

Петров М. П., Терзевик А. Ю., Здоровеннов Р. Э., Здоровеннова Г. Э. Движения воды в мелководном озере, покрытом льдом // Водные ресурсы. 2007. Т. 34, № 2. С. 131–140.

Тихомиров А. И. Термика крупных озер. Л.: Наука, 1982. 232 с.

Тихомиров А. И., Егоров А. Н. Термический режим и теплозапасы // Озеро Кубенское. Ч. 1: Гидрология. Л.: Наука, 1977. С. 257–285.

Форш Л. Ф. Термический режим, тепловой баланс озер и роль иловой толщи в их тепловом бюджете // Озера различных ландшафтов Северо-Запада СССР. Ч. 1. Л.: Наука, 1968. С. 166–208.

Фрейндлинг В. А. Температурные условия водоемов // Поверхностные воды озерно-речной системы Шуи в условиях антропогенного воздействия. Петрозаводск: Карелия, 1991. С. 36–39.

Bengtsson L., Svensson T. Thermal regime of ice-covered Swedish lakes // Nordic Hydrol. 1996. Vol. 27, N 2. P. 39–56.

Gill A. E. Atmosphere-ocean dynamics. N.Y.: Acad. Press, 1982. 662 p.

Golosov S. D., Ignatieva N. V. Hydrothermodynamic features of mass exchange across the sediment-water interface in shallow lakes // Hydrobiologia. 1999. Vol. 408/409. P. 153–157.

Jonas T., Terzhevik A. Y., Mironov D. V., Wuest A. Radiatively driven convection in an ice-covered lake investigated by using temperature microstructure technique // J. Geophys. Res. 2003. Vol. 108, N C6. 3183. doi: 10.1029/2002JC001316.

Malm J., Terzhevik A., Bengtsson L. et al. A field study of Thermo- and Hydrodynamics in three Small Karelian Lakes during winter 1994/1995. Lund: University of Lund, 1996. 220 p.

Malm J., Bengtsson L., Terzhevik A. et al. A field study on currents in a shallow ice-covered lake // Limnol. Oceanogr. 1998. Vol. 43, N 7. P. 1669–1679.

Ryanzhin S. V. Thermophysical properties of lake sediments and water-sediments heat interaction. Department of Water Resources Engineering, Institute of Technology. University of Lund. 1997. N 3214. 96 p.

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ КАРЕЛИИ В РЕЗУЛЬТАТЕ СОЗДАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

Ю. С. Разуваева*, М. С. Потахин**

* Карельская государственная педагогическая академия

** Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН

ВВЕДЕНИЕ

Территория Карелии обладает густой, хорошо развитой гидрографической сетью, насчитывающей около 27 тыс. рек и более 61 тыс. озер (Каталог..., 2001). Водные объекты и их ресурсы издавна привлекали людей. Первобытный человек селился преимущественно по берегам; вплоть до XX в. на территории Карелии, как правило, не встречалось ни одного поселения, расположенного вне линии озерно-речной сети. Данный факт объясняется тем, что основным источником пищи наших предков была рыба, а также тем, что зачастую водные объекты являлись единственными путями сообщения. Во времена Средневековья население Карелии стало использовать силу воды для приведения в действие мукомольных мельниц, а в начале XVIII в., с развитием дерево- и металлообработки, вододействующие установки становятся неотъемлемой частью лесопильных, чугунно- и медеплавильных заводов. С XX в., в связи с бурным развитием промышленности, использование воды в хозяйственных целях многократно возросло.

Современное использование водных объектов часто сопровождается их преобразованием. В одних случаях происходит качественное изменение состава природных вод в результате сброса в реки и озера промышленных и коммунальных стоков. В других случаях происходят количественные изменения водных объектов – увеличение площадей озер в результате образования водохранилищ, обсыхание рек в результате строительства плотин и т. д. Также появляются новые, рукотворные водные объекты, например, каналы для судоходства, лесосплава или мелиорации и др. Цель настоящей работы – проследить, как изменилась гидрографическая сеть Карелии в результате создания искусственных водоемов – водохранилищ.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ

В отличие от озера, водоема с естественным режимом, водохранилище является водоемом, режим которого регулируется человеком. В настоящее время существует много определений понятия «водохранилище».

По мнению А. Б. Авакяна и коллег (1987), водохранилищем следует считать искусственно созданные водоемы с замедленным водообменом, уровень которых постоянно регулируется гидротехническими сооружениями в целях накопления и последующего использования запасов вод для удовлетворения хозяйственных потребностей. Безусловно, водохранилища – это уникальные объекты, которым нет аналогов. Они, как и другие водоемы, имеют собственные характеристики и определенные процессы – генетические, морфологические, гидрологические, гидрохимические, гидробиологические. Именно на этих характеристиках основаны классификации или типизации водохранилищ с целью их систематизации.

Одной из основополагающих является типизация водохранилищ по генезису (Авакян и др., 1987), т. е. по происхождению, указывающая на способ их образования. По данному критерию выделяют следующие типы:

– *речные долинные водохранилища*, созданные путем подпора реки плотиной;

– *наливные водохранилища* создаются в естественных депрессиях, куда по каналам подаются преимущественно избыточные паводковые воды рек;

– *озерные водохранилища*, созданные путем подпора плотиной и искусственного регулирования водообмена естественных озер;

– *морские водохранилища* создаются путем отчленения от моря дамбами и плотинами эстуариев, заливов и лиманов и т. д.

По географическому положению и особенностям рельефа окружающей территории выделяют три типа водохранилищ (Авакян и др., 1987) с присущими им особенностями:

– *водохранилища равнин*, характеризующиеся большой площадью зеркала и большой площадью затопления земель, небольшой максимальной и средней глубиной, а также интенсивностью переработки берегов;

– *водохранилища предгорных и плоскогорных областей*, характеризующиеся большой максимальной и средней глубиной, высокими и крутыми берегами, меньшей, чем на равнинах, интенсивностью переработки берегов;

– *горные водохранилища*, характеризующиеся небольшой площадью подтопления и небольшим затоплением земель, чаще большими глубинами, интенсивным заполнением наносами (заилением).

Также существуют классификации водохранилищ по конфигурации, по объему, площади и глубине (т. е. морфометрическим показателям), по характеру регулирования стока,

показателям водообменности, химическому составу воды, биологической продуктивности и т. д.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ В КАРЕЛИИ

В Карелии первые водохранилища стали возникать в начале XVIII в. для нужд заводов по выплавке железа из местных болотных руд и лесопильных заводов. Они создавались в верхних частях озерно-речных систем в результате подпора и регулирования стока относительно небольших озер плотинами. Примерами таковых являются Лососинское и Машезерское водохранилища, обеспечивавшие на протяжении многих десятилетий работу гидроустановок при Петровском, а затем Александровском заводе.

Первым крупным водохранилищем (площадью около 200 км²) на территории современной Карелии считается оз. Янисъярви. В водохранилище озеро было преобразовано в 1915 г. путем регулирования стока р. Янисъеки, на которой располагается гидроэлектростанция. В то время территория, включающая водохранилище и его водосбор, принадлежала Княжеству Финляндскому, а затем независимой Финляндии и только после советско-финской войны 1939–1940 гг. отошла к СССР, став частью Карелии.

Планомерное и целенаправленное освоение гидроресурсов Карелии началось в 1920-е гг. (Литвиненко, 2003). В это время была образована Государственная комиссия по электрификации, разработавшая план ГОЭЛРО, согласно которому планировалось строительство ряда ГЭС на реках Суна, Выге и Кеми, предполагавших создание крупных водохранилищ. Так, в нижнем течении р. Суны был создан первый крупный каскад ГЭС и зарегулированы озера Сандал (1929 г.) и Палье (1936 г.). В этот период, в первую очередь для лесосплава, в водохранилища были преобразованы озера Лижмозеро (1925 г.), Водлозеро (1934 г.), Ведлозеро (1935 г.) и др. В результате строительства ББК для судоходства был повышен уровень оз. Выгозеро (1933 г.).

Много водохранилищ было создано после Великой Отечественной войны, в основном в 1950–1960-е гг. при освоении гидроэнергоресурсов рек Свири, Ковды, Кеми, Выга и др. (Литвиненко, 2003). В этот период были заполнены такие крупные водохранилища, как Верхнесвирское (Онежское) (1951–1952 гг.), Тикшезерское (1953 г.), Ковдозерское (1955–1957 гг.), Сегозерское (1957 г.), Иовское (1960 г.), Кумское (1962–1966 гг.) и др.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О НАИБОЛЕЕ КРУПНЫХ ОЗЕРНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ КАРЕЛИИ (ЛИТИНСКАЯ, 1976; С ИЗМЕНЕНИЯМИ)

| Водоохранилище | Река / озеро | Год создания | Тип регулирования | Подпор уровня воды у плотины, м | Площадь водохранилища, км ² | Площадь озера, км ² | Виды использования |
|-----------------------------|---|--------------|-------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|--------------------|
| Водлозерское | Водла / Водлозеро | 1934 | Сезонное | 4,0 | 370 | – | э, л, р/х, с |
| Ведлозерское | Видлица / Ведлозеро | 1935 | Сезонное | 2,7 | 55,5 | – | л, р/х, с |
| Выгозерское | Ниний Выг / Выгозеро | 1933 | Годовое | 6,0 | 1250 | 547 | э, с, в, св, р/х |
| Иовское | Иова (Ковда) / Сумозеро, Ругозеро, Соколозеро | 1960 | Сезонное | 36,0 | 294 | 96 | э, л, р/х |
| Ковдозерское (Князегубское) | Ковда / Ковдозеро | 1955–1957 | Годовое | 20,0 | 610 | 396 | э, л, р/х, в |
| Кумское | Кума / Пяозеро, Топозеро | 1962–1966 | Многолетнее | 33,0 | 1910 | 1 690 | э, л, с, в, р/х |
| Лижмозерское | Лижма / Лижмозеро | 1925 | Сезонное | 1,5 | 84,8 | – | л |
| Лоймоланъярви | Тулема / Лоймоланъярви | 1915 | Сезонное | 2,0 | 22,1 | – | э, л, р/х, св |
| Ондское | Выг | 1955 | Сезонное | 4,0 | 22,4 | – | э, л |
| Верхнесвирское (Онежское) | Свирь / Онежское | 1951–1952 | Многолетнее | 17,0 | 9930 | 9 700 | э, л, с, р/х, в |
| Пальеозерское | Суна / Пальеозеро | 1936 | Годовое | 2,3 | 109 | 100 | э, р/х |
| Сандальское | Суна / Сандал | 1929 | Многолетнее | 3,1 | 184 | 157 | э, с |
| Сегозерское | Выг / Сегозеро | 1957 | Многолетнее | 6,0 | 815 | 762 | э, л, с, св, р/х |
| Сундозерское | Суна / Сундозеро | 1939 | Сезонное | 6,0 | 49,0 | – | л |
| Тикшеозерское | Ковда / Тикшеозеро | 1953 | Сезонное | 1,8 | – | 209 | л, р/х |
| Тулмозерское | Тулема / Тулмозеро | 1915 | Многолетнее | 2,0 | 14,7 | 12,2 | э, л, с, р/х |
| Юшкозерское | Кемь / Юшкозеро, Среднее и Нижнее Куйто | 1980 | Многолетнее | 10,0 | 695 | 430 | э, л, р/х |
| Янисъярви | Янисъеки / Янисъярви | 1915 | Многолетнее | – | 200 | 191 | э, в, р/х, св |

Примечание. э – энергетика, л – лесосплав, с – судоходство, св – сбросы промышленных и бытовых сточных вод, в – водоснабжение, р/х – рыбное хозяйство.

В настоящее время на территории Карелии насчитывается более 20 водохранилищ. Перечень наиболее крупных водохранилищ и основные сведения о них представлены в таблице (см. также рисунок).

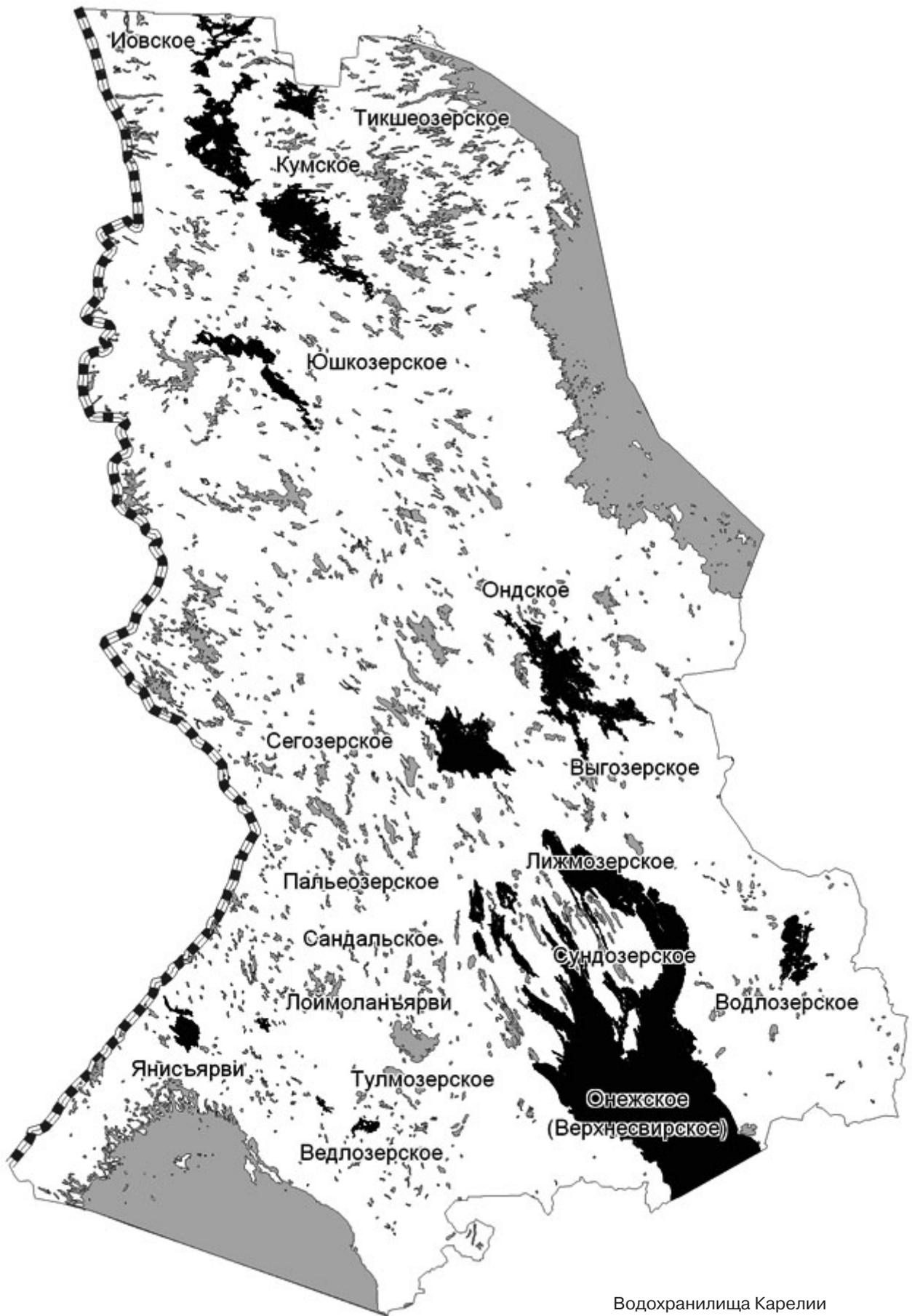
ОСОБЕННОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ КАРЕЛИИ

Особенности водохранилищ Карелии определяются, в первую очередь, природными характеристиками территории, а также их хозяйственным использованием. Расположение на Фенно-скандинавском кристаллическом щите, перекрытом тонким слоем четвертичных отложений, в зоне избыточного увлажнения определило особенности строения гидрографической сети – распространение так называемых озерно-речных систем. Возникшие в отрицательных формах рельефа тысячи озер привели к естественной зарегулированности стока рек, которую легко повысить, если использовать котловины озер для создания водохранилищ (Авакян и др., 1987).

Именно поэтому абсолютное большинство водохранилищ Карелии было создано в котловинах озер. Величина подпора их уровня незна-

чительна (1,0–3,0 м), но иногда доходит и до нескольких десятков метров (например, Кумское – 33 м, Иовское – 36 м). Горизонтальные характеристики водохранилищ колеблются в довольно широких пределах – от 1–2 км² до почти 10 000 км² (Верхнесвирское). Глубины многих водохранилищ значительны за счет естественной глубины озер – максимальные до 60–130 м (Ковдозерское, Сегозерское, Верхнесвирское). Водоохранилища, как правило, имеют продолговатую форму, вытянуты с северо-запада на юго-восток в соответствии с направлением движения ледника. Для таких водоемов характерны сложные черты береговой линии, наличие большого количества извилистых заливов, обилие полуостровов и островов.

Как и большинство карельских водоемов, водохранилища характеризуются низким содержанием в воде биогенных веществ, а также повышенным содержанием гумусовых веществ за счет притока болотных вод. Низкое содержание биогенов в воде в сочетании с умеренным, довольно холодным типом климата определяет низкую биологическую продукцию водохранилищ (преимущественно олиготрофные водоемы).



Следует еще раз подчеркнуть, что основное назначение водохранилищ Карелии, особенно крупных, – обеспечение работы гидроэлектростанций. Водоохранилища имеют большое значение и для судоходства (Нижневыгский и Свирский каскад), многие небольшие и средние водохранилища использовались для лесосплава. Водоохранилища применяются также для водоснабжения городов и поселков, на них развивается туризм и рекреация. Важнейшая черта водохранилищ Карелии – их многоцелевое использование.

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ

Как было отмечено, почти все карельские водохранилища созданы в котловинах озер. Их чуть более 20, это число несопоставимо в сравнении с количеством естественных водоемов, коих более 60 000.

Однако следует отметить, что большинство крупных водоемов Карелии, в том числе и Онежское озеро, в настоящее время превращено в водохранилища. Это и понятно, при зарегулировании водоема с большой площадью зеркала, даже при малом подпоре уровня, создается большой полезный объем, что позволяет проводить сезонное и многолетнее регулирование стока без существенного затопления земель (Авакян и др., 1987). Это и показывает анализ таблицы, в результате создания водохранилищ было затоплено около 2000 км² территории Карелии, что составляет чуть более 1% ее площади.

Суммарная площадь водохранилищ Карелии, без учета акватории Верхнесвирского (Онежского) водохранилища, в настоящее время составляет около 7000 км². Суммарная площадь карельских водоемов, без учета акваторий Онежского и Ладожского озер, согласно «Каталогу озер и рек Карелии» (2001) равняется 18 000 км². Таким образом, около 40% площади «озерного» фонда Карелии в настоящее время составляют зарегулированные водоемы – водохранилища, и этот показатель уже значителен.

Создание водохранилищ сопровождается и созданием искусственных водотоков – каналов, что также приводит к изменению гидрографической сети. Так, при строительстве Сунского

каскада ГЭС и создании Нигозерского водохранилища был прорыт канал, соединивший оз. Нигозеро и Кондопожскую губу Онежского озера, а при создании Пальеозерского водохранилища – канал, соединивший р. Суну и оз. Палье. При строительстве Выгского каскада ГЭС и создании Ондского водохранилища последнее было соединено каналом с Выгозерским водохранилищем. Создание плотин и каналов, перераспределяющих направление стока, приводит к пересыханию рек. «Классическим» примером такого изменения гидрографической сети Карелии можно считать р. Суну в нижнем своем течении (так называемая «Нижняя Суна»). В результате создания Сунского каскада ГЭС нижнее течение р. Суны было искусственно отрезано от основной системы, что нанесло непоправимый ущерб Сунским водопадам – на месте Гирваса сооружена плотина, Пор-порог полностью обсох, Кивач потерял большую часть своей мощи (Григорьев, 1961).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время зарегулированные водоемы – водохранилища – являются неотъемлемой частью ландшафта Карелии, составляя около 40% площади «озерного» фонда. Их создание не привело к существенному затоплению земель (под водохранилища занято чуть более 1% площади Карелии). В результате затопления водохранилищ не произошло и сильного изменения гидрографической сети, хотя есть и яркие примеры негативных преобразований (например, Нижняя Суна и Сунские водопады). При этом следует подчеркнуть, что создание водохранилищ сопровождается существенным изменением естественного режима водоемов (гидрологического и гидрохимического), что в свою очередь сказывается на качественном и количественном составе гидробионтов. Также происходит перестройка прибрежных геоконплексов, изменяется мезоклимат окружающей водохранилище территории и т. д. Цель нашей дальнейшей работы как раз заключается в том, чтобы проследить, как повлияло создание водохранилищ Карелии на основные компоненты географической оболочки.

ЛИТЕРАТУРА

Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шарапов В. А. Водоохранилища (Серия «Природа мира»). М.: Мысль, 1987. 325 с.

Григорьев С. В. Водные ресурсы Карелии и их использование. Петрозаводск: Гос. Изд-во Карельской АССР, 1961. 140 с.

Каталог озер и рек Карелии / Под ред. Н. Н. Фи-

латова и А. В. Литвиненко. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 290 с.

Литвиненко А. В. К истории гидроэнергетического освоения водных объектов Карелии // Экологические исследования природных вод Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. С. 21–27.

Литинская К. Д. Режим уровней воды озер и водохранилищ Карелии. Л.: Наука, 1976. 146 с.