

УДК 620.9 (470.21)

**О.Е.Коновалова**

## **СОСТОЯНИЕ ГЭС КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

### **Аннотация**

В статье дан анализ технического состояния самых старых ГЭС Кольского полуострова. Предложены конкретные варианты реконструкции с увеличением установленной мощности станций. Приведены финансовые затраты.

### **Ключевые слова:**

*реконструкция, модернизация, генерирующие мощности.*

**O.E.Konvalova**

## **CONDITION OF HYDROPOWER STATIONS IN THE KOLA PENINSULA**

### **Abstract**

The analysis of the technical condition of the oldest hydropower plants of the Kola Peninsula is given in the article. The specific options for reconstruction with an increase in installed capacity of plants are proposed. The financial costs are given.

### **Key words:**

*reconstruction, modernization, generation capacity.*

Гидроэлектростанции составляют значительную долю генерирующих мощностей и выполняют важнейшие функции в электроэнергетической системе России. Однако техническое состояние многих гидроэнергетических объектов, вводимых в эксплуатацию 30-50 лет тому назад, не соответствует современным требованиям. Техническое перевооружение в широких масштабах совершенно необходимо для обеспечения эффективности и надежности электроэнергетической системы.

На Кольском полуострове действует 17 ГЭС, принадлежащих филиалу «Кольский» ОАО ТГК-1, более половины из которых старше 50 лет. Степень изношенности основных производственных фондов по большинству ГЭС превышает 40%, а в отдельных случаях достигает 70%. Несмотря на это себестоимость производства электроэнергии на ГЭС в 7-10 раз ниже, чем на тепловых и атомных станциях. Поэтому поддержание технического состояния ГЭС на должном уровне экономически выгодно для любой генерирующей компании. В последнее время ТГК-1 уделяет этому все большее внимание. До 2015 года ТГК-1 планирует направить около 130 млрд руб. на новое строительство, техническое перевооружение и реконструкцию объектов энергетики. По Мурманской области финансирование составит 2.28 млрд руб.

В период с 2000 по 2011 год специалистами закрытого акционерного общества (ЗАО) «Нордэнергомонтаж» и субподрядными организациями, осуществляющими ремонт на Кольском п-ове, проведен большой объем работ: заменены все турбины на Нива ГЭС-3, реконструированы 5 гидроагрегатов ГЭС Туломского каскада (турбины Нижне-Туломской ГЭС заменены в конце 1980-х гг.), 3 гидроагрегата Серебрянских ГЭС, проведены капитальные ремонты всех агрегатов Нива ГЭС-2 (заменены в 1990-х гг.), части агрегатов ГЭС на реке Ковда и каскада Пазских ГЭС. Проведена антикоррозионная защита затворов отсасывающих труб, водосбросов и водоприемников, а также напорного тоннеля Туломских ГЭС; металлоконструкций Пазского каскада; затворов водоприемника Кумской ГЭС и водоводов ГЭС-2 Нивского каскада.

Выполнены проектные работы и начаты работы по реконструкции гидромеханического оборудования головного узла ГЭС-1 и ГЭС-2 Нивского каскада.

Завершаются работы по созданию волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), которые объединят в единую сеть 17 гидроэлектростанций и 2 тепловые станции (Апатитскую и Мурманскую ТЭЦ) с управлением филиала «Кольской» ОАО ТГК-1. ВОЛС – это часть проекта информационно-технологической системы управления, которая наряду с цифровыми автоматическими телефонными станциями (АТС) и спутниковыми каналами связи обеспечит оперативный обмен информацией между всеми подразделениями филиала, управлением и системным оператором. Это повысит надежность и эффективность работы всех энергообъектов.

Однако проводимая плановая модернизация и реконструкция оборудования не решает всех накопившихся за годы эксплуатации проблем. Так, на некоторых ГЭС имеются проблемы, требующие приоритетного решения. На Нива ГЭС-1,2,3 и Нижне-Тулумской ГЭС, по мнению специалистов «Нордэнергомонтаж», гидрогенераторы не соответствуют современным стандартам по динамической устойчивости и магнитным параметрам активной стали статора и ротора. Требуется замена стали сердечников статора, полюсов и ободов ротора или даже полная замена гидрогенератора, как на Нива ГЭС-1. На Верхне-Тулумской ГЭС гидрогенераторы не соответствуют нормам безопасности и работают в зоне вибрационной неустойчивости. Требуется серьезная реконструкция опорных конструкций агрегатов.

На Иовской ГЭС рабочие колеса турбин не соответствуют нормативам прочности и имеют недопустимо низкий уровень коэффициента полезного действия. Требуется замена и реконструкция рабочих колес.

Длительная эксплуатация каскадов ГЭС на реках Нива, Ковда, Тулома и Паз выявила недостаточную пропускную способность (по воде) отдельных ступеней каскадов, приводящую к режимным ограничениям в паводковый период, холостым сбросам воды и, как следствие, недовыработке электрической энергии.

Наиболее проблемными являются Нива ГЭС-2, Иовская ГЭС, Нижне-Тулумская и ГЭС Кайтакоски. Для устранения ошибок, допущенных при проектировании, необходима реконструкция и расширение станций с установкой дополнительных агрегатов и увеличением установленной мощности.

Ниже приводится ряд вариантов расширения выше перечисленных ГЭС, которые предлагались «Ленгидропроектом» и Институтом физико-технических проблем энергетики Севера Кольского научного центра Российской академии наук (ИФТПЭС КНЦ РАН) ранее, но не были осуществлены, при этом остаются актуальными и сегодня.

**Нива ГЭС-2.** Гидроэлектростанция является второй ступенью каскада из трех ГЭС, расположенных на реке Нива. Тип станции – деривационный. В состав сооружений входят: земляная плотина длиной 548.5 м и наибольшей высотой 13.5 м, водосбросная плотина, деривационный подводящий канал длиной 4.44 км, здание ГЭС с 4-мя гидроагрегатами типа РО45/123М-В-125 мощностью 15.3 МВт каждый, отводящий канал длиной 125 м и открытое распределительное устройство 110 кВ. Год пуска – 1937. Расчетный расход – 200 м<sup>3</sup>/с, в то время как расчетный расход выше расположенной ГЭС Нива-1 – 276 м<sup>3</sup>/с, а ниже расположенной Нива-3 – 250 м<sup>3</sup>/с. Станция осуществляет многолетнее регулирование стока. Водоохранилищем ее является Пинозеро емкостью 0.079 км<sup>3</sup>. Схема расположения основных сооружений представлена на рис. 1.

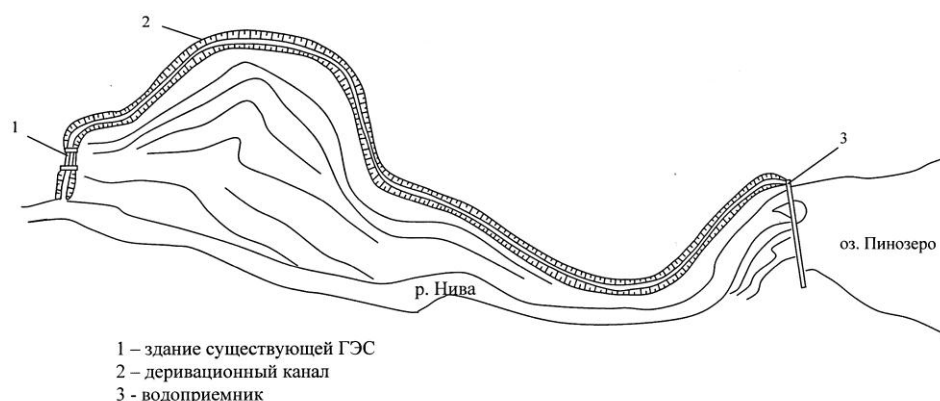


Рис.1. Основные сооружения Нива ГЭС-2

«Ленгидропроект» было внесено предложение о выравнивании пропускной способности ГЭС-2 и ГЭС-3 путем установки еще одного агрегата мощностью 15 МВт. При этом установленная и располагаемая мощность гидроузла увеличивается с 60 до 78.75 МВт, а выработка электроэнергии с 410 до 415 млн кВт·ч. Полная стоимость проекта в ценах 2011 года составляет 3.65 млрд руб.

Институтом физико-технических проблем энергетики Севера Кольского научного центра РАН предлагался вариант расширения ГЭС Нива-2 со строительством новой каменно-набросной плотины и совмещенного здания ГЭС, установленной мощностью станции 90 МВт (рис.2), оказавшийся оптимальным из рассмотренных пяти.

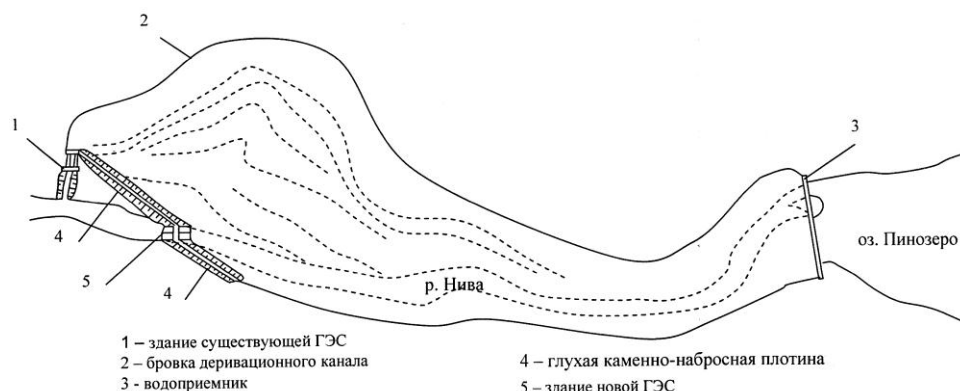


Рис.2. Схема реконструкции Нива ГЭС-2 со строительством новой ГЭС и подпорной плотины

При этом объем дополнительно создаваемого водохранилища составляет  $0.027 \text{ км}^3$ , а среднегодовая выработка 500 млн кВт·ч. Стоимость строительства оценивается в 67.6 млрд руб.

При реформировании Холдинга Российского акционерного общества «Единая энергосистема России» (РАО «ЕС России») в 2008 году была принята и утверждена инвестиционная программа [1], согласно которой на Нива ГЭС-2 к 2014 году должен быть установлен дополнительный агрегат, но уже очевидно, что экономический кризис внес свои коррективы в планы ТГК-1.

**Нижне-Тулумская ГЭС.** Нижне-Тулумская гидроэлектростанция входит в состав Тулумского каскада ГЭС и представляет собой ГЭС руслового типа. Она была построена в 1938 году для электрификации Мурманского участка железной дороги. Первоначальная мощность станции составляла 50 МВт (в четырех агрегатах 4x12.5 МВт). Во время войны оборудование ГЭС было эвакуировано, а затем после войны ГЭС была восстановлена. В состав основных сооружений входят:

1. Земляная плотина длиной 267.6 м, высотой 29 м, супесчаная с низовым каменным банкетом.
2. Бетонная водосбросная плотина длиной 58.5 м, с тремя водопропускными пролетами 17.5x 6.9 м, перекрытыми сегментными затворами с электроприводом.
3. Рыбоход ступенчатого типа для пропуска семги к местам нерестилищ, длиной 507 м, высотой 20 м.
4. Здание ГЭС длиной 84 м.
5. Подводящий и отводящий каналы длиной 1465 и 1040 м соответственно.

В здании ГЭС первоначально были смонтированы 4 гидроагрегата поворотно-лопастного типа, которые в 1980-х годах были заменены на пропеллерные типа – ПР30/881-В-360, при этом мощность станции увеличилась до 57.2 МВт.

Полный объем водохранилища станции – 0.38 км<sup>3</sup>. ГЭС ведет суточное регулирование. Расчетный напор 17.5 м. Расчетный расход 342 м<sup>3</sup>/с. При этом расчетный расход Верхне-Тулумской ГЭС составляет 480 м<sup>3</sup>/с. Среднегодовая выработка станции – 250 млн кВт·ч. В 1990 году на базе Нижне-Тулумской ГЭС предлагалось создание источника мощной пиковой энергии – полуподземной ГЭС-ГАЭС [2], которая позволила бы исключить холостые сбросы воды, связанные с режимом Кольской атомной электростанции (КАЭС), выдать в сети энергосистемы пиковую мощность и обеспечить прохождение провалов графика нагрузки.

ГЭС-ГАЭС мощностью 300 МВт, с тремя агрегатами диаметром рабочего колеса 4,5 м предполагалось разместить на левом берегу реки, позади водосливной плотины (см. рис.3). При этом создавалось береговое водохранилище полным объемом 0.011 км<sup>3</sup>, полезным объемом – 0.003 км<sup>3</sup>. Продолжительность режима заряда водохранилища принималась 12 часов, а разряда 5 часов. Выработка электроэнергии за период разряда составляла 1.5 млн кВт·ч. К.п.д. гидроаккумулирования – 0.67. Полная стоимость строительства – 17.4 млрд руб. (в ценах 2011 года). Реализация проекта зависела от строительства новой КАЭС-2 и линии электропередач 330 кВ в Карелию.

В настоящее время линия электропередач (ЛЭП) – 330 кВ строится. Уже возведены первые подстанции (ПС) 330 кВ Княжегубская и ПС Лоухи 330, а также введен участок ЛЭП 330 кВ Кольская АЭС – Княжегубская ГЭС – ПС Лоухи. Решение о строительстве энергоблоков № 1 и 2 Кольской АЭС-2 уже принято. Строительство первого энергоблока начнется в 2015 году [3].

Иовская ГЭС является одной из самых проблематичных на Кольском полуострове. Построенная в 1963 году, она уже сейчас нуждается в серьезной реконструкции.

Эта станция – плотинно-деривационная, является второй ступенью каскада ГЭС на реке Ковда. В водохранилище ГЭС переброшен сток озер Таванд и Толванд с помощью канала длиной 5 км и подпорных насыпных плотин на соответствующих реках. Площадь водохранилища 294 км<sup>2</sup>, полная емкость 2.06 км<sup>3</sup>, полезная – 0.55 км<sup>3</sup>. Мощность станции составляет 96 МВт. Среднегодовая выработка – 536 млн кВт·ч. В здании ГЭС установлено два агрегата мощностью по 48 МВт пропеллерного типа ПР 40/800-В-450. Расчетный напор станции 32 м, расход через турбину – 175 м<sup>3</sup>/с.

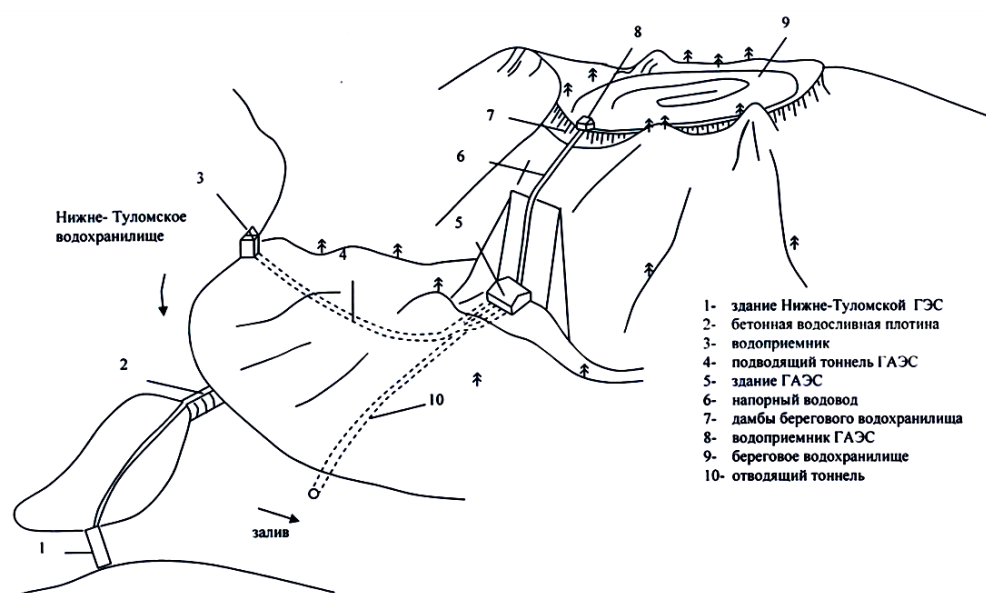


Рис.3. Схема основных сооружений полуподземной Нижне-Тулумской ГЭС-ГАЭС увеличенного напора

Вода из водохранилища с помощью деривационного канала длиной 1.44 км поступает в напорный бассейн и затем по напорным трубопроводам в здание ГЭС длиной 50.1 м. Для пропуска паводков имеется бетонная водосбросная плотина. В состав основных сооружений входит также насыпная плотина длиной 350 м и лесосплавной лоток.

**Иовская ГЭС.** Станция спроектирована институтом «Ленгидропроект». Пропускная способность турбин Иовской ГЭС недостаточна, что приводит к остановке во время половодья выше расположенной Кумской ГЭС. Существует проект расширения мощности станции на 50 МВт с установкой дополнительного агрегата, что позволит решить эту проблему.

Изначально на ГЭС были установлены поворотно-лопастные турбины харьковского производства, но они оказались не очень удачными и в 1980 году были заменены на пропеллерные производства Ленинградского металлического завода. Но и эти турбины имеют недостатки – низкий к.п.д. и неудовлетворительную прочность.

В ноябре 2010 года ТГК-1 объявила конкурс на выполнение работ по реконструкции гидротурбин Иовской ГЭС с заменой рабочих колес. В результате конкурса победила австрийская фирма Andritz Hydro, с нею заключен договор на сумму более 20.9 млн евро. Предполагается первый агрегат заменить 2013 г, а второй в 2014 г. Иовская ГЭС включена в число приоритетных проектов инвестиционной программы ОАО ТГК-1 на период до 2015 года.

**Пазский каскад ГЭС.** Река Паз является пограничной между Россией и Норвегией. На ней построены 5 российских и 2 норвежских гидроэлектростанции. Российские ГЭС Пазского каскада входят в состав ТГК-1. Большая часть электроэнергии, вырабатываемой этими станциями, экспортируется в Финляндию и Норвегию. Каскад включает в себя ГЭС Кайтакоски, Янискоски, Раякоски, Хеваскоски, Скугфосс (Норвегия), Мелькефосс (Норвегия), Борисоглебская (табл.1).

## Гидроэлектростанции на реке Паз [4]

Наименование ГЭС	Год пуска	Мощность, МВт	Количество турбин	Водохранилище
ГЭС-4 Кайтакоски	1959	11.2	2	Озеро Инари
ГЭС-5 Янискоски	1950	30.5	3	Пристанционное озеро
ГЭС-6 Раякоски	1955	43.2	3	Пристанционное озеро
ГЭС-7 Хеваскоски	1970	47	2	Хеваскоское водохранилище
ГЭС Скугфосс	1964	60	2	Озеро Боссоярврре
ГЭС Мелькефосс	1978	26	1	Озеро Скугватн
ГЭС-8 Борисоглебская	1956	56	2	Озеро Фоссеватн

**ГЭС-4 Кайтакоски** является низконапорной русловой станцией. Мощность ГЭС – 11.2 МВт, среднегодовая выработка – 70 млн кВт·ч. В здании ГЭС установлено два поворотно-лопастных гидроагрегата мощностью по 5.6 МВт, работающих при расчетном напоре 7 м. Станция является верхней ступенью каскада, в подпоре ГЭС находится озеро Инари. Водохранилище ГЭС является регулирующим для всего каскада (полезная емкость 2.46 км<sup>3</sup>, многолетнее регулирование).

Станция спроектирована и построена финской фирмой по контракту с Советским Союзом. Оборудование станции изношено и требует замены. Первый этап модернизации включает строительство обходного канала реки Паз длиной 3 км и пропускной способностью 120 м<sup>3</sup>/с. Это позволит гарантированно обеспечить необходимым объемом воды остальные ГЭС каскада. Из-за сложного рельефа местности для уточнения трассы обходного канала будет пробурено 45 скважин. Второй этап – это замена гидроагрегатов на новые с увеличенной пропускной способностью до 250 м<sup>3</sup>/с.

**ГЭС – 5 Янискоски** пущена в 1942 году, однако в 1944 г. при отступлении немецких войск была взорвана и вновь восстановлена Финляндией по договору с СССР в 1950 году. Эта станция также является низконапорной русловой ГЭС. В состав ее сооружений входят: водосбросная бетонная плотина длиной 215 м и здание ГЭС руслового типа. Мощность станции – 30.5 МВт, среднегодовая выработка – 210 млн кВт·ч. В здании ГЭС установлено 2 поворотно-лопастных гидроагрегата мощностью по 15.1 МВт, работающих при расчетном напоре 21.5 м, а также 1 агрегат собственных нужд с радиально-осевой турбиной мощностью 0.3 МВт. Водохранилище ГЭС имеет полезный объем 0.004 км<sup>3</sup>, что позволяет осуществлять суточное регулирование стока.

Оборудование станции устарело, планируется его замена. Согласно утвержденной инвестиционной программе ТГК-1, имеющиеся гидроагрегаты станции должны были заменить на один мощностью 43.8 МВт еще в 2010 году, но пока информации об этом нет. Сроки выполнения инвестиционной программы сдвигаются.

**ГЭС-6 Раякоски** является низконапорной русловой станцией. Основными ее сооружениями являются:

1. Насыпная плотина длиной 30 м и наибольшей высотой 22 м.
2. Водосбросная бетонная плотина длиной 37 м.
3. Глухая бетонная плотина длиной 424 м и наибольшей высотой 21 м.
4. Здание ГЭС руслового типа.

Мощность станции составляет 43.2 МВт, среднегодовая выработка – 220 млн кВт·ч. В здании ГЭС установлено 3 поворотно-лопастных гидроагрегата мощностью по 14,4 МВт, работающих при расчетном напоре 20.5 м. Водохранилище станции полезным объемом 0.008 км<sup>3</sup> осуществляет суточное регулирование стока. Оборудование ГЭС устарело, но пока о сроках замены гидротурбин не сообщалось, в инвестиционную программу станция не включена.

Остальные станции Пазского каскада находятся в хорошем работоспособном состоянии и реконструкции не требуют.

**Серебрянские ГЭС.** Серебрянские ГЭС, одни из самых относительно молодых ГЭС Кольского полуострова, были построены в начале 1970-х годов на р.Воронья. Суммарная мощность составляет 351 МВт.

Серебрянская ГЭС-1 мощностью 204.9 МВт с тремя агрегатами является верхней станцией каскада. Серебрянская ГЭС-2 мощностью 150 МВт – нижней. Верхняя ГЭС располагает водохранилищем многолетнего регулирования полезной емкостью 1.57 км<sup>3</sup>, а нижняя ведет сезонное регулирование. Полезный объем ее водохранилища составляет 0.005 км<sup>3</sup>. Станции деривационного и плотинно-деривационного типа. Работают в пиковом режиме с числом часов использования установленной мощности около 3000.

«Ленгидропроектом» на перспективу был разработан, а Отделом энергетики КНЦ РАН дополнен проект переброски части стока озера Умбозера в озеро Ловозеро с целью расширения мощности Серебрянских ГЭС. Согласно проекту переброска осуществляется с помощью двух насосных станций и канала. Перебрасываемый сток используется путем строительства дополнительного гидроузла при Серебрянской ГЭС-1 мощностью 135 кВт.

Реконструкция станций и модернизация оборудования является необходимым условием существования энергосистемы и надежного, бесперебойного электроснабжения потребителей. К тому же реконструкция требует значительно меньших капитальных вложений, чем строительство новых генерирующих мощностей, приводит к надежной работе энергетического оборудования, часто в автоматическом режиме, увеличивает межремонтный период и сокращает эксплуатационные расходы. Поэтому модернизация старых гидроэлектростанций может рассматриваться как один из способов увеличения генерирующих мощностей в регионе, которые будут востребованы в ближайшем будущем.

На территории Кольского полуострова в 50-х годах прошлого столетия действовало также порядка 10 малых ГЭС, которые обеспечивали электроэнергией удаленные поселки, но сейчас они все разрушены. Воссоздание наиболее эффективных малых ГЭС или сооружение на их месте новых могло бы снизить часть финансовой нагрузки, которая ложится на областной бюджет по субсидированию проживающего там населения, так как себестоимость электроэнергии в изолированных районах составляет 15-20 руб/кВт·ч.

На фоне финансово-экономического кризиса уровень финансирования в обновление энергетического оборудования и реконструкцию старых гидроэлектростанций вновь сократился. Выполнение многих текущих проектов замедлилось, а часть запланированных была отложена или отменена. В таких условиях постоянного недофинансирования необходимо более активное государственное стимулирование энергетической отрасли. Возможно, принятое 29 декабря 2011 года правительственное постановление № 1178 об основах ценообразования в электроэнергетике, позволяющее рассчитывать тарифы на электроэнергию от возобновляемых источников энергии с учетом возврата инвестиций, привлечет инвесторов для реализации проектов малой гидроэнергетики на территории Мурманской области. Так, в соседнем регионе – Карелии уже отмечено некоторое оживление в процессе восстановления малых ГЭС. Там компанией «Норд Гидро» реконструирована первая малая ГЭС Ляскеля, мощность которой увеличена с 0.75 МВт до 4.8 МВт за счет расширения и углубления подводящего канала и здания ГЭС. Объем капиталовложений составил 687.4 млн руб. Это – первая ГЭС в России, которой присвоен статус «генерирующего объекта, функционирующего на возобновляемом

источнике энергии». Компания планирует построить и восстановить в Карелии еще 33 малых ГЭС общей электрической мощностью 100 МВт. А средства на эти цели готов предоставить Внешэкономбанк (ВЭБ) в качестве кредита на сумму 1.6 млрд руб.

Также интерес к реализации программы развития малой гидроэнергетики в Карелии проявляет российский фонд «Новая энергия», который, возможно, возьмется за строительство каскада малых ГЭС на реке Волда установленной мощностью 40.8 МВт в Пудожском районе и на реке Чирко-Кемь мощностью 29.6 МВт на севере республики.

Таким образом, сделан первый шаг в возрождении малой гидроэнергетики на европейском Севере.

## **Выводы**

1. Девять из 17 ГЭС Кольского полуострова проработали уже более 50 лет. Все они находятся в работоспособном состоянии и производят около 40% всей вырабатываемой в Мурманской обл. электроэнергии. Но изношенность гидроэнергетического оборудования приводит к ряду проблем, связанных с регулированием нагрузки и режимными ограничениями.

2. Шаги, предпринимаемые ТПК-1 для проведения капитальных ремонтов и модернизации гидроэнергетического оборудования станций, заслуживают одобрения, но являются недостаточными. Необходимы более существенные денежные вливания в реконструкцию старых ГЭС и восстановление или строительство новых малых ГЭС на территории Кольского полуострова, тем более что предложения и предпроектные проработки реконструкции и строительства некоторых станций есть.

## **Литература**

1. Перечень ввода объектов тепловой генерации. <http://www.rao.-ees.ru/ru/investionov/invprogramm/show.cgi?per.htm>.
2. Анализ состояния существующих ГЭС «Колэнерго» и разработка рекомендаций по реконструкции их отдельных сооружений и сооружению малых ГЭС: Отчет о НИР (промежуточ.) Отдел энергетики КНЦ АН СССР; Руководитель И.Р. Степанов, отв. исп. Дмитриев Г.С., Марчук С.А. – № ГР 01860037106; Инв. № 0290.0053249 – Апатиты, 1990. – 180 с.
3. Строительство КАЭС-2 <http://www.hibiny.com/news/ru/archive/28524>.
4. Пазские ГЭС <http://ges.russgid.ru>.
5. Гидроэнергетические ресурсы европейского Севера и перспективы их дальнейшего использования: Отчет о НИР (заключит.) Отдел энергетики КНЦ АН СССР; Руководитель И.Р.Степанов, отв. исп. Дмитриев Г.С. – № ГР 76065755; Инв. № Б800920 – Апатиты, 1979. – 146 с.

## ***Сведения об авторе***

### **Коновалова Ольга Евгеньевна,**

Старший инженер лаборатории энергосбережения и возобновляемых источников энергии Центра физико-технических проблем энергетики Севера КНЦ РАН  
Россия, 184209, Мурманская область, г.Апатиты, мкр.Академгородок, д.21 А  
Эл. почта: [konovalova@ien.kolasc.net.ru](mailto:konovalova@ien.kolasc.net.ru)