

УДК 621.311.

*Абдуазиз уулу Абдурауф,  
PhD по техническим наукам,  
доцент кафедры «Энергетика».*

*Наманганский инженерно-технологический институт*

## **РОЛЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РАЗВИТИИ ЭНЕРГЕТИКИ**

*Аннотация:* Приведены сведения по работам, осуществляемым в Республике Узбекистан для развития и преобразования энергетической инфраструктуры. Рассмотрены возможности использования возобновляемых источников энергии и гидротехнических сооружений, для обеспечения энергией насосных станций водохозяйственной отрасли страны.

*Ключевые слова:* фотоэлектрической и гидроэлектрической станции, ветроэлектрической, микрогрид.

## **ROLE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN ENERGY DEVELOPMENT**

*Annotation:* Information is provided on the work carried out in the Republic of Uzbekistan for the development and transformation of energy infrastructure. The possibilities of using renewable energy sources and hydraulic structures to provide energy to pumping stations of the country's water industry are considered.

*Keywords:* photovoltaic and hydroelectric power plant, wind power station, microgrid.

**Введение.** В настоящее время в электроэнергетической отрасли Республики Узбекистан проводятся масштабные изменения по модернизацию старых тепловых электрических станций (ТЭС) и строительству новых гидро, солнечных и ветряных электростанций, основной целью которых является устойчивое энергообеспечение

экономики страны и повышение жизненных условий населения на основе максимально эффективного использования энергетических ресурсов. В «Концепции обеспечения Республики Узбекистан электрической энергией на 2020-2030 годы» поставлена цель к 2030 году довести выработку электроэнергии до 120,8 млрд. кВт·ч, что в 1,76 раз больше, чем выработка электроэнергии в 2020 году [1]. При этом ежегодный рост потребления электрической энергии по республике будет составлять 6-7 процентов, а суммарная электрическая нагрузка в часы максимума потребления к 2030 году достигнет более 20,9 ГВт против 10,4 ГВт в зимний период 2019 года, в результате чего к 2030 году требуется увеличение генерирующих мощностей почти в 2 раза (рис.1).

В данной Концепции приведены целевые параметры ежегодно вводимых мощностей объектов ВИЭ в 2021-2030 годах, предусматривающие строительство ветряных (общей мощностью 3 ГВт), солнечных (общей мощностью 5 ГВт) и гидроэлектростанций (мощностью 3,8 ГВт), что будет составлять 56 % от общей мощности электростанций республики [1,2].

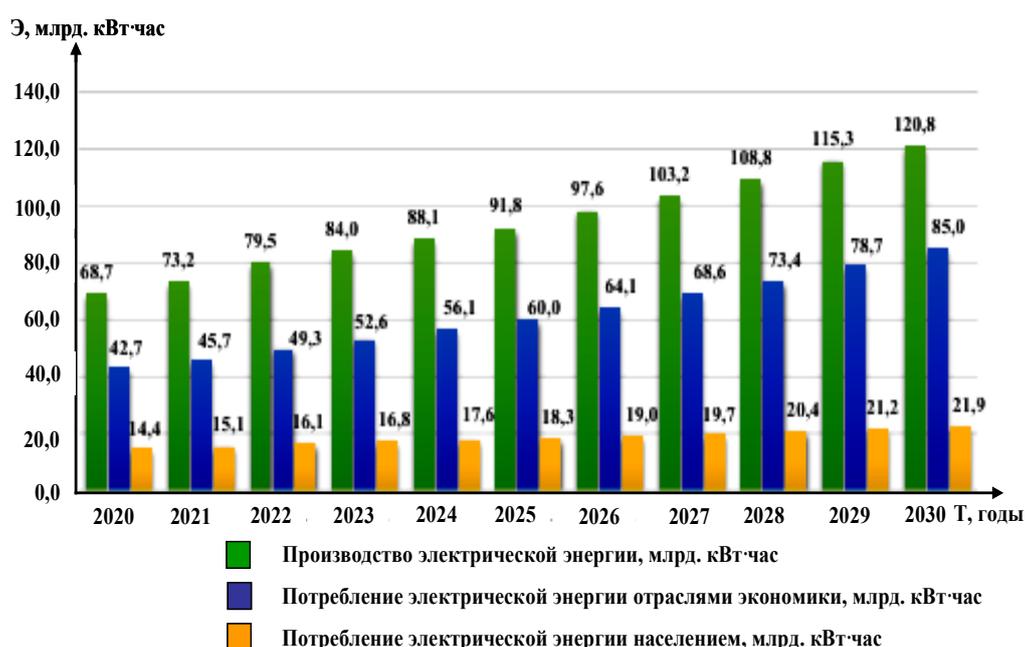


Рис.1. Прогноз динамики производства и потребления электроэнергии в Республике Узбекистан

Достижение данных рубежей в энергетике будет трудно и малоэффективно без масштабного внедрения цифровых технологий, которые обеспечивают достаточной для требований рынка надежности, экономичности, экологичности производства и снабжения электроэнергией.

**Методы и материалы.** Работу насосных и электростанций в данной энергосистеме можно характеризовать графиком режима работы в течение года, приведенным на рис. 2.

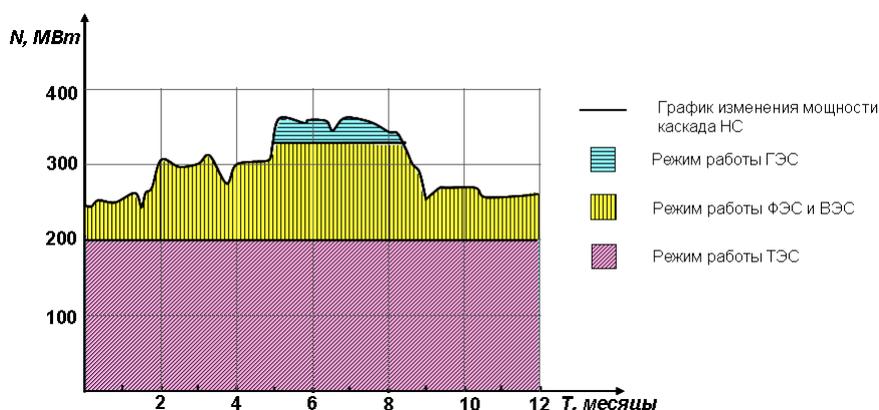


Рис.2. График режима работы энергосистемы.

Количество потребляемой каскадом НС энергии определяется следующей зависимостью [3, 4].

$$\mathcal{E}_{НС} = \mathcal{E}_{ТЭС} + \mathcal{E}_{ГЭС} + \mathcal{E}_{ФЭС} + \mathcal{E}_{ВЭС} - \Delta\mathcal{E} \quad (1)$$

где  $\Delta\mathcal{E}$  – потери энергии

Количество  $\mathcal{E}_{ТЭС}$  определяется расчетами режимных характеристик оборудования ТЭС с учетом минимизации расхода топлива, при этом представляется уместным использовать следующую целевую функцию

$$B_j = \mathcal{E}_{ТЭСj} \cdot b_j + b_{n,j} \cdot n_j \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $B_j$  – расход топлива в ТЭС в  $j$ -ном варианте потребления энергии каскадом НС;  $b_j$  – удельный расход топлива при стационарных режимах работы ТЭС;  $b_{n,j}$  – удельный расход топлива при переключениях агрегатов ТЭС;  $n_j$  – число режимных переключений в ТЭС (число изменений мощности ТЭС).

Количество вырабатываемой ГЭС энергии, в течение времени от  $t_1$  до  $t_2$ , когда срабатывается объем водохранилища  $\Delta V_B$ , соответствующий объему между отметками верхнего бьефа  $\nabla BB_{max}$  и  $\nabla BB_{min}$ , определяется следующим уравнением

$$\mathcal{E} = \int_{t_1}^{t_2} N_{ГЭС}(t) dt, \quad (3)$$

При этом режим работы водовыпускного сооружения считаем установившемся, т.е. он подчиняется работе по графику  $\nabla BB = f(V_B)$ ,  $V_B$  – объем водохранилища. Кроме этого принимаются следующие допущения: потери расхода воды отсутствуют, потери напора  $\Delta H = const$ , КПД турбины  $\eta^{тур} = const$ .

В этом случае мощность ГЭС в момент времени  $t$  можно определить по формуле

$$N_{ГЭС}(t) = 9,81 \cdot Q_{ГЭС}(t) \cdot H(t) \cdot \eta^{мгп} = K_1 \cdot Q_{ГЭС}(t) \cdot H(t), \quad (4)$$

где  $K_1 = 9,81 \cdot \eta^{мгп}$ ,  $H$  – напор ГЭС.

Расход ГЭС зависит от времени подачи объема  $\Delta V_B$ , и в связи с этим его можно определить так

$$Q_{ГЭС}(t) = dV_B/dt, \quad (5)$$

Подставляя (5) и (4) в (3) получим

$$\mathcal{E} = \int_{t_1}^{t_2} N_{ГЭС}(t) dt = K_1 \int_{t_1}^{t_2} dV_B H(t) \quad (6)$$

При этом напор ГЭС определяется по известной зависимости

$$H(t) = H^f - \Delta H = \nabla VB(t) - \nabla HB(t) - \Delta H, \quad (7)$$

Обычно, когда водохранилище работает полностью в интересах водопотребителей, значение  $Q_{ГЭС}(t) = Q_{ВВС}(t)$  является заранее известной величиной и определяется графиком подачи воды из водовыпускного сооружения. В этих условиях величину мощности ГЭС в момент времени  $t$  можно определить по (4).

Таким образом, величина выработанной энергии ГЭС и ее мощность в момент времени  $t$  определяется в зависимости от значений  $Q(t)$  и  $H(t)$  [5, 6].

Количество вырабатываемой ФЭС и ВЭС энергии и соответственно оптимальное сочетание использования их мощностей, определяются на основании технико-экономических расчетов сопоставлением возможных вариантов [7].

**Результаты.** По результатам расчетов, выполненных с рассмотрением нескольких вариантов использования мощностей электростанций для питания НС каскада получены следующие показатели:

1. Затраты на электроэнергию каскадом НС в случае потребления электроэнергии полностью от ТЭС [8]  $C = 2201900 \cdot 0,12 = 264228,0$  тыс. \$.

2. Получаемый эффект от разницы затрат при использовании предложенной системы энергоснабжения каскада НС составляет 11624 тыс. \$.

#### Заключение.

1. Показана возможность снижения затрат по очистке выбросов Талимарджанской ТЭС, результаты расчетов показали, что при

использовании объектов на базе ВИЭ экономические выгоды от сокращения эмиссии CO<sub>2</sub> составляет 16,8 млн. \$ в год.

#### **Использованные источники:**

1. Концепция обеспечения Республики Узбекистан электрической энергией на 2020-2030 годы». <https://minenergy.uz/ru/lists/view/77>

2. Проекты по цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса. <https://minenergy.uz/ru/news/view/1113>

3. Urishev B. Decentralized Energy Systems, Based on Renewable Energy Sources. USA, Journal Applied Solar Energy, 2019, Vol. 55, No. 3, pp. 207–212. DOI: 10.3103/S0003701X19030101

4. Mukhammadiev M, Urishev B, Abduaziz uulu A, Gadaev S, Zhankabylov S. Issues of using local energy systems with hydraulic energy storage in the power system of the Republic of Uzbekistan. E3S Web of Conferences 216, 01139 (2020), RSES 2020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601138>

5. IRENA (2021), Renewable Power Generation Costs in 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA\\_Power\\_Generation\\_Costs\\_2020.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2020.pdf)

6. Mukhammadiev M M, Urishev B U, Dzhuraev K S, Gadaev S K, Sobirov A T 2018 Program for determining the operating parameters of PSPP, №.DGU05155. Agency for Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan, Bul.no.3.

7. Mukhammadiev M.M., Dzhuraev K.S 2020 Justification of the energy and economic parameters of pumped storage power plants in Uzbekistan. International journal “Applied Solar Energy”, Vol. 56, №3, pp.227-232

8. M Mukhammadiev, O Glovatskiy, N Nasyrova, N Karimova, A Abduaziz uulu and A Boliev. Assessment of investment technologies for use of hydro - accumulating stations on intermediate channels of irrigation systems and water reservoirs. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012088. doi:10.1088/1755-1315/614/1/012088