

характера, организационного, инженерно-экологического, в основе которых должно быть понимание социума, которое поможет привить людям высокий уровень экологической культуры.

Список использованных источников

1. Макарова, Н. М. Экологическая безопасность системы обращения с отходами на объектах по хранению и уничтожению химического оружия // Безопасность жизнедеятельности. — 2019. — № 2 (218). — С. 40—43.
2. Стратегия по снижению вредного воздействия транспорта на атмосферный воздух Республики Беларусь на период до 2020 года. – 2013. –Минск.
3. Топливо из воды [электронный ресурс] – Режим доступа https://www.rbc.ru/opinions/technology_and_media/22/09/2018/5ba4e15a9a79475ac46e7c7b - дата доступа 08.11.2020.
4. Экологически транспорт будущего [электронный ресурс] – Режим доступа <https://mentamore.com/covremennye-texnologii/ekologic-transport-budushhego.html>- Дата доступа 04.11.2020.
5. Гигина О.С. Методы и технические средства защиты атмосферного воздуха от загрязнения и очистки отходящих газов. Уфа, 2010. 78 с.
6. Эльвангер Г. Роль железных дорог в защите окружающей среды // Железные дороги мира. 2005. №8. С. 3-35.

УДК 621.311.21

В.Н. Корнеев, Л.Н. Гертман, И.А. Булак

Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» (РУП «ЦНИИКИВР»), г. Минск, Беларусь

ОЦЕНКА ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СРЕДНИХ И МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ

Аннотация. В последние годы наряду с остальными возобновляемыми источниками энергии возрастает роль гидроэнергетики, которая основана на использовании экологически чистой энергии водных потоков и позволяет комплексно решать проблемы водоснабжения, орошения, защиты от наводнений, значительно при этом уменьшая выбросы в окружающую среду. В публикации представлены результаты исследований по оценке гидроэнергетического потенциала средних и малых рек Беларуси.

V.N. Korneev, L.N. Hertman, I.A. Bulak

Republican unitary enterprise «Central Research Institute for Complex Use of Water Resources» (RUE «CRICUWR»), Minsk, Belarus

ASSESSMENT OF HYDROPOWER POTENTIAL OF MEDIUM AND SMALL RIVERS OF BELARUS

Abstract. In recent years the role of hydropower has been growing along with other renewable energy sources. It is based on the use of environmentally friendly energy of water flows and helps to solve comprehensively such problems, as water supply, irrigation, flood protection, while significantly reducing environmental emissions. The publication presents the results of studies on assessment the hydropower potential of medium and small rivers of Belarus.

Существующие в настоящее время прогнозы показывают, что мировое потребление электроэнергии вырастет к 2030 г. по сравнению с 2000 г. в 2 раза, а к 2050 г. – в 4 раза. В этой связи глобальной проблемой развития человечества является проблема сохранения безопасного состояния окружающей среды. Поэтому наряду с остальными возобновляемыми источниками энергии возрастает роль гидроэнергетики, которая основана на использовании экологически чистой энергии водных потоков и позволяет наряду со значительным уменьшением выбросов в окружающую среду одновременно комплексно решать проблемы водоснабжения, орошения, защиты от наводнений и т.д.

Исчерпание возможностей освоения крупных водотоков приводит к развитию малой гидроэнергетики. К этой области гидроэнергетики, имеющей свои технические особенности, относятся ГЭС малой мощности – малые ГЭС, эксплуатирующие сток малых, средних и верховья крупных рек. В Беларуси принята следующая классификация ГЭС в зависимости от установленной мощности: крупные ГЭС – от 10 МВт и выше; малые ГЭС – от 1 до 10 МВт; мини-ГЭС – от 100 кВт до 1 МВт; микро-ГЭС – менее 100 кВт [1]. В последние годы в нашей стране был создан целый ряд крупных ГЭС – Гродненская на реке Неман, Витебская и Полоцкая на реке Западная Двина. В перспективе планируется строительство Немновской и Бешенковичской ГЭС на реках Неман и Западная Двина соответственно.

Малая гидроэнергетика получила значительное развитие также по причине небольших сроков окупаемости, минимальных площадей затопления, обеспечения электроэнергией изолированных от

энергосистемы (или требующих резервирования) потребителей, что дает, в конечном счете, преимущества для местного и регионального развития территорий. В то же время малая гидроэнергетика играет большую роль в обеспечении энергетической безопасности нашей страны.

Важной задачей при использовании водно-энергетического потенциала средних и малых рек является проведение на них инвентаризации перспективных створов размещения гидроэнергетических установок и определение эффективности строительства объектов гидроэнергетики с учетом экологических аспектов их внедрения.

До настоящего времени основным источником данных по гидроэнергетическому потенциалу средних и малых рек Беларуси являлся водно-энергетический кадастр Белорусской ССР, разработанный в 1962 г., в котором представлены водно-энергетические характеристики 353 рек Беларуси. Приведенные в нем данные за более чем 50 лет значительно потеряли свою актуальность и требуют существенного уточнения и кардинальной переработки.

Для актуализации данных по гидроэнергетическому потенциалу средних и малых рек Беларуси РУП «ЦНИИКИВР» с 2016 г. проводит исследования по разработке каталога створов размещения установок по использованию водно-энергетического потенциала средних и малых рек Беларуси (с учетом существующих и перспективных створов ГЭС) для основных речных бассейнов Западной Двины, Днепра, Припяти, Немана и Западного Буга. Исследования проводятся в рамках задания 2.1.4 подпрограммы II «Устойчивое использование природных ресурсов и охрана окружающей среды» Государственной научно-технической программы «Природопользование и экологические риски», 2016-2020 годы.

За период 2016-2019 гг. был проведен комплекс исследований по актуализации информации основных морфометрических и гидрологических (с использованием данных Белгидромета) характеристик средних и малых рек бассейнов рек Западная Двина, Днепр и Припять для определения их гидроэнергетического потенциала. В 2020 году продолжаются работы по оценке гидроэнергетического потенциала средних и малых рек бассейнов рек Неман и Западный Буг.

Створы площадок перспективного размещения установок по использованию водно-энергетического потенциала определяются с учетом минимизации затопления прилегающих территорий и объектов при размещении плотин водохранилищ ГЭС с выполнением условий по обеспечению достаточного напора для функционирования

ГЭС. Помимо этого, перспективные площадки не должны располагаться на территориях особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Всего в бассейне Западной Двины обоснован перечень из 58 рек с размещением на них 324 площадок перспективного размещения установок по использованию водно-энергетического потенциала. Для бассейна Днепра обоснован перечень 95 рек с размещением на них 371 площадки перспективного размещения установок по использованию водно-энергетического потенциала. В бассейне Припяти обоснован перечень 52 рек с размещением на них 187 площадок перспективного размещения установок по использованию водно-энергетического потенциала. В бассейне Немана – 51 река с 247 площадками, в бассейне Западного Буга – 9 рек с 30 площадками.

Для предложенных створов рек были определены основные гидрологические характеристики. Для рек, по которым имеются регулярные наблюдения Белгидромета их гидрологического режима, данные характеристики были определены с использованием результатов этих наблюдений, а для рек, по которым не имеется указанной информации – путем прямых гидрометрических измерений в ходе проведения РУП «ЦНИИКИВР» экспедиционных исследований.

По результатам измерений были выполнены гидрологические расчеты расходов воды, а также последующие расчеты по определению расходов воды для различных гидрологических условий с использованием расчетного по данным измерений расхода воды. По фондовым данным и в ходе экспедиционных исследований также определялись морфометрические характеристики русла и долин рек, выполнялась оценка состояния существующих водохранилищ для перспективного размещения гидроузлов ГЭС. Далее производился расчет характеристик продольного профиля рек в зависимости от водности водных объектов с учетом прогнозных оценок изменения стока рек в условиях изменения климата (рис.1).

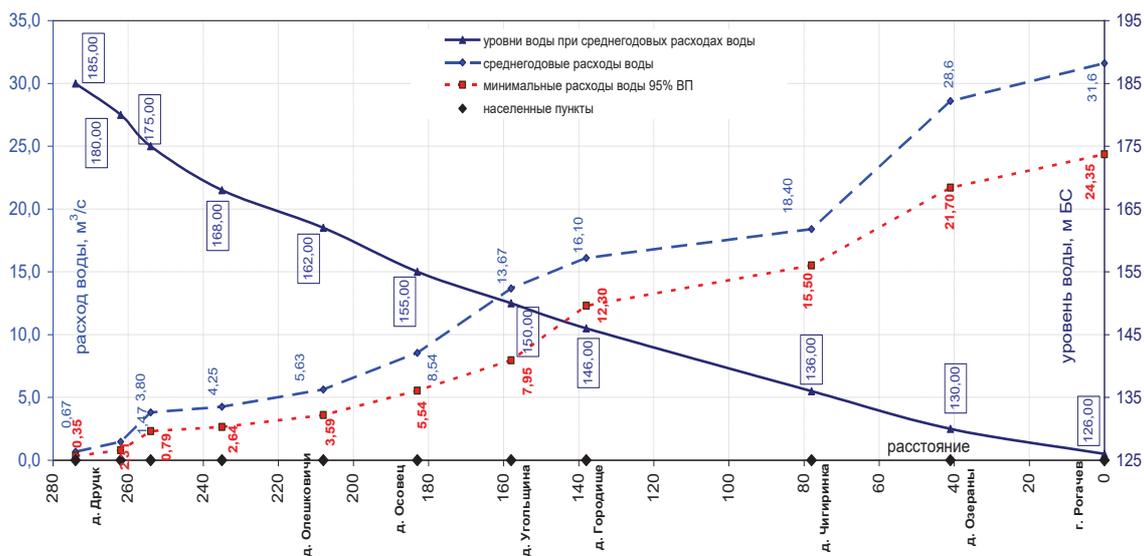


Рис. 1 – Пример продольного профиля свободной поверхности, среднегодовые и минимальные расходы в реке Друть с учетом перспективных площадок размещения установок по использованию гидроэнергетического потенциала

По определенным оптимальным расчетным напорам, гидрологической и общей морфометрической информации для двух гидрологических условий (при среднемноголетних расходах воды и расходах воды для маловодного года 95% вероятности превышения/обеспеченности) выполняются расчеты гидроэнергетического потенциала – мощности малой ГЭС по водоток без учета коэффициента полезного действия (КПД) энергетического оборудования - по следующей формуле [2]:

$$N_{вод}^{ГЭС} = 9,81Q_i H_i, \quad (1)$$

где Q_i – среднемноголетний расход воды в реке на расчетном i -м участке и расход воды для маловодного года 95% вероятности превышения (обеспеченности), возможный к использованию на малых ГЭС м³/с;

H_i – оптимальный напор на i -м участке.

Среднеинтервальная выработка электроэнергии малых ГЭС, обеспеченная расходом и напором (без учета ограничения установленной мощности малых ГЭС, представляющей собой сумму номинальных (паспортных) мощностей, установленных на станциях гидроагрегатов), вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_{вод}^{ГЭС} = N_{вод}^{ГЭС} \Delta t, \quad (2)$$

где Δt – расчетный интервал времени, часы (при $\Delta t = 8760$ часов величина $\mathcal{E}_{вод}^{ГЭС}$ соответствует выработке электроэнергии в годовом разрезе).

Для предложенных перспективных площадок определяются энергетические характеристики с использованием формул (1), (2) и выполняется построение кадастровых графиков для двух гидрологических условий (указанных выше) с наложением графика нарастания площади водосбора (рис. 2).

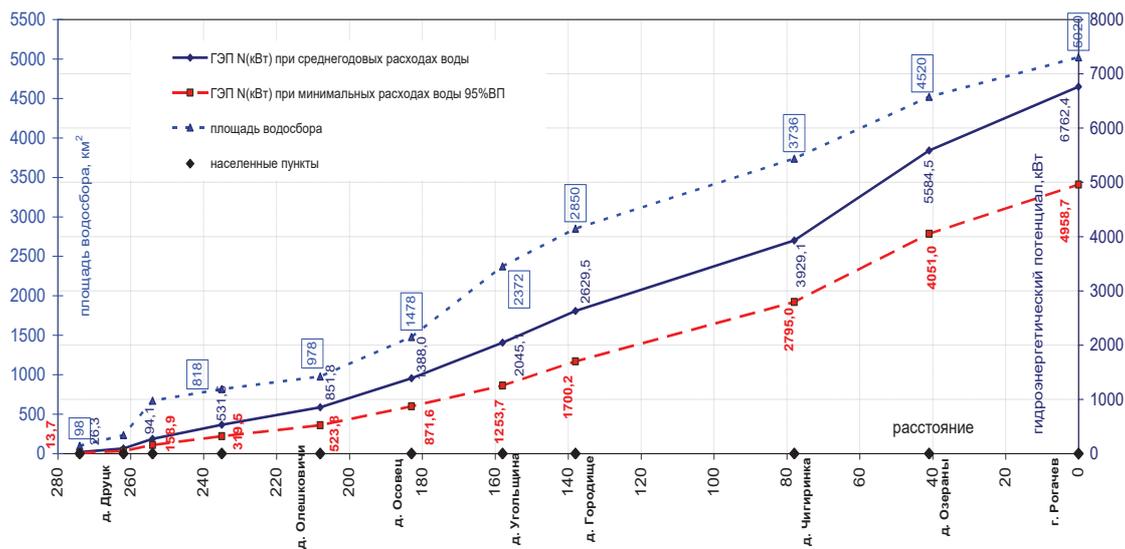


Рис. 2 – Пример кадастрового графика реки Друть с учетом перспективных площадок размещения установок по использованию гидроэнергетического потенциала

По результатам выполненных расчетов суммарный гидроэнергетический потенциал средних и малых рек бассейна Западной Двины при среднемноголетних расходах воды составляет 71,1 МВт, при расходах воды маловодного года 95%-й обеспеченности – 39,2 МВт. Для бассейна Днепра данные показатели составляют соответственно 63,9 МВт и 41,8 МВт, для бассейна Припяти соответственно 41,1 МВт и 21,4 МВт. Для бассейна Немана данные показатели составляют соответственно 53,6 МВт и 34 МВт, для бассейна Западного Буга – 4,4 МВт и 2,16 МВт.

На рис. 3 и в таблице 1 представлена градация средних и малых рек по их гидроэнергетическому потенциалу.

Таблица 1 – Градация средних и малых рек по их гидроэнергетическому потенциалу (ГЭП)

Суммарный ГЭП, кВт при среднемноголетних расходах воды	Менее 500	500 – 1000	1000 – 2000	Более 2000
Бассейн р. Западная Двина	26	13	12	7
Бассейн р. Днепр	74	10	5	6
Бассейн р. Припять	37	4	6	5
Бассейн р. Неман	29	11	7	4
Бассейн р. Западный Буг	6	1	2	0



Рис. 3 – Суммарный гидроэнергетический потенциал средних и малых рек Беларуси

Проведенная оценка гидроэнергетического потенциала средних и малых рек Беларуси подтверждает тезис о том, что гидроэнергетические ресурсы распределены по территории Беларуси неравномерно. Наиболее перспективным для создания ГЭС является бассейн реки Западная Двина и верхняя часть бассейнов рек Днепр и Неман. Данные территории отмечаются благоприятным рельефом, достаточными значениями уклонов, хорошей водообеспеченностью, наличием существующих водохранилищ.

Список использованных источников

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь об утверждении Государственной программы строительства в 2011–2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь № 1838 от 17 декабря 2010 г.
2. ТКП 45-3.04-299-2014 (02250). Малые ГЭС. Правила проектирования / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь: Минск 2014, с. 6-9.

УДК 628.316:628.16.081

Н. Б. Абжамиева

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК МЕТОДОМ УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИИ

Аннотация. Представлены результаты лабораторных исследований влияния ультрафлокулярной обработки на эффективность процесса извлечения тонкодисперсного угля из хвостов обогащения образующихся на ОФ "Саранская" (Караганда). Все эксперименты проводились с помощью оригинального прибора "УльтрафлокТестер", разработанного фирмой "Турбофлотсервис", содержащего минифлокулятор, а также оптоэлектронную измерительную систему определения эффективности флокуляции по среднему размеру флокул и степени осветления воды. С помощью упомянутого прибора можно было не только определять оптимальный тип и дозировку флокулянта, но и оптимальный режим гидродинамической обработки конкретной суспензии. Все образцы отбирались из реальных потоков и исследовались в течение 30-40 минут.

Ключевые слова: угольный флотоконцентрат, ультрафлокуляция, гущение, обезвоживание, градиент скорости среды.

Обогатительные фабрики при переработке полезных ископаемых оказывают негативное влияние на состояние окружающей природной среды. Это всевозможные сливы обезвоживающих, обесшламливающих, промывочных аппаратов и хвосты обогащения. В сточных водах обогатительных фабрик присутствуют твердые частицы, ионы тяжелых металлов, органические вещества. Неочищенные сточные воды, содержат примеси и реагенты, которые попадая в водоемы, нарушают экосистему. На обогатительных фабриках применяются следующие методы очистки сточных вод от вредных примесей: механические, химические, физикохимические и биохимические способы.