота (УВВТ) и эксплуатирующие организации. ИАЦ в плановом порядке составляет годовой отчет, в котором дается характеристика эксплуатационного состояния отраслевых гидросооружений, а также приводятся рекомендации и предложения по обеспечению их безопасности. Эффективность деятельности ИАЦ в части реализации возложенных на него задач зависит от наличия в его распоряжении действенных инструментов, включая компьютерные программы, которые могут быть использованы в процессе диагностических и прогнозных работ, в том числе для решения научно-технических задач, возникающих в связи с необходимостью моделирования поведения показателей состояния СГТС. Поддерживаемая сегодня ИАЦ автоматизированная БД в соответствии со своим первоначальным

назначением имеет информационно-справочный характер и в существующем виде не отвечает в полной мере современным потребностям, обусловленным задачами ведения отраслевого мониторинга безопасности ответственных напорных гидросооружений.

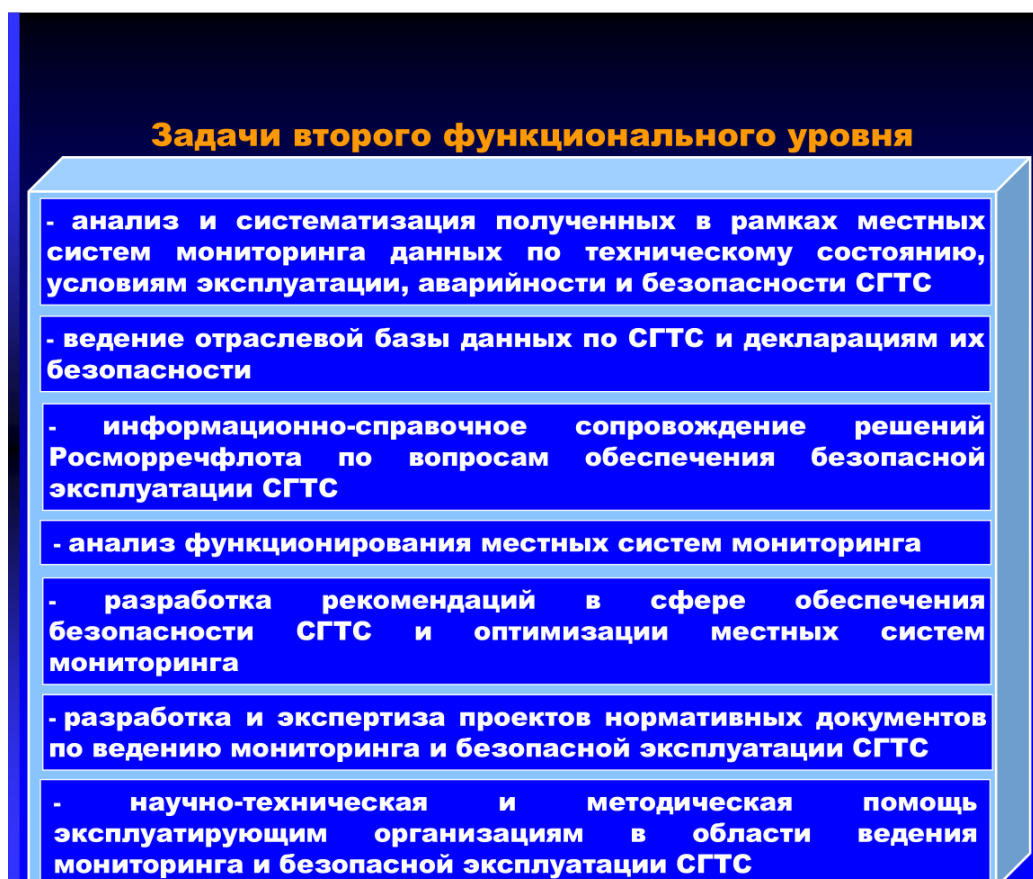


Рисунок 3. Задачи информационно-аналитического центра (второй функциональный уровень) (разработано автором)

Figure 3. Objectives of the information and analytical center (second functional level) (developed by the author)

В свою очередь, УВВТ (рис. 1) по результатам отраслевого мониторинга безопасности СГТС организует разработку и реализацию управленческих решений (как оперативных, так и рассчитанных на перспективу) по безопасному и надежному функционированию объектов, предупреждению и локализации кризисных ситуаций. В качестве поддержки принятия управленческих решений служат, в том числе, комплексные сведения (систематизированные) о техническом состоянии и безопасности СГТС, формируемые ИАЦ на основе объединения и анализа данных местных систем мониторинга.

Результаты анализа

Analysis results

Для повышения эффективности работ в части организации и координации мониторинга состояния СГТС Росморречфлот должен располагать всей полнотой информации в режиме, приближенном к реальному времени. Для этого требуется интеграция имеющихся данных, осуществляемых и планируемых на объектах профилактических мер и др. в единую информационную систему, основанную на использовании систем и средств телекоммуникации с предоставлением возможности удаленного доступа к базам данных для оперативного получения любой справочной или аналитической информации о состоянии эксплуатируемых гидросооружений. Отсюда следует, что Росморречфлот напрямую заинтересован в создании инструментов, повышающих эффективность регулирования вопросов, связанных с обеспечением безопасности СГТС. Это может быть достигнуто за счет развития технической базы контроля их состояния, использования ИДС, специальных компьютерных программ для диагностики и прогнозных работ, внедрения современных информационных и коммуникационных технологий и т. д. Вместе с тем анализ текущего положения свидетельствует о наличии ряда проблем:

- сложившаяся на местах система контроля показателей состояния СГТС не обеспечивает в полной мере реализацию требований, предъявляемых к системам мониторинга ответственных гидросооружений, а значит и должного контроля их безопасной эксплуатации;
- имеются лишь отдельные примеры использования эксплуатирующими организациями ИДС для обработки и хранения информации о состоянии СГТС и его диагностики;
- поддерживаемая ИАЦ автоматизированная база данных по СГТС и декларациям безопасности в существующем виде не отвечает в полной мере современным потребностям, обусловленным задачами ведения отраслевого мониторинга безопасности;
- сложности в оперативном получении достоверной и комплексной информации об эксплуатационном состоянии СГТС и динамике его показателей;
- недостаточный уровень автоматизации информационного взаимодействия между функциональными уровнями ОСМ (рис. 1).

Все эти факторы, развитие информационных технологий и связи, указывают на необходимость создания единой системы контроля (ЕСК) состояния безопасности СГТС как комплекса современных

программно-технических средств (вычислительной техники, программного обеспечения, телекоммуникационных линий и пр.), объединяющего функциональные уровни ОСМ в единую информационную (ведомственную) систему, позволяющую производить мониторинг основных показателей технического состояния и безопасности СГТС, принимаемых мер и воздействий, обеспечивать передачу необходимой информации, а также предоставление санкционированного доступа к ней.

Таким образом, ее создание должно быть направлено на решение следующих задач:

- принятие обоснованных управленческих решений на различных уровнях ОСМ (Росморречфлот, АБВВП и ФГБУ «Канал имени Москвы») в целях предупреждения критических ситуаций на СГТС, основываясь на анализе данных (оперативных, ретроспективных и прогнозных), получаемых в рамках ЕСК состояния их безопасности;
- мониторинг (с заданной периодичностью или непрерывный) основных показателей технического состояния и безопасности СГТС, фиксация и сообщение об аномальных событиях в поведении сооружений (случаи выхода контролируемых показателей за установленные пределы) [10–13];
- эффективное информационное взаимодействие иерархических уровней ОСМ путем применения комплекса современных программно-технических средств, обеспечения регламентированной доступности необходимой информации и автоматизированного формирования обобщенных сведений по СГТС;
- совершенствование технической базы контроля состояния СГТС, включая применение автоматизированных средств ведения измерений [5; 14; 15];
- внедрение эксплуатирующими организациями компьютерных ИДС (типовых) для обработки и хранения информации о состоянии СГТС и их диагностики;
- формирование единой информационной ведомственной сети для обеспечения контроля состояния СГТС с использованием общих организационных подходов и унифицированных требований к программно-техническим средствам;
- модернизация автоматизированной базы данных по СГТС и декларациям безопасности для расширения ее возможностей в части аналитической направленности с целью решения диагностических и прогнозных задач.

При создании и использовании ЕСК состояния СГТС необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- а) обеспечение соответствия решаемых ЕСК задач, а также ее структуры и характеристик степени опасности возможных кризисных ситуаций на СГТС, а также структуре действующей ОСМ;
- б) организационное, информационное и функциональное единство системы контроля состояния СГТС, основу которого составляют:
 - совместимость с ОСМ;
 - существующая классификация уровня безопасности и эксплуатационных состояний гидросооружений, методики определения показателей и критериев оценки технического состояния и безопасности эксплуатируемых СГТС [1];
 - типовые (базовые) формы представления комплексной информации по СГТС, программы для сбора, обработки, обобщения и передачи информации, подготовки и автоматизированной поддержки принятия и реализации управленческих решений на основе получаемых данных;
- в) унификация программных, информационных и технических средств, обеспечение возможности их структурного и функционального развития;
- г) поэтапное совершенствование элементов информационной инфраструктуры и повышение обеспеченности подразделений структурных элементов ОСМ современными техническими и программными средствами;
- д) обеспечение надежности и информационной безопасности, предполагающее предотвращение или существенное затруднение несанкционированного доступа к информационным ресурсам ЕСК, а также дублирование основных элементов системы.

Основными критериями эффективности внедрения ЕСК, отражающими степень улучшения качества и временных затрат на выполнение Росморречфлотом и подведомственными ему организациями возложенных функций, в сопоставлении с затратами на проведение организационно-технических мероприятий по ее созданию, внедрению и обеспечению функционирования являются:

- повышение оперативности деятельности, обоснованности принимаемых решений в области регулирования вопросов безопасности отраслевых гидросооружений учетом применения современных информационных технологий;

- возможность долговременного планирования мер по обеспечению безопасного функционирования СГТС и прогнозирования кризисных ситуаций на них;
- характеристика информационных сведений – их объем, комплексность, степень обработки, параметры передачи (представления) информации;
- контроль эксплуатационного состояния СГТС и происходящих на них процессов (с заданной периодичностью или непрерывный);
- совершенствование технической базы контроля состояния СГТС, в том числе применение элементов автоматизации измерений (дистанционного контроля) показателей состояния;
- внедрение эксплуатирующими организациями компьютерных ИДС для обработки и хранения информации о состоянии СГТС и его диагностики, способствующих оперативности и достоверности результатов мониторинга.

Технологическая часть рассматриваемой ЕСК состояния СГТС должна включать следующие компоненты:

- контрольно-измерительную аппаратуру или устройства (КИА), устанавливаемые на СГТС для мониторинга их состояния по всем инструментально наблюдаемым контролируемым параметрам. Сбор информации от КИА может проводиться вручную, быть полностью или частично автоматизирован;
- автоматизированную систему опроса (АСО) контрольно-измерительной аппаратуры, устанавливаемую на ответственных СГТС I и II класса и предназначенную для автоматизации инструментальных наблюдений по КИА путем ее периодического опроса и передачи данных измерений в компьютерную ИДС. Объекты указанных классов, где нет технической возможности создания АСО, должны быть оснащены ИДС контроля безопасности с ручным вводом данных наблюдений;
- компьютерную ИДС (типовую), устанавливаемую в службах мониторинга эксплуатирующих организаций, с помощью которой обеспечивается накопление и хранение данных наблюдений и диагностируется состояние сооружений и оборудования, производится оценка уровня безопасности СГТС;
- отраслевую автоматизированную информационно-аналитическую систему, включающую единую автоматизированную БД по СГТС и декларациям их безопасности, поддерживаемую ИАЦ за счет накопления информации, подлежащей учету при ведении

мониторинга безопасности, а также позволяющую производить расчет комплексных параметров технического состояния и безопасности, анализ их динамики, прогнозирование кризисных ситуаций. Кроме того, она должна обеспечивать функции, связанные с формированием сводных отчетов и отчетных форм, а также с управлением их формирования;

- подсистему телекоммуникационного обмена, предназначенную для автоматизации приема-передачи данных между потребителями информации, и основанную на применении современных компьютерных и телекоммуникационных технологий (Internet-технологии, функционирование в режиме клиент-сервер и т. д.);
- подсистему информационной безопасности и управления доступом, включающую средства идентификации и авторизации пользователей и приложений, разграничения прав и управления доступом к данным и функциональным возможностям системы защиты от несанкционированного доступа.

По результатам выполненного анализа ниже предлагается схема организации ЕСК состояния СГТС, учитывающая реальное положение дел и возможности на ближайшую перспективу – технологические, программно-технические и др.

В общем случае служба мониторинга эксплуатирующей организации (первый функциональный уровень ОСМ) может быть представлена в виде подуровней: объекты мониторинга (сооружения гидроузла) – район гидросооружений (группа наблюдений) – гидротехническая служба АБВВП и ФГБУ «Канал имени Москвы». Первичную информацию об эксплуатационном состоянии СГТС образуют показания КИА и данные визуальных наблюдений (первый подуровень). Натурные наблюдения на СГТС гидроузла осуществляются по утвержденным программам, в которых приводится перечень необходимых видов наблюдений, в том числе визуальных, описание методов и порядка их проведения, а также календарные сроки измерений и осмотров. Внедрение автоматизированных систем контроля состояния СГТС должно основываться на использовании оптимального сочетания автоматизированных и ручных методов измерений, обеспечивающего своевременное обнаружение негативных тенденций в работе конструкций и оборудования, способных привести к чрезвычайной ситуации. При этом автоматизированные методы измерений применяются только для контроля диагностических показателей. Подбор такого сочетания осуществляется индивидуально для каждого СГТС с учетом результатов анализа технического состояния его элементов. Разработанная схема размещения на СГТС дистанционной аппаратуры

включается в состав технического задания специализированной организации на выполнение проекта автоматизированной системы контроля.

Результаты натурных наблюдений на СГТС вносятся в базу данных ИДС района гидросооружений (второй подуровень), где подвергаются входному контролю, обрабатываются и анализируются с целью оценки состояния объектов и условий их эксплуатации. ИДС района гидросооружений – информационная система ограниченного доступа, функционирование которой строится на основе архитектуры «клиент-сервер». Процесс передачи информации от первого подуровня на второй осуществляется после первичного контроля с компьютера (автоматизированного рабочего места) гидроузла в базу данных ИДС, установленной на сервере района гидросооружений, для чего предоставляется право удаленного доступа к БД без возможности ее редактирования. При автоматизированном сборе измерительной информации путем периодического опроса с помощью АСО КИА она также после первичного контроля с компьютера гидроузла передается автоматически в ИДС через указанный выше сервер для последующего хранения, обработки и анализа.

Работники гидротехнической службы управления эксплуатирующей организации (третий подуровень) обеспечиваются удаленным доступом к ИДС района (или районов) гидросооружений без возможности редактирования содержащейся в ней информации. На ее основе в управлении выполняется обобщение, при необходимости – дополнительная обработка имеющихся сведений по всем объектам эксплуатирующей организации, разрабатываются и реализуются меры по обеспечению технически исправного состояния и безопасности СГТС.

Эти комплексные данные (по техническому состоянию и безопасности, условиям эксплуатации, аварийности и др.), сформированные службами мониторинга эксплуатирующих организаций в виде унифицированных протоколов, составленных в электронном виде, передаются по компьютерной сети в ИАЦ (второй функциональный уровень ОСМ) для внесения в отраслевую БД, а также их анализа, обобщения и систематизации по всем СГТС. Итоговые материалы об эксплуатационном состоянии СГТС передаются в УВВТ (третий функциональный уровень ОСМ) и эксплуатирующие организации для сведения, а также для поддержки принятия и реализации управленческих решений. Для выполнения работ аналитической направленности (например, оценка технического состояния и безопасности сооружений и их элементов с целью прогнозирования и предупреждения кризисных ситуаций и др.) ИАЦ предоставляется право удаленного доступа для просмотра первичной

и обработанной информации без возможности ее редактирования к ИДС районов гидросооружений эксплуатирующих организаций.

Ответственные работники УВВТ обеспечиваются удаленным доступом к автоматизированной БД по всем отраслевым СГТС и декларациям их безопасности, ведение которой осуществляет ИАЦ, с целью оперативного просмотра и получения хранящейся актуализированной и ретроспективной информации как справочного, так и аналитического характера.

Заключение

Conclusion

В соответствии с законодательством Российской Федерации о безопасности гидротехнических сооружений и нормативными требованиями, направленными на обеспечение безопасности гидротехнических сооружений, для повышения эффективности управления безопасностью СГТС необходимо, в том числе, совершенствовать техническую базу мониторинга их эксплуатационного состояния. Изложенные в настоящей статье концептуальные положения в части осуществления контроля эксплуатационного состояния СГТС направлены на:

- совершенствование технической базы контроля технического состояния и безопасности СГТС, включая применение автоматизированных средств ведения мониторинга;
- внедрение эксплуатирующими организациями компьютерных ИДС для обработки и хранения информации о состоянии СГТС и их диагностики;
- мониторинг (с заданной периодичностью или непрерывный) основных показателей технического состояния и безопасности СГТС, фиксацию и сообщение об аномальных событиях в поведении сооружений (случаи выхода контролируемых показателей за установленные пределы);
- ведение единой базы данных по СГТС и декларациям их безопасности для поддержки принятия обоснованных управленческих решений в целях предупреждения критических ситуаций на эксплуатируемых объектах, основываясь на анализе комплекса данных (оперативных, ретроспективных и прогнозных);
- объединение отдельных информационных систем и ресурсов, используемых на разных уровнях ОСМ, обеспечив тем самым

доступ к информации, необходимой при исполнении служебных обязанностей работниками структурных подразделений;

- эффективное информационное взаимодействие между подразделениями структурных элементов ОСМ путем применения комплекса современных программно-технических средств, обеспечения регламентированной доступности необходимой информации и автоматизированного формирования обобщенных сведений по всем отраслевым техногенно-опасным гидротехническим объектам.

Предлагаемая схема организации информационного обмена в рамках ЕСК состояния СГТС должна обеспечить эффективное и качественное ведение мониторинга их эксплуатационного состояния, а также позволит повысить уровень безопасности гидротехнических объектов за счет принятия оперативных и обоснованных управленческих решений на разных уровнях, включая меры предупредительного и профилактического характера, направленные на обеспечение безопасности СГТС.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Колесников Ю.М.** Анализ системы мониторинга эксплуатационного состояния судоходных гидротехнических сооружений / Ю.М. Колесников, А.И. Глазов // Гидротехническое строительство. – 2018. – №11. – С. 2–7. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36497648> (дата обращения: 29.09.2020).
2. **Глазов А.И.** Применение прогнозных статистических моделей для оценки эксплуатационного состояния судоходных гидротехнических сооружений / А.И. Глазов, Ю.М. Колесников // Интернет-журнал «Наукоедение». – 2017. – Т 9, №4. – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/57TVN417.pdf> (дата обращения: 29.09.2020).
3. **Колесников Ю.М.** К вопросу страхования гражданской ответственности при эксплуатации судоходных гидротехнических сооружений / Ю.М. Колесников. – DOI <https://doi.org/10.15862/13SATS119> // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». – 2019. – Т 6, №1. – URL: <https://t-s.today/13SATS119.html> (дата обращения: 05.10.2020).
4. **Бердичевский Г.Ю.** Информационно-диагностическая система – обязательный элемент контроля технического состояния гидротехнических сооружений / Г.Ю. Бердичевский, В.И. Щербина, М.С. Галямина, Л.Е. Поляк // Гидротехническое строительство. – 2009. – №8. – С. 14–18. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12830403> (дата обращения: 12.10.2020).
5. **Щербина В.И.** Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений Воткинской ГЭС на основе автоматизированной системы диагностического контроля / В.И. Щербина, Е.А. Коган, В.Ф. Фисенко, О.В. Солодкова // Гидротехническое строительство. – 2016. – №11. – С. 35–40. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27441872> (дата обращения: 02.10.2020).
6. **Беллендир Е.Н.** Вопросы совершенствования системы диагностирования состояния энергетических и гидротехнических сооружений / Е.Н. Беллендир, Ю.Д. Семенов, В.Г. Штенгель // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2011. – №2. – С. 6–9. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16462224> (дата обращения: 5.10.2020).
7. **Панов С.И.** Основные направления деятельности АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» в области обеспечения безопасности гидротехнических сооружений / С.И. Панов, Е.А. Филиппова, Д.В. Мишин и др. // Гидротехническое строительство. – 2016. – №8. – С. 66–71. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26569274> (дата обращения: 10.11.2020).
8. **Лапин С.В.** Опыт применения компьютерной системы «БИНГ-2» для контроля технического состояния сооружений (на примере шлюза №5) / С.В. Лапин // Речной транспорт (XXI век). – 2007. – №5. – С. 31–33. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9609681> (дата обращения: 13.10.2020).
9. **Левачев С.Н.** Развитие систем мониторинга безопасности на гидротехнических сооружениях канала имени Москвы / С.Н. Левачев, Т.С. Федорова // Вестник МГСУ. – 2015. – №5. – С. 73–85. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23412081> (дата обращения: 26.10.2020).

10. **Рубин О.Д.** Техническая реализация программно-аппаратного комплекса для мониторинга состояния и прогнозирования безопасности гидротехнических сооружений и их оснований / О.Д. Рубин, В.Ю. Соболев // Природообустройство. – 2017. – №1. – С. 41–46. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29295180> (дата обращения: 18.10.2020).
11. **Колосов М.А.** Диагностирование состояния судоходных сооружений / М.А. Колосов, А.А. Мазепа, Д.В. Жигновская. – DOI <https://doi.org/10.1007/s10749-019-01056-2> // Гидротехническое строительство. – 2019. – №2. – С. 22–27. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37329484> (дата обращения: 27.10.2020).
12. **Евдокимов С.В.** Результаты многофакторного анализа состояния гидротехнических сооружений / С.В. Евдокимов, В.А. Селиверстов, А.А. Орлова. – DOI <https://doi.org/10.17673/Vestnik.2020.01.10> // Градостроительство и архитектура. – 2020. – Т 10, №1. – С. 71–76. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42728762> (дата обращения: 18.11.2020).
13. **Рубин О.Д.** Разработка расчетного модуля программно-аппаратного комплекса для обеспечения безопасности взаимовлияющих ГТС / О.Д. Рубин, А.С. Антонов, Е.Н. Беллендир и др. – DOI <https://doi.org/10.22363/1815-5235-2019-15-2-96-105> // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2019. – Т 15, №2. – С. 96–105. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37481925> (дата обращения: 27.11.2020).
14. **Мусюрка А.В.** Практика внедрения на Бурейской ГЭС автоматизированной системы диагностического контроля гидротехнических сооружений / А.В. Мусюрка // Гидротехника. – 2015. – №4. – С. 8–12. – URL: <https://rucont.ru/efd/566040> (дата обращения: 01.10.2020).
15. **Сальников В.Г.** Применение современных автоматизированных геодезических приборов для мониторинга гидротехнических сооружений ГЭС / В.Г. Сальников, В.А. Скрипников, М.А. Скрипникова, Т.А. Хлебникова // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий (СГУГиТ). – 2018. – Т 23, №3. – С. 108–124. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35645762> (дата обращения: 02.12.2020).

Сведения об авторах:

Колесников Юрий Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия, e-mail: kolesoys@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6108-0727>

Статья получена: 14.12.2020. Принята к публикации: 14.04.2021. Опубликовано онлайн: 28.04.2021.

REFERENCES

1. Kolesnikov Y.M., Glazov A.I. Analysis of the monitoring system of the operational condition navigable hydraulic structures. *Power Technology and Engineering*. 2018; (11): 2–7. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36497648> (accessed 29th September 2020). (In Russ., abstract in Eng.).
2. Glazov A.I., Kolesnikov Y.M. Application of predictive statistical models for estimation of operational condition of navigable hydraulic engineering structures. *Naukovedenie*. 2017; 9(4). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/57TVN417.pdf> (accessed 29th September 2020). (In Russ., abstract in Eng.).
3. Kolesnikov Yu.M. To the issue of civil liability insurance of navigable hydraulic structures. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2019; 6(1). (In Eng., abstract In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.15862/13SATS119>.
4. Berdichevskiy G.Yu., Shcherbina V.I., Galyamina M.S., Polyak L.E. [Information and diagnostic system is a mandatory element for monitoring the technical condition of hydraulic structures]. *Power Technology and Engineering*. 2009; (8): 14–18. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12830403> (accessed 12th October 2020). (In Russ.).
5. Shcherbina V.I., Kogan E.A., Fisenko V.F., Solodkova O.V. [Ensuring the safety of hydraulic structures at the Votkinskaya HPP based on an automated diagnostic control system]. *Power Technology and Engineering*. 2016; (11): 35–40. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27441872> (accessed 2nd October 2020). (In Russ.).
6. Bellendir E.N., Semenov Yu.D., Shtengel V.G. On improving the system of diagnosing the state of energy and waterworks. *Energy Safety and Energy Economy*. 2011; (2): 6–9. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16462224> (accessed 5th October 2020). (In Russ., abstract in Eng.).
7. Panov S.I., Filippova E.A., Mishin D.V., Buryakov O.A., Vasilevskiy A.G., Veselov A.B., Rotchenko Yu.G. [The main activities of JSC "VNIIG im. B.E. Vedeneev" in the field of ensuring the safety of hydraulic structures]. *Power Technology and Engineering*. 2016; (8): 66–71. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26569274> (accessed 10th November 2020). (In Russ.).
8. Lapin S.V. [Experience of using the computer system "BING-2" for monitoring the technical condition of structures (for example, lock No. 5)]. *International river transport magazine*. 2007; (5): 31–33. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9609681> (accessed 13th October 2020). (In Russ.).
9. Levachev S.N., Fedorova T.S. Development of the safety monitoring system of hydraulic structures of the Moscow canal. *Vestnik MGSU*. 2015; (5): 73–85. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23412081> (accessed 26th October 2020). (In Russ., abstract in Eng.).
10. Rubin O.D., Sobolev V.Yu. Technical realization of the hardware-software complex for monitoring the condition and forecasting safety of hydraulic engineering structures and their foundations. *Prirodoobustrojstvo*. 2017; (1): 41–46. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29295180> (accessed 18th October 2020). (In Russ., abstract in Eng.).
11. Kolosov M.A., Mazepa A.A., Zhignovskaya D.V. Diagnosis of the state of navigation structures. *Power Technology and Engineering*. 2019; 53(2): 172–176. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/s10749-019-01056-2>.

12. Evdokimov S.V., Seliverstov V.A., Orlova A.A. Results of Multi-Factor Analysis of the Condition of Hydrotechnical Constructions. *Urban Construction and Architecture*. 2020; 10(1): 71–76. (In Eng., abstract In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17673/Vestnik.2020.01.10>.
 13. Rubin O.D., Antonov A.S., Bellendir E.N., Kobochkina E.M., Kotlov O.N. Development of the design module of the software and hardware complex to ensure the safety of mutually influencing HPS. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2019; 15(2): 96–105. (In Eng., abstract In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.22363/1815-5235-2019-15-2-96-105>.
 14. Musyurka A.V. [The practice of introducing an automated diagnostic control system for hydraulic structures at Bureyskaya HPP]. *Hydrotechnika*. 2015; (4): 8–12. Available at: <https://rucont.ru/efd/566040> (accessed 1st October 2020). (In Russ.).
 15. Salnikov V.G., Skripnikov V.A., Skripnikova M.A., Hlebnikova T.A. Use of modern automated geodetic devices for monitoring hydrotechnical constructions of hydro power stations. *Vestnik of the Siberian State University of Geosystems and Technologies (SSUGT)*. 2018; 23(3): 108–124. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35645762> (accessed 2nd December 2020). (In Russ., abstract in Eng.).
-

Information about the authors:

Yury M. Kolesnikov – Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia, e-mail: kolesoys@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6108-0727>

Submitted: 14th December 2020. Revised: 14th April 2021. Published online: 28th April 2021.