

УДК 339.9

ТРИ ПЛОТИНЫ НА АФРИКАНСКИХ РЕКАХ: ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Поспелов В.К.

*ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,
Москва, e-mail: VPospelov@fa.ru, valposp@yandex.ru*

Статья посвящена проблеме использования гидроэнергетических ресурсов Африки на примере трех плотин, имеющих важное значение для Египта, Эфиопии и Демократической Республики Конго. Высотная Асуанская плотина находится в эксплуатации уже полвека и имеет большое значение для экономики Египта, прежде всего для устойчивого развития сельского хозяйства. Строящаяся плотина «Возрождение» в Эфиопии позволит ускорить процессы электрификации. Однако сооружение плотины вызвало негативную реакцию в Египте и Судане из-за вероятного уменьшения объема воды, который будут получать эти страны после начала заполнения водохранилища эфиопской плотины. Оба государства обратились в ООН для разрешения конфликта. До настоящего времени не найдено удовлетворительного компромисса между тремя государствами. Плотина «Большая Инга» в Демократической Республике Конго, первые две очереди которой («Инга-1» и «Инга-12») уже эксплуатируются, рассматривается как один из важнейших проектов, имеющих общеафриканское значение. Тем не менее проблема финансирования строительства ряда новых плотин «Большой Инги» на р. Конго и использования генерирующих мощностей всего комплекса требует дополнительного исследования. Опыт проектирования, строительства и эксплуатации больших плотин требует комплексной оценки эффективности использования потенциала с учетом положительных и негативных аспектов их воздействия на экономику страны, прежде всего на развитие сельского хозяйства, электрификацию страны, формирование национальных кадров и повышение уровня жизни населения.

Ключевые слова: Африка, гидроэнергоресурсы, большие плотины, комплексный подход к оценке эффективности больших плотин

THREE DAMS ON AFRICAN RIVERS: EXPERIENCE GAINED IN DESIGNING, CONSTRUCTION AND OPERATION

Pospelov V.K.

*Financial University under the Government of the Russian Federation,
Moscow, e-mail: VPospelov@fa.ru, valposp@yandex.ru*

The article looks at utilization of Africa's hydropower resources basing on the experience of three big dams in Egypt, Ethiopia and the Democratic Republic of the Congo. The high Aswan dam has been in service for half a century and is essential for Egypt's economy, primarily for sustainable development of the country's agriculture. The Renaissance dam now under construction will help accelerate Ethiopia's electrification. However construction of the dam has engendered a negative reaction in Egypt and the Sudan because of the likely reduction in the volume of water that would be available for both the countries after Ethiopia starts to fill the dam reservoir. Both the states have asked the UN to help resolve the conflict. No satisfactory compromise has emerged to date. Grand Inga dam in the Democratic Republic of the Congo of which the first two phases (Inga-1 and Inga 2) are already in service is regarded as one of the major projects for the whole of Africa. The problem of finding funds for the construction of additional phases of the Grand Inga dam and the utilization of its generating capacities requires further studies. The experience gained in designing, building and operating big dams needs a comprehensive assessment of their efficiency taking into account both positive results obtained after commissioning the dams as well as negative aspects found in the course of operation in terms of overall impact of the dams on the country's economy particularly on its agriculture, electrification, training of nationals and improvement of the population living standards.

Keywords: Africa, hydropower resources, big dams, comprehensive approach to assessing efficiency of big dams

Африканский континент остается наименее обеспеченным промышленными видами энергии. Душевое потребление энергии составляет всего 13,9 Гдж (примерно 0,47 т.у.т.), что в 5 раз меньше среднемирового. Еще больше разрыв по величине отставания Африки по уровню душевого производства электроэнергии. Однако имеется огромный разрыв в уровне электропотребления между Египтом и ЮАР, с одной стороны, и остальными государствами континента. В двух вышеуказанных странах Африки в 2020 г., где проживает всего 12% населения континента, было произведено

свыше 51% всей электроэнергии. Без учета указанных двух стран душевое производство электроэнергии на Африканском континенте примерно в 10 раз ниже среднемирового [1; 2]. Несмотря на то что Африка богата гидроэнергоресурсами, ныне используется только примерно 11% от имеющегося потенциала [3], хотя на африканских реках построено и находится в эксплуатации несколько тысяч плотин. Однако лишь некоторые из них приобрели особую значимость либо для одной страны, либо для нескольких стран. Высказываются предложения о сооружении ряда новых

плотин. В статье рассмотрены три плотины: Высотная Асуанская плотина (ВАП) в Египте, плотина «Возрождение» (Хидасе) в Эфиопии и плотина «Большая Инга» на реке Конго, две очереди которой находятся в эксплуатации. Первая из трех плотин служит народу Египта уже полвека, вторая находится в стадии строительства, сооружение новых очередей третьей пока только обсуждается. Целью исследования является раскрытие общих черт и особенностей проектирования, сооружения и эксплуатации больших плотин.

Материалы и методы исследования

Проведение исследования опыта проектирования, строительства и эксплуатации трех африканских плотин проводилось с использованием методов описательной и аналитической статистики, методов сравнения и обобщения.

Основными источниками данных явились материалы Организации Объединенных Наций, Международного энергетического агентства, Африканского банка развития, международной энергетической компании «Бритиш петролеум», публикации средств массовой информации зарубежных, в т.ч африканских, стран, и ресурсы Интернета.

Результаты исследования и их обсуждение

Что касается результатов, достигнутых после сооружения плотин, то об этом можно судить в полной мере только применительно к Высотной Асуанской плотине, которая была принята в эксплуатацию в 1971 г. До сооружения плотины в 1965 г. производство электроэнергии в Египте на душу населения составляло около 180 кВт·ч, в 1972 г. – 222 кВт·ч, причем этот рост был обеспечен только за счет ввода в эксплуатацию ГЭС ВАП: в 1965 г. выработка на ГЭС Египта составила 1,77 млрд кВт·ч, а в 1972 г. – 5,13 млрд [4, р. 599]. Строительство ГЭС Высотной Асуанской плотины и линий электропередачи 500 кВ «Асуан-Каир» позволило создать Единенную энергосистему Египта (ОЭС), сформировать в течение непродолжительного периода времени при технико-экономическом содействии СССР национальные кадры энергетиков для эксплуатации ОЭС, а несколько позднее приступить к реализации программы сельской электрификации. Однако главным положительным фактором воздействия построенной плотины на экономику Египта стала предсказуемость развития сельского хозяйства страны, переставшего быть заложником непостоянства

стока Нила, который в прошлом колебался в весьма широких пределах. В 1960 г., то есть до начала строительства ВАП, население Египта превысило 26 млн человек. В год ввода ВАП в эксплуатацию оно увеличилось до 35 млн, а в 2020 г. достигло отметки 102 млн чел. Сложно было бы представить себе ситуацию в экономике Египта, прежде всего в сельском хозяйстве страны, в настоящее время, если бы не была построена высотная плотина.

Любая крупная плотина оказывает воздействие на окружающую среду, которое не всегда является однозначно положительным. Так, строительство ГЭС на равнинных реках приводит к тому, что значительные площади выводятся из сельскохозяйственного оборота. В этом смысле ВАП – не исключение. Хотя после сооружения плотины не произошло уменьшения сельскохозяйственных площадей, а, напротив, появилась возможность освоения новых земель для ведения сельского хозяйства, тем не менее проявился ряд побочных негативных моментов. В литературе отмечаются такие негативные последствия, как размыв побережья Средиземного моря в пределах Египта, потеря плодородного ила, который ранее во время паводка служил естественным удобрением, потери воды на испарение из водохранилища Насер, а также ряд других негативных последствий [5].

Следует отметить, что не все возможности, созданные плотинной, были в полной мере использованы. Объективная оценка воздействия плотины требует учета как положительных, так и негативных аспектов ее воздействия. Без этого оценка становится однобокой. Примером такой односторонней оценки может быть публикация в Интернете «Асуанская ГЭС. СССР строил за свой счет, а египтяне уже не рады» [6].

В энциклопедии «Британника» отмечаются негативные аспекты, проявившиеся после ввода плотины, однако утверждается, что ВАП приносит огромные выгоды (enormous benefits) экономике Египта, поскольку впервые в истории сток Нила контролируется человеком [7].

Когда река протекает через несколько стран, приходится договариваться об объемах воды, которые могут использоваться каждой страной. В 1950-х гг. с точки зрения международных отношений Египту требовалось достичь соглашения лишь с Суданом о разделе стока Нила, и такое соглашение было достигнуто. По соглашению, доля Египта в объеме воды Нила составила 55,5 млрд куб. м, а Судана – 18,5 млрд. Было также предусмотрено, что если сток Нила

будет выше, то превышение будет поделено между обеими странами поровну.

Однако раздел воды Нила между Египтом и Суданом не учитывал интересы других стран, лежащих выше по течению Нила, в частности Эфиопии. В начале текущего столетия Эфиопия, число жителей которой больше, чем в Египте, стала проводить более активную политику в отношении использования воды Нила. Эфиопия считает своим правом строить плотину и накапливать воду в водохранилище строящейся мощной плотины «Возрождение», поскольку Голубой Нил является главным источником нильской воды. Поэтому при сооружении плотины «Возрождение» на Голубом Ниле возникла большая напряженность в отношениях между Эфиопией, Суданом и Египтом. Проблема осложняется тем, что Нил является фактически единственным источником воды для сельского хозяйства Египта. Прямые переговоры между Египтом, Суданом и Эфиопией не привели к взаимоприемлемому решению проблемы, поэтому в июле 2021 г. Египет и Судан обратились в Совет безопасности ООН с просьбой оказать содействие в разрешении конфликта с Эфиопией [8].

Возникновение и развитие конфликта вокруг строительства плотины «Возрождение» показывают необходимость более глубокой разработки норм международного права, регламентирующего практическое использование вод международных рек. Это приобрело особую актуальность с учетом возрастающего дефицита пресной воды в целом ряде регионов планеты.

Строительство и эксплуатация ВАП позволили накопить опыт, который необходимо учитывать при сооружении новых больших плотин. Имеется несколько аспектов вышеуказанного опыта. Во-первых, любой масштабный инфраструктурный проект в сфере энергетики требует дополнительных усилий для его эффективного включения в ткань национальной экономики. Во-вторых, в отличие, например, от солнечной энергии, которая может производиться вблизи от мест потребления и постепенно покрывать появляющуюся нагрузку, электроэнергия крупной ГЭС может производиться в значительных объемах только при наличии соответствующих электромощных потребителей. В Египте для более быстрого использования созданных генерирующих мощностей пришлось в срочном порядке строить электромощное предприятие – алюминиевый комплекс в Наг Хаммади. Далее. Не всегда возможно вводить в строй электромощные предприятия рядом с приплотинной ГЭС. Поэтому необходимо

создавать соответствующие, в т.ч. высоковольтные, электрические сети. В Египте решение было найдено в виде строительства линии электропередачи 500 кВ Асуан – Каир, ставшей частью Объединенной энергосистемы Египта (ОЭС). В-третьих, создание ОЭС потребовало подготовки соответствующих кадров для эксплуатации построенной ГЭС и электрических сетей, что и было осуществлено при технико-экономическом содействии СССР всего за несколько лет.

Использование электроэнергии, вырабатываемой на ГЭС плотины «Возрождение», также ожидается на напряжении 500 кВ.

Высотная Асуанская плотина была задумана и реализована прежде всего как надежное средство регулирования стока Нила для нужд сельского хозяйства Египта. Однако она создала значительный гидроэнергетический потенциал. Мощность ГЭС ВАП равняется 2100 МВт, и в 2018/2019 финансовом году на ней было выработано около 9 млрд кВт·ч электроэнергии [9, р. 27]. Это означает, что число часов использования установленной мощности превысило 4280. Известно, что количество воды, используемой для производства электроэнергии на ГЭС ВАП, напрямую зависит от потребностей воды для ирригации. Поэтому в зимний период попуски ниже, чем в летние месяцы, вследствие чего выработка электроэнергии на ГЭС ВАП в зимний период ниже, чем в жаркие летние месяцы.

Целью создания плотины «Возрождение», судя по официальной информации, является производство электроэнергии в объеме около 15,579 млрд кВт·ч. [10] Это означает, что общее производство электроэнергии в стране может возрасти с 14,034 млрд кВт·ч (2019 г.) до 29,6 млрд, или в 2,1 раза. Тем самым душевое потребление электроэнергии может увеличиться с 125 кВт·ч в 2019 г. примерно до 230 кВт·ч в 2025 г. при условии, что электрификация страны будет осуществляться согласно намеченным программам. Учитывая, что установленная мощность ГЭС «Возрождение» проектируется в объеме 6450 МВт, число часов использования установленной мощности не превысит 2420. Это позволяет высказать предположение, что попуски через плотину «Возрождение» будут определяться прежде всего потребностями электрификации страны.

Если в дальнейшем будет принято решение о необходимости повышения эффективности использования установленных генерирующих мощностей, что приведет к росту показателя числа часов использования установленных мощностей, то для это-

го, по-видимому, потребуется строительство новых промышленных предприятий и, соответственно, увеличение попусков воды через плотину, что, в свою очередь, потребует уточнения общей политики использования гидроэнергетического потенциала плотины «Возрождение» не только для развития промышленности, но и сельского хозяйства.

Третья африканская плотина, строительство которой включено в программу «Повестка дня для Африки на 2063 год», получила название «Большая плотина Инга» (Grand Inga Dam) на реке Конго. На самом деле, это целый комплекс из восьми плотин. Суммарная мощность ГЭС, которые могут быть построены, превысит 40 тыс. МВт. Две плотины – «Инга-1» мощностью 351 МВт и «Инга-2» (1424 МВт) – уже введены в эксплуатацию.

В Демократической Республике Конго основу электроэнергетики составляют гидроэлектростанции. По данным ООН, в 2018 г. их доля в производстве электроэнергии превысила 91%. ООН приводит формальный расчет поставок электроэнергии на душу населения – 152 кВт·ч (2018 г.) [11, р. 458, 493]. Однако эти показатели должны быть пересчитаны с учетом численности жителей, имеющих доступ к электроэнергии. В разных источниках приводятся две цифры, весьма отличающиеся друг от друга (9% и 19%). По данным МЭА, в 2019 г. менее 9% населения ДРК имели возможность пользоваться электроэнергией. В этом случае душевое потребление жителей, имеющих доступ к электроэнергии, в 2018 г. окажется на уровне 1691 кВт·ч. Если же учитывать показатель 19%, тогда душевое потребление равно 755 кВт·ч. Это означает, что значительная часть электроэнергии потребляется в промышленности (в ДРК в добывающей промышленности на рудниках в провинции Катанга), об этом свидетельствует и показатель числа часов использования генерирующих мощностей на ГЭС ДРК (выше 4012 в 2018 г.). Однако страна в основной своей части остается неэлектрифицированной. Опыт ДРК подтверждает практику, имевшую место в Египте: для создания нагрузки для крупных ГЭС должны строиться электроемкие предприятия.

Поэтому проект «Большая Инга» не может быть достаточно эффективным, если не будет соответствующих электропотребителей. По сообщениям СМИ, интерес к проекту «Большой Инги» проявляет Южная Африка, которая испытывает дефицит генерирующих мощностей, необходимых для развития экономики. По сообщени-

ям СМИ, Южная Африка заинтересована в увеличении объема возможных закупок электроэнергии ГЭС «Инга-3», мощность которой составит 11 тыс. МВт. Первоначальный объем, зафиксированный в договоре 2013 г., был определен в размере 2500 МВт [12]. Помимо ЮАР, интерес к закупке электроэнергии ГЭС «Инга-3» проявила Ангола [13].

Строительство плотин и приплотинных ГЭС требует значительных инвестиций. Для сооружения ВАП и ГЭС Советский Союз предоставил кредит, который покрыл значительную часть затрат. Строительство плотины «Возрождение» осуществляется в основном за счет внутренних финансовых ресурсов Эфиопии, однако, по сообщениям СМИ, в 2013 г. Китай предоставил Эфиопии заем в размере 1,0 млрд долл. США на строительство линий электропередачи от ГЭС плотины до крупных городов страны [14].

Объем инвестиций на сооружение плотин «Большой Инги» оценивается примерно в 80 млрд долл. Затраты на возведение плотины «Инга-3» и ГЭС могут достичь 14 млрд долл. Такого объема финансовых ресурсов в ДР Конго не имеется. Поэтому необходимо привлекать иностранные инвестиции. Одним из иностранных инвесторов может стать капитал ЮАР. Однако в литературе высказываются критические замечания, суть которых состоит в том, что электроэнергия с ГЭС «Инга-3» будет обходиться ЮАР значительно дороже, чем электроэнергия из других возобновляемых источников [15]. По сообщениям СМИ, интерес к проекту проявляют и другие иностранные инвесторы.

В случае поставок значительных объемов электроэнергии в ЮАР и Анголу после сооружения ГЭС «Инга-3» встает вопрос о перспективах дальнейшей электрификации самой Демократической Республики Конго.

Заключение

Главной проблемой, с которой сталкиваются африканские страны в сфере гидроэнергетики, является отсутствие комплексного подхода к использованию богатых гидроэнергоресурсов континента. Необходимо решать двудеиную задачу, как использовать гидроэнергоресурсы для одновременной электрификации отдельных стран и регионов Африки. Особенно отчетливо это проявляется в случае возможной реализации проекта «Большой Инги». Сооружение в прошлом ряда плотин и приплотинных ГЭС в Демократической Республике Конго не привело к существен-

ному прогрессу в деле электрификации быта подавляющей части населения страны. Опыт прошлого необходимо учесть при подготовке к реализации проекта «Большой Инги». Одновременно следует принимать во внимание и возможность использования других возобновляемых источников электроэнергии, тем самым создавая более эффективный набор вариантов ускорения электрификации как отдельных стран, так и Африканского континента в целом. Поскольку Африка щедро наделена солнечной радиацией, будущее электроэнергетики континента видится в разумном сочетании использования всех видов возобновляемой энергии. Это обеспечит возможность не только более полно удовлетворять потребности электрификации страны, но и позволить использовать электроэнергию для обеспечения нужд сельского хозяйства, в частности в Египте, путем опреснения морской воды.

Список литературы

1. BP Statistical Review of World Energy July 2021. [Electronic resource]. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (date of access: 20.07.2021).
2. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects. 2019. Online Edition. Rev. 1. [Electronic resource]. URL: <https://population.un.org/wpp/> (date of access: 20.07.2021).
3. Hydropower in Africa: A spotlight on recent developments. [Electronic resource]. URL: <https://www.nenergybusiness.com/features/hydropower-africa/#:~:text=Africa%20has%20an%20installed%20hydropower,untapped%20potential%20across%20the%20world.&text=As%20electricity%20demand%20is%20expected,existing%20projects%20across%20the%20region> (date of access: 25.07.2021).
4. UN World Energy Supplies 1950–1974. N.Y.: UN, 1976. 825 p.
5. Mohamed N.N. Negative Impacts of Egyptian High Aswan Dam: Lessons for Ethiopia and Sudan. *International Journal of Development Research*. 2019. Vol. 09. Is. 08. P. 28861–28874.
6. Асуанская ГЭС. СССР строил за свой счет, а египтяне уже не рады. [Электронный ресурс]. URL: https://zen.yandex.ru/media/priroda_severo_zapada/asuanskaia-ges-sssr-stroil-zasvoi-schet-a-egiptiane-uje-ne-rady-6049e59d752e6e35d12d-bb6f (дата обращения: 01.08.2021).
7. Aswan High Dam. [Electronic resource]. URL: <https://www.britannica.com/topic/Aswan-High-Dam> (date of access: 23.07.2021).
8. Egypt, Sudan Seek UN Help to Resolve Mega Dam Dispute with Ethiopia. [Electronic resource]. URL: <https://www.voanews.com/africa/egypt-sudan-seek-un-help-resolve-mega-dam-dispute-ethiopia> (date of access: 19.07.2021).
9. Egyptian Electricity Holding Company. Annual Report 2018/2019. [Electronic resource]. URL: http://www.moe.gov.eg/english_new/EEHC_Rep/2018-2019en.pdf (date of access: 17.07.2021).
10. GERD Coordination Office. The major Components of the Project. [Electronic resource]. URL: <https://www.hidasse.gov.et/web/guest/about-the-dam> (date of access: 20.07.2021).
11. UN Energy Statistics Yearbook 2018. N.Y.: UN, DESA, 2021. [Electronic resource]. URL: <https://unstats.un.org/unsd/energystats/pubs/yearbook/2018/t32.pdf> (date of access: 01.08.2021).
12. The Inga 3: Hydropower Project. [Electronic resource]. URL: <https://www.icafrica.org/fr/news-events/infrastructure-news/article/the-inga-3-hydropower-project-5130/> (date of access: 03.08.2021).
13. Angola May Seek Almost Half the Power From a \$14 Billion Congo Hydro Plant. [Electronic resource]. URL: [bloomberg.com/news/articles/2019-11-11/angola-may-buy-5-gigawatts-from-14-billion-congo-hydro-plant](https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-11-11/angola-may-buy-5-gigawatts-from-14-billion-congo-hydro-plant) (date of access: 01.08.2021).
14. China Lends Ethiopia \$1.2b for Mega-dam Power Lines. [Electronic resource]. URL: <https://www.straitstimes.com/business/china-lends-ethiopia-s12b-for-mega-dam-power-lines> (date of access: 02.08.2021).
15. The Inga 3: Too High a Cost. A Study of the Socio-Economic Costs of the Inga 3 Dam for South Africa. [Electronic resource]. URL: https://cisp.cachefly.net/assets/articles/attachments/85679_inga-3-too-high-cost-report-final.pdf (date of access: 25.07.2021).