



АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.М. Москалюк, студент, email: andreiak74@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

В данной статье рассмотрены основные варианты размещения гидроаккумулирующей электростанции в Калининградской области, произведено их сравнение и выбрано наиболее перспективное расположение.

гидроаккумулирующая электростанция, гидропотенциал, маневренный источник электроэнергии

В настоящее время энергосистема Калининградской области работает в составе энергообъединения (ЭО) IPS/UPS вместе с энергосистемами Литвы, Латвии и Эстонии. Ожидается, что в ближайшем будущем энергосистема стран Балтии перейдет на параллельную работу с ЭО UCTE и NORDEL, в связи с чем энергосистема Калининградской области может оказаться изолированной от IPS/UPS [1]. Для обеспечения энергетической безопасности и функционирования энергосистемы Калининградской области в изолированном (автономном) режиме распоряжением Правительства РФ от 25.08.2014 №1623-р-ДСП утвержден план мероприятий «Об обеспечении энергоснабжения Калининградской области и объединенной энергетической системы Северо-Запада России». Согласно плану до конца 2018 г. в регионе построят четыре тепловых электростанции (ТЭС) с общей суммарной мощностью более 950 МВт, а Калининградскую ТЭЦ-2 переведут в режим работы полублоков. Параметры новых тепловых электростанций приведены в табл. 1. Приморская и Прегольская ТЭС будут работать в базовом режиме, в то время как Талаховская и Маяковская станут выполнять роль пиковых электростанций.

Таблица 1. Параметры новых тепловых электростанций в энергосистеме Калининградской области

Название, место	Мощность, МВт	Топливо	Тип электростанции	КПД, %
Приморская ТЭС, г. Светлый	195	Уголь	ПСУ	33–35
Прегольская ТЭС, г. Калининград	440	Газ	Четырехблочная с ПГУ	55–60
Маяковская ТЭС, г. Гусев	160	Газ	Двухблочная с ГТУ	28–38
Талаховская ТЭС, г. Советск	160	Газ	Двухблочная с ГТУ	28–38

Такой газо-угольный вариант развития энергетики Калининградской области имеет свои существенные недостатки. Во-первых, является затратным, поскольку вложить в его реализацию планируется около 100 млрд. руб. Во-вторых, данный вариант низкоэффективен, так как коэффициент полезного действия ТЭС с газовыми турбинами (ГТУ) составляет не более 38 %. В-третьих, он основан на привлечении извне невозобновляемых топливно-

энергетических ресурсов (газ и уголь). В-четвертых, самое главное, не решает проблему энергетической безопасности региона. В-пятых, он противоречит энергетической стратегии развития РФ, которая основана на развитии распределенной энергетики с максимальным использованием местных топливно-энергетических ресурсов, таких как торф, твердые бытовые отходы и другие виды биотоплива, возобновляемые источники энергии [2].

Как альтернатива Талаховской и Маяковской ТЭС с ГТУ, наиболее интересным вариантом как со стороны эффективности (для современных ГАЭС коэффициент полезного действия аккумулирования составляет не менее 72—74 %) и использования местных энергетических ресурсов (вода вместо газа), так и со стороны экологии выглядит мощная гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС). Она характеризуется уникальным сочетанием функций пиковой станции и потребителя, способным в период ночного провала графика нагрузок обеспечить потребление избыточной электрической мощности. Кроме того, на станцию зачастую возлагают функции регулирования частоты и баланса реактивной мощности в энергосистеме [3].

Был проведен анализ рельефа и гидропотенциала Калининградской области, в результате которого определены три наиболее перспективных варианта размещения ГАЭС с точки зрения перепадов высот и присутствия естественного водоёма в качестве одного из бассейнов ГАЭС, эти варианты изображены на рис. 2.

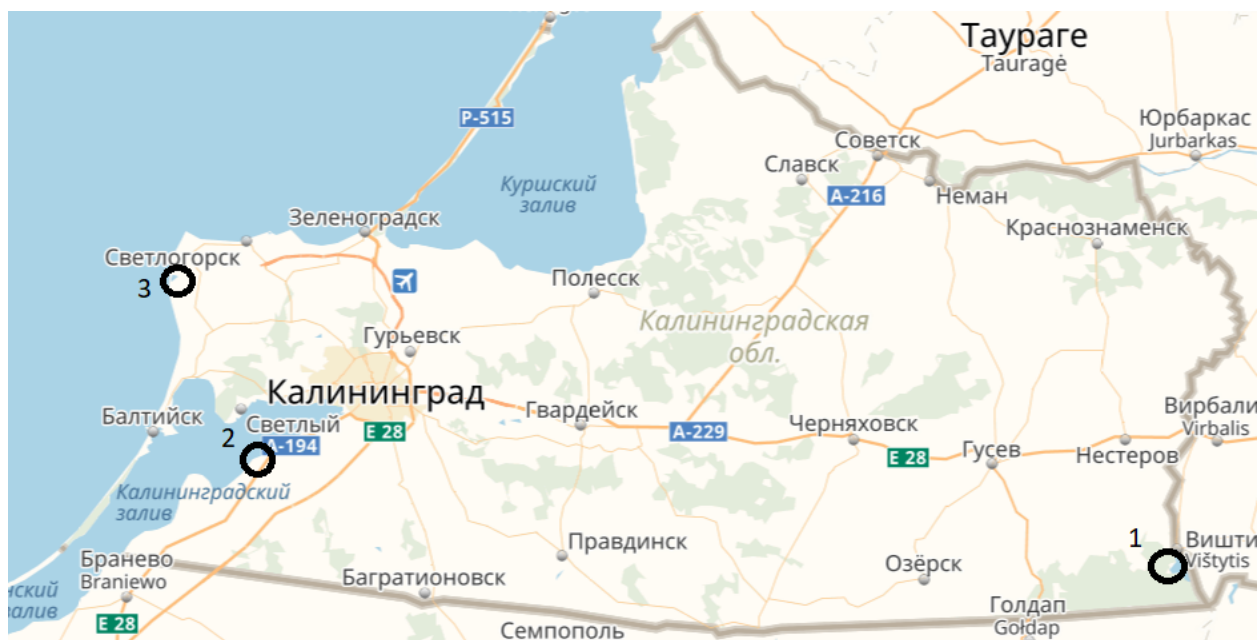


Рисунок 1 – Варианты размещения ГАЭС в Калининградской области. 1 – оз. Чистое – оз. Виштынецкое; 2 - пос. Ульяновка – Калининградский залив; 3 - пос. Янтарный – оз. Синявинское

1. Оз. Чистое - оз. Виштынецкое (Восточная часть области). В качестве верхнего бассейна примем оз. Чистое, а в качестве нижнего – Виштынецкое. Перепад высот между двумя озерами составляет 39 м (уровень верхнего бьефа – 208, нижнего – 169 м), а расстояние между ними - 1250 м, профиль высот изображен на рис. 2. Интересно это место для строительства ГАЭС именно потому, что в качестве верхнего и нижнего бассейнов выступают уже существующие водоёмы, что значительно снижает затраты на строительство электрической станции, но в то же время оз. Виштынецкое является центром комплексного государственного природного заказника, что ставит под сомнение саму возможность строительства ГАЭС.

h, м

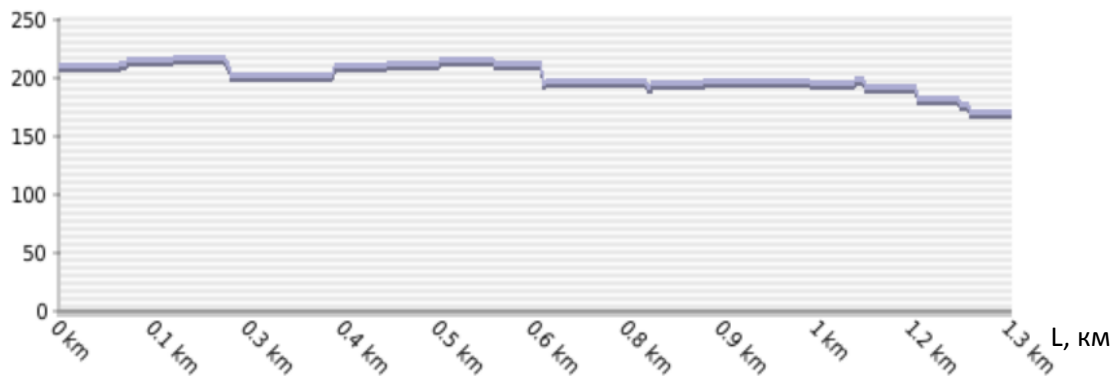


Рисунок 2 - Профиль высот между о. Чистое и о. Виштынецкое

2. Пос. Ульяновка – Калининградский залив (юго-западная часть области). В качестве нижнего бассейна примем Калининградский залив. Верхний бассейн можно разместить на возвышенности, расположенной рядом с пос. Ульяновка. Площадь возвышенности около 1000000 м². Перепад высот между заливом и возвышенностью составляет 60 м (уровень верхнего бьефа – 60, нижнего – 0 м), а расстояние - 300 м, профиль высот изображен на рис. 3.

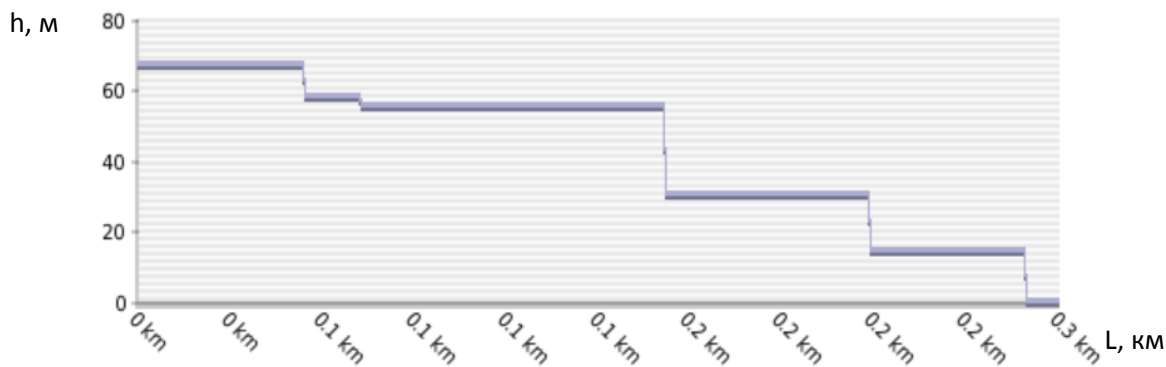


Рисунок 3 - Профиль высот пос. Ульяновка - Калининградский залив

3. Пос. Янтарный - оз. Синявинское (западная часть области). В качестве нижнего бассейна примем оз. Синявинское. Верхний бассейн можно разместить на возвышенности, расположенной неподалеку от пос. Янтарный. Площадь возвышенности около 500000 м². Перепад высот между озером и возвышенностью составляет 49 м (уровень верхнего бьефа – 58, нижнего – 9 м), а расстояние - 1300 м, профиль высот изображен на рис. 4.

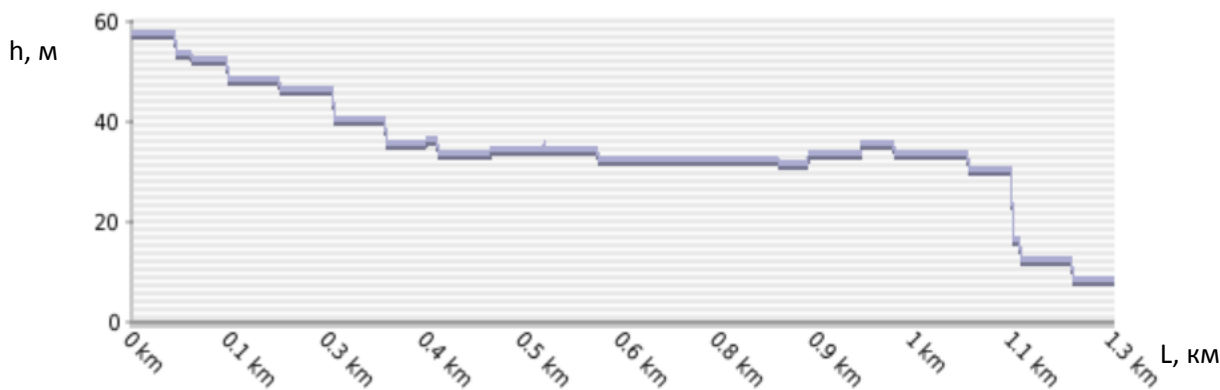


Рисунок 4 - Профиль высот пос. Янтарный – оз. Синявинское

Приняв для второго и третьего вариантов высоту верхнего бассейна равной 15 м, можно приблизительно оценить параметры ГАЭС для каждого предполагаемого места строительства. Оценка вариантов размещения ГАЭС производилась по формулам (1 – 4).

Напор гидроаккумулирующей электростанции определяется по формуле (1):

$$H = ВБ - НБ - h, (м) \quad (1),$$

где ВБ и НБ - отметки уровней верхнего бьефа и нижнего бьефа; h – потери напора при движении воды от водозабора до турбинной камеры [4].

Работа, совершаемая силой влечения воды, вычисляется по формуле (2):

$$A = g * \rho * Q * H * t, (Дж) \quad (2),$$

где g – ускорение свободного падения; ρ – плотность воды; Q – расход воды, м³/с; t – время, с [5].

Суммарная мощность гидротурбин (P) ГАЭС, т.е. работа в единицу времени, которую потенциально можно получить при перетоке воды из верхнего бассейна в нижний, определяется по формуле (1) (при $\rho = 1000$ кг/м³):

$$P = \frac{A}{t} = 9,81 * Q * H, (кВт), \quad (3),$$

где P – мощность гидротурбины, Вт; ρ – плотность воды, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м²/с, Q – расход воды через гидротурбину, м³/с; H – рабочий напор (перепад высот), м [5].

По выражению (3) можно рассчитать потенциальную мощность и энергию водного потока. Реальная (техническая) мощность после преобразования энергии водного потока в электрическую будет меньше за счет потерь, учитываемых коэффициентом полезного действия. Расход воды через гидротурбины (Q) определяется по формуле 4 [6]:

$$Q = \frac{V_{вб}}{t_{раз}}, (м^3/с), \quad (4),$$

где $V_{вб}$ – объем верхнего бассейна, м³; $t_{раз}$ – время разряда ГАЭС, с.

Время разряда ГАЭС ($t_{раз}$) примем равным 9 ч (32400 с). Результаты расчетов приведены в табл. 2. Расчет является приближенным, а потери напора не учитывались.

Таблица 2. Расчет параметров для вариантов размещения ГАЭС.

Параметры	Местоположение		
	оз. Чистое - оз. Виштынецкое	пос. Ульяновка - Калининградский залив	пос. Янтарный – оз. Синявинское
Объем верхнего бассейна ($V_{вб}$), м ³	7800000	15000000	7500000
Время разряда ($t_{раз}$), с	32400	32400	32400
Расход воды (Q), м ³ /с	240,7	462,9	231,5
Напор (H), м	39	60	49
Суммарная мощность гидротурбин (P), МВт	75,6	227,1	111,3

Из рассмотренных вариантов наиболее перспективным выглядит место № 2 в Багратионовском районе, где в качестве верхнего бассейна ГАЭС выступит возвышенность около пос. Ульяновка, а в качестве нижнего бассейна - Калининградский залив. По

приближенным расчетам, такая ГАЭС в предложенном режиме работы сможет выдавать в энергосистему около 227 МВт в течение 9 ч.

Ввод в Калининградской области ГАЭС позволит решить проблемы с покрытием дефицита электроэнергии, повысить надежность и безопасность энергосистемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белей, В.Ф. Анализ вариантов развития электроэнергетики стран Балтии и Калининградской области / В.Ф. Белей / IV Международный балтийский морской форум: материалы. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2016. – С. 896–908.
2. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года // Утв. Распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009. – № 1715-р.
3. Гидроаккумулирующие электростанции. Строительство и эксплуатация Загорской ГАЭС / Н. И. Серебряников [и др.]– Москва: Изд-во НЦ ЭНАС, 2000. – 368 с.
4. Синюгин, В. Ю. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике / В. Ю. Синюгин, В. И. Магрук, В. Г. Родионов. - Москва: ЭНАС, 2008. - 352 с.
5. Возобновляемые источники энергии: справочник модуля / под ред. В.Ф. Белея [и др.] – Калининград: ФГБОУ ВПО "КГТУ", 2015. – 257 с.
6. Гидроаккумулирующие электростанции / Б.Л. Бабурин [и др.]; под ред. Л.Б. Шеймана. – Москва: Энергия, 1978. – 184 с.

ANALYSIS OF VARIANTS PLACEMENT OF HYDRAULIC-BUILDING ELECTRIC POWER STATION IN KALININGRAD REGION

A.M. Moskalyuk, student, e-mail: andreiak74@yandex.ru

Kaliningrad State Technical University

In this article, the main options for locating a pumped storage power plant in the Kaliningrad region are considered, their comparison is made and the most promising location is chosen.

Pumped storage power plant, hydro potential, maneuverable power source