

## ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ И ГЭС НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

*Н.К. Носиров, З. В. Кобули, О.Х. Амирзода,  
П.М. Сосин, С.К. Давлатшоев, С.С. Бобиев*

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ,  
E-mail: saidsho.bobiev@mail.ru*

Всего в Таджикистане, ниже по течению от Сарезкого водохранилища проживают более 1 млн. 890 тысяч человек, что составляет около 20 % от всего населения Республики Таджикистан. Это означает, что населенные пункты расположенные ниже Сарезкого озера находятся под угрозой, от возможного прорыва Сарезкого водохранилища. Возможные аварии на крупных ГЭС, обусловленные прорывом плотины, также являются объектом повышенной опасности, тем более, что они расположены настолько близко к городам, что в случае самых тяжелых аварий у их жителей совершенно не остается времени для эвакуации. Прорыв любой из перечисленных выше плотин неизбежно приведет к многочисленным жертвам, и уничтожению инфраструктуры.

**Ключевые слова:** ГЭС, оползни, прорыв, безопасность, водохранилища, аварии, плотина, землетрясения, сброс.

Дар маълумӣ, дар Тоҷикистон, дар поёноби кӯли Сарез, беш аз 1 миллиону 890 ҳазор нафар зиндагӣ мекунад, ки ин 20% аз шумораи умумии аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистонро ташкил медиҳад. Ин маънои онро дорад, ки маълуми аҳолинишин, ки дар минтақаи поёноби кӯли Сарез ҷойгиранд, зери хатари рахнаи эътимолӣ кӯли Сарез қарор доранд. Садамаи эътимолӣ дар нерӯгоҳи барқӣ оби қалон, ки дар натиҷаи рахнашавии сарбанд ба амал меоянд, инчунин як объектҳои хатари баландошта мебошанд, алахусус азбаски онҳо ба шаъри ҷунон наздиканд, ки дар ҳолати садамаи шадид ба сокинони онҳо барои қўчидан қомилан вақти кофӣ намоёнад. Рахнашавии ӯма гуна сарбандҳои дар боло зикршуда ногузир ба талафоти зиёд ва хароб шудани инфрасохтор оварда мерасонад.

**Калимаҳои калидӣ:** ноб, ярҷ, чоршавӣ, бехатарӣ, обанбор, садама, плотина, заминҷунбӣ, обпарто.

In total, more than 1 million and 890 thousand people live downstream of the Sarez Lake in Tajikistan, which is 20% of the total population of the Republic of Tajikistan. This means that the settlements located below the Sarez Lake are under threat from a possible breakthrough of the Sarez Lake. Possible accidents at large hydroelectric power plants caused by a dam break, are also an object of increased danger, especially since they are located so close to cities that in the event of the most severe accidents, their residents have absolutely no time to evacuate. The breakthrough of any of the mentioned above dams will inevitably lead to numerous casualties and destruction of infrastructure.

**Keywords:** Hydroelectric power plant, landslides, breakthrough, safety, reservoirs, accidents, dam, earthquakes, discharge.

Работа носит информативный характер и лежит в основе существующих исследований, методологии оценок и моделирования воздействий гидроэнергетических объектов на окружающую среду. Многоплановость

исследований, ориентация на решение конкретных наиболее острых, на данный момент времени, задач затрудняет разработку единого подхода к решению экологических проблем гидроэнергетики в соответствии с

современными требованиями безопасного развития техно сферы. Такой подход может быть реализован на основе использования идеи природно-технических систем. [1]

Почему такое внимание уделяется вопросам безопасности на Таджикиских ГЭС? Учитывая, что существующие проблемы возникшие в Мире и в России ещё раз нам дают возможность быть внимательными в сфере безопасности окружающей среды, на примере аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. Здесь надо обратить внимание на то, что практически все крупные ГЭС Таджикистана находятся выше по течению от крупных городов:

ниже по течению Сарезкого водохранилища Рушон, Калайхум, Пархар, Пяндж, Ай-

вадж, Джиликуль, часть Афганистана, Узбекистана и Туркмении [2].

Ниже по течению Рогунской ГЭС находятся – Нурек и часть каскада ГЭС по р. Вахш, также часть Хатлонской области, Афганистана, Узбекистана и Туркменистана.

Ниже по течению Нурекской ГЭС находятся – Нурек, Байпазинская ГЭС, Сангдудинская ГЭС, Вахшская долина, часть Кафарниганской долины, часть территории Афганистана, Узбекистана и Туркменистана.

Ниже по течению Байпазинской ГЭС - Сангдудинская ГЭС находятся, город. Курган-Тюбе, Вахшская долина.

Ниже по течению Сангдудинской ГЭС находятся - Вахшская долина, Колхозабад, Дусти, Пяндж и Шаартуз.

Таблица 1.

Численность населения живущего под угрозой, возможного прорыва Сарезкого водохранилища

Наименование районов и городов Таджикистана	Население в тыс.ч (2019г)
ГБАО	
Мургаб	15.6
Рушан	25.6
Дарваз	23.5
Всего:	65
Хатлонская область	
Шамсиддин Шоъин (Шуробад)	52.4
Бохтар	251,7
Колхозабад (Дж.Руми)	182,3
Джайхун	132.7
Шаартуз	117.2
Пяндж	108,0
Восе	205,3
Хамадони	142,7
Пархар	158,5
Нурек	28,0
Вахшская долина	184.5
г. Курган-Тюбе	105,3
г. Сарбанд (г.)	28.8
Всего:	1.890

Всего в Таджикистане, ниже по течению живущих под угрозой проживают более 1 млн. 890 тысяч человек, что составляет примерно 20 % от всего населения Таджикистан. [2] Это означает, что жители выше перечисленных городов и районов живут под угрозой, стихийных бедствий от возможного прорыва плотины Сарезкого водохранилища и других ГЭС. Причем, некоторые плотины ГЭС (Нурекская) расположены настолько близко к городу, что в случае прорыва плотины, у его жителей совершенно не остается времени для эвакуации, поскольку волна распространяется очень быстро. Прорыв любой из существующих плотин ГЭС неизбежно приведет к многочисленным жертвам.

В этих районах сосредоточен большой сельскохозяйственный и промышленный потенциал, сосредоточены транспортные узлы, и поэтому прорыв любой крупной плотины водохранилища означает еще и сильнейший удар по экономике ГБАО и Хатлонской области, и в целом по экономике Таджикистана.

Для местных, региональных властей ГБАО и Хатлонской области вопрос безопасности крупных ГЭС должен быть вопросом № 1 и от центрального аппарата властей к этому вопросу также требуется самое пристальное внимание, ибо ущерб от возможной катастрофы может быть настолько велик, что компенсировать его будет очень трудно.

Общеизвестно, что от любого естественного водохранилища и ГЭС исходит смертельная угроза, зависящая от экзогенных, сейсмических и техногенных факторов. Это вопрос угрозы в Таджикистане при строительстве ГЭС стоит на первом месте. Это радикально увеличивается также от того, что у Гидростроителей просто нет технических возможностей обезопасить ГЭС в критической ситуации путем экстренного сброса воды из водохранилища. Для этого при строительстве ГЭС в Таджикистане строительство данного водосброса, способ-

ного справиться с такой задачей стоит на первом месте. Опасность увеличивается также и от того, что ГЭС в Республике находятся в сейсмичной зоне. Однако до настоящего времени не были зафиксированы случаи аварии, вызванные землетрясением и т.п.

Таким образом, необходимо в процессе планирования строительства ГЭС проведение сейсмологического мониторинг для решения следующих задач:

- Определение пространственно-временного распределения местной фоновой сейсмичности;
- Наблюдение за возникновением наводнение (плотинной) сейсмичности в процессе заполнения водохранилища;
- Получение исходных данных для оценки рисков: сейсмического, техногенного страхования.

По вопросу «Система мониторинга и раннего оповещения озера Сарез» работали (Негматуллаев С.Х. - АН РТ, Маскаев К – Комитет по ЧС и ГО при правительстве РТ, Ишук Н.Р. –ТИССС). Система налажена на Усойском завале и в западной части Сарезского озера. [10-14]

Правобережный оползень: В 1967 году на правом берегу Сарезского озера был обнаружен участок с опасностью оползня - так называемый «Правобережный оползень». По прогнозам некоторых учёных, при землетрясении может произойти обрушение оползня, что вызовет водяной вал, который перельётся через завал и, размоет тело завала. В случае прорыва естественной плотины последует слив озера, что вызовет селевой потоки огромной силы и длительности. В итоге затоплению подвергнутся территории вплоть до низовий Амударьи, что вызовет разрушение множества населённых пунктов и промышленных объектов на территории Таджикистана, Афганистана, Узбекистана и Туркмении. [3] В результате сейсмические исследования (1977-1984 годы). [12] Л.П. Папырин автор во многих проектов и отчетов о геофизических исследованиях в районе Сарезского озера, В результате этих

исследований им получена уникальная информация на основе которой описаны результаты сейсмологических и комплексных геофизических исследования на Усойском завале. Эти исследования показали принципиальную возможность выполнения сложного комплекса геофизических методов для изучения завальных плотин в высокогорных условиях. Результаты исследований позволили подтвердить блоковое строение Усойского завала и наличие в его пределах северной и центральной ослабленных зон, получить представление о положении путей фильтрации воды через завал, оценить мощность завальных отложений и положение тальвегов погребенных долин рек Мургаб и Шадау-Дара.

Выполнение сейсморазведочных работ на Правобережном склоне крутизной 30-35 градусов и превышением верхней части участка над озером более чем на тысячу метров, является научно-техническим достижением, которое, как нам кажется, не повторено другими исследователями в условиях высокогорья до настоящего времени. С помощью сейсморазведки выявлена погребенная палеогеновая интрузия, которая внедрилась в более древние породы Сарезской свиты, что вызвало образование Правобережного оползня. Определено положение кровли монолитных пород, которая, как доказывает автор, является поверхностью смещения оползня. [4]

В 1968 году А. И. Шеко по результатам исследования с воздуха оценивал его объём в 2 км<sup>3</sup>, В. С. Федоренко в 1981 году называл цифру в 0,9 км<sup>3</sup>, в 1990 году Ю. М. Казаков, Н. Р. Ищук и Ю. Акдонов оценили объём Правобережного оползня в 0,633 км<sup>3</sup>, а в 2002 году на основании этих же материалов А. Р. Ищук, Н. Р. Ищук и С. Х. Негматуллаев в докладе сделанном в Институте физики Земли заявили об отсутствии опасности правобережного оползня как такового. [10] Доклад Алфорд и Патрик Дроз [5] в этот же период оценили объём оползня равным 0,5 км<sup>3</sup>, а МЧС Таджикистана в докладе Ев-

рАзЭС в 2006 году сообщило о существовании двух оползней, [5] объёмом по 0,6 км<sup>3</sup> каждый, только один из которых представляет опасность. По оценкам Л. П. Папырина, основывающегося на данных единственной пробуренной в оползне скважины, его объём составляет 1,25 км<sup>3</sup>, из которых 0,5 км<sup>3</sup> приходится на чехол из более рыхлых пород. [5]

Опасный оползень объемом 0,9 км<sup>3</sup> наблюдается в нижнем бьефе Рогунской ГЭС. К таким же выводам пришли специалисты инжиниринговой компании Lahmeyer Internationa. Сход вторичных оползней будет создавать опасность подтопления ГЭС, аналогично известному оползню в нижнем бьефе Байпазинской ГЭС. Причем объем Байпазинского оползня на первой стадии исследований оценивался в триста раз меньше по сравнению с Рогунским оползнем. [3]

Факторов, способствующих образованию оползней, немало. Просто так большой пласт грунта не сходит, для этого должны сложиться определенные условия. Причины могут быть эндогенными и экзогенными:

- размыв пород водой. Влажный почвенный горизонт более тяжелый и неустойчивый. Он смещается под влиянием собственной массы. Чаще всего явление отмечается в старых горах, где склоновая поверхность покрыта толстым слоем рыхлых осадочных пород.

- подмывание берега движущейся речной водой.

1. Смещение водоносного пласта относительно водоупорного под действием грунтовых вод.
2. Землетрясения.
3. Изменение речного потока рельефа под воздействием течений и происходящих в воде процессов. Донные грунтовые сдвиги самые мощные и обширные, нередко провоцируют оползень.
4. Длительная нагрузка на породы в конкретном месте. Обрушение грунтовой массы нередко отмечается в местах активного строительства, вследствие подрезки склонов при строительстве дороги

автомагистралей. Особенно часто заваливает дороги, по которым ежедневно двигаются тяжелогрузные автомобили. При строительных работах основная причина схождения пород – забивание свай в землю, поскольку в подземных слоях создается ударная волна, как при землетрясении. [9]

Опыт разрушения других крупных плотин в мире показывает и доказывает, что критическая ситуация на них развивается быстро, буквально за несколько часов.

Для решения данной задачи нужны конкретные технические решения, которые могут обезопасить водохранилища, гидротехнические сооружения ГЭС в случае самого опасного варианта развития аварийной ситуации.

Одной из особенностей энергетики начала XXI века является жесткая регламентация ее дальнейшего развития требованиями сохранения благоприятной окружающей среды, предотвращения глобального загрязнения. Это определяет тенденцию к возрастанию роли возобновляемых источников энергии и, в первую очередь, наиболее эффективной гидроэнергии.

Специалисты в области гидроэнергетики вынуждены решать целый ряд специфических проблем, связанных с охраной окружающей среды, таких как: затопление земель, оползни, изменение гидрологического режима рек, нарушение условий обитания водных организмов и т.п.

Особую остроту эти проблемы приобрели к началу 80 г. XX века в связи с интенсивным гидроэнергетическим строительством. Они не относятся к разряду глобальных, но в современных условиях, когда в международных и национальных программных документах экологическим проблемам придается статус приоритетных, обеспечение охраны окружающей среды становится определяющим моментом проектирования и эксплуатации гидроэнергетических объектов.

В настоящее время в России и странах СНГ значимыми становятся задачи охра-

ны окружающей среды при реконструкции и техническом перевооружении действующих ГЭС, совершенствования управления режимами работы ГЭС многоцелевого назначения, освоения гидроэнергетических ресурсов малых рек, а также управления паводками с целью снижения риска наводнений. Тесная взаимосвязь между условиями функционирования ГЭС и их воздействием на окружающую среду определяет необходимость комплексного подхода к решению как технических, так и природоохранных вопросов.

Направление исследований на комплексное решение задач электроэнергетики, водного хозяйства, охраны окружающей среды, социальных проблем при создании ГЭС намечилось более двадцати лет тому назад. Основы такого подхода заложены исследованиями, выполненными, прежде всего, в институтах Гидропроект и др. Большой вклад в решение сопутствующих экологических проблем гидроэнергетики внесли успешно работающие ведущие специалисты различных отраслей науки.

Актуальность темы «безопасность окружающей среде» заключается в том, что определяется необходимостью создания гидроэнергетических объектов, удовлетворяющих современным требованиям обеспечения экологической безопасности. Теоретическому обоснованию принципов экологической безопасности и некоторым практическим аспектам их использования посвящена данная тема.

Это требует анализа имеющихся разработок и системного подхода для поиска новых методологических и научно-обоснованных технических решений, совершенствования критериев оценки состояния природно-технических систем в целом.

### **Заключение**

Выполненная работа будет использована для существующих методик и научных исследований в области окружающей среды имеющей огромное значение, для объективной оценки гидротехнических соору-

жений и использования водных ресурсов в условиях горной местности Таджикистана, для обеспечения экологической безопасности окружающей среды в целом, позволяющий предотвратить либо снизить до минимума возможные негативные последствия и воздействия. В научных исследованиях большое внимание должно уделяться принципиально новым высокоэффективным мероприятиям для изучения, воспроизводства и рационального использования природных ресурсов. Ввиду того, что Таджикистан находится в сейсмической зоне, то необходимо при строительстве гидротехнических сооружений учитывать условия нормативных требований сейсмостойкого значения данной территории. Используемая в настоящее время оценка сейсмической опасности территории Таджикистана, основанная на, практически, субъективном методе оценки величины колебаний земной поверхности в трех градациях – 7, 8 и 9 баллов по шкале MSK-64, не отвечает растущим потребностям сейсмостойкого проектирования зданий и сооружений, поскольку нет четкой зависимости между баллами интенсивности и значениями ускорений колебаний грунта, используемых при расчетах. Все большее место в мировой практике занимает оценка пиковых ускорений грунта при землетрясении, как показателя сейсмического воздействия.

В данной статье кратко описываются основные результаты подобной оценки, выполненной для территории Таджикистана. [10] Представленная в данной работе методика и исследование оценивает водноэнергетические ресурсы и обеспечивает экологическую безопасность окружающей среды при строительстве гидротехнических сооружений в зависимости от правильного подхода и оптимального решения данной задачи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Масликов В.И. Экологическая безопасность ГЭС: Основы и их практическое применение: автореф. д.т.н: Санкт-Петербург: 2002. – 34 с.

2. Статистический сборник «Численность населения Республики Таджикистан на 1 января 2019 года». стр. 53
3. Арифов Х.О. и Арифова П.Х «Безопасность плотин Таджикистана и повышение их надежности» Международная конференция по сокращению стихийных бедствий Душанбе 27-28.07.2008 г. с.339
4. Л. П. Папырин. Вода и стихийные бедствия. Сарезская катастрофа и геофизический прогноз. Душанбе 27-28.07.2008 г. с339
5. Ищук А. Р., Ищук Н. Р., и Негматуллаев С. Х. (доклад в Институте физики Земли в Москве-2002г. стр. 60
6. Мурадов, Сайфулло Сафарович «Изучение проблем Сарезского озера» автореферат к.и.н. Душанбе 2009, стр. -36.
7. Халиков Ш.Х. «Развитие электроэнергетики Таджикистана на базе комплексного использования водных ресурсов» автореферат к.э.н. Душанбе 2008 - 39 с.
8. Бабаев А.М., Лысков Л.М. «К истории формирования верхней части долины реки Вахш» Доклады Академии наук Республики Таджикистан 2014, том 57, №1, стр.52-62
9. Демин Ф.М., Горбачева Н.П., Рулев А.Б. Семинар № 4 «Недели горняка». Доклад ИПКОН РАН «Механизм формирования поверхности скольжения оползня», 2009 - с. 309-401.
10. Ищук. А.Р., Сайдуллаев У.Р. «Оценка сейсмической опасности территории Таджикистана в единицах пиковых ускорений грунта» Доклады Академии наук Республики Таджикистан-2009 том 52, № 8. Стр. 68-77.
11. Бабаев А.М., Ищук А.Р., Негматуллаев С.Х. Сейсмические условия территории Таджикистана. Душанбе: 2008. - 60 с.