

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ ГИДРОУЗЛОВ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КАСКАДА

А.Н. Гордиенко, О.И. Рожко, А.И. Петрученко

*ФБГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий), г. Москва, Россия*

e-mail: an\_gordienko@bk.ru

## ORGANIZATION OF EMERGENCY FORECASTING DURING THE FLOOD PERIOD ON THE EXAMPLE OF A PASS THROUGH THE WATERWORKS OF THE VOLGA-KAMA CASCADE

Aleksey N. Gordienko, Oleg I. Rozhko,  
Alexandra I. Petruchenko

*All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations (Federal Center for Science and High Technologies),  
Moscow, Russia*

e-mail: an\_gordienko@bk.ru

**Аннотация.** Безопасное ведение народного хозяйства в сфере управления водными ресурсами, сохранение государственного имущества невозможно без своевременного прогнозирования возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС) на объектах водного хозяйства, принятия решений, направленных на предотвращение ЧС или минимизацию их последствий. Основной задачей данного исследования является обзор используемых подходов и принципов в привязке к объектам водной инфраструктуры в целях недопущения возникновения ЧС. Данная статья также акцентирует использованные в работе нормативные положения, материалы МЧС России, Росводресурсов и Росгидромета, которые отражают методический опыт, выработанный, в том числе, в ходе прогностической работы при участии МЧС России в работе Межведомственной рабочей группы по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада. При этом, Волжско-Камский каскад водохранилищ и гидроэлектростанций избран объектом исследования, поскольку является основным инфраструктурным инженерным стержнем функционирования и устойчивого развития социально-хозяйственного комплекса центра Европейской части России. Итогом работы

**Abstract.** Safe management of the national economy in the field of water resources management, preservation of state property is impossible without timely forecasting of emergencies at water management facilities, making decisions aimed at preventing emergencies or minimizing their consequences. The main objective of this study is to review the approaches and principles used in relation to water infrastructure facilities in order to prevent the occurrence of emergencies. This article also focuses on the normative provisions used in the work, analytical materials of the EMERCOM of Russia, Rosvodresursy and Roshydromet, which reflect the methodological experience developed, including during the prognostic work with the participation of the EMERCOM of Russia in the work of the Interdepartmental Working Group on regulating the modes of operation of reservoirs of the Volga-Kama cascade. At the same time, the Volga-Kama cascade of reservoirs and hydroelectric power plants has been chosen as the object of research, since it is the main infrastructural engineering core of the functioning and sustainable development of the socio-economic complex of the center of the European part of Russia.

The result of the work is the presentation of a set of basic indicators for assessing a large water body from the perspective of predicting possible emergency situations.

*Гордиенко А.Н., Рожко О.И., Петрученко А.И. Организация предотвращения чрезвычайных ситуаций на примере работы гидроузлов Волжско-Камского каскада // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2024. Т. 6. Вып. 2. С. 157–168. DOI: 10.34753/HS. 2024.6.2.157.*

является представлением комплекса основных показателей оценки большого водного объекта с позиции прогнозирования возможных чрезвычайных ситуаций.

**Ключевые слова:** чрезвычайные ситуации; наводнения; Волжско-Камский каскад.

**Keywords:** emergencies; floods; Volga-Kama cascade.

### Введение

Основной задачей данной статьи является представление особенностей оценки и прогнозирования состояния объектов водной инфраструктуры в целях недопущения (предотвращения) возникновения глобальных чрезвычайных ситуаций (ЧС). Основной ЧС, возникающей в результате нарушения режима работы гидроузла, является комплексная техногенная ЧС в виде наводнения, содержащая в своих характеристиках затопления, вызванные, например, необоснованным сбросом через сооружения гидроузлов расходов воды, превосходящих пропускную способность русла реки [Акимов, 2023].

В России прослеживается тенденция значительного роста ущерба от опасных техногенных явлений гидрологического происхождения. Управление в отрасли предполагает коллегиальную выработку решений. С учётом такой организации межведомственного и экспертного взаимодействия, появилась возможность в данном исследовании использовать материалы прогнозов о рисках возникновения чрезвычайных ситуаций в период весеннего паводка<sup>1</sup>, разработанные во Всероссийском научно-

исследовательском институте по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий) (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)) в соответствии с поручениями Межведомственной рабочей группы по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада, аналитические материалы о работе Волжско-Камского каскада (ВКК)<sup>2,3,4</sup>, а также иные аналитические материалы и нормативные ведомственные документы.

Перечень ЧС, прогнозирование которых осуществляется в отношении водохозяйственной инфраструктуры, определён набором утверждённых МЧС России критериев информации, квалифицирующей события в природе или техносфере как ЧС в случае их возникновения. Исходя из позиции МЧС России<sup>5</sup> к таковым относятся:

- аварии на водном транспорте (в результате нарушения режима работы, например, гидроузла с возможностью шлюзования);
- высокие уровни воды в результате усугубляющего обстановку половодья; зазора, затора или дождевого паводка;

<sup>1</sup> Прогноз о рисках возникновения чрезвычайных ситуаций в период весеннего паводка с учётом специального пропуска через гидроузлы Волжско-Камского каскада, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), М., 22.03.2023 № 2/23.

<sup>2</sup> Аналитическая справка-прогноз по итогам работы Межведомственной рабочей группы по гидрометеорологической обстановке в Волжско-Камском бассейне и сравнительный анализ маловодных половодий с прогнозируемым половодьем во втором квартале 2020 года, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), М., 26.06.2020 № 2753-13-5.

<sup>3</sup> Аналитическая справка о режимах работы гидроузлов Волжско-Камского каскада с учётом складывающихся погодных условий и водохозяйственной обстановки в период с 11.02.2023 по 17.03.2023 г. и на период с 21.03.2023 по 10.04.2023, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), М., 21.03.2023 № 1/23.

<sup>4</sup> Приказ Федерального агентства водных ресурсов (Росводресурсы) от 04.03.2004 № 31 «О Межведомственной оперативной группе по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада» (в редакции приказа Росводресурсы от 10.02.2014 № 36 «О Межведомственной рабочей группе по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада» (в открытых источниках не опубликован).

<sup>5</sup> Критерии информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, утверждены приказом МЧС России от 05.07.2021 № 429 (зарегистрирован Минюстом России 16.09.2021 за № 65025) // Интернет-портал «Официальное опубликование правовых актов», <http://publication.pravo.gov.ru> дата опубликования 16.09.2021 за № 0001202109160036, дата обращения 02.05.2024.

– разрушения (обрушения) элементов транспортной и инженерной инфраструктуры (если разрушению подверглись мосты и тоннели – из них попадают под критерии ЧС длиной 500 м и более);

– аварии на системах жизнеобеспечения (объектах тепло- и водоснабжения, электроэнергетики, газораспределения, аварии на очистных сооружениях);

– оползни, обвалы и осыпи на прибрежных участках;

– овражные (плоскостные) и речные эрозии;

– сгонно-нагонные явления;

– критическое снижение уровня воды (низкая межень);

– вызванные последовательно селевые потоки;

– ЧС, последовательно связанные с биологической опасностью;

– комплексные или многоступенчатые ЧС, предысторией или составляющими которых являются названные выше события.

Игнорирование потенциальной опасности приводит к ЧС, которая в свою очередь инспирирует другие опасности, и как правило, не одну. При этом, утверждённые МЧС России критерии информации о ЧС не содержат квалификации некоторых ситуаций (например, для русловой эрозии – захвата и выноса потоком или ветровым волнением частиц грунта, образующего речные отложения, на реках – во время половодий, паводков, селей) и их дезавуирование не относится к задачам федерального уровня государственной системы предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Прогноз возможных ЧС на объектах водного хозяйства включает в себя несколько комплексных итераций, к которым, в частности, относятся:

1) сбор сведений о гидрокомплексах, находящихся в их составе объектах энергетики или иных составляющих, обуславливающих водный режим;

2) оценка условий и причин формирования паводка, связанного с этим риска нарушения постоянного режима функционирования водного объекта (подтопления, обмеления и др.), и далее – риска возникновения ЧС;

3) учёт основных характеристик управления водным объектом;

4) исторический обзор и основные параметры постоянного режима выпуска воды, а также анализ регулирования стока на очередной квартал текущего года;

5) основные выводы, предложения и рекомендации.

### Объект исследования

Волжско-Камский каскад (ВКК) – это взаимосвязанная между собой, объединённая глобальными географическими и социально-экономическими объектами сеть объектов гидроэнергетики, водохранилищ, являющаяся инфраструктурным инженерным стержнем функционирования и устойчивого развития социально-хозяйственного комплекса и жизнеобеспечения населения центра Европейской части России.

На р. Волге и её притоке р. Каме эксплуатируется каскад из 13 водохранилищ, из них 12 имеют в своём составе ГЭС: (Иваньковское, Угличское, Шекснинское, Чебоксарское, Камское, Воткинское, Нижнекамское Горьковское, Саратовское, Волгоградское, а также Верхневолжское водохранилища), обеспечивающих сезонное регулирование стока. Кроме того, Рыбинское и Куйбышевское водохранилища, имеют наибольший полезный объём и, практически влияют на регулирование всего стока воды в масштабе ВКВБ (Волжско-Камского водного бассейна).

Общая полезная ёмкость водохранилищ составляет 80 км<sup>3</sup> при среднемноголетнем объёме годового стока р. Волги 257 км<sup>3</sup>. Резервных водохранилищ в ВКВБ нет, что приводит к ежегодным и кратковременным подтоплениям на территории Республики Марий Эл, Чувашской республики и Республики Татарстан, Вологодской, Ивановской, Костромской, Московской, Нижегородской, Самарской, Ульяновской и Ярославской областей.

ВКК – крупнейшая транспортно-водно-энергетическая система в Европе, основная часть сооружений которой, построенных ещё в советский период, так и не была окончательно завершена. Так Чебоксарский и Нижнекамский гидроузлы и сейчас

остаются недостроенными до проектных параметров. Вододелитель в дельте р. Волги введён с временным ограниченным режимом эксплуатации. Не завершены масштабные планы по реконструкции сельского и рыбного хозяйства для адаптации к условиям работы каскада в Волго-Ахтубинской пойме и волжской дельте.

Гидроэлектростанции каскада, покрывающие пиковую часть графика электропотребления, являются основой Единой энергетической системы России (ЕЭС). Выработка электроэнергии, находящимися в ведении ПАО «РусГидро», ГЭС на Волге и Каме позволяет ежегодно экономить 12–13 млн тонн условного топлива, сохранить около 30 млн тонн атмосферного кислорода.

(a)



(б)



**Рисунок 1.** Вид на Волжско-Камский каскад: комплекс гидросооружений Саратовской ГЭС.

Авиаразведка границы Среднего и Нижнего Поволжья (а) и Рыбинская ГЭС. Авиаразведка при весеннем половодье Верхней Волги (б) (май 2020 года, фото: О.И. Рожко)

**Figure 1.** View of the Volga-Kama Cascade: the complex of hydraulic structures of the Saratov HPP. Aerial reconnaissance of the border of the Middle and Lower Volga region (a) and Rybinsk hydroelectric power station. Aerial reconnaissance in the spring flood of the Upper Volga (b) (May 2020, photo: Oleg I. Rozhko)

### Результаты и обсуждение

Режимы работы водохранилищ ВКК уже неоднократно подвергались комплексной научной оценке в целях прогнозирования ЧС

[Анализ рисков..., 2022]. Согласно научным рекомендациям, они планируются с учётом оценки гидрометеорологической и водохозяйственной обстановки [О некоторых

вопросах..., 2022], прогнозов по объёмам притока воды в водохранилища на предстоящие декаду и квартал, гарантированного обеспечения водой населения и объектов экономики регионов Поволжья, а также с учётом выполнения требований правил использования водных ресурсов. Для ВКК в целом усматривается следующий набор общих вопросов для прогнозирования ЧС:

1) обзор общих сведений об объектах ВКВБ, расположенных в его пределах гидроэлектростанциях (ГЭС), которые – содержатся в правилах использования водных ресурсов, утверждённых Росводресурсами<sup>6</sup> для каждого из водных комплексов (водохранилище и гидроэлектростанция и т.д.);

2) условия и причины формирования паводка и риска возникновения ЧС (подтопления, обмеления и др.), постоянно присутствующие, временные и сезонные риски возникновения ЧС;

3) основные характеристики и показатели управления ВКК;

4) исторический обзор и стабильные показатели выпуска воды на этапах (участках) ВКК;

5) анализ регулирования стока на очередной квартал текущего года: факторы и условия, определяющие объем и график спецвыпуска;

6) основные выводы, предложения и рекомендации по аналитическим итогам вопросов 1–5.

Основным фактором стабильного функционирования энергетической, сельскохозяйственной, рыбной отраслей и судоходства является максимальное сохранение водного объёма верхней части ВКК после наполнения его в осенне-зимний период. При этом важнейшее значение при разработке методов расчёта и прогноза весеннего половодья, формировании расхода водных ресурсов, эксплуатации и проектировании водохозяйственных систем имеют процессы

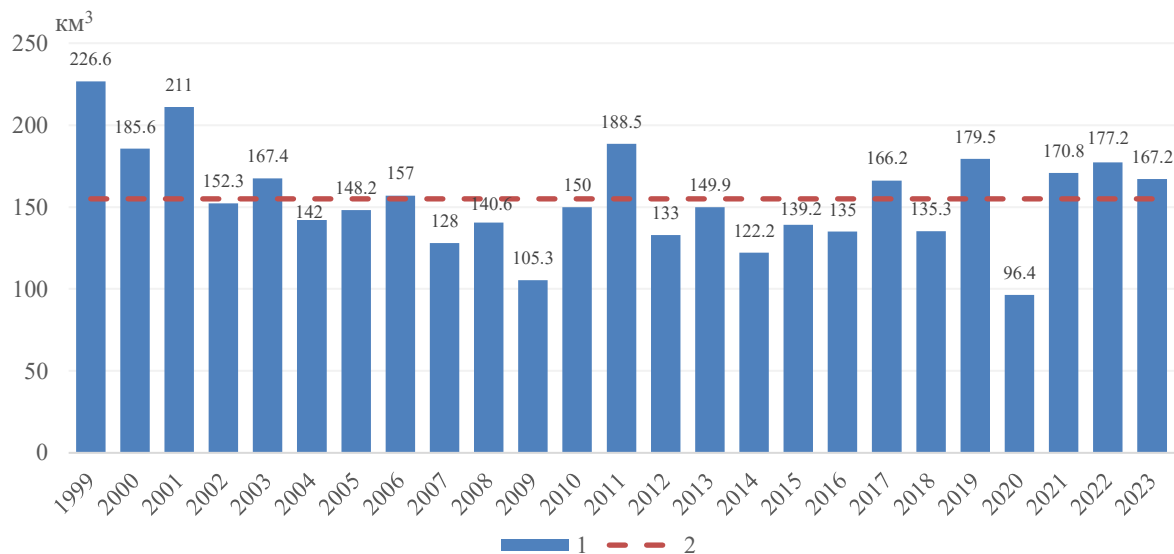
таяния снежного покрова – основного источника водонакопления [Лавров, 2024]. Соответственно, одним из основных условий наполнения (переполнения) водных объектов является устанавливаемое по мониторинговым данным Росгидромета количество воды в снежном покрове, накопленное в период снегонакопления. В качестве информационной основы в этих целях принимается максимально возможный (до 20 лет) период гидрологического наблюдения. На рисунке 2 приведены данные об объёме запасов воды в снежном покрове в бассейне Волги за период с 1999 по 2023 гг.

Разнонаправленные критические колебания водности, обусловленные происходящими климатическими изменениями, являются природным фактором, оказывающим негативное влияние на значительной территории страны<sup>7</sup>. Происходящие глобальные климатические изменения, особенно в последнее десятилетие, формирующие существенные положительные аномалии температур на Европейской части России, привели к интенсификации таяния снега и значительному дополнительному притоку в приточные реки ВКВБ. Неблагоприятным фактором признаются обильные дождевые осадки, выпадающие на протяжении всего осенне-зимнего периода и в период весеннего половодья.

Следует отметить, что, учитывая действующие критерии отнесения событий к источникам ЧС, вопросы риска возникновения ЧС вследствие паводков или обмеления, не типичны, в системе управления носят фрагментарный характер. Первопричинами, влияющими на подтопления в верхних и средних участках ВКВБ и эффективность обводнения Нижней Волги, являются как естественные, так и антропогенные факторы: просадка уровней, ухудшение состояния инженерных водохозяйственных систем, неконтролируемая фрагментация водопроводящих трактов, отсутствие резервных ёмкостей.

<sup>6</sup> Положение о разработке, согласовании и утверждении правил использования водохранилищ, в том числе типовых правил использования водохранилищ, утверждённое постановлением Правительства Российской Федерации от 22.04.2009 № 349 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, № 18, ст. 2247.

<sup>7</sup> Водная стратегия Российской Федерации на период до 2035 года (проект для общественного обсуждения), Разд. 2 // Официальный сайт Минприроды России / [https://www.mnr.gov.ru/docs/proekty\\_pravovykh\\_aktov/vodnaya\\_strategiya\\_rossiyskoy\\_federatsii\\_na\\_period\\_do\\_2035\\_goda/?ysclid=lvp8ohkchy562473261](https://www.mnr.gov.ru/docs/proekty_pravovykh_aktov/vodnaya_strategiya_rossiyskoy_federatsii_na_period_do_2035_goda/?ysclid=lvp8ohkchy562473261), дата обращения 02.05.2024.



**Рисунок 2.** Запасы воды в снежном покрове в бассейне р. Волга

(по данным Гидрометцентра России), км<sup>3</sup>: 1 – измеренные значения, 2 – норма

**Figure 2.** Water reserves in snow cover in the Volga River basin (according to the Hydrometcenter of Russia), km<sup>3</sup>: 1 – measured values, 2 – norm

После ввода в начале второй половины XX века в строй нижеволжских гидроузлов ВКК водохранилищ ГЭС (Куйбышевского и Волгоградского) гидрологические условия на протяжении всей р. Волги изменились кардинальным образом. Особенно это отобразилось на самом нижнем участке р. Волги – Волго-Ахтубинской пойме и дельте р. Волги. Изменение характера внутригодового стока (уменьшение стока в период половодья и соответствующее увеличение меженного стока, перекрытие путей миграции на нерест ценнейших и уникальных видов проходных и полупроходных рыб, и т. п.) создало угрозу существованию целых отраслей народного хозяйства на Нижней Волге.

В качестве компенсационных мер, позволяющих сохранить сельскохозяйственный рыбопромысловый потенциал региона, предусматривались весьма значительные гидростроительные работы по реконструкции всего сельского и рыбного хозяйства низовий Волги, однако к моменту ввода в эксплуатацию замыкающего каскад Волгоградского гидроузла планировавшиеся работы так и не были проведены.

Ещё с 1959 г. в качестве временной меры «до завершения реконструкции сельского и рыбного хозяйства Нижней Волги» было принято

решение ежегодно во втором квартале осуществлять весенний попуск через Волгоградский гидроузел по специальному графику в целях обеспечения потребности сельского хозяйства в заполнении поймы, её пойменных водоёмов (ильменей), нереста ценных (прежде всего осетровых) промысловых видов рыб. Но поскольку реконструкция сельского и рыбного хозяйства Нижней Волги так и не выполнена, весенний спецпропуск продолжает осуществляться до сих пор в течение уже 65 лет.

Оценка всего продолжительного периода эксплуатации водохранилищ ВКК свидетельствует, что имеющаяся полезная ёмкость водохранилищ недостаточна для устойчивого обеспечения возрастающих потребностей водопользователей, в результате чего в периоды маловодья (маловодные годы) возможны ограничения водопользования, ухудшение качества воды, а также состояния прилегающих экосистем. В условия пикового водосбора в условиях паводков или обильных осадков, при отсутствии резервных ёмкостей, экстренные водосбросы способствуют риску возникновения ЧС (подтопление).

При высокой наполняемости водохранилищ имеют место риски негативной динамики пропуска весеннего половодья и

дождевых паводков по аналогии с 1991 и 2005 гг., включая необходимость повышенных сбросов через гидроузлы с последующим условно контролируемым подтоплением в нижних бьефах низкопойменных участков рек, дачных участков, несанкционированных построек и тому подобных объектов.

В гидрометеорологических условиях 2020 г. сохранялся повышенный риск подтоплений населённых пунктов, обусловленных необходимыми повышенными сбросами при превышении максимальных уровней воды из ГЭС-водохранилищ ВКК на территории Республик Марий Эл, Республики Татарстан, Чувашской Республики, Вологодской, Ивановской, Костромской, Московской, Нижегородской, Самарской, Ульяновской и Ярославской областей.

Для организаций, эксплуатирующих Ковжскую плотину, Шекснинский гидроузел и образуемые ими водохранилища Вологодской области, расположенные на них гидротехнические сооружения, регулирующим документом являются Правила использования водных ресурсов Ковжского (с сезонным регулированием стока) и Шекснинского водохранилищ от 14.09.2017. Эти документы в достаточной мере дают представление о мерах в случаях возникновения ЧС, включая действие средств автоматического противоаварийного управления.

Изменение режима работы этих водохранилищ производится с одновременным уведомлением об этом Росводресурсов, Верхне-Волжского и Двинско-Печорского бассейнового водного управления, Главного управления МЧС России по Вологодской области, Северо-Западного управления Росэкологии, Северо-Западного управления государственного морского и речного надзора Ространснадзора,

комиссии по чрезвычайным ситуациям (КЧС) Правительства Вологодской области и заинтересованных водопользователей<sup>8</sup>. Аналогичным образом должны доводиться и разработанные прогнозы ЧС.

При превышении отметки 123,89 мБС в верхнем бьефе у плотины Ивановского гидроузла в 2020–2022 гг. повышался риск подтоплений части территорий, прилегающих к г. Дубна Московской области. Соответственно, в целях снижения рисков опасного гидрометеорологического явления необходимо осуществлять транзитный пропуск воды через Ивановский гидроузел до его планируемого наполнения до нормального подпорного уровня (НПУ) не позднее 17–20 мая.

Минимизации рисков ЧС при использовании водных ресурсов Ивановского водохранилища на р. Волге заложена в нормативных Правилах, установленных Росводресурсами 31.05.2019 со сроком действия до 31.12.2030<sup>9</sup>. Данные Правила содержат указания о режимах функционирования водохранилища при возникновении аварий и иных ЧС (раздел X Правил), однако мер предупреждения ЧС Правилами не приводится.

Оценка сезонной обстановки в течение последних лет (2020–2023 гг.) в Угличском районе Ярославской области, Калязинском и Кашинском районах Тверской области показала стабильность штатной водохозяйственной обстановки, режим ЧС по гидрологическим явлениям не потребовался. В границах подпора Угличского водохранилища подтоплений населённых пунктов не возникало. Работа Угличского водохранилища организуется в соответствии с установленными Росводресурсами аналогичными Правилами эксплуатации водохранилища от 26.01.2022<sup>10</sup>.

<sup>8</sup> Приказ Росводресурсов от 14.09.2017 № 194 «Об утверждении Правил использования водных ресурсов Ковжского и Шекснинского водохранилищ» (зарегистрирован Минюстом России 14.11.2017 за № 48881) // Сайт «Кодификация.РФ» <https://www.rulaws.ru/acts/Prikaz-Rosvodresursov-ot-14.09.2017-N-194/>, дата обращения 02.05.2024.

<sup>9</sup> Приказ Росводресурсов от 31.05.2019 № 125 «Об утверждении Правил использования водных ресурсов Ивановского водохранилища на р. Волге» (зарегистрирован Минюстом России 14.08.2019 за № 55596) // Интернет-портал «Официальное опубликование правовых актов», <http://publication.pravo.gov.ru> дата опубликования 15.08.2019 за № 0001201908150014, дата обращения 02.05.2024.

<sup>10</sup> Приказ Росводресурсов от 26.01.2022 № 15 «Об утверждении Правил использования водных ресурсов Угличского водохранилища на р. Волге» (Зарегистрировано в Минюсте России 27.09.2022 № 70237) // Интернет-портал «Официальное опубликование правовых актов», <http://publication.pravo.gov.ru> дата опубликования 27.09.2022 за № 0001202209270031, дата обращения 03.05.2024.

Причинами постоянно наблюдаемых подтоплений участков территории Ивановской, Костромской, Ярославской и Нижегородская областей является транзитный пропуск вод через Рыбинский гидроузел с доведением воды до НПУ (на который, собственно, рассчитаны сооружения водохранилища), но при котором, тем не менее, обеспечивается устойчивая стабильная работа устройств и сооружений гидроузла.

В последние годы в связи с возможным превышением уровня у плотины Нижегородского гидроузла на отметке выше НПУ 84,0 мБС прогнозировались подтопления объектов в городах и пригородах Рыбинска и Ярославля, залив побережья Горьковского водохранилища. Так, например, анализ подтоплений приусадебных участков в г. Ярославль и набережной г. Рыбинска в мае 2020 г. показал, что это неблагоприятное гидрологическое явление произошло в результате выпадения обильных осадков в первой и второй декадах мая в сочетании с высоким уровнем грунтовых вод и, соответственно, резкого увеличения бокового притока воды в Рыбинское водохранилище, которое наполнилось до максимально установленной отметки форсированного подпорного уровня (ФПУ) 101,91 мБС.

В связи со стоянием уровня вод у плотины Чебоксарского гидроузла на отметке выше допустимой в период весеннего половодья 63,3 м, в течение 42 суток (с 16 мая по 06 июня) повышаются риски подтоплений объектов, расположенных на побережье Чебоксарского водохранилища. С целью снижения риска подтопления территории г. Кокшайск Республики Марий Эл необходимо увеличение транзитного пропуска потока воды через Чебоксарский гидроузел после его возможного наполнения до НПУ 63,0–63,3 мБС.

Ещё один риск ЧС может реализоваться на Верхней и Средней Волге.

В связи с возможным ограничением наполнения Чебоксарского водохранилища до проектной отметки 68,0 метров, между населёнными пунктами Городец и Нижний

Новгород Нижегородской области существует участок с лимитированными судоходными глубинами. Судоходство на этом участке обеспечивается путём повышенных попусков воды из Рыбинского водохранилища, возможности которого из-за маловодья могут быть исчерпаны уже к концу августа. Таким образом, режим судоходства на этом участке должен быть скорректирован.

В Самарской области повышены риски активизации склоновых процессов (оползни и обвалы), обусловленных микросейсмическими колебаниями грунтов, в связи с работой Жигулёвской ГЭС. Колебания усиливаются при расходах воды свыше 12 000 м<sup>3</sup>/с, а при расходах свыше 16 000 м<sup>3</sup>/с – возникает опасная ситуация, практически, не поддающаяся регулированию. Весной 2005 г. максимальные расходы воды составили 29 814 м<sup>3</sup>/с. При этом, признаки неравномерной деформации оснований, трещины строительных и внутренних конструкций, межпанельных стыков, сверхнормативный крен и иные значимые дефекты были зафиксированы у 122 домов. Всего в зоне потенциальной угрозы находилось 309 домов (общей жилой площадью 1,2 млн м<sup>2</sup>, из которых 50 % – дома, высотой 9 и более этажей).

В случаях критического повышения уровня в Куйбышевском водохранилище возможен прорыв находящейся на реконструкции Красноключинской дамбы в г. Нижнекамск Республики Татарстан<sup>11</sup>.

Во избежание затопления набережной г. Жигули рекомендовано снижать уровень воды в Куйбышевском водохранилище до 63,0–63,5 мБС.

Чем выше предполоводный уровень у г. Астрахани, тем больше возможностей для наилучшего обводнения территории Нижней Волги. Но с целью продления «рыбной полки» до конца мая и недопущения переполнения нерестилиц Астраханской области сбросы с верхних водохранилищ ВКК свыше 18 000 м<sup>3</sup>/с ограничиваются. При этом, в условиях высокой наполняемости водохранилищ возрастают риски

<sup>11</sup> Приказ Росводресурсов от 28.10.2014 № 270 «Об утверждении Правил использования водных ресурсов Нижнекамского водохранилища на р. Каме» (зарегистрирован Минюстом России 20.02.2015 за № 36159) // Интернет-портал «Официальное опубликование правовых актов», <http://publication.pravo.gov.ru> дата опубликования 26.02.2015 за № 0001201502260007, дата обращения 03.05.2024.

повреждения гидромеханического оборудования гидротехнических сооружений (ГТС) при воздействии сверх расчётной гидростатической нагрузки.

В условиях маловодья в нижнем течении Волги пропуск половодья может привести к невозможности обеспечения установленных параметров судоходства по р. Волга (на протяжении Волго-Ахтубинской поймы), критическому обмелению р. Ахтубы и к засухе прилегающих к ней территорий. Целый комплекс связанных с этим задач неоднократно ставился научным сообществом перед управлением (управляющими организациями) [Барабанов, 2015]. При оптимизации режима весеннего паводка на ВКК необходимо предусматривать обводнение Волго-Ахтубинской поймы с целью создания благоприятных условий жизни людей, функционирования сельского, рыбного (в том числе обеспечения условий нереста рыбы в соответствии с её биологией), коммунального хозяйства (с нормальным забором воды) и энергетической системы.

Устанавливаемый уровень воды в р. Волге ниже плотины ГЭС предполагает нормальное судоходство, заполнение всех водохранилищ ВКК до НПУ. Факторами предполоводного стояния уровней воды в р. Волга, которые следует учитывать, являются:

– интенсивность нарастания и спада уровней в начале и конце пуска (интенсивность нарастания сброса воды Волгоградского гидроузла, исходя из реальной ситуации, на максимуме должна быть не менее шести дней и достигать  $26000 \pm 500 \text{ м}^3$ , выход на показатель так называемой «рыбной полки» –  $16000 \pm 500 \text{ м}^3/\text{с}$ , обводнёность поймы после весеннего паводка тогда может составить около 85 %), что подтверждается указанием Росводресурсов<sup>12</sup>;

– температурный режим (как в самом русле р. Волга, так и на полях раннего заливания, где начинается нерест рыбы) имеющий большое значение для определения сроков начала пуска;

– используемая Росгидрометом система «Метеопредупреждения» представляет информацию о гидрометеорологических угрозах на срок до 36 часов<sup>13</sup> (при оперативной и чёткой работе в системе единой государственной системы предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), это время используется для своевременного принятия решения Росводресурсами при определении сбросовых объёмов).

### Заключение

В качестве заключения данного обзорного исследования, по результатам приведённого анализа режимов работы водохранилищ ВКК, подтверждаются ранее сделанные выводы [Исмаилов и др. 2021], что именно второй квартал года для этого каскада является наиболее ответственным периодом, связанным с пропуском весеннего половодья, когда к водохранилищам приходит до 2/3 годового стока р. Волги, формируются запасы воды для использования в последующую межень, а также осуществляется специальный весенний попуск воды в низовья р. Волги.

По результатам данного исследования сформулированы рекомендации, адресуемые подразделениям Росводресурсов и других участвующих ведомств РСЧС, о необходимости:

1) дальнейшего развития общей теории безопасности и прикладных методов анализа и управления рисками ЧС на водных объектах с учётом отечественного и международного опыта,

2) перехода от стратегии индивидуальной защиты объектов к комплексной системе мер, включая оценку и управление рисками ЧС на основе технико-экономической оценки вариантов защиты, с учётом факторов уязвимости объектов водохозяйственной инфраструктуры;

3) выстраивания системной и согласованной подготовки водных объектов к возможным ЧС (включая создание условий для предотвращения ЧС, минимизации их

<sup>12</sup> Бородин С. График сброса воды на Волжской ГЭС в 2024 году: когда ждать максимум и минимум половодья? / «Волжская правда», 01.04.2024 WWW.VOLGOGRAD.KP.RU: <https://www.volgograd.kp.ru/daily/27590/4917145>, дата обращения 03.04.2024.

<sup>13</sup> Положение о системе информирования населения и других заинтересованных пользователей об угрозах возникновения опасных гидрометеорологических явлений на территории Российской Федерации с использованием информационно-телекоммуникационной сети Интернет, приказ Росгидромета от 03.04.2019, п. 1.4.

последствий, обеспечение работы на акватории водных объектов с учётом риска возникновения и/или при возникновении ЧС<sup>14</sup>;

4) предпаводковых обследований водных, находящихся в водоохраных зонах и иных расположенных в опасной близости объектов, представляющих экологическую опасность, возможных источников загрязнения водохранилищ и водоохраных зон, а также тщательной работы с сообщениями граждан и организаций в этот период;

5) обязательной разработки и осуществления мер по предупреждению аварий на ГТС, максимального снижения риска возникновения ЧС на ГТС в соответствии с законодательством<sup>15</sup>;

6) программы обязательного страхования водных объектов, с учётом результатов оценки рисков ЧС;

7) повышения эффективности территориальных и ведомственных подсистем РСЧС, а также качества ориентированной подготовки специалистов в сфере прогнозирования ЧС на водных объектах, их оснащённости современными техническими средствами и технологиями, с учётом отраслевой специфики;

8) научно-методического обеспечения совершенствования задействуемых функциональных и территориальных подсистем РСЧС, с учётом уникальности и особенностей географических объектов, масштаба, возможных последствий ЧС, создания и совершенствования технологического, физико-математического, программного и информационного обеспечения, средств автоматизации управления, связи и

оповещения;

9) создания информационной (цифровой) среды для управления водохозяйственным комплексом с использованием данных космического мониторинга и наблюдения за состоянием водных объектов;

10) своевременного выявления угроз, обеспечения качественной подготовки к защите от опасностей, а также выработки единых подходов и заранее скоординированных (слаженных) действий при обеспечении безопасности функционирования водных объектов;

11) совершенствования взаимодействия между органами исполнительной власти, функциональными службами РСЧС и организациями при предотвращении гидрологических ЧС или реагирования на них;

12) разработки и сооружения систем межбассейновой и внутрибассейновой переброски стока, водохранилищ, водозаборной и водораспределительной инфраструктуры с учётом режимов регулирования в особые периоды, прогностического расчёта возможных ЧС.

Реализация данных предложений как в отношении ВКК, так и в отношении всего водохозяйственного комплекса России, может рассматриваться как составляющая деятельности по сохранению суверенитета страны в обладании и эффективном управлении ею своими водными ресурсами, предотвращение риска утраты потенциала этих ресурсов или их перехода под регулятивное воздействие транснационального капитала и вне отечественных интересов.

## Литература

Акимов В.А. Моделирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Монография / Акимов В.А., Бедило М.В., Шишков Ю.А., Иванова Е.О., Ростовцев Д.И., Сериков В. В. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2023. 144 с.

## References

Akimov V.A., Bedilo M.V., Shishkov YU.A., Ivanova Ye.O., Rostovtsev D.I., Serikov V. V. *Modelirovaniye chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo i tekhnogenogo kharaktera: Monografiya [Modeling of emergency situations of natural and man-made nature: Monograph]*.

<sup>14</sup> ГОСТ Р 22.0.09—2022 Безопасность в чрезвычайных ситуациях Чрезвычайные ситуации на акваториях. Термины и определения. Стр. 2 п. 10 // М., Российский институт стандартизации. 2022. С. 2.

<sup>15</sup> Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений», абз. 7 ст. 8 // Собрание законодательства Российской Федерации от 28.07.1997 № 30 ст. 3589.

Анализ рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на гидроузлах Волжско-Камского каскада в весенне-летний период / Е.А. Бац, А.И. Петрученко, О.И. Рожко, В.В. Татаринов // Технологии разработки и отладки сложных технических систем: Сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 26–27 октября 2021 г. Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2022. С. 15–19. EDN DRVGWD.

Барабанов А. Т. Прогнозирование поверхностного стока талых вод с целью управления весенним паводком в Волжско-Камском каскаде водохранилищ / А. Т. Барабанов // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире (ГЕОРИСК-2015): Материалы 9-й Международной научно-практической конференции, Москва, 12–14 октября 2015 г. Том 2. Москва: Российский университет дружбы народов, 2015. С. 37-42. EDN UWGTLB.

Исмайлов Г.Х., Перминов А.В., Измайлова И.Г. Методика анализа функционирования сложных водохозяйственных систем на примере Волжско-Камского каскада гидроузлов // Природообустройство. 2021. № 2. С. 136. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-2-131-140.

Лавров С.А. Влияние метеофакторов, свойств снега и климатических изменений на процессы таяния снежного покрова // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2024. № 1. С. 46–70. DOI:10.35567/19994508-2024-1-46-70.

О некоторых вопросах прогнозирования гидрометеорологической обстановки в Волжско-Камском бассейне в 2022 году / О. И. Рожко, В. В. Татаринов, Ю. Д. Лекарев [и др.] // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвящённой Всемирному дню гражданской обороны. В 4-х частях, Москва, 1 марта 2022 г. / Сост. В.С. Бутко, М.В. Алешков, С.В. Подкосов, А.Г. Заворотный [и др.]. Том Часть II. Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022. С. 131–135. EDN ILMPWF.

Moscow, Publ. of FGBU VNII GOCHS (FTS), 2023, 144 p. (In Russian).

Bats E.A., Petruchenko A.I., Rozhko O.I., Tatarinov V.V. Analiz riskov vozniknoveniya chrezvychaynykh situatsiy na gidrouzlakh Volzhsko-Kamskogo kaskada v vesenne-letniy period [Analysis of the risks of emergency situations at the hydraulic structures of the Volga-Kama cascade in the spring-summer period] *Tekhnologii razrabotki i otladki slozhnykh tekhnicheskikh sistem : Sbornik trudov VIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konf. Moskva, 26–27 oktyabrya 2021 g.* [Technologies for the development and debugging of complex technical systems: Collection of works of the VIII All-Russian scientific and practical conf. Moscow, Oct. 26–27, 2021]. Moscow, Publ. of Bauman Moscow State Technical University (National Research University), 2022, pp. 15–19 (In Russian). EDN DRVGWD.

Barabanov A. T. Prognozirovaniye poverkhnostnogo stoka talykh vod s tsel'yu upravleniya vesennim pavodkom v Volzhsko-Kamskom kaskade vodokhranilishch [Forecasting surface runoff of melt water for the purpose of spring flood management in the Volga-Kama reservoir cascade] *Analiz, prognoz i upravleniye prirodnymi riskami v sovremennom mire (GEORISK-2015): Materialy 9-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Moskva, 12–14 oktyabrya 2015 g.* [Analysis, forecast and management of natural risks in the modern world (GEORISK-2015): Proceedings of the 9th International scientific and practical conference, Moscow, October 12–14, 2015], Moscow, Publ. of RUDN, 2015, vol.2, pp. 37–42. (In Russian). EDN UWGTLB.

Ismailov G.Kh., Perminov A.V., Izmailova I.G. Metodika analiza funktsionirovaniya slozhnykh vodokhozyaystvennykh sistem na primere Volzhsko-Kamskogo kaskada gidrouzlov [Methodology for analyzing the functioning of complex water management systems using the Volga-Kama cascade of hydraulic structures as an example]. *Prirodoobustroystvo [Nature management]*. 2021, vol. 2, p. 136. (In Russian). DOI: 10.26897/1997-6011-2021-2-131-140.

Lavrov S.A. Vliyaniye meteofaktorov, svoystv snega i klimaticheskikh izmeneniy na protsessy tayaniya snezhnogo pokrova [Influence of meteorological factors, snow properties and climate changes on the processes of snow cover melting]. *Vodnoye*

*khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravleniye* [Water management of Russia: problems, technologies, management]. 2024, vol. 1, pp. 46–70. (In Russian). DOI:10.35567/19994508-2024-1-46-70.

Rozhko O. I., Tatarinov V. V., Lekarev Yu. D. [at el.] O nekotorykh voprosakh prognozirovaniya gidrometeorologicheskoy obstanovki v Volzhsko-Kamskom basseyne v 2022 godu [On Some Issues of Forecasting the Hydrometeorological Situation in the Volga-Kama Basin in 2022] *Grazhdanskaya oborona na strazhe mira i bezopasnosti: Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konfer., posvyashchonnoy Vsemirnomu dnyu grazhdanskoy oborony. V 4-kh chastyakh, Moskva, 01 marta 2022 g.* [Civil Defense on Guard of Peace and Security: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conf. Dedicated to the World Civil Defense Day. In 4 parts, Moscow, March 01, 2022], Moscow, Publ. of. Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2022, vol. II, pp. 131–135 (In Russian). EDN ILMPWF.