

- сурс]: [https:// scienceforum.ru/2016/article/2016021097](https://scienceforum.ru/2016/article/2016021097).
3. Курбонов Н.Б., Курбонов Г.Б. Использование возобновляемых источников энергии как фактор смягчения последствий изменение климата в горных условиях Таджикистана // Теоретический и научно-практический журнал «Инновации в сельском хозяйстве». - №1. - Т.16. - 2016. - С.191-195.
 4. Курбонов Н.Б., Маджиди М., Расулзода Т.Х. Оценка потенциала альтернативных источников энергии на территории Таджикистана // Вестник Педагогического университета, 2019. - № 3-4 (3-4). - С.28-32.
 5. Курбонов Н.Б., Курбонов Г.Б., Набиев Ш.М. Эколого-экономическая оценка альтернативных источников энергии Таджикистана при изменении климата // Материалы VI межд. конф. «Глобальные энергетические и экономические тренды». - Москва, Россия, 21 декабря 2018 г. - С161-169.

УДК 502.12

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Холмирзоева М., Орифов Дж.

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

Аннотация: в статье представлено преимущественное развитие в республике гидроэнергетики, обуславливающее необходимость более глубокого изучения воздействия гидроэнергетического строительства на экологические процессы в воде, почве и атмосфере. Хотя сам технологический процесс производства гидроэнергии экологически безвреден, характер и возможные последствия зависят от региональных особенностей рельефа, топографии, геологии и гидрологии в створах гидроузлов, климата, параметров водохранилищ, режимов эксплуатации гидроэлектростанций и других факторов

Ключевые слова: энергетика, гидроэнергостроительство, водохранилища, экологическое воздействие, гидроэлектростанции, изменение климата, загрязнение окружающей среды.

Выход Республики Таджикистан из экономического кризиса в значительной мере связан с решением энергетических проблем, определением научно-обоснованной стратегии развития энергетики в увязке с исследованием проблем экологии. Экологическое воздействие энергетики начинается с момента поиска и утверждения запасов топлива и энергии, включая все стадии энергетического потока: добычу, переработку, транспорт и конечное использование. В соответствии с (35), 45% загрязнений среды даёт энергетика

На современном этапе обострение экологических проблем развития энергетики в республике, в целом, вызвано высокими темпами роста объёмов производства и потребления энергетических ресурсов, изменением структуры топливно-энергетического баланса, вследствие ограничения поступления в республику высококачественных видов топлива и газа.

Существенное влияние на экологическую обстановку в республике оказывают топливодобывающие отрасли энергетического комплекса. Например, дымящиеся пещеры Фан-Ягнобского месторождения углей.

Здесь уголь горит в своем естественном залегании уже несколько тысячелетий. По данным Управления геологии Таджикистана, весь уголь и горючие сланцы на правом берегу р. Ягноб, в районе кишлака Рават, выгорели. Из суммарной мощности пластов углей и горючих сланцев в 20-25м осталось не более 3м (4).

Дымное облако нависает над раскаленной землёй. Удушливые серно-нашатырные газы с шипением вырываются из трещин в скалах, отравляя воздух и пагубно действуя на растительный и животный мир. Добыча нефти и газа также оказывает существенное влияние на экологическую обстановку в республике. Бурение нефтяных и газовых скважин загрязняет поверхностные водные источники, подземные грунтовые воды, атмосферу, почву. Эти процессы требуют значительного расхода воды. На одну действующую буровую скважину, в среднем, за сутки расходуется 120 м³ воды (62). Особую опасность для окружающей среды представляют буровые растворы на нефтяной основе. Установлено, что нефть, попадая в почву, вытесняя из грунта кислород, изменяет ее азотный режим, что впоследствии отрицательно сказывается на плодородии.

Преимущественное развитие в республике гидроэнергетики обуславливает необходимость более глубокого изучения воздействия гидроэнергостроительства на экологические процессы в воде, почве и атмосфере. Хотя сам технологический процесс производства гидроэнергии экологически безвреден характер и возможные последствия зависят от региональных особенностей рельефа, топографии, геологии и гидрологии в створах гидроузлов, климата, параметров водохранилищ, режимов эксплуатации гидроэлектростанций и других факторов

При нормальном состоянии оборудования ГЭС отсутствуют какие-либо вредные выбросы во внешнюю среду. Но создание крупных водохранилищ всегда влечёт за собой ряд изменений. В условиях РТ основ-

ными направлениями отрицательных воздействий сооружения гидроэлектростанций являются:

а) при строительстве: загрязнение атмосферы, изменение ландшафта, загрязнение гидросферы;

б) при эксплуатации: прямые: затопление земельных угодий, повышение уровня грунтовых вод, что обуславливает тектоническое воздействие, заиление водохранилища (снижение урожайности), изменение гидрологического режима рек, изменение водного режима почв, дополнительные потери воды на испарение, изменение качественных параметров воды, изменение климата; косвенные: загрязнение окружающей среды вследствие развития производительных сил, загрязнение водных источников в результате увеличения водоотведения и водопотребления. Загрязнение окружающей среды новыми городами, поселками, средствами транспорта.

Одним из главных отрицательных воздействий гидроэнергетических объектов является степень и площадь затопления.

Энергетическая эффективность затопляемых водохранилищами ГЭС земель характеризуется удельной плотностью затопления.

Для ГЭС, сооружаемых в равнинных условиях, этот показатель изменяется от 5 до 15 км² /тыс.кВт.- (23) Хотя для Кайраккумской ГЭС удельная плотность затопления составляет 4 км²/тыс.кВт, для Нурекской ГЭС этот показатель уменьшается до 0,037 км²/тыс.кВт, т.е. более, чем в 300 раз по сравнению с равнинными ГЭС, но в горных условиях республики сооружение крупных водохранилищ обостряет проблему рационального использования земельного фонда. Актуальность этого аспекта проблемы воздействия гидроэнергетики на окружающую среду, рационального природопользования становится очевидной при анализе следующих показателей - 93% территории республики приходится на горный рельеф и лишь 7% на долины.

Вся территория Таджикистана составляет 14,3 млн.га, в том числе пахотные земли составляли 0,8 млн.га, т.е. 5,6% общей площади. Площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий составляет 650 тыс.га, т.е. 76,5% общей площади пахотных земель. (4) В настоящее время эти показатели намного уменьшились, в связи с не эффективным использованием пахотных земель.

Объём водохранилищ каскада Вахшской ГЭС составляет 24,63 км³, объём водохранилищ, построенных на реках Пяндж и Аму-Дарья составляет 51,3 км³. Всего суммарный объём водохранилищ ГЭС в настоящее время составляет более 7 млрд.м³, причём с сооружением Рогунской ГЭС эта величина увеличивается вдвое.

Последствием строительства крупных водохранилищ является экологический ущерб от изъятия земель и соответствующее недополучение сельскохозяйственной продукции.

Сооружение крупных гидроэлектростанций способствует появлению крупных промышленных предприятий, новых городов, строительству жилых домов, отчуждению земель по трассам прилегания высоковольтных линий электропередач. Все эти факторы, а также высокие темпы прироста населения республики существенно снижают удельную землеобеспеченность населения республики.

Использование сверхмощных бульдозеров, которые работают при строительстве плотин крупных ГЭС в условиях предгорья может обернуться сильнейшей эрозией почвы. В местах недавнего строительства крутых горных дорог ныне лежат глубокие овраги.

Становится очевидным, что при наличии мощной техники при строительстве плотин крупных ГЭС не представляется возможным экономически и экологически эффективное освоение предгорных мест богары под сады и виноградники. Впоследствии, через несколько лет эти земли выйдут из хозяйственного оборота.

Сооружения гидроэлектростанций существенно меняют природно-ландшафтные характеристики района. Карьеры по добыче материала для отсыпки плотины Нурекской ГЭС в настоящее время заброшены.

Большая часть территории, прилегающая к городу Нурек, является заболоченной.

Как известно, в результате освоения гидроэнергетических ресурсов путем сооружения ГЭС появились новые города и посёлки городского типа: Нурек, Рогун, Калининбад, Кайраккум, что обуславливает изъятие больших площадей для размещения объектов энергетического назначения.

Проблема городов не сводится только к вопросам количества и качества зданий и городских сооружений. Она также касается условий труда, учёбы и отдыха людей. На основе индустриализации производства стремительно увеличивается численность населения, проживающего в городах. Большая концентрация населения в городах порождает массу экономических, социальных и особенно экологических проблем, решение которых с каждым годом становится всё затруднительнее. Предметом особой заботы плановиков проектировщиков должна стать разработка экологических аспектов планов социально-экологического развития этих городов. Важнейшая задача при этом должна состоять в создании материально технических условий охраны воздушного бассейна и водных ресурсов города.

Постоянное и временное затопление и подтопление земель в зоне действия водохранилищ выводит из строя земли, относящиеся к высокопродуктивным сельскохозяйственным и лесным угодьям.

В зоне подтопления Кайрокумского водохранилища засолилось около 2 тыс.га земель самоточного орошения. (58)

Основными параметрами, определяющими воздействие водохранилищ на окружающую среду, являются: объём водохранилища, площадь водного зеркала, глубина.

Нурекское водохранилище является наиболее глубоким водохранилищем мира, его

глубина составляет почти 300 м, когда в мировом масштабе самыми глубокими считаются водохранилища глубиной 100-200м. (37)

Среднегодовой сток воды составляет 645м³/с, объём водохранилища составляет более 4500 км³ воды, длина его составляет 70км, ширина в наиболее широкой части достигает 6 км. Чаша водохранилища лежит между Гулизинданским, Сарикамарским и Санглокским хребтами, достигающими высот 2000-3000 м. Длина плотины Нурекской ГЭС составляет 1500 м, ширина по верхнему гребню 700м. (9)

В зоне водохранилища залегают соляные купола, которые в отдельных местах, особенно севернее плотины Нурекской ГЭС прослеживаются на поверхности. Это обуславливает солевую тектонику в регионе.

Ширина сейсмогенной зоны, охватывающая склоны Гиссарского и Каратегинского хребтов, имеет размеры 25-30 км. По сейсмологическим данным, эта зона является наиболее активной в Таджикистане. В настоящее время уже достаточно хорошо известно об усилении сейсмической активности в связи с заполнением крупных водохранилищ в различных районах нашей планеты. (37,14) В зоне действия Нурекской ГЭС возбуждённая сейсмичность наиболее сильно проявилась в периоды основных стадий заполнения водохранилища ежегодный уровень сейсмичности его повысился более, чем в четыре раза, в среднем, до 50 землетрясений в год, в 1955/70 гг.- до 400 землетрясений в год (38). Отмечается миграция землетрясений по мере увеличения площади водохранилища. Расширение зоны сейсмичности обуславливается постепенным проникновением воды вглубь пород и увеличением парового давления.

Наблюдения Института геологии, сейсмологии и сейсмостойкого строительства НАНТ в районе Нурекской ГЭС показали, что возрастание сейсмичности связано не только с моментами подъёма уровня воды в водохранилище, но и с периодами сброса

воды. Здесь существуют две гипотезы: первая – резкое изменение объема воды снимает напряженность земной коры, в этом случае водохранилище играет положительную роль: вторая- она может совпасть по амплитуде с возможным естественным снятием напряжения и увеличивает ее силу в этом случае водохранилище играет отрицательную роль.

Это можно объяснить тем, что земная кора конкретного района находится в напряженном критическом состоянии и достаточно малейшего вмешательства в это состояние (явление Триггера), чтобы нарушить природное равновесие и произойдет высвобождение значительной энергии тектонических напряжений. Итак, повышение сейсмичности в районе Нурекского водохранилища обусловлено следующими причинами:

- дополнительной нагрузкой от веса воды в водохранилище на окружающую среду;
- низкими прочностными свойствами и степенью трещиноватости горных пород района:
- скоростью проникновения поверхностных вод в глубинные слои подземных вод, что вызывает изменение парового давления:
- повышением давления подземных вод.

Заиление водохранилищ приводит к потере их объема. По литературным данным, ежегодная потеря объема в результате заиления составляет от 0,02 до 14,33% . Следует ожидать, что срок полного заиления полезного объема Нурекского водохранилища сократится вдвое, втрое против проектного. так как средняя толщина донных отложений за три года составила 22 м вместо 9 м, по проекту. Одной из причин, повлиявших на рост уровня наносов, являются локальные оползни, обвалы, смывы и переработки берегов. Снижение уровня воды в водохранилище отрицательно влияет на мощность ГЭС, также на орошаемое земледелие, на коррозию лопаток турбин.

Из-за увеличения площади зеркала увеличивается испарение воды, что влечет за собой безвозвратное изъятие воды из реки. Сооружение искусственных водохранилищ меняет гидравлические параметры водотоков: скорость воды, расходы и уровни, кислородный режим. Из-за появления мелководий и в результате замедления водообмена происходят неблагоприятные гидробиологические и гидрохимические процессы, которые обуславливают разложение органических веществ и цветение воды, что приводит к ухудшению санитарного состояния водоёма. Всё это приводит к тому, что вода в водохранилище становится «мертвой» и непригодной даже для разведения рыб. Плохо очищенные сточные воды и малые скорости течения усугубляют это положение.

Сооружение крупных водохранилищ ГЭС приводит к изменениям климатических условий. Сооружение водохранилищ большого объема со значительной площадью способствует увеличению потерь воды с испарением, последствием чего являются изменение температуры воздуха, влажности, прозрачности атмосферы освещенности, атмосферного давления, ионизации воздуха. Увеличение потерь воды с испарением приводит к увеличению содержания водяных паров, а это в свою очередь увеличивает поглощение инфракрасного излучения снизу (тепличный эффект). В свою очередь, тепличный эффект увеличивает температуру, снижая вероятность поздних заморозков, увеличивает число ясных дней. Увеличение средней низкой облачности уменьшает направленный вниз поток прямой солнечной радиации, охлаждает систему: атмосфера – Земля – водохранилище, уменьшает температуру поверхности, уменьшает континентальность климата, способствует увеличению скорости ветра.

Опыт эксплуатации крупных водохранилищ в республике показывает, что среднегодовая температура воздуха несколько снижается. Вследствие увеличения ливневых дождей в последние годы в республике при-

ходится по несколько раз пересевать хлопчатник. Овощи и фрукты также поспевают с запозданием, в результате чего происходит заметное увеличение цен на рынках на овощи и фрукты, что имеет немаловажное социальное значение. Изменение температуры воздуха, увеличение ливневых дождей в результате энергетической деятельности приводит к уменьшению площади поверхности снежного покрова и к увеличению таяния льда, что обуславливает увеличение стока рек, последнее отрицательно влияет на регулирование режима горных рек.

А регулирование режима горных рек республики обеспечивает повышение не только энергоотдачи, но и гарантированные высокие урожаи в сельском хозяйстве.

Большое негативное влияние имеют водохранилища на рыбное хозяйство. Сооружение плотин ГЭС препятствует проходу рыбы к местам нерестилищ, а требования рыбного хозяйства к режиму стока рек полностью противоречат задачам регулирования стока, т.е. основной цели, для которой и создается водохранилище.

Наша республика находится в неблагоприятной климатической зоне со слабым рассеиванием вредных веществ. О тяжёлом экологическом положении в республике можно судить по тому, что по имеющимся данным, металлургические предприятия выбрасывают в атмосферный воздух 39,4 тыс. тонн вредных веществ. Госагропромышленные предприятия 19,3 тыс. тонн вредных веществ, которые, в основном, приходится на хлопкозаводы, строительные предприятия Таджикистана 14,4 тыс. тонн, энергетические 6,9 тыс. тонн.

В условиях складывающейся в республике экологической обстановки определение направлений и выбор средств развития энергетики Таджикистана должны удовлетворять не только критерию экономической эффективности, но и учитывать социальные и экологические факторы. Способом их учёта является установление социальных и экологических требований к вариантам как

хозяйственных решений в энергетике, так и соответствующих программ социально-экономического развития республики в целом т.е. необходимо рассматривать только такие проекты решений, которые удовлетворяют соответствующим экологическим и социальным стандартам.

Поэтому, при проектировании крупных комплексных гидроузлов необходим, по возможности, точный учёт всех негативных последствий и привлечение этих негативных последствий.

Обострение экологических проблем в республике вследствие вовлечения в хозяйственный оборот мощных гидроэлектростанций в глубине горных массивов, вдали от центров электропотребления предопределяет решение следующих задач:

- для снижения потерь электрической энергии за счёт «коронного» разряда на проводах ЛЭП необходимо увеличить сечение проводов;

- при сооружении горных ЛЭП могут быть использованы неунифицированные типы опор, возможно увеличение длины пролёта;

- наличие продолжительного радиационного баланса по основным населённым пунктам Таджикистана способствует возрождению традиций использования наиболее чистых с экологической точки зрения нетрадиционных возобновляемых источников энергии: солнца, ветра, малых рек;

- использование ветровой энергии, особенно в районах восточного Памира, где наиболее высокая скорость ветра. Использование ветровых установок для энергоснабжения этих районов может вытеснить до 30% ввозимого дизельного топлива. В целом по республике потенциальные ресурсы ветра могут составить около 90 млрд. КВт ч. энергии в год;

- вовлечение в использование отходов животноводства и птицеводства, путем переработки их в биогаз. Внедрение биоэнергетических установок в энергетику сельских районов Таджикистана позволит решить од-

новременно кроме энергетических проблем задачи социального производственного характера. Это – получение биогаза и использование его в производственных процессах, коммунально-бытовом хозяйстве, охране естественных водоемов и русел рек от загрязнений, получение высокоэффективного удобрения, что обуславливает снижение завоза минеральных удобрений уменьшение распада светлых нефтепродуктов на их транспортировку;

- дефицит в электроэнергии уменьшится с вводом первых агрегатов Рогунской ГЭС:

- освоение гидроэнергетических ресурсов реки Пяндж;

- в целях рационального природопользования необходимо освоение гидроэнергоресурсов малых рек, для горных и предгорных районов сочетание малых ГЭС и дизельных станций, последние необходимы для повышения надёжности электроснабжения потребителей при сезонных и суточных колебаниях речного стока.

Проведенный анализ, свидетельствует о том, что вся практика нашего хозяйствования была нацелена на вовлечение новых ресурсов, а не на их экономию.

Энергоэкологическая эффективность вовлечения в хозяйственный оборот гидроэнергии малых рек, солнечной и ветровой энергии, снижающих экологическую и энергетическую напряжённость в республике, не вызывает сомнений.

Литература

1. Новиков Р.А. Проблемы окружающей среды в мировой экономике и международных отношениях. М.: Мысль. - 1976.
2. Ахророва А.Д. Эффективность энергетического комплекса Диссертация. ДСП. Душанбе :1989. - С. 98, 126, 205.
3. Экосистемы в критических состояниях Москва: 1989. - С.11.
4. Таджикистан. Природа и природные ресурсы. Душанбе: Дониш - 1982.
5. Научный отчёт Института экономики АН Таджикской ССР за 1989 г.
6. Бабаев А.М., Кошлаков Г.М., Мирзоев

- К.М. Сейсмическое районирование Таджикистана. Душанбе: Дониш. - 1978.
7. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища М.: Мысль, 1987.- 109с.
8. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов Таджикистана //Статистический сборник. 1991.

УДК 627.8 + 681.518

АППАРАТУРА И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ПОВЫШАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

*Давлатшоев С.К.¹, Фазилов В.А.¹, Сафарова М.М.²,
Рахимов Б.Н.², Раджабова А.С.²*

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ¹

Таджикский технический университет им. ак. М.С. Осими²

Аннотация. *Натурные наблюдения за основаниями гидротехнических сооружений должны начинаться на стадии их строительства и продолжаться непрерывно в течение всего периода жизненного цикла сооружений вплоть до их консервации или ликвидации. Для каждого конкретного основания гидротехнического сооружения периодичность регулярных натурных наблюдений устанавливаются индивидуально с учётом инженерно-геологических, гидрогеологических, геокриологических условий, компоновочных и конструктивных особенностей сооружений, характера реакции сооружения и его основания на нагрузки и воздействия, наличия (отсутствия) и интенсивности развития неблагоприятных для сооружения процессов или повреждений, условий эксплуатации. В статье рассматривается обзор методов и аппаратур для организации непрерывного мониторинга за основными параметрами сооружения, оснащение оснований сооружения контрольно-измерительными аппаратами в период возведения и эксплуатации.*

Ключевые слова: *аппаратура, мониторинг, безопасность, фильтрация, дренажные устройства, суффозия, сейсморазведка, деформометрия, геофильтрация, геотермия.*

Гидротехнические сооружения, ГТС – плотины, здания ГЭС, водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, судоходные шлюзы, судоподъёмники; сооружения, предназначенные для защиты от наводнений и разрушений берегов водохранилищ, берегов и дна русел рек; дамбы, ограждающие верхний и нижний бассейны гидроаккумулирующих электростанций, золошлакоотвалы и шламоотвалы тепловых электростанций и котельных, работающих

на органическом топливе, а также дамбы, ограждающие хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных предприятий [1-7].

Оснащение оснований гидротехнических сооружений (ГТС) на период их эксплуатации контрольно-измерительными аппаратами (КИА) осуществляют, главным образом, в период их строительства по специальному проекту натурных наблюдений (мониторинга) (рис. 1).