



УДК 504. 06+65.012.1

Иванов Александр Владимирович, кандидат экономических наук, доцент кафедры ВВЭХ ФГБОУ ВО «ННГАСУ», alexanderivanov52@yandex.ru

Чекулаева Наталья Анатольевна, магистрант кафедры ВВЭХ ФГБОУ ВО «ННГАСУ»

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65

Работа выполнена в инициативном порядке.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕДИНЕНИЯ ПЛАВУЧЕЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ СТАНЦИЙ С СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ГЭС

Ключевые слова: Гидроаккумулирующая электростанция; фотоэлектрическая станция; возобновляема энергетика; цветение; ущерб окружающей среде, устойчивое развитие.

Аннотация. В работе представлена концепция объединения солнечной, гидроаккумулирующей и традиционной гидроэлектростанции как проекта реконструкции действующей ГЭС. Представлены расчеты экологических и энергетических параметров предлагаемого комплекса применительно к Горьковскому водохранилищу на Волге. Предложены решения по взаимному расположению компонентов предлагаемого энергетического комплекса.

Внедрение новых низкоуглеродных технологий столкнулось с тем, что в снижении стоимости возобновляемых видов энергетики достигнут естественный предел, связанный с физической природой преобразования возобновляемой энергии различной природы в электроэнергию. В этих условиях основное внимание стало уделяться повышению эффективности всей системы в целом за счет технологий умных сетей и использования неиспользуемых и даровых ресурсов, которыми уже располагают сложившая инженерно-хозяйственная инфраструктура. В энергетике к ним можно отнести существующие объекты энергетической сетевой инфраструктуры, существующие водотоки, водохранилища, гидроэнергетические системы, транспортные и иные инженерные системы, системы расселения, исторические и природные объекты. В частности, плавучие солнечные электростанции оказывается на 10-15% эффективнее традиционной наземных [1]. Расположение СЭС рядом с городами дает возможность использовать гибридные станции, производящими как тепловую, так и электрическую энергию. Объединение солнечных и ветровых станций с ГЭС позволяет повысить их эффективность при снятии пиковых нагрузок. В данной работе сделан следующий шаг в оценке интеграции ресурсов различных типов за счет объединения фотовольтаики, гидроаккумуляции и гидроэнергетики для

решения задач эффективного энергоснабжения, обеспечения надежного водного транспорта и создания экологической среды, соответствующей зеленым стандартам [2-4].

Реализация концепции предлагается на примере развития приплотинной зоны Горьковского водохранилища рядом с существующей Нижегородской ГЭС. При этом экономическая оценка обсуждаемых решений основана на том, что выбор решений основан на современных представлениях о ценности почвенных ресурсов, то есть стоимость беспозвоночных в 1 кв. м почвенного слоя составляет 400 руб. [5]. В затопленных при строительстве водохранилищ зонах этот актив был утрачен в момент затопления. После возможного осушения и рекультивации затопленных территорий этот ресурс будет восстановлен самой природой. Его можно отнести к даровым благам, способным обеспечить как производство продовольствия, так и рекреационные услуги. Однако в настоящее время связанная с затоплением в период строительства равнинных плотин и ГЭС утрата десятков тысяч квадратных километров сельскохозяйственных угодий и леса не подлежит компенсации, что не позволяет рассматривать затопление почв и утрату связанной с ней фауны в качестве накопленного ущерба. Однако в том случае, если ранее нанесенный вред затопленным территориям будет признан в качестве накопленного ущерба, ситуация изменится и предлагаемая концепция обретет формальную значимость.

Место расположения предлагаемого мультимодального модуля - Горьковское водохранилище, его озерная часть, прилегающая к дамбе Нижегородской ГЭС в Горьковском водохранилище. Инженерные решения: существующая Нижегородская ГЭС и ее плотина, строительство дополнительной дамбы, выгораживающей часть прилегающего к плотине Нижегородской ГЭС водохранилища площадью около 20 млн кв м (20 кв. км) объемом 400 млн куб м (рабочий объем не менее 200 млн куб. м с практически постоянно удерживаемым перепадом высот с нижним бьефом 22,5 м (по балтийской системе соответствует 89 м и 66,5 м, соответственно), рис. 1 и 2.

Время сработки 10 м полезного слоя верхнего резервуара составит 14 час при максимальном расходе через ГЭС равном 5000 куб м /с.

Ориентировочный выход электроэнергии рассчитан из максимальной отдачи фотоэлектрических панелей 33 Вт/м² для площади 19,4 км². Таким образом, будет занята практически вся площадь верхнего бассейна. Для сравнения, крупнейшая проектируемая СЭС в Сэмангыме в Южной Корее мощностью 2100 мВт будет иметь площадь около 30 км², то есть имеет выход 70 Вт/м², а крупнейшая солнечная плавучая электростанция в Китае в провинции Аньхой мощностью 40 мВт занимает 0,86 км² и характеризуется выходом 46 Вт/м².

Мощность плавучей фотоэлектрической станции, рассчитанная для условий Горьковца, составит около 600 мВт. В расчетах предполагалось, что зенитный угол равен 57°. Количество панелей типа NN-POLY-280W равно 10000000 штук Их стоимость по существующим оптовым ценам составит около 40 млрд. рублей, Стоимость всего проекта составит около 60 млрд. рублей. Это позволит производить в год примерно 3,3 млрд. кВт. часов электроэнергии.

Расчет производства электроэнергии представлен на рисунке 3.

Производимая электроэнергия может непосредственно направляться в сеть. Однако расположение фотоэлектрических панелей в непосредственной близости с верхним бьефом Горьковского водохранилища позволит её использовать для перекачки воды из верхнего бьефа Нижегородской ГЭС в верхний резервуар ГАЭС. Мощность СЭС позволит перекачивать на высоту 10 м до 14,4 млн м³ воды в час, что позволит заполнять верхний резервуар за двое суток непрерывной работы.

Таким образом, первый этап завершается производством электроэнергии, которая в зимний период целиком будет направляться в сеть, а в период, свободный от льда – главным образом на перекачку воды из верхнего бьефа ГЭС в верхний резервуар.

Затраты энергии на перекачку пропорциональны разности высот между верхним бьефом водохранилища и верхним бассейном ГАЭС, как видно из рисунка 2.

Соответственно, мощность насосов, работающих на произведенной фотоэлектрическими панелями электроэнергии, составит

$$N_p = 9.81Q_p \Delta H \eta_p \quad (1)$$

где N_p - мощность электрических насосов, необходимая для перекачки воды из верхнего бьефа ГЭС в верхний резервуар ГАЭС, работающих на электричестве, произведенном фотоэлектрическими панелями, Q_p - расход транспортируемой насосами воды м/с, η_p - коэффициент полезного действия насосов.



Рис.1. Предлагаемый вариант строительства верхнего резервуара для перекачки воды из водохранилища с помощью плавучих фотоэлектрических панелей.

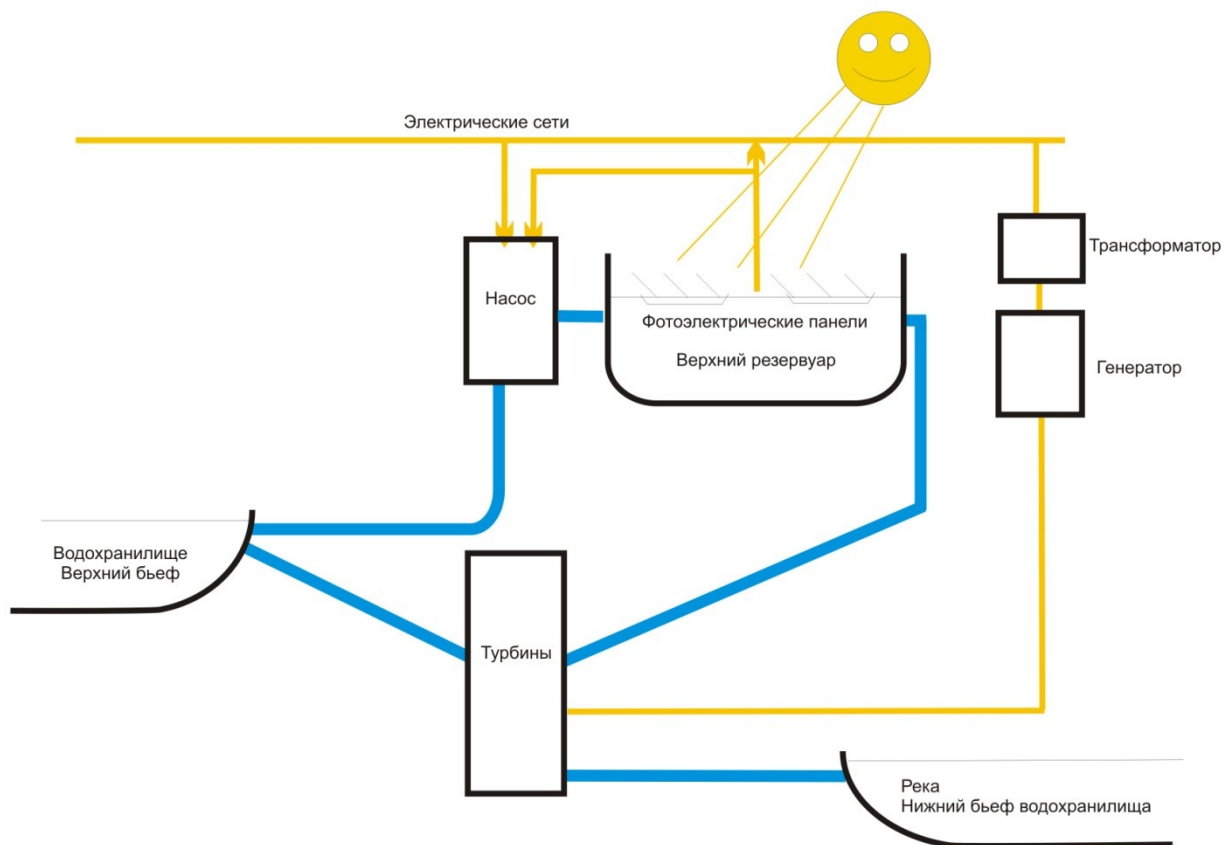


Рис. 2. Схема функционирования симбиоза фотоэлектрической станции, расположенной в верхнем водоеме гидроаккумулирующей станции, включающей верхний водоем, имеющиеся турбины Горьковской ГЭС и нижний бьеф Горьковской ГЭС

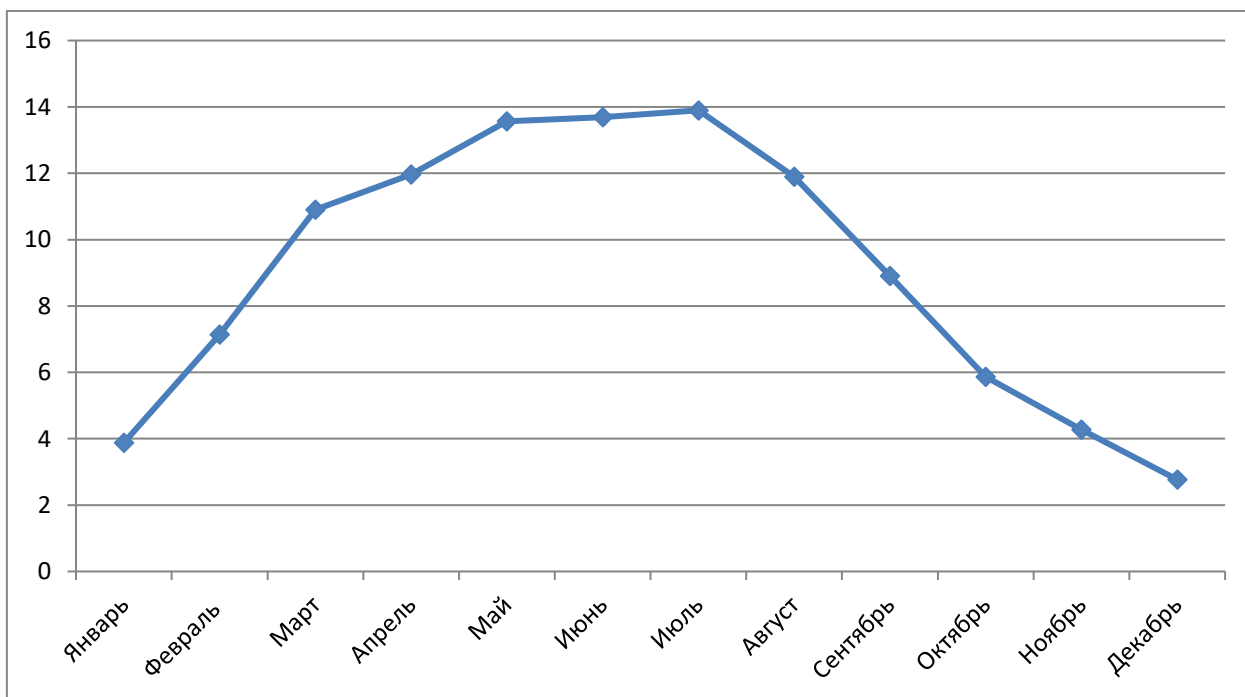


Рис. 3. Расчетное ежесуточное производство электроэнергии в млн. кВт в условиях Городца (зенитный угол 57° азимут 180°) в расчете на 10 млн фотоэлектрических панелей типа NH-POLY-280W, млн кВт-ч/сутки.

План действий по практическому использованию данных предложений заключается в следующем.

заключается в следующем.

1. Создание комплекса объектов возобновляемой энергетики, который позволит обеспечить стабильное производство электроэнергии за счет возобновляемых источников и плавное снижение уровня воды в водохранилище (реально обеспечить снижение на несколько метров)
2. Создание мощностей по перепрофилированию дна Волги в Горьковском водохранилище для обеспечения планового снижения уровня водохранилища и реабилитации ранее затопленных земель
3. Экологическая реабилитация Горьковского водохранилища на основе увеличения скорости течения при некотором уменьшении глубины, за счет чего будет обеспечено подавление процессов цветения в меженный период.
4. Реабилитация ранее затопленных пойменных территорий и возвращение их природе.
5. Строительство плавучих поселений по берегам реабилитированного Горьковского водохранилища
6. Создание Центра изучения процессов и практик природопользования

Выводы

Внедрение плавучих солнечных электро- и тепловых станций является относительно простым и быстро реализуемым направлением в энергетике. Оно позволит обеспечить снятие пиковых нагрузок, что можно отнести к традиционным задачам. Наиболее существенным является мощный экологический эффект, связанный с тем, что превращение обычных ГЭС в гибридные фотоэлектрические гидроаккумулирующие комплексы позволит существенно уменьшить площадь затапливаемых земель при увеличении генерирующих мощностей возобновляемой энергетики и оздоровлении водоемов за счет предотвращения цветения и широкого использования прибрежной части водохранилищ для создания плавучих низкоуглеродных городов. Таким образом будет продемонстрирована новая концепция развития человеческого потенциала на основе возобновляемых ресурсов.

Список литературы:

- [1] Michael Herh. S. Korea To Build World's Biggest Floating Solar Power Plant on Saemangeum Lake /July 19, 2019, 10:41 Электронный ресурс режим доступа www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=34083.
- [2] Hydroelectric plant with indirect filling of hydro-accumulation /Mirad Hadziahmetovic // WO 2007131305 A1.
- [3] Гидроаккумулирующая электростанция и русловое гидроколесо гидроэнергоагрегата. /Акимов А. П., Васильев А. Г., Васильев П. А, Павлов И. А. // Патент РФ RU 2529764 С2 Оpubл.: 27.09.2014, Бюл. № 2.
- [4] ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭНЕРГЕТИКИ КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ ТРАДИЦИОННОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКЕ В ВОЛЖСКОМ БАССЕЙНЕ Иванов А.В., Чекулаева Н.А./В сборнике: ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА труды 3-й всероссийской научной конференции. Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»). 2018. С. 10.
- [5] Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, 2010 г. (Утв. приказом МПР РФ от 8 июля 2010 г. № 238).

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL AND ENERGY PARAMETERS OF COMBINING FLOATING PHOTOVOLTAIC AND PUMPED STORAGE HYDROPOWER PLANTS WITH EXISTING HYDRO POWER PLANTS

Alexander V. Ivanov, Natalia A. Chekulaeva

Key words: Pumped storage hydropower; floating photovoltaic plant; renewable energy; algal bloom; environmental damage, sustainable development.

The paper presents the concept of combining solar, pumped storage and traditional hydroelectric power as a project for the reconstruction of the existing hydropower plants. The estimation of the environmental and energy parameters of the proposed integration in the Gorky reservoir case is presented. Spatial and functional design concept is proposed for integration of facilities.