

С. В. ГРИГОРЬЕВ

ВОДОЕМЫ КАРЕЛИИ КАК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА

Карельская АССР — край многочисленных озер и рек. Значительные запасы высококачественной гидроэнергии используются во все более широких масштабах. Развивается строительство гидроэлектростанций (ГЭС). К концу 1956 г. в эксплуатации были Кондопожская, Пальеозерская ГЭС (р. Суна), Маткожненская и Ондская ГЭС (на р. Нижний Выг) общей установленной мощностью 186 тыс. *квт.* У северной границы республики — на карельской р. Ковде, но на территории соседней Мурманской области, — построена Князегубская ГЭС. Планируется построить и другие ГЭС — Валазминскую (р. Суна), Кумскую и Иовскую (р. Ковда), общей мощностью до 145 тыс. *квт.*

Создаются каскады ГЭС на главных реках — Сунский (Кондопожская, Пальеозерская ГЭС и протектируются — Валазминская, Палье-Сандальская и другие ГЭС), Нижне-Выгский (Ондская, Маткожненская, намеченная к строительству Выгостровская и другие ГЭС), Ковдинский (Князегубская, строящиеся Кумская, Иовская ГЭС), объединяемые в местные крупные энергосистемы — Кольскую, Средне-Карельскую, Южно-Карельскую.

Разработан ряд проектов превращения больших озер в мощные водохранилища, определяющие высокое качество энергии ГЭС этого края. Большие озера Карельской АССР и Кольского полуострова приобретают совершенно реальную энергетическую ценность. В отличие от других районов СССР, где водохранилища для регулирования могут быть созданы в долинах самих рек, слабо врезанные долины рек КАССР не могут, как правило, быть использованы для этих целей. Роль возможных долинных водохранилищ здесь совершенно ничтожна по сравнению с естественными озерными водохранилищами.

К настоящему времени число и объем действующих водохранилищ уже значительны. С 1939 г. (а по восстановлению — с 1947 г.) работает Сандальское водохранилище (оз. Санда), частью Пальеозерское (оз. Палье), которые регулируют Кондопожскую ГЭС (р. Суна). В 1953 г. начало работать Онежское озеро как водохранилище, подпираемое плотиной ГЭС „Свирь II“. С 1933 г. изменило свои размеры и свои характеристики оз. Выгозеро, подпертое на 6 м сооружениями Беломорско-Балтийского канала. Однако как водохранилище Выгозеро начало работать только с 1954 г. для регулирования действующих Маткожненской, а затем Ондской ГЭС на р. Нижнем Выге. В стадии наполнения находятся Ковдозерское водохранилище в бассейне р. Ковды и Сегозерское — в бассейне р. Выга. В ближайшие годы должен вступить ряд новых больших водохранилищ, создаваемых из озер КАССР — Топо-Пяозерское, Валазминское (оз. Гимольское и др.).

Всего действуют три водохранилища как энергетические — Сандальское, Палье, Выгозерское — общим объемом к 1956 г. 1,580 млрд. м^3 , не считая Онежского и некоторых малых озер.

В стадии наполнения находятся два водохранилища — Сегозерское и Ковдозерское — общим регулирующим объемом 5,9 млрд. м^3 и в стадии подготовки еще три — Валазминское, Топо-Пяозерское и Иовское — общим объемом до 8,1 млрд. м^3 , с последующим доведением объема до 10,6 млрд. м^3 . К 1959—1960 гг. в эксплуатации в Карелии будет до пяти крупных водохранилищ общим объемом около 7,5 млрд. м^3 .

Реконструктивное превращение озер в энергетические водохранилища связано для многих из них с резкими изменениями уровня, площади, гидрологических и иных черт. Для некоторых районов КАССР изменяется ландшафт; создаются новые огромные водоемы.

Задача настоящей работы — познакомить с перспективами энергетического использования крупнейших озер Карелии и превращения свободных озер в водохранилища, а также поставить некоторые вопросы о дальнейших задачах исследований таких озер.

В пределах Карельской АССР исчислены запасы гидроэнергии до 1530 тыс. *квт* средней годовой мощности по всем рекам, с предельной возможной выработкой ими гидроэнергии в „средний“ год до 13,4 млрд. *квт-ч*.

В пределах условного Карельского района — от линии р. Свирь до Кандалакши (до бассейнов рек Кольского полуострова), с полным охватом бассейнов рек КАССР, — суммарная мощность возрастает до 1,80 млн. *квт*, а предельные запасы энергии в „средний“ год — до 15,6 млрд. *квт-ч*.

В Карельской АССР вместе с Мурманской областью запасы водной энергии достигают 3,5 млн. *квт*. Как видно из табл. 1, на 50% эти запасы гидроэнергии в Карелии определяются шестью главными реками республики: Ковды, Кемь, Нижнего Выга — в северной части, в бассейне Белого моря, Суны, Шуи и Водлы — в бассейне Онежского озера, т. е. в бассейне Балтийского моря.

Таблица 1

Запасы гидроэнергии КАССР
и мощность ее главных рек (Берсонов, 1958)

Наименование рек	Теоретическая среднегодовая мощность (кадастровая) (тыс. <i>квт</i>)	Предельная возможная среднегодовая выработка энергии (млн. <i>квт-ч</i>)
По всей КАССР	1528,4	13 389
Ковда	211,1 (87,0) ¹	1849
Кемь	241,4	2115
Выг	216,9	1900
Водла	84,9	743
Шуя	66,3	581
Суна	65,7	576

Всего по шести рекам 886,3 тыс. *квт* или 50%.¹ 5915

¹ В скобках — р. Ковда в пределах КАССР.

На базе ГЭС рек западной части Кольского полуострова (Туломы, Нивы) и рек Ковды, Кеми, Нижнего Выга, Шуи, Суны определены три энергетические системы:

1) Кольская (Кольско-Северо-Карельская) в составе ГЭС рек Туломы, Нивы и Керети. В послевоенные годы к ним прибавились ГЭС на р. Паз (Патсъёки);

2) Средне-Карельская (или Выгско-Кемская) в составе ГЭС рек Кеми и Нижнего Выга с Сегежей;

3) Южно-Карельская, главным образом из ГЭС рек Суны и Шуи.

Мощность этих энергосистем по ГЭС в целом приведена в табл. 2. Характерной особенностью этих энергосистем является скромное участие в них тепловых электростанций, особенно в Кольско-Северо-Карельской и Средне-Карельской.

Таблица 2

Энергосистемы и их показатели по ГЭС
(Григорьев, 1940)

Энергосистема	Реки	Число проектных и действ. ГЭС	Суммарная установленная мощность ГЭС (тыс. <i>квт</i>)	Суммарная предельная среднегодовая выработка энергии (млн. <i>квт-ч</i>)
Кольская	Тулома	2		
	Нива	3		
	Ковда с Олангой	4		
	Кереть	1		
	Паз	5		
	Всего до	15	900	5000
Средне-Карельская	Кемь	7—5		
	Нижний Выг	5		
	Сегежа	2		
	Всего до	12—14	580	3200
Южно-Карельская	Суна	7—6		
	Шуя	5		
	Лососинка	1		
	Всего до	13	160	820

Возможности дальнейшего развития самой мощной Кольско-Северо-Карельской энергосистемы этим не ограничиваются. Эта система может быть увеличена присоединением ГЭС на восточных реках Кольского полуострова (Воронья, Умба, Поной, Иоканьга и др.) и доведена до 1300—1400 тыс. *квт* с выработкой до 7,5—8 млрд. *квт-ч* электроэнергии в год.

Позднейшие проектировки Ленгидэпа дают несколько иные цифры установленной мощности и выработки энергии по некоторым каскадам ГЭС (Ковды, Нижнего Выга, Суны), существенно не меняющие приведенные показатели энергосистем.

В 1956 г. находились в действии: а) в Кольской (Северо-Карельской) энергосистеме семь ГЭС, б) в Средне-Карельской (Выгско-Кемская) энергосистеме две ГЭС — Маткожненская и Ондская на р. Нижнем Выге на 140 тыс. *квт.*

В Южно-Карельской энергосистеме действующая Кондопожская ГЭС дополнена Пальеозерской (20 тыс. *квт.*) на той же р. Суне; всего — 47 тыс. *квт.*

Для регулирования мощности ГЭС в каждой из этих энергосистем намечено и осуществляется строительство ряда водохранилищ.

В Кольской энергосистеме водохранилища действующие:

а) Имандра (оз. Имандра) — в настоящее время полезным объемом 3 млрд. м^3 ;

б) Пиренгское (оз. Пиренго) — полезным объемом 0,87 млрд. м^3 ;

в) оз. Инари (Энаре) в верховье р. Паз на территории Финляндии. Работает как водохранилище полезным объемом 2 млрд. м^3 (по особому договору СССР с Финляндией) — всего до 5,9 млрд. м^3 .

Строящиеся и проектируемые водохранилища:

а) в наплении — Ковдозерское — на 1,9 млрд. м^3 ; б) в подготовке Топо-Пяозерское — на 6,6 — 9,1 млрд. м^3 ; в) Иовское (верхний бьеф Иовской ГЭС из ряда озер) — на 0,5 млрд. м^3 и г) Керетское — на 0,72 млрд. м^3 ; всего до семи водохранилищ с общим объемом регулирования до 16—18 млрд. м^3 (округленно). Предполагается последующее увеличение емкости Топо-Пяозерского водохранилища до 9,1 млрд. м^3 .

Из табл. 3 видно, что ведущая роль будет принадлежать водохранилищам бассейна р. Ковды.

В Средне-Карельской энергосистеме используется как водохранилище Выгозерский бьеф (озеро) Беломорско-Балтийского водного пути (ББВП) полезной емкостью 1,14 млрд. м^3 . На стадии осуществления находится Сегозерское водохранилище на 4 млрд. м^3 . Кроме того, в бассейне Выга условно намечалось Ондозерское водохранилище на 1,6 млрд. м^3 , а затем с сооружением ГЭС на р. Кеми в бассейне ее: Нижне- и Средне-Куйтозерское — до 2,23 млрд. м^3 ¹, Верхне-Куйтозерское — 1,9 млрд. м^3 и Ньюкозерское — до 1,5 млрд. м^3 ; всего до шести водохранилищ, общим объемом 11,4 — 13 млрд. м^3 . Энергосистема еще формируется, а объемы Кемских водохранилищ пересматриваются.

В Южно-Карельской энергосистеме перспективы регулирования более скромные. Проектируются водохранилища в бассейне Суны: из озер Гимольского и Ройкнаволоцкого Валазминское — 1000 млрд. м^3 . Это водохранилище проектируется в дополнение к действующему Сандальскому (на 0,290—0,435 млрд. м^3) и Пальеозерскому (0,150 — 0,215 млрд. м^3). Кроме того, возможно Сямозерское водохранилище в бассейне р. Шуи. Дополняют эти водохранилища малые водохранилища в бассейне р. Лососинки — Лососинское и Машозеро; объем их может быть увеличен до 0,080 млрд. м^3 .

¹ Здесь и дальше будем подразумевать так называемый полезный, или рабочий, объем водохранилища, или призму сработки между предельными уровнями — высшим и низшим.

Позднейшие проектировки Ленгидэпа дают несколько иные цифры установленной мощности и выработки энергии по некоторым каскадам ГЭС (Ковды, Нижнего Выга, Суны), существенно не меняющие приведенные показатели энергосистем.

В 1956 г. находились в действии: а) в Кольской (Северо-Карельской) энергосистеме семь ГЭС, б) в Средне-Карельской (Выгско-Кемская) энергосистеме две ГЭС — Маткожненская и Ондская на р. Нижнем Выге на 140 тыс. *квт*.

В Южно-Карельской энергосистеме действующая Кондопожская ГЭС дополнена Пальеозерской (20 тыс. *квт*) на той же р. Суне; всего — 47 тыс. *квт*.

Для регулирования мощности ГЭС в каждой из этих энергосистем намечено и осуществляется строительство ряда водохранилищ.

В Кольской энергосистеме водохранилища действующие:

а) Имандра (оз. Имандра) — в настоящее время полезным объемом 3 млрд. *м³*;

б) Пиренгское (оз. Пиренго) — полезным объемом 0,87 млрд. *м³*;

в) оз. Инари (Энаре) в верховье р. Паз на территории Финляндии. Работает как водохранилище полезным объемом 2 млрд. *м³* (по особому договору СССР с Финляндией) — всего до 5,9 млрд. *м³*.

Строящиеся и проектируемые водохранилища:

а) в наполнении — Ковдозерское — на 1,9 млрд. *м³*; б) в подготовке Топо-Пяозерское — на 6,6 — 9,1 млрд. *м³*; в) Иовское (верхний бьеф Иовской ГЭС из ряда озер) — на 0,5 млрд. *м³* и г) Керетское — на 0,72 млрд. *м³*; всего до семи водохранилищ с общим объемом регулирования до 16—18 млрд. *м³* (округленно). Предполагается последующее увеличение емкости Топо-Пяозерского водохранилища до 9,1 млрд. *м³*.

Из табл. 3 видно, что ведущая роль будет принадлежать водохранилищам бассейна р. Ковды.

В Средне-Карельской энергосистеме используется как водохранилище Выгозерский бьеф (озеро) Беломорско-Балтийского водного пути (ББВП) полезной емкостью 1,14 млрд. *м³*. На стадии осуществления находится Сегозерское водохранилище на 4 млрд. *м³*. Кроме того, в бассейне Выга условно намечалось Ондозерское водохранилище на 1,6 млрд. *м³*, а затем с сооружением ГЭС на р. Кеми в бассейне ее: Нижне- и Средне-Куйтозерское — до 2,23 млрд. *м³*¹, Верхне-Куйтозерское — 1,9 млрд. *м³* и Ньюкозерское — до 1,5 млрд. *м³*; всего до шести водохранилищ, общим объемом 11,4 — 13 млрд. *м³*. Энергосистема еще формируется, а объемы Кемских водохранилищ пересматриваются.

В Южно-Карельской энергосистеме перспективы регулирования более скромные. Проектируются водохранилища в бассейне Суны: из озер Гимольского и Ройкнаволоцкого Валазминское — 1000 млрд. *м³*. Это водохранилище проектируется в дополнение к действующему Сандальскому (на 0,290—0,435 млрд. *м³*) и Пальеозерскому (0,150 — 0,215 млрд. *м³*). Кроме того, возможно Сямозерское водохранилище в бассейне р. Шуи. Дополняют эти водохранилища малые водохранилища в бассейне р. Лососинки — Лососинское и Машозеро; объем их может быть увеличен до 0,080 млрд. *м³*.

¹ Здесь и дальше будем подразумевать так называемый полезный, или рабочий, объем водохранилища, или призму сработки между предельными уровнями — высшим и низшим.

Отметим еще законченное в 1939 г. вспомогательное водохранилище из Суозера (0,1 млрд. м³) в бассейне Нижней Суны для регулирования сплава по Суне. Всего проектируется в этой энергосистеме до шести водохранилищ общим рабочим объемом до 2,75—3 млрд. м³.

Сводные показатели, характеризующие значение этих водохранилищ по отдельным энергосистемам, даны в табл. 3.

Таблица 3

Показатели регулирования водохранилищ
по энергосистемам (Григорьев, 1935, 1940)

Реки	Объем среднегодового стока (км ³)	Число водохранилищ	Суммарный рабочий объем водохранилищ (км ³)
Кольско-Северо-Карельская			
Тулома	7,0	1	1,0
Нива	4,86	2	3,87
Ковда	9,09	3	9,00—11,50
Кереть	0,91	1	0,72
Паз	—	1	2,00
Всего	21,86	8	16,6—19,1
Средне-Карельская			
Кемь	8,76	3	5,63
Нижний Выг	8,08	3	6,74
Всего	16,84	6	12,37
Южно-Карельская			
Суна	2,23	3	1,65
Шуя	2,98	2	1,32—0,875
Лососинка	0,12	2	0,08
Всего	5,33	7	3,05—2,6

Не приводим здесь более сложного показателя регулирования в так называемом энергетическом выражении, правильное характеризующего тип регулирования, которое определяется полезной емкостью водохранилищ и суммарным напором ГЭС, расположенных ниже данного водохранилища.

Наиболее крупную роль в регулировании ГЭС по рекам должны играть озера-водохранилища в бассейне Ковды и Выга. Несколько меньше, но все же велико значение водохранилищ Керети, Кемь, Суны, Шуи (рис. 1).

Некоторые из названных водохранилищ не имеют окончательного проекта. Их показатели — подпорная отметка и объем регулирования — могут подвергнуться в дальнейшем некоторым изменениям. Однако

порядок величины объема водохранилищ Карелии достаточно определен.

Остановимся на краткой характеристике главнейших водохранилищ.

1. Ковдозерское — осуществляется (с 1955 г.) из Ковдозера подпором его до отметки 37,2 м, т. е. на 7 м, путем сооружения плотины в истоке р. Ковды из Ковдозера (дер. Лягкомин). Предполагается сработка в пределах 3,5 м (37,2 — 33,7), что обеспечивает полезный объем (регулирующий объем) 1,9 млрд. м³ (1,9 км³).



Рис. 1. Схематическая карта энергетических водохранилищ Карелии

- 1 — действующие водохранилища;
 - 2 — в постройке;
 - 3 — запроектированы;
 - 4 — намеченные к постройке водохранилища;
- Цифры под названиями обозначают полезный объем в млн. м³.

Ковдозеро — водохранилище является верхним бьефом действующей (с 1955 г.) Князегубской ГЭС.

2—3. Топо-Пяозерское — крупнейшее водохранилище не только в бассейне р. Ковды, но и всей КАССР (не считая Онежского озера) и Севера СССР вообще. Оно является одним из основных водохранилищ для всей Кольской энергосистемы. По проекту Кумской ГЭС 1952 г. (Ленгидэп, Министерства электростанций СССР) оно создается путем сооружения плотины на р. Куме, или Верхней Ковде, и подпора Пяозера (естественная отметка 100,5 м) на 9 м — до уровня Топозера, т. е. до 109,5 м. Этим перекрывается р. Софьянга (Верхняя Ковда), соединяющая Топозеро и Пяозеро, и создается объединенное зеркало обоих озер на отметке 109,5 м. Предполагается сработка Пяозера на 6,0 м, что обеспечит объем регулирования Пяозера в 6,6 млрд. м³. В дальнейшем имеется в виду путем расчисток в истоке р. Софьянки из Топозера сбрасывать и это озеро и тем получить дополнительный объем до 2,5 млрд. м³, т. е. довести общий объем Топо-Пяозерского водохранилища до 9,1 млрд. м³.

По старому проекту (1934 г.) намечалось емкость этого объединенного водохранилища довести до 13,8 млрд. м³

за счет расчисток в истоке Софьянки из Топозера и повышения подпорной отметки обоих озер до 112—113 м; последнее встречает препятствие в виде низкого водораздела между Топозером и соседним бассейном р. Поньгомы.

4. Тикшозерское — из Тикшозера (бассейн р. Ковды) в верховьях р. Лобская-Нота (притока Ковдозера). Намечается условно с подпором на 3 м (с отм. 111 м до предельного подпорного уровня 114 м) объемом регулирования около 0,65 млрд. м³. Проекта нет; водохранилище вспомогательного значения и условное.

5. Керетское — из оз. Кереть (в бассейне р. Керети). Намечено (1934 г.) условно с подпором на 2 м путем сооружения небольшой плотины в истоке р. Керети из этого озера. Изысканий и проекта

нет. Не исключена вероятность снижения предельного подпорного уровня (на 0,5 — 1 м).

6—7. Куйто Нижнее и Среднее (бассейн р. Кеми) — проектировалось (1934 г.) как объединенное водохранилище; подпор озер Среднее и Нижнее Куйто на 2 м с 100,5 до 102,5 м создавался плотиной на Кеми выше порога Киньтисьма. За счет сработки оз. Нижнее Куйто на 6 м (в пределах уровня 102,5—96,5 м) и оз. Среднее Куйто на 5,5 м (в пределах 102,5—97 м) предполагалось получить полезный объем до 2,25 млрд. м³. Для этого предусматривались расчистки на Среднем Куйто в проливе, соединяющем Среднее и Нижнее Куйто, и в истоке из Нижнего Куйто р. Кеми.

8. Куйто Верхнее — проектировалось (1934 г.) сооружение регулирующей плотины на Еноншу¹, подпирающей предельно Верхнее Куйто на 4 м (с отм. 102,5 до 106,5 м). Сработкой на 7 м предполагалось получить объем регулирования до 1,9 млрд. м³. При этом необходимы расчистки на озере у названного пролива.

По обоим водохранилищам составлен схематический проект сооружений. По позднейшим проектировкам (Ленгидэп, 1955—1956) намечаются существенные отступления от названных параметров в отношении предельных подпорных уровней, пределов сработки и объема регулирования.

9. Нюкозерское — подпором оз. Нюк (бассейн р. Кеми) на 1,5 м (с отм. 134,5 до 136 м) и сработкой на 6 м (в пределах 136—130 м) намечался (1934) условно объем регулирования до 1,5 млрд. м³. Имеются только проектные соображения. Последние пометки (Ленгидэп, 1955—1956) изменяют его параметры.

10. Выгозерское — (бассейн р. Выга). С 1933 г. Выгозеро поднято Надвоицкой плотиной Беломорско-Балтийского водного пути на 6 м (до отм. 89 м). Как водохранилище работает с 1954 г. с использованием объема водохранилища в 1,14 млрд. м³, сработкой в пределах отметок, установленных ранее Управлением ББВП, судоходным бьефом которого является Выгозеро. Дальнейшее повышение его уровня, намеченное водно-энергетической схемой (ВЭС) Карело-Мурманского края (Ленгидэп, 1935) и объема до 3,43 млрд. м³, сейчас считается неоправданным.

11. Сегозерское — в стадии наполнения (с 1956 г.). Путем подпора оз. Сегозера на 6 м (до 120 м) и сработкой на 5 м (в пределах 120,0—114,95 м) объем регулирования доводится до 4 млрд. м³.

12. Ондозерское (бассейн р. Выга) — образуется подпором оз. Ондозера на 5 м (с отм. 119,5 до 124,5 м). При сработке водохранилища до 5,5 м, т. е. в пределах 124,5—119 м, обеспечивается объем регулирования 1,6 млрд. м³. Существует схематический проект (1934). Имеется съемка озера. Необходимые дополнительные исследования могут изменить указанные выше предположения. Это, пока проблематичное, водохранилище может возникнуть где-то в далекой перспективе.

13. Сандальское (бассейн р. Суны) — верхний бьеф действующей Кондопожской ГЭС. Образовано небольшим подпором (плотиной в истоке р. Сандалки) оз. Сандал до предельного уровня 64,55 м. При сработке на 2,5 м (в пределах 64,55 — 62,05 м) объем регулирования может быть доведен до 0,435 млрд. м³. В эксплуатацию сдано с 1927 г., но в указанных пределах начало работать только с 1939 г., с использованием объема 0,290 млрд. м³.

¹ Пролив, соединяющий озера Среднее Куйто, Алаярви и Верхнее Куйто.

14. Пальеозерское — из оз. Палье (бассейн оз. Сандал и р. Суны). Проектируемый предельный подпорный уровень 74,5 м (на 2 м над средним естественным). После сооружения Палье-Сандальской ГЭС и плотины в истоке р. Нивки (Тивдийки) из оз. Палье водохранилище будет завершено. Предполагается сработка в пределах 2 м (72,5—74,5 м), обеспечивающая объем регулирования до 0,215 млрд. м³. Сейчас используется 0,150 млрд. м³. Водохранилище является дополнительным к Сандальскому. После сооружения Палье-Сандальской ГЭС и Валазминского водохранилища (см. ниже) колебание уровня Пальеозерского водохранилища будет ограничено в пределах 74,5—74 или 74,5—73,5 м.

15. Валазминское (бассейн р. Суны) — в верховьях р. Суны, проектируется из озер Гимольского и Ройкнаволоцкого, объединяемых подпором плотины (ниже Поросозера) на 4,5 м (с естественного среднего уровня 166,5 до 171 м). Проектом предполагается сработка до 4,50 м, что обеспечит объем регулирования 1,0 км³. Водохранилище явится главным для каскада ГЭС, намечаемых на р. Суне, и для всей Южно-Карельской энергосистемы. Сейчас осуществление его отодвинуто.

16. Сямозерское (бассейн р. Шуи) — намечено пока условно и схематически, проекта и изысканий не имеется. Регулирующая плотина в истоке р. Сяпси по схеме 1934 г. подпирает Сямозеро на 2,5 м (до предельного уровня 109 м). При сработке до 4,5 м (в пределах 109—104,5 м) объем регулирования может быть доведен до 1,11 км³. Для такой сработки (ниже естественного уровня) намечены расчистки в озере, у истока из него р. Сяпси и по этой последней. Это основное водохранилище для намечаемых ГЭС на р. Шуе. Более поздние наметки (Карельского филиала АН СССР, 1954) уменьшают объем этого водохранилища до 675 млн. м³ за счет уменьшения подпора озера до 1—1,5 м и его сработки. Осуществление его относится к более далекому времени.

17. Водлозеро — водохранилище будущих ГЭС на р. Водле, в ее истоках. Это озеро с 1936 г. (времени сооружения плотины в истоке из него р. Сухой Водлы, вторая плотина в истоке из него р. Вамы закончена в 1934 г.) служит водохранилищем для регулирования стока в сплавной период, для улучшения лесосплава. Подпор его в настоящее время около 1 м. Ориентировочно как энергетическое намечено¹ (1933) с предельным подпором до 2 м, сработкой около 2,5 м и объемом регулирования в 1 км³. При последующем проектировании показатели его могут существенно изменяться. Время его осуществления пока неопределенно.

18. Онежское озеро — с окончанием в 1953 г. строительства Верхне-Свирской ГЭС и плотины свободный режим озера сменился вынужденным, и оно превращено в водохранилище. Однако проект регулирования предусматривает лишь перераспределение его стока и режима уровня почти в тех же пределах (33,50—32,44 м) с повышением среднего зарегулированного уровня над естественным (средним многолетним) всего на 0,21—0,31 м и при сохранении естественного наблюдавшегося наивысшего уровня. Это водохранилище приобретает большое значение для регулирования ГЭС на р. Свири.

19. Те же приблизительные условия намечались (по предварительному проекту 1932 г.) для регулирования Ладожского озера как водохранилища для ГЭС на р. Неве. Изменившаяся здесь граница

¹ Весьма условно, проекта нет, исследований в этих целях не производилось.

СССР и превращение с 1940 г. Ладожского озера полностью во внутренний водоем СССР могут привести к некоторому повышению предельного естественного наивысшего уровня при регулировании на 0,5—2,5 м при сооружении ГЭС на р. Неве (проект 1952 г.).

Обратимся к гидрографической и гидрологической характеристике наиболее крупных озер Карелии.

В табл. 4 не включен ряд крупных озер площадью около 100 км², а именно: Каменное в бассейне р. Верхней Чирка-Кеми (р. Кемь), Лижозеро бассейна р. Лижмы, Ведлозеро в бассейне р. Видлицы, Лексозеро и Тулос в бассейне р. Лендерки (Вуокса) со стоком в Финляндию, и некоторые другие, а также озера на отошедшей с 1940 г. к КАССР территории (оз. Янисъярви).

На основании данных табл. 4 можно сделать следующие выводы:

1. Главные озера приурочены к трем ярусам: а) к нижнему, на высоте до 30—35 м — Ладожское, Онежское в Южной Карелии и Ковдозеро; б) к среднему, на высоте до 60—90 м; в) к верхнему, на высоте 100—140 м. На последнем лежит подавляющая часть крупнейших озер главных рек Северной, Средней и Южной Карелии: Ковды, Кеми, Выга, Водлы. Немногие озера лежат на более высоких отметках (Гимольское и Ройкнаволоцкое в бассейне р. Суны).

2. Площадь наиболее крупных озер колеблется в весьма широких пределах — от 100 до 1200 км². В особую группу выделяются крупнейшие озера — Ладожское и Онежское.

3. Еще большими пределами характеризуются площади водосбора этих озер.

4. Введение понятия „удельный водосбор“ озера, т. е. площадь его бассейна, приходящаяся на 1 км² площади зеркала озера, позволяет свести главные озера к сравнительно немногим типам:

а) Озера большого удельного водосбора — свыше 25—30 км². Эта группа немногочисленна — Ковдозеро, Выгозеро (в естественном его прежнем состоянии) и Гимольское (с Ройкнаволоцким). Гидрологически эта группа характеризуется пониженной способностью озера к переработке годового стока и повышенной амплитудой колебания уровня.

б) Озера „нормального“ — среднего, удельного водосбора — в пределах от 10—12 до 20—25 км². К нему принадлежат многие большие озера, как например, Пяозеро, Тикшозеро, Нотозеро (в бассейне р. Ковды), три озера — Куйто, Нюк, Ведлозеро.

в) Озера малого удельного водосбора — менее 10 км². Гидрологически они определяются легкой аккумуляцией стока и малой годовой амплитудой колебания уровня.

Более детальное рассмотрение гидрологических свойств озер, присущих названным трем типам, равно как и установление более точных границ их выходит за пределы задачи настоящей статьи. Здесь укажем лишь, что с точки зрения водного хозяйства и регулирования стока озера с малым удельным водосбором определяются как водохранилища избыточной площади, с ограничением их полезного объема условиями их наполнения.

5. Из больших озер с известной максимальной глубиной лишь Выгозеро имело небольшую глубину¹ — 12 м. К нему приближается отчасти Сямозеро с максимальной глубиной 24 м. Прочие из них имеют глубины свыше 25—30 м.

¹ В естественном состоянии; в настоящее время максимальная глубина достигла 18 м.

Главные озера Карельской АССР и их гидрографо-гидрологические характеристики

Бассейн реки	Название озера	Высота уровня озера над уровнем моря (м)	Площадь озера ¹ (км ²)	Площадь водосбора озера (км ²)	Удельный водосбор (км ²)	Наибольшая глубина озера (средняя) (м)	Объем среднегодового стока из озера (км ³)	Полный объем водного тела озера (км ³)	Коэффициент водообмена озера
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бассейн Белого моря									
Ковда	Ковдозеро	30,0	363/297,2	25 915	87,0	56	9,00	(3,70)	(2,4)
"	Пяозеро	100,5	754,8/658,7	12 970	19,8	49(15,1)	4,74	9,95	0,48
"	Топозеро	109,5	1048,9/986,2	3749	3,8	56(15,8)	1,03	15,66	0,07
"	Тикшозеро	111,2	232,4/208,8	1056	5,1	40(8)	0,35	1,67	0,2
"	Нотозеро	34,0	77,5/69,1	2201	31,8	—	0,71	—	—
Кереть	Кереть	90,6	274,7/223,1	1339	6,0	26	0,36	1,62	0,22
Калга	Энгозеро	71,3	136,1/121,9	1389	11,4	18(4,5)	0,36	0,54	0,7
Кемь	Куйто Нижнее	100,0	142,9/141,3	10 690	75,7	33(9,4)	3,41	1,22	2,8
"	Среднее	101,3	274,0/256,6	10 171	39,6	34(10,8)	3,25	2,66	1,22
"	Верхнее	102,6	205,9/197,6	7792	39,5	44(7,3)	2,38	2,19	1,1
"	Нюк	134,5	220,1/213,5	3212	15,0	40(8,8)	1,16	1,81	0,6
Выг	Выгозеро ²	82,5 (89) ²	560 ³ (1294,9/1158,6)	18 049	15,6	18	5,46	3,38	1,64
"	Сегозеро	113,7	781,7/762,5	7576	9,9	97(22,9)	2,27	17,85	0,13
"	Ондозеро	119,9	193,0/182,4	2451	13,4	6(3,13)	0,74	0,57	1,4
Бассейн Балтийского моря									
Водла	Водлозеро	136,1	367,7/334,2	5299	15,8	32	1,68	(2,50)	(0,7)
Шуя	Сямозеро	106,5	270,3/266,0	1609	6,0	24,5	0,44	1,79	0,24
Суна	Санда (с Нигозером) ⁴	63,0	161,2/152,4	1017	6,7	51	0,31	1,86	0,17
"	Палье	68,8	106,8/100,2	381	3,8	74	0,12	(1,60)	0,08
"	Гимольское и Ройкнаволоцкое	164,0	115,7/105,6	2665	27	30(3,59)	0,87	(0,27)	3,30
Свирь	Онежское	33,0	9890/9666 ⁵	61 430	6,1	120	18,26	280	0,065
Нева	Ладожское	5,2	18 280	273 952	15,0	227	82,00	932,80	0,088

¹ В знаменателе — площадь зеркала.

² Г. Ю. Верещагин (1924).

³ До подпора его Надвоинской плотиной—в естественном состоянии; в скобках—в современном состоянии (до отметки 89 м).

⁴ Г. Ю. Верещагин (1923).

⁵ По С. А. Советову (1917).

6. Несмотря на пестроту показателя „островистости“ озер, можно считать, что этот коэффициент в общем невелик (табл. 5).

Таблица 5

Коэффициент островистости по озерам — проектируемым водохранилищам
(Григорьев, Грицевская, 1958)

Озера	Площадь озера (км ²)	Площадь островов (км ²)	% островов (от полной площади озера)
Ковдозеро	363	65,3	18,1
Пяозеро	754,8	96	13,7
Топозеро	1048,9	63,7	6,1
Кереть	274,7	51,6	18,8
Энгозеро	136,1	14,2	10,4
Куйто Нижнее	142,9	16	1,1
„ Среднее	274,0	17,4	6,3
„ Верхнее	205,9	8,3	4,0
Сегозеро	781,7	22,2	3,7
Выгозеро	634,0	87	12,1
Водлозеро	367,7	33,5	9,1
Сямозеро	270,3	4,3	1,6
Сандал	161,2	8,8	5,5
Онежское	9890	224	2,3

Если исключить крайние значения коэффициента низшие (у Онежского озера, Сямозера и Нижнего Куйто) и наиболее высокие (Ковдозеро, Кереть), то для больших озер Карельской АССР характерен коэффициент островов в пределах 4—14%. Такое большое распространение островов на больших озерах ограничивает разгон волны. В случае превращения озера в водохранилище с большим подпором его уровня эта характеристика может сильно измениться.

В настоящее время мы располагаем двумя типичными примерами измененных озер, превращенных в водохранилища: Выгозеро в бассейне р. Нижнего Выга и оз. Сандал в бассейне р. Суны.

С поднятием уровня Выгозера на 6 м (до отм. 89 м) площадь его увеличилась до 1260 км² и значительная часть островов исчезла. В связи с этим изменились условия волнообразования (длина разбега волны выросла почти до 100 км).

Оз. Сандал было поднято до предельного уровня 64,5 м, т. е. всего на 1—1,5 м против среднего естественного. Это не затронуло его островной сети. Сама площадь озера (его зеркала) увеличилась незначительно. В этом случае превращение этого озера в водохранилище внешне не сказалось.

7. Отметим пестроту соотношения объемов стока из озера (или притока в озеро) и объема озера (табл. 4).

Для большей части изученных морфологически озер (7 из 11) объем среднегодового притока в озеро составляет только часть объема озера — от $\frac{1}{14}$ (у Топозера) до $\frac{1}{2}$ (Пяозеро), т. е. теоретически для

полного обновления объема воды в озере притоком понадобилось бы от 2,5 (Пяозеро) до 14 лет (Топозеро).

Исключением оказываются все три озера Куйто и Выгозеро в естественном состоянии последнего. Однако с поднятием подпора на Выгозере, создавшего дополнительный объем до 3 км^3 (грубо), это озеро перешло к типу озер с показателем водообмена, меньшим елиницы. Превращение озера в водохранилище должно изменить его полный объем и, следовательно, уменьшить его показатель водообмена (табл. 6 и 7).

Из табл. 7 видно, какие принципиальные изменения происходят и произойдут с озерами в условиях водохранилищ.

Характер этих изменений может быть сведен к следующим моментам:

А. Морфологические изменения

1. Повышение среднего уровня озера.
2. Увеличение максимальной и средней глубины.
3. Увеличение площади озера и его размеров и связанное с этим увеличение коэффициента зеркала (уменьшение или полное уничтожение островов озера).
4. Увеличение объема водного тела озера.

Б. Гидрологические изменения

5. Изменение коэффициента водообмена озера.
6. Изменение колебаний уровня озера.
7. Изменение типа озера, связанное со схемой использования падения реки.
8. Прочие изменения гидрологии озера, связанные с пп. 1—7.
9. Периодическая изменчивость характеристик озера, связанная с этапами развития водохранилища.

Почти во всех случаях превращение озера в водохранилище связано с повышением его среднего и предельного уровня. В существующих и проектируемых озерах-водохранилищах Карелии подпор колеблется от 0,5 (Онежское озеро) до 9 м. Подпор от 0 до 2—2,5 м будут иметь озера Ладожское, Онежское, Сандал, Топозеро. Наибольшие подъемы предельного горизонта будут характерны для озер-водохранилищ Пяозера, Сегозера (по 9 и 6 м). Подпор на прочих озерах намечается не более 4—5 м, в среднем — около 3 м.

Такие подпоры озер, даже до 9 м, относительно немного увеличивают максимальную глубину. Только на Выгозере, обладающем среди больших озер наименьшей величиной максимальной глубины — 12 м, подпор его на 6 м повысил наибольшую глубину на 50%.

Для остальных озер, указанных в табл. 7, подпор дает дополнительное увеличение наибольшей естественной глубины в пределах 18—13% (например, для Пяозера — 16%, Сямозера — до 13%) и до 8—9% (Верхнее Куйто, Сегозеро, Кереть) и даже 3% (Палье, Сандал). Для таких глубоких озер, как Ладожское и Онежское, изменения максимальной глубины практически не происходит.

К сожалению, для очень немногих проектируемых озер-водохранилищ имеются подробные расчеты, которые позволили бы сопоставить режим озера в естественном состоянии и в результате регулирования. Можно указать, например, что средний многолетний уровень Онежского озера после регулирования по принятой схеме регулирования повысится всего на 0,14 м. Для озера Сандал средний его многолетний уровень повышается до отметки 64 м (63,9 м), т. е. не более чем на 1 м.

Таблица 6

Проектируемые и существующие водохранилища
(озера) Карелии и их характеристики

Бассейн реки	Название водохранилища— озера	Отметки пред- полагаемого подпорного и естественного уровня (м)	Высота сработки водохранилища Н (м)	Полезный объем водохранилища (км ³)	Отношение полез- ного объема к объему средне- годового стока водосбора (%)	
					водохра- нилища	всей реки в устье
Ковда	Ковдозеро . . .	37,2/30,0	3,5	1,900	21	21
•	Пяозеро	109,5/102	6,0	6,600	139	73
•	Топозеро	109,5/109,5	(3,0) ²	—	—	—
•	Тикшозеро . . .	114,5/111,2	(3,0) ²	(0,650) ²	186	7
Кереть	Кереть	92,6/90,6	2,0	0,718	200	79
Кемь	Куйто Нижнее	102,5/100,0	6,0	0,810	24	9
•	• Среднее	102,0/101,8	5,5	1,420	44	16
•	• Верхнее	106,5/102,6	7,5	1,900	80	22
•	Нюк	136/134,5	6,0	1,500	130	17
Нижний Выг	Выгозеро ¹ . . .	89/82,5	1,0	1,140 (3,420) ³	21	14(0,42)
•	Сегозеро	120/114	5,0	4,000	177	49
•	Ондозеро	124,5/119,9	5,5	1,600	217	18
Водла	Водлозеро . . .	139/136,1	(2,5) ²	(1,000) ²	60	23
Шуя	Сямозеро	109/106,5	4,5	1,110	251	37
Суна	Сандал ¹ . . .	64,5/60	2,5	0,435	141(25) ⁴	—
•	Палье ¹	74,5/69	2,0	0,215	180(13) ⁴	—
•	Валазминское ⁵	171/164,0	4,5	1,000	110	53
Свирь	Онежское ¹ . . .	33,5/33,0	1,6	15,000	80	—

¹ Действующее водохранилище.² Приближенные величины по предварительным соображениям.³ После подпора до отметки 92 м.⁴ В скобках—отнесено к стоку собственного бассейна.⁵ Из озер Гимольского и Ройкнаволоцкого.

Характеристика изменения показателей озер при превращении их в водохранилища

Бассейн реки	Название озера-водохранилища	Наибольшая глубина Н (макс.)			Сработка водохранилища (м) в пределах	Площадь озера (зеркало) (км ²) ¹				Объем тела (км ³)		
		естественная Н макс.	подпор водохранилища Н (м)	абсолютное увеличение и относительное $\frac{H_{\text{макс.}} + H}{H_{\text{макс.}}}$		естеств. при среднем горизонте	наибольшая водохранилища	относительное увеличение	естественный W	дополнительный объем водохранилища W _д	абсолютное и относительное увеличение $\frac{W + W_d}{W}$	
Ковда	Ковдозеро	56	+7	63/56=1,13	37,2—33,7=3,5	297 ¹	608	2,05	(3,7)	+3,5	$\frac{7,2}{3,7}=1,9$	
"	Пяозеро	49	+9	58/49=1,18	109,5—103,5=6,0	659	940	—	9,950	+6,8	16,75/9,95=1,7	
"	Топозеро	56	0	56/56=1,00		986		1,41	15,660	—		
"	Тикшозеро	40	(3)	43/40=1,07	117—114=3	209			1,67	(+0,800) ²	(2,47/1,67=1,5) ²	
Кереть	Кереть	26	+2	28/26=1,08	90,7—88,7=2	223			1,62	(+0,718) ²	2,34/1,67=1,5	
Кемь	Куйто Нижнее	33	+2	35/33=1,06	102,5—96,5=6,0	141			1,22	(+0,450) ²	(1,67/1,22=1,4)	
"	" Среднее	34	+2	36/34=1,06	102,5—97=5,5	257			2,66	(+0,600) ²	(3,26/2,66=1,2) ²	
"	" Верхнее	44	+4	48/44=1,09	106,5—99=7,5	198			2,19	(+0,900) ²	(3,09/2,19=1,4)	
"	Нюк	40	+1,5	41,5/40=1,04	136—130=6	213			1,81	(+0,40) ²	(2,20/1,809=1,2) ²	
Выг	Выгозеро	12	+6(12)	24/12=2,0	94,5—92,5=2,0	560	1600	2,85	3,38	+4,67	8,05/3,38=2,4	
"	Сегозеро	97	+6	103/97=1,06	120—115=5,0	762	815	1,09	17,85	+4,800	22,65/17,85=1,3	
"	Ондозеро	6	+5	11/6=1,83	124,5—119=5,5	182	433	2,39	0,57	+1,600	2,17/0,57=3,8	
Водла	Водлозеро	32	+2	34/32=1,06	139—136,5=2,5	334	500	(1,50) ²				
Шуя	Сямозеро	24,5	+2,5 ³	27,0/24,5=1,1	109—104,5=4,5	266			1,79	+1,11	2,90/1,79=1,6	
Суна	Сандал	51	+1,5	52,5/51=1,03	64,5—62,0=2,5	152	185	1,22	1,89	+0,435	2,29/1,85=1,2	
"	Палье	74	+2	76/74=1,03	74,5—72,5=2,0	100	120	1,20	(1,6) ²	+0,350	(1,95/1,6=1,2) ²	
"	Валазминское (Гимольское)	30	+4,5	34,5/30=1,15	171—166,5=4,5	106	320	3,0	(0,27) ²	+1,200	(1,47/0,27=5,5)	
Свирь	Онежское	120	0	120/120=1,00		9666		1,00	280	+0	1,0	

¹ Площадь озера приведена округленно.² В скобках даны приближенные цифры, по соображениям.³ По предварительным проектировкам (1934 г.).

Переход озера с естественного режима (по стоку и колебанию уровня) на новый, искусственный, сопровождается, наряду с повышением предельного уровня, в большинстве случаев и изменением его амплитуды и иным распределением ее по отметкам во времени.

Период полной амплитуды колебания уровня озера-водохранилища, т. е. предельного наполнения и опорожнения, может быть весьма различен, в зависимости от характера регулирования, — от годовичного до нескольких лет при многолетнем регулировании.

Характер водохранилища или вид регулирования им определяется показателем регулирования или отношением его полезного, рабочего объема к объему стока его водосбора (табл. 6, гр. 6).

По этому показателю все водохранилища Карелии могут быть разделены грубо на три категории:

- а) при $a \text{ регул.}^1 < 0,20 - 0,30$ — частичное годовое регулирование;
- б) при $a \text{ регул.} \geq 0,3$ — полное годовое регулирование;
- в) при $a \text{ регул.} \geq 0,7$ и до 1,5 — многолетнее регулирование (по короткому или длительному периоду маловодных лет подряд).

Важно отметить, что в водохранилищах первых двух категорий наполнение и опорожнение их может протекать в пределах 1—2 лет. К ним относятся, например, озера-водохранилища Сандак, Палье, Ковдозеро. У них следует ожидать ежегодного повторения полной амплитуды колебания предельных уровней, указанных в табл. 6 (гр. 4).

В таких же водохранилищах, как Пяозеро, Топозеро, Сегозеро, Ондозеро, Валазминское и другие полный размах их предельных уровней может наблюдаться за длительный период (от 2—3 и до 9—10 лет) в зависимости от чередования маловодных годов и их комбинации с многоводными и „средними“ годами по стоку.

Повышение подпорного уровня озера-водохранилища изменяет площадь зеркала озера, нередко очень сильно.

Табл. 7 (гр. 7—9) дает представление о типичных изменениях площади таких озер. Возникают „реконструированные“ волей человека огромнейшие озера. Таково Выгозеро, в настоящее время увеличившееся по площади с 560 до 1200 км², т. е. более чем в два раза.

Крупнейшим по площади новым озером, после Онежского, будет объединенное озеро Топозеро — Пяозеро, вырастающее по площади почти до 2000 км², что в 1,5 раза превышает современную их общую площадь зеркала. Наибольшее протяжение этого водоема будет почти 200 км.

В соответствии с морфологическим типом долины озера площадь Сегозера, несмотря на проектируемый большой подъем его уровня (до 6 м), увеличится всего на 10%.

Изменение амплитуды колебания озера-водохранилища при его сработке, по сравнению с естественными колебаниями уровня того же озера, ставит по-иному вопрос об изменчивости его площади. К сожалению, лишь для немногих озер Карелии имеется съемка в достаточно широких пределах, позволяющая получить кривые площади озера как функцию от уровня.

Приведем здесь некоторые примеры.

Сегозеро — многолетняя амплитуда естественных колебаний уровня около 1,5 м, т. е. в пределах 115—113,5 м над уровнем моря, при среднем уровне озера около 114—114,2 м.

¹ $a \text{ регул.}$, или показатель регулирования, равен отношению объема (полезного) водохранилища к объему среднегодового стока бассейна водохранилища.

Следовательно, если в естественном состоянии площадь озера изменяется незначительно (грубо, в пределах 735—765 км²), около средней 754 км², или на 2—3%, то при проектируемом колебании подпорной отметки 120—114 м площадь зеркала Сегозера будет изменяться в более широких пределах: между 754—819 км², т. е. колебания достигают 9%.

Таблица 8
Изменение площади зеркала
Сегозера по материалам
инструментальной съемки

Отметка озера (м)	Площадь зеркала (км ²)	Относительное изменение
114	754	1,00
120	819	1,09
125	882	1,17

Более резкую изменчивость площади зеркала обнаруживает Выгозеро, по данным подробной инструментальной съемки.

Таблица 9
Изменение площади зеркала
Выгозера

Отметка уровня (м)	Площадь зеркала (км ²)	Относительное изменение
82,5	560	1,00
85,9	780	1,39
90,0	1332	2,38
95,0	1887	3,37

Амплитуда колебания естественного уровня Выгозера за довольно длительный период составляла около 2,5 м — в пределах 81,5—84 м, при среднем около 82,8—83 м. Соответственно и изменение площади было абсолютно и относительно более значительным, чем у Сегозера: в пределах приблизительно 475—750 км², т. е. на 30%.

Третье запроектированное озеро-водохранилище бассейна Нижнего Выга для каскада Нижневьгских ГЭС — Ондозеро — по данным такой же инструментальной съемки изменяет свою площадь значительно.

Это озеро по относительному росту площади с повышением уровня принадлежит к типу озер с особо развальной долиной, отличному от типа „Сегозеро“ (рис. 2). Его естественные колебания уровня определяются до 2 м (119,5—120,5 м), с соответственным изменением площади зеркала приблизительно между 150 и 230 км².

Проектировавшийся подъем на 5 м (до абсолютной отметки 124,5 м) и сработка его как водохранилища до 5,5 м определяет изменения его зеркала между 165—435 км², т. е. уже на 60%.

Можно было бы дать еще ряд характеристик степени изменчивости площади озер — будущих водохранилищ в результате их нового энергетического режима, но мы ограничимся приведенными тремя особенно типичными примерами.

Таблица 10

Изменение площади зеркала
Ондозера

Отметка уровня (м)	Площадь зеркала (км ²)	Относительное изменение
119,4	180,8	1,00
120,0	204,5	1,13
122,5	327,5	1,81
125,0	459,2	2,54

Как указывалось выше, столь значительное увеличение площади зеркала озер связано для ряда озер-водохранилищ с изменением прочих морфологических элементов: уменьшением площади островов или полным исчезновением их, удлинением их осей, увеличением периметра — протяжения береговой линии при изменении показателя ее развития.

Следствием повышения подпорного уровня озера-водохранилища явится образование нового дополнительного объема озера и увеличение общего объема его, в ряде случаев весьма значительное и абсолютно и относительно. Поясним примерами.

Пяозеро по проекту будет подперто на 9 м. Это отвечает созданию дополнительного объема между средним естественным уровнем (100,5 м) и предельным подпорным (109,5 м) в 6,8 км³. Это увеличивает его полный объем до 16,75 км³ (при среднем естественном его объеме в 9,95 км³, т. е. в 1,7 раза (табл. 7).

Предполагаемая периодическая сработка Пяозерского водохранилища до 103,5 м соответствует объему сработки для многолетнего регулирования в 6,6 км³, или колебанию объема регулирования до 50% от полного.

Отметим попутно, что образование этого водохранилища с названным дополнительным объемом потребует значительно времени для его наполнения. При среднегодовом притоке к озеру в 4,74 км³ необходимо будет 1,5 „средних“ по водности года, при условии полного прекращения стока в нижележащий участок системы р. Ковды. Практически в зависимости от „водности“ периода наполнения потребуется не менее 3—4 лет для наполнения Пяозерского водохранилища.

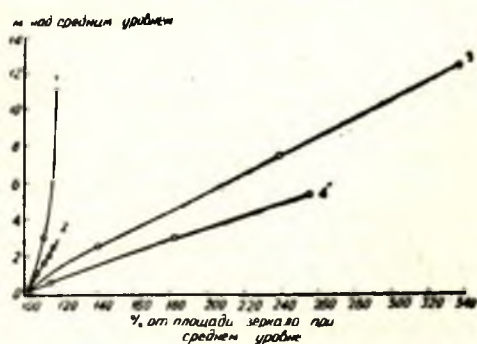


Рис. 2. Сравнительные кривые относительного изменения площади озер при их подпоре

1 — Сегозера; 2 — Гимольское; 3 — Выгозеро; 4 — Ондозера.

Объем Ковдозера можно, по-видимому, принять около $3,7 \text{ км}^3$, исходя из приближенной средней глубины 12 м . Проектируемый подпор этого озера на 7 м потребует образования дополнительного объема до $3,5 \text{ км}^3$ и увеличения его общего объема до $7,2 \text{ км}^3$, т. е. в два раза. Однако самый процесс пополнения Ковдозера может быть проведен очень быстро: при среднегодовом стоке в истоке из него в $9,02 \text{ км}^3$ потребуется $\frac{1}{3}$ года, т. е. практически наполнение обеспечивается в течение одного года любой водности, не исключая самого маловодного, и не прекращая частичного стока в нижнюю р. Ковду.

Однако наполнение этого водохранилища, простое и быстрое, остается таким только до ввода в эксплуатацию Княжегубской ГЭС, питающейся водой бассейна Ковдозера. С момента пуска Княжегубской ГЭС, что состоялось фактически раньше подготовки водохранилища, наполнение Ковдозерского водохранилища проходит в условиях отъема расхода воды в ГЭС, т. е. за счет снижения ею выработки энергии. На этом примере можно видеть, что вопрос наполнения мощных озерных водохранилищ может оказаться весьма сложным с водохозяйственной, точнее водноэнергетической, стороны. Необходимо предварительно готовить такие водохранилища до пуска ГЭС, расположенных ниже водохранилища.

Самым ярким примером особо резкого увеличения объема, как и изменения морфологических характеристик (табл. 7), является Выгозеро. В случае дополнительного подпора объем его должен возрасти на $4,67 \text{ км}^3$, увеличивая полный предельный объем озера до 8 км^3 , т. е. в 2,4 раза. Однако наполнение Выгозера будет происходить этапами. Первый этап уже пройден Выгозером, и его объем доведен до $6,5 \text{ км}^3$. Большой объем среднего годового стока (притока) Выгозера $5,84 \text{ км}^3$ обеспечивает теперь быстрое дополнительное наполнение его не более чем в один год, а в условиях работающих ГЭС Выгского каскада — не менее 3—4 лет.

Иное положение создается при образовании Сегозерского водохранилища по приведенному в табл. 6 и 7 варианту подпора до отметки 120 м и объема регулирования 4 км^3 .

При естественном объеме Сегозера в $17,85 \text{ км}^3$ объем, необходимый для наполнения водохранилища, доведет его новый объем до $22,65 \text{ км}^3$, т. е. увеличит его на 27%. Зато наполнение водохранилища до проектной отметки за счет задержания стока его бассейна требует значительного времени. При среднегодовом (среднепогодном) стоке Сегозера в $2,26 \text{ км}^3$ необходимо $4,82,26 = 2$ полных года „средней“ водности.

При практической невозможности полного прекращения стока в р. Сегежу на такой срок наполнение Сегозерского водохранилища может затянуться до 4—5 лет, а при ряде маловодных лет может потребовать еще большего периода.

Примерами незначительных объемных изменений могут служить озера-водохранилища Сандал и Палье — оба бассейна р. Суны.

Для оз. Сандал увеличение естественного объема не превосходит 16%. При пропускаемом через него стоке р. Суны в $1,77 \text{ км}^3$ по искусственно созданному каналу и тракту — оз. Палье — р. Нивка-Тивдийка наполнение озера до предельной подпорной отметки обеспечивается в течение 1—2 месяцев.

Объем оз. Палье неизвестен. При максимальной глубине озера 74 м (принимая условно среднюю глубину $15—16 \text{ м}$) можно считать его объем около $1,6 \text{ км}^3$. Увеличение оз. Палье дополнительно создаваемым объемом при образовании из него водохранилища выразится в 20%.

Соответственно быстро обеспечивается и самое наполнение—в течение любого по водности года.

Перечисленные нами изменения морфологических характеристик озер-водохранилищ не единственные. С изменениями значений среднего и предельного уровней озера как водохранилища, его максимальной и средней глубины, площади зеркала и периодических изменений последнего и объема озера связано изменение некоторых гидрологических характеристик, к которым относится коэффициент водообмена озера.

При сохранении объема среднего многолетнего стока (грубо равного притоку в озеро) неизменным и при указанном выше (табл. 7) увеличении полного объема озера за счет прироста его при наполнении до предельной подпорной отметки коэффициент водообмена для некоторых озер-водохранилищ уменьшится. Другими словами, увеличится период смены его объема.

Этот коэффициент водообмена, или показатель „сменности объема воды“ в озерах, является теоретическим и не отражает в полной мере процесса водообмена. Последний тесно связан с рядом факторов чисто морфологических (глубина наибольшая и средняя, расчлененность подводного рельефа озера, направление преобладающих ветров и пр.). Все же этот коэффициент, несомненно, в той или иной степени характеризует общий водообмен озера.

По данным табл. 4 (гр. 8—10) и табл. 7 (гр. 12) можно сравнить вероятные изменения коэффициента водообмена для ряда озер (табл. 11).

Таблица 11

Гидрологические характеристики главных озер-водохранилищ Карелии

Название озера	Объем озера (км ³)			Коэффициент водообмена озера	
	в естественном состоянии	в подпортом состоянии (предельный)	среднегодовой сток (приток) (км ³)	в естественном состоянии	как водохранилища в подпортом состоянии
Ковдозеро	(3,7)	(7,2)	9,00	(2,4)	(1,25)
Пяозеро	9,95	16,75	4,74	0,43	0,28
Топозеро	15,66	15,66	1,03	0,07	0,07
Кереть	1,62	2,34	0,36	0,22	0,15
Куйто Нижнее . . .	1,22	(1,67)	3,41	2,8	2,0
„ Среднее . . .	2,66	(3,26)	3,25	1,22	1,0
„ Верхнее . . .	2,19	(3,09)	2,38	1,1	0,77
Выгозеро	3,38	(8,05)	5,46	1,64	0,68
Сегозеро	17,85	22,65	2,27	0,13	0,10
Сямозеро	1,79	2,90	0,44	0,24	0,15
Сандал	1,85	2,29	1,77 ¹	0,17	0,77
Онежское	280	280	18,26	0,065	0,065

Примечание. В скобках в гр. 2 приведены приближенные величины вероятного объема озера в естественном состоянии; отсюда и все производные величины (гр. 3, 5 и 6) носят также приближенный характер.

¹ После перепуска стока р. Суны.

Как видно из граф 5 и 6 табл. 11, коэффициент водообмена особенно резко уменьшается, почти в 2 раза, у Ковдозера, а у Выгозера — почти в 2,5 раза. В 1,5 — 2 раза уменьшается этот показатель у озер-водохранилищ Пяозера, Кереть, Нижнее Куйто, Верхнее Куйто, Сямозера. Незначительно (на 10—25%) изменяется он для озер-водохранилищ Среднее Куйто, Сегозеро, Сандал, для оз. Палье. Практически остается он без изменения для больших озер — Онежского, Ладожского и Топозера. Этот коэффициент относится к „среднему“ году. В отдельные годы соотношение будет иным.

Для озер-водохранилищ многолетнего регулирования, как Топозеро, Пяозеро, Кереть, Сегозеро, Ондозеро, Валазминское, характер водообмена будет зависеть от соотношения между действительным стоком (по условиям запроектированного регулирования) и притоком в озеро с его водосбора.

Вопрос о характере водообмена по своей сложности, освещенности его расчетами лишь для очень немногих больших озер — действующих и проектируемых водохранилищ, не может быть здесь развит.

К группе гидрологических изменений должно быть отнесено изменение колебания уровня как в отношении амплитуды и отметок, так и внутригодового и многолетнего их распределения. Некоторые характеристики приведены в табл. 7.

Расчеты и материалы для режима колебания уровня имеются для очень немногих озер и притоков.

менее типичных (с точки зрения сильного изменения уровня режима).

Необходимо отметить еще один вид изменений озер, нередко весьма существенных. Они связаны с перестройкой бассейнов рек в энергетических целях, с изменением гидрографической структуры речных бассейнов, со схемами так называемых перебросок стока или „обогащения“, т. е. концентрации падения или стока в наиболее выгодных в энергетическом отношении участках бассейна. При этом озера, попадающие в такую схему, приобретают как бы новые водосборы.

Классический пример этого типа изменений озер, не только для Карелии, дает схема энергетического использования падения Нижней Суны. Эта схема, ныне осуществленная, представлена на рис. 3.

Сущность этой схемы в общих чертах сводится к следующему. Река Суна ниже дер. Койкары и выше водопада Гирвас преграждена плотиной, поднимающей уровень Суны до отм. 102,5 м и создающей небольшой озеровидный бьеф. Сток Суны направляется по каналу на перешейке между этой плотиней и оз. Палье и сбрасывается на отм. 74—72 м в оз. Палье. Через это озеро сток Суны направляется пока через систему р. Нивки-Тивдийки и промежуточные небольшие озера в оз. Сандал со средней отметкой 63 м.

По оз. Сандал каналами Нигозерским и Кондопожским сток Суны в настоящее время сбрасывается через Кондопожскую ГЭС в Онеж-

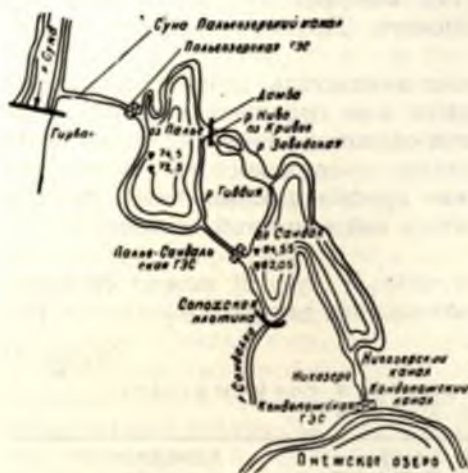


Рис. 3. Схема энергетического использования р. Нижней Суны

ское озеро. В дальнейшем перепады, создающиеся на указанном нами новом водном тракте взамен Нижней Суны, будут использоваться на Пальеозерской ГЭС на напоре 28 м — между р. Суной и оз. Палье и на Палье-Сандальской ГЭС — на напоре 9 м на сбросе в оз. Сандал.

В результате этой схемы, позволяющей сконцентрировать распределенное на 70 км падение Нижней Суны (от Койкар до Онежского оз.) в трех удобных пунктах, озера Палье и Сандал получают новые гидрографические характеристики.

Озеро Палье, как показано в табл. 4, до указанного соединения обладало водосбором всего в 380 км², с удельным водосбором в 3,8 км² на 1 км² зеркала озера и с очень незначительным среднегодовым стоком (120 млн. м³).

Пропуск стока р. Суны через оз. Палье эквивалентен увеличению водосбора до 5700+380=6080 км², т. е. в 16 раз. Объем среднегодового стока, проходящего через это озеро, возрастает до 1600 млн. м³, т. е. в 13 раз. Соответственно резко изменяются водообмен, газовая и солевая характеристика этого озера вследствие преобладающего влияния вод Суны, резко отличных от вод оз. Палье.

Озеро Сандал до включения его в новый водный тракт р. Суны имело водосбор в 1017 км², и его удельный водосбор определялся в 6,7 км² на 1 км² зеркала. Это глубокое, большого объема (1,858 млрд. м³) озеро имело среднегодовой сток всего 309 млн. м³ и, следовательно, малый коэффициент водообмена — 0,17, т. е. среднюю теоретическую сменяемость объема один раз в 6 лет.

Переключение р. Суны увеличивает годовой сток оз. Сандал до 1,77 км³ при увеличении его полного объема до 2,15 млрд. м³. Следовательно, коэффициент его водообмена увеличивается в среднем до $\frac{1,77}{2,29} = 0,77$, т. е. период его водооборота уже составит около 1,3 года, т. е. уменьшится в 4,5 раза.

Резкое изменение этих количественных показателей влечет за собой изменения химического состава — газового, солевого и, возможно, термического режима. Изменяются и гидробиологические условия в обоих водоемах. Преобладание резко отличных гуминовых вод р. Суны скажется и на условиях питания, и размножения рыбного населения, и на его составе.

Указанные изменения происходят с озерами Палье и Сандал не сразу, а этапами. Таких этапов гидрологической эволюции этих озер можно назвать четыре.

1. Естественное состояние озер Палье и Сандал — до 1926 г.

2. С 1926 г. наполнение оз. Сандал до повышенной отметки и работа его как водохранилища пониженного объема в условиях, близких к естественным годовым колебаниям объема и при немного повышенном горизонте; показатель водообмена очень близок к естественному. Оз. Сандал отделено от рек Сандалки и Суны плотиной.

3. С конца 1936 г. — начала 1937 г. через озера Палье и Сандал пропускается из р. Суны по каналу Суна—Палье первой очереди дополнительный расход около 25—30 м³/сек в среднем, или до 0,800 млрд. м³ в год; у оз. Палье повышается его коэффициент водообмена почти в 10 раз. Оз. Сандал работает как водохранилище с наполнением до предельного подпорного горизонта (64,55 м) и объемом 0,290 км³; его коэффициент водообмена увеличивается до $1,11/2,29 = 0,5$.

4. С 1947 г. через оба озера-водохранилища пропускается весь указанный расход р. Суны, и они характеризуются приведенными уже показателями.

Указанными категориями характеристик озер-водохранилищ можно ограничить перечень изменяющихся показателей, поддающихся числовым выражениям. Несомненно, с ними связана изменчивость и других гидрологических, гидробиологических и вытекающих отсюда рыбохозяйственных характеристик озер; о них частично говорилось попутно.

В связи с увеличением площади зеркала озера и затоплением островов могут измениться условия волнообразования и их воздействие на береговую зону. В зависимости от рельефа вновь затопляемой территории возможно создание зон различного термического режима. В некоторых случаях могут измениться и общие термические условия водоема. Затопление дополнительных площадей при подъеме уровня озера-водохранилища вводит новые кормовые площади для его рыбного населения и изменяет условия его питания и жизни. В подавляющей части такое увеличение площади зеркала, количественно охарактеризованное выше, происходит для Карелии за счет лесной площади или кустарников. При этом обычно производится или должна быть произведена вырубка леса. С этим связано, в той или иной степени, изменение гидрохимических условий.

С увеличением площади зеркала, размеров озера, глубин, ликвидацией островов изменятся условия рыбохозяйственного использования озера-водохранилища; может потребоваться иной тип судов, рыболовных снастей и т. п. -

Многообразие сочетаний влияния факторов различной изменчивости потребует специального изучения озер в естественных и новых условиях и анализа происходящих изменений. С этой стороны следует широко приветствовать начало таких повторных исследований озер, как например, Выгозера, проводимых Карельским отделением ВНИОРХ. Эти исследования дают новый ценный материал для рыбохозяйственников, лимнологов, гидробиологов и гидротехников.

Заканчивая этим беглый обзор различных изменений, ожидающих озера, превращаемые в энергетические водохранилища, следует отметить еще раз, что изменения эти во многих случаях будут происходить сравнительно медленно.

Описанные нами проектируемые водохранилища по своей гидрологической и технической природе потребуют значительного периода для наполнения — превращения озер в водохранилища.

Некоторые водохранилища будут развиваться этапами, в зависимости от порядка осуществления связанных с ними ГЭС. Примерами более замедленного развития водохранилищ, рассмотренных выше, являются озера Палье и Сандал в бассейне р. Суны, вступившие уже в последнюю стадию развития их как водохранилищ. Такие замедленные этапы превращения озер в водохранилища, с одной стороны, способствуют более спокойному изменению водоема и более легкому приспособлению к ним их ихтиофауны. С другой стороны, эти периоды должны были использоваться для соответствующего изучения новых свойств „реконструируемых“ человеком водоемов. К сожалению, это упущено для озер-водохранилищ Сунской группы — Палье и Сандал.

Остается кратко остановиться на последовательности и времени осуществления главных энергетических водохранилищ в Карельской АССР.

Как отмечалось выше, образование водохранилищ связано с развитием трех энергосистем:

- а) Кольской, включающей в пределах КАССР ГЭС р. Ковды и, может быть, р. Керети;
- б) Средне-Карельской или Выгско-Кемской;
- в) Южно-Карельской или Петрозаводско-Кондопожской.

Особняком стоят ГЭС р. Свири с Онежским озером, как регулятором стока, и ГЭС р. Вуоксы; последние не имеют в пределах СССР водохранилищ.

К Кольской энергосистеме относятся проектируемые водохранилища Ковдозеро и Пяозеро — Топозеро в бассейне р. Ковды и оз. Кереть.

Быстрое развитие мощной Кольской энергосистемы потребовало включения в нее Князегубской ГЭС. Подготовка Ковдозерского водохранилища запоздала по сравнению с пуском самой ГЭС (в 1955 г.) при пониженном напоре. Окончание наполнения его — 1958 г.

Ввод Топо-Пяозерского (или Кумского) водохранилища следует ожидать в начале 1960 г., а начало работы водохранилища, учитывая длительный период лесосводки в зоне его затопления и наполнения, не ранее 1963—1965 гг. Осуществление такого водохранилища вспомогательного характера, как Тикшозерское (в бассейне р. Ковды), на ближайшие 10—15 лет исключено, а далее вообще сомнительно.

Керетское водохранилище (из оз. Кереть) связано с сооружением Нижне-Керетской (Варацкой) ГЭС. Строительство ее возможно только за пределами 1970 г.

Осуществление строительства ГЭС на р. Нижнем Выге потребовало с 1954 г. работы Выгозера как водохранилища первой очереди. Увеличение его регулирующего объема и последующий дополнительный подпор связываются со строительством второй очереди Беломорско-Балтийского пути. Время осуществления второй очереди, вообще сомнительной, сейчас назвать затруднительно.

Наполнение Сегозерского водохранилища в бассейне Выга начато с 1956 г. Однако доведение Сегозера до предельного подпорного горизонта и проектируемого полезного объема можно ожидать не ранее 1959—1960 гг.

Сооружение Ондского водохранилища проблематично. На ближайшее время намечено строительство нижних ГЭС на р. Кемь. Но озера этого бассейна — все три Куйто, и тем более Нюк, на значительное время, по крайней мере на 10 лет, останутся в естественном состоянии.

В Южной Карелии реальным является водохранилище в бассейне р. Суны — Валазминское, с пуском за пределами 1965 г.

Можно еще упомянуть об отдаленной возможной реконструкции двух небольших существующих озер-водохранилищ — Лососинном и Машозере в бассейне р. Лососинки. Они также включатся в Петрозаводско-Кондопожскую энергосистему.

В заключение о перспективах строительства водохранилищ по КАССР отметим, что Онежское озеро с окончанием строительства Верхне-Свирской ГЭС („Свирь II“) плотиной последней также превращено в водохранилище с режимом, мало отличным от естественного.

В связи с изложенным необходимо учесть предстоящие радикальные изменения крупнейших озер КАССР в генеральном плане изучения и освоения этих озер. Научно-исследовательская работа по указанным выше озерам должна вестись двумя этапами: а) комплексное (гидрологическое и рыбохозяйственное) исследование водоема в его естественном состоянии до начала изменения его и развития в водохранилище и б) после превращения в водохранилище изучение нового реконструированного водоема. Исследования на втором этапе могут производиться через 5—10 лет после начала работы водохранилища, чтобы учесть происшедшие устойчивые изменения, главным образом гидробиологических и рыбохозяйственных его свойств.

Исследования озер первого этапа должны производиться по более широкой программе. При этом должны заранее учитываться те чисто морфологические изменения, которые произойдут с озером; необходимо включить и соседние озера, которые с поднятием уровня могут объединиться с этим озером. Должна подвергнуться изучению и вся прибрежная зона озера, которая с образованием водохранилища может стать уже подводной частью — литоралью нового озера.

При исследовании Ковдозера необходимо учесть, что в состав нового зеркала озера-водохранилища при подпоре этого озера до отметки 37,2 входят и соседние довольно значительные озера — Нот-озеро, Сенное, Лобское — со всей системой протоков, соединяющих их между собой и с Ковдозером.

Таким образом, исследования первого периода — „озера“ должны заранее учитывать проектные схемы преобразования его в водохранилище. Для этого необходимо иметь основные проектные характеристики водохранилища. К таковым относятся: намечаемая предельная подпорная отметка водохранилища, низшая отметка сработки его, площадь водохранилища при его высшем и низшем уровне, объем регулирования, характеристика режима уровня озера, стока (притока).

Исследования второй стадии — озера-водохранилища — должны вестись со знанием морфологических и гидрологических характеристик водохранилища (по регулированию уровня и стока). Поэтому проектирующие и строящие организации обязаны обеспечивать следующими характеристиками, необходимыми для последующей эксплуатации водохранилища:

а) кривая площадей и объемов водохранилища, т. е. изменения площади водохранилища и его зеркала и объема в функции отметки его уровня;

б) кривые продолжительности вероятного стояния горизонта водохранилища в „средний“ год и характерные годы, а также в периоды подо льдом и „открытой воды“ в условиях проектируемого регулирования.

Названные две стадии исследований озера и водохранилища являются обязательными для всех больших озер.

Целесообразно было бы, по крайней мере для некоторых наиболее крупных и хозяйственно ценных озер, производить исследования в ряде промежуточных этапов развития водохранилища. Это позволит уловить динамику изменчивости отдельных гидрологических и биологических факторов и проследить их взаимосвязь. Целью таких исследований должен быть переход в дальнейшем к прогнозу будущих характеристик новых водохранилищ на основе, может быть, немногих исследований и характеристик озер и анализа их статических показателей и аналогии с подробно исследованными другими озерами-водохранилищами.

Выбор водохранилищ для таких более систематических и контрольных исследований должен быть сделан как по указанным выше признакам хозяйственного, энергетического значения их, так и по признаку их типичности. Можно наметить примерный план желательных исследований озер-водохранилищ КАССР и их стадий.

Бассейн р. Ковды.

1. Ковдозеро. В первой стадии для естественного состояния озера проведены специальные рыбохозяйственные комплексные исследования (1951 г. и ранее — Карельское отделение ВНИОРХ). Во второй стадии водохранилище наполнено к 1958 г. На этом водохранилище с зеркалом, возрастающим больше чем до 600 км^2 , т. е. вдвое большим,

вбирающим и ряд крупных прилегающих озер (Нотозеро, Сенное и др.), были бы весьма ценны промежуточные исследования — в процессе наполнения.

2. Топозеро — Пяозеро. В первой стадии частично исследовано; дополнительное изучение к комплексным рыбохозяйственным исследованиям б. КНИРС — Карельское отделение ВНИОРХ (в 1933—1934 гг. и позднее) следует провести до 1960 г. Вторая стадия исследований наполненного водохранилища может быть после 1965—1970 гг.

Бассейн р. Выга.

1. Выгозеро. Исследования его в рыбохозяйственном отношении продолжаются Карельским отделением ВНИОРХ с 1936 г.

2. Сегозеро. В первой стадии производились комплексные рыбохозяйственные исследования в течение 30-х годов, частично в 1953—1954 гг. Во второй стадии исследования нового водоема надо произвести после 1960 г.

3. Ондозеро. В первой стадии исследовано в рыбохозяйственном отношении в послевоенные годы Карельским отделением ВНИОРХ (1947—1948 гг.). Во второй стадии должно быть исследовано наполненное водохранилище; время сейчас установить нельзя.

Бассейн р. Суны.

1. Санда. В первой стадии озеро было исследовано в 1920 г. Олонецкой научной экспедицией (ОНЭ) Государственного гидрологического института (проф. Г. Ю. Верещагин), но недостаточно. Во второй стадии — действующего водохранилища — Санда исследуется в рыбохозяйственном отношении с 1953 г. Карельским отделением ВНИОРХ (элементы гидрологии с гидрохимией, биология водоема); желательно расширение и углубление этих исследований. Некоторые гидрологические, преимущественно гидрохимические исследования новых озер Санда и Палье производились в 1954 г. Г. Л. Грицевской (Кар. филиал АН СССР).

2. Валазминское водохранилище в составе озер Гимольского, Ройкнаволоцкого, Кудамгубского, Чудозера, Поросозера. В первой стадии озера исследованы комплексной экспедицией Карельского филиала АН СССР (1948—1950) наиболее полно. Намечалась промежуточная стадия исследований в процессе наполнения водохранилища. Она должна быть приурочена к 1960—1962 гг. Во второй стадии исследование нового водоема-водохранилища должно быть не ранее 1970 г.

Бассейн р. Шуи.

Сямозеро. В первой стадии (водоем в естественном состоянии) проведено широкое комплексное исследование озера Карельским филиалом АН СССР (1954—1956).

Изложенное позволяет сделать следующие выводы.

1. Хозяйственная деятельность человека, перестраивающего природу, особенно сильно сказывается и должна сказаться в области озер КАССР.

2. Развитие гидроэлектростроительства на реках КАССР, богатой гидроэнергией, требует строительства мощных водохранилищ для регулирования крупных ГЭС на ее реках и регулирования создаваемых из них мощных энергосистем.

3. Особо благоприятные естественные условия в КАССР — наличие в каждом бассейне крупных рек больших озер, занимающих в энергетическом отношении командное положение, благоприятные топографические и экономические условия их создания — обуславливают использование в качестве водохранилищ наиболее значитель-

ных озер — в бассейнах рек Ковды, Кеми, Выга, Суны, собственно р. Свири, емкостью исключительной даже в союзном масштабе и в размерах, почти не известных европейским странам.

4. С превращением озер в водохранилища очень большой емкости связаны изменения озер: увеличение площади зеркала (от 10—15 до 300%), изменение наивысшего и среднего уровня, максимальной и средней глубины, полного объема озера, режима и величины колебания уровня, водообмена, изменения его термики, газового и солевого режима, гидробиологических характеристик и в рыбохозяйственном отношении — его продуктивности, площади кормности озера, условий жизни рыбного населения, условий лова.

5. В некоторых случаях создаются совершенно новые озера большой площади, по-видимому, с иными гидрологическими характеристиками, меняющие гидрографический ландшафт страны (водохранилища Пяозерское — Топозерское, площадью до 2000 км², Ковдозерское — до 600 км²), и с новыми условиями рыбного хозяйства на них.

6. Ближайшими по времени осуществления озерами-водохранилищами являются Пяозеро и Иовское — в бассейне р. Ковды, Сегозеро — в бассейне р. Нижнего Выга, Валазминское — в бассейне р. Суны.

7. Все сказанное обязывает включить в план научных исследований указанные озера для получения их гидрологических, ихтиологических, гидробиологических характеристик как до начала их превращения в водохранилища, так и после их изменения, через несколько лет.

8. Организации, проектирующие и строящие ГЭС и озерные водохранилища для них, должны учитывать интересы рыбного хозяйства, выделяя соответствующие средства на дополнительные гидрологические и рыбохозяйственные исследования, составление специальных гидрологических и рыбохозяйственных характеристик и иметь теснейшую связь с научно-исследовательскими организациями по рыбному хозяйству.

9. Для озер-водохранилищ с несколькими этапами их развития по объему (Топозеро — Пяозеро), или по схеме его использования (Сандал, Палье), или с длительными периодами их наполнения (Пяозеро, Топозеро, Сегозеро) желательно проводить контрольные комплексные и рыбохозяйственные исследования более облегченного типа для промежуточных периодов их изменения.

ЛИТЕРАТУРА

Берсонов С. А. Водно-энергетический кадастр КФССР. Кадастр потенциальных запасов водной энергии. Изд. АН СССР, 1958 (в печати).

Верещагин Г. Ю. (и др.) Предварительный отчет о работах 1921 г. Олонецкой научной экспедиции № 69. Росс. Гидрол. инст. Пг., 1923.

Верещагин Г. Ю. Озера Сегозеро и Выгозеро по исследованиям Олонецкой научной экспедиции. *Verhandl. d. Internat. Verein. für theoretische u. angewandte Limnologie*, s. 233—244, Stuttgart, 1924.

Григорьев С. В., Грицевская Г. Л. Каталог озер Карелии. Изд. АН СССР, 1958 (в печати).

Молчанов И. В. (и др.) Онежское озеро. Гос. Гидрол. инст. Л., 1946.

Советов С. А. Онежское озеро. Опыт монографии. Пг., 1917.