

УДК 556 (470.22)

## КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНОЙ СЕТИ КАРЕЛИИ

**А. В. Литвиненко**

*Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»  
(пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030)*

В статье рассмотрены основные особенности гидрографической сети Республики Карелия и кратко оценены основные природные факторы, их определяющие (геологическое строение, рельеф, климат, географическое положение республики). Дана характеристика водоемов (озера, водохранилища) и водотоков (реки, ручьи) и их специфики. Показано их распределение по размерам и приведены количественные параметры основных из них. Рассмотрена главная региональная особенность гидрографической сети Карелии – озерно-речные системы (на примере крупнейшей из них – Ковды). Приводятся данные по запасам воды, водным ресурсам, основным особенностям их гидрохимического состава. Показано, что водообеспеченность республики по суммарным ресурсам речного стока превышает среднероссийские показатели в 1,3 раза на 1 км<sup>2</sup> территории и в 3 раза на одного жителя. Это свидетельствует о том, что обеспеченность Карелии поверхностными водными ресурсами достаточно высока и количественные параметры не являются фактором, лимитирующим развитие экономики республики (даже учитывая внутригодовую неравномерность речного стока). Существующие проблемы с водоснабжением населения и отдельных хозяйственных объектов имеют либо организационно-технический характер, либо связаны с несоответствием качества воды природных источников предъявляемым требованиям. Показаны антропогенные преобразования гидрографической сети на примере Беломорско-Балтийского канала и Выгозерско-Ондского водохранилища. Оценено влияние особенностей гидрографии и обеспеченности водными ресурсами на характер развития экономики и главные водно-экологические проблемы. Основными из этих особенностей можно считать малую водность, большие удельные падения и большую пороженность рек, большой озерный фонд, значительные запасы поверхностных водных ресурсов при относительно низких подземных, очень специфический «карельский» тип качества вод.

Ключевые слова: гидрографическая сеть; реки; озера; водохранилища; запасы вод; водные ресурсы; качество вод; гидротехнические преобразования; влияние на экономику

Для цитирования. Литвиненко А. В. Комплексная характеристика водной сети Карелии // Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 2. С. 6–24. doi: 10.17076/lim1829

Финансирование. Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания КарНЦ РАН (Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН).

**A. V. Litvinenko. A COMPREHENSIVE ACCOUNT OF THE KARELIAN WATER NETWORK**

*Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences  
(50 Al. Nevsky Ave., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia)*

The article examines the main features of the hydrographic network of the Republic of Karelia and briefly assesses the main natural factors that determine them (geological structure, topography, climate, geographical location of the republic). The characteristics of waterbodies (lakes, storage reservoirs) and watercourses (rivers, streams) and their specific features are recounted. Their size distribution and the quantitative parameters of the main objects are given. The main regional feature of the hydrographic network of Karelia – lake-river systems is considered (through the example of the largest – Kovda system). Data on water reserves, water resources, and the main features of their hydrochemical composition are presented. It is shown that the total river flow resources in the republic are 1.3-fold higher than the national average per 1 km<sup>2</sup> and 3-fold higher per inhabitant. Thus, the supply of surface water resources in Karelia is quite high and their quantities are not a factor limiting the development of the republic's economy (even taking into account the intra-annual fluctuations of river flow). The problems existing with water supply to the population and some economic facilities are either of organizational and technical nature, or are associated with below-standard water quality of natural sources. Transformations of the hydrographic network under human impact are shown using the example of the White Sea-Baltic Canal and the Vygozero-Onda reservoir. The impact of hydrographic features and water resource availability on economic development and the main water and environmental problems is evaluated. The most significant among these features are low water content, high gradient and large rapids of rivers, a large proportion of lakes, significant reserves of surface water resources versus relatively low groundwater resources, a very specific “Karelian” type of water quality.

**Keywords:** hydrographic network; rivers; lakes; storage reservoirs; water reserves; water resources; water quality; hydrotechnical transformations; impact on the economy

**For citation:** Litvinenko A. V. A comprehensive account of the Karelian water network. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2024. No. 2. P. 6–24. doi: 10.17076/lm1829

**Funding.** The article was prepared using federal budget funding under state assignment to KarRC RAS (Northern Water Problems Institute KarRC RAS).

## **Введение**

Карельский гидрографический район – уникальное явление не только в России, но и в мире. Сравниться с ним по своеобразию, сложности строения, степени развития речной сети, величине озерности, специфике гидрохимического состава и другим характеристикам могут в какой-то степени только сопредельная Финляндия и некоторые районы Канады. Это обусловлено всем комплексом природных условий региона и, в свою очередь, оказывает существенное влияние на специфику экономики республики и экологическую ситуацию в целом. Рассмотрению этих вопросов и посвящена данная статья.

Представленный материал может быть использован при подготовке лекций для студентов географических, экологических и биологических специальностей вузов и при изучении

географии, природоведения, краеведения или факультативных занятий в общеобразовательных школах Карелии.

## **Природные факторы формирования гидрографической сети**

Специфика гидрографии любого региона обусловлена особенностями всего комплекса природных условий. Но всегда можно выделить некоторые из них, внесшие основной вклад в формирование водной сети. Для Карелии это в первую очередь геологическое строение территории, ее рельеф и климат, а также географическое положение республики.

В геологическом отношении Карелия является восточной окраиной Балтийского (Фенноскандинавского) кристаллического щита – области распространения преимущественно древнейших кристаллических пород архейско-

протерозойского комплекса с возрастом до 3,5 млрд лет. Они перекрыты тонким слоем четвертичных отложений, представленных сложным комплексом ледниковых (в основном), межледниковых и послеледниковых отложений. Их мощность колеблется от 0 до 110–130 м. Максимальные значения отмечаются в крайней южной части (Пудожском и Олонецком районах). Небольшая юго-восточная часть Карелии сложена осадками Русской плиты Восточно-Европейской платформы.

Главные элементы рельефа обусловлены сочетанием древних тектонических процессов с денудацией и аккумуляцией четвертичного периода, важнейшим событием которого были мощные материковые оледенения. Основное влияние на формирование современного рельефа оказало последнее из них – валдайское (поздневалдайское), закончившееся только 10–11 тыс. лет назад, что в геологическом масштабе времени представляет собой ничтожно малую величину. Двигавшийся со Скандинавии ледник произвел большую разрушительную работу, следы которой видны до сих пор. Он принес и после своего таяния отложил на земной поверхности большие объемы несортированных обломков горных пород (морены). В результате сформировался очень специфический чрезвычайно расчлененный грядово-холмистый рельеф с абсолютными отметками, не превышающими 200 м. И только на крайнем северо-западе, на горном массиве Маанселькя они достигают 500–600 м (г. Нуорунен – 577 м, Мянтьютунтури – 550, Сиеппитунтури – 537, Кивакка – 500 м). Высоты Западно-Карельской возвышенности составляют 330–417 м, Олонецкой – до 313 м, а основная часть территории лежит в пределах 100–200 м над уровнем моря.

Для южных районов республики характерна северо-западная ориентировка форм рельефа, для северных – широтная, реже северо-восточная или северо-западная, что во многом определило и ориентировку водных объектов, в первую очередь рек. Деятельность ледника и ледниковых вод придала особый облик доледниковому рельефу, не меняя его главных черт. В частности, сохранились результаты вертикальных тектонических движений, сопровождавшихся поднятиями и опусканиями земной коры. В то время образовались котловины Ладожского, Онежского и других озер, Белого моря. В трещинах и разломах заложились речные долины. Но в целом современная гидрографическая сеть начала формироваться только после ухода ледника, и этот процесс продолжается до сих пор.

Климат Карелии переходный от морского к континентальному. В течение всего года для него характерно преобладание воздушных масс атлантического и арктического происхождения. Климат характеризуется продолжительной мягкой зимой и коротким прохладным летом, значительной облачностью, высокой влажностью и неустойчивой погодой в течение всего года. Наиболее существенное значение для формирования гидрографической сети и гидрологического режима водных объектов имеют атмосферные осадки и испарение. Территория республики относится к зоне избыточного увлажнения, что определяется сравнительно небольшим приходом тепла и хорошо развитой циклонической деятельностью во все сезоны. Количество осадков составляет 550–750 мм в год, возрастая с севера на юг. В то же время вследствие невысоких летних температур, большой облачности, повышенной влажности воздуха Карелия является зоной относительно малого испарения, составляющего от 310 мм в год на севере до 420 на юге. Таким образом, испаряется только 50–60 % осадков, остальная часть идет на формирование речного стока.

Большое значение имеют также особенности географического положения республики, которые заключаются в прохождении по ее территории Беломорско-Балтийского водораздела (он же является и одним из основных водоразделов Земли – между Атлантическим и Северным Ледовитым океанами) и близости к нему крупных базисов эрозии (приемников речного стока) – Белого моря, Ладожского и Онежского озер (рис. 1). Максимальное расстояние от водораздела до водоприемников не превышает по прямой 300 км. К беломорской части относится 57 % территории республики, к балтийской – 43 % (без учета относящихся к Республике Карелия частей акваторий Белого моря, Ладожского и Онежского озер). В свою очередь, на территории бассейна Балтийского моря выделяются бассейны Ладожского и Онежского озер и маленький участок водосбора Ботнического залива (на западе республики в районе г. Костомукши). На юго-востоке Карелии в Пудожском районе на территорию республики попадает небольшой (несколько десятков квадратных километров) участок бассейна крупного бессточного водоема – Каспийского моря-озера.

Таким образом, суммируя вышесказанное, следует отметить, что главными обстоятельствами, определившими специфику гидрографической сети Карелии, являются:

– геологическая молодость сети;

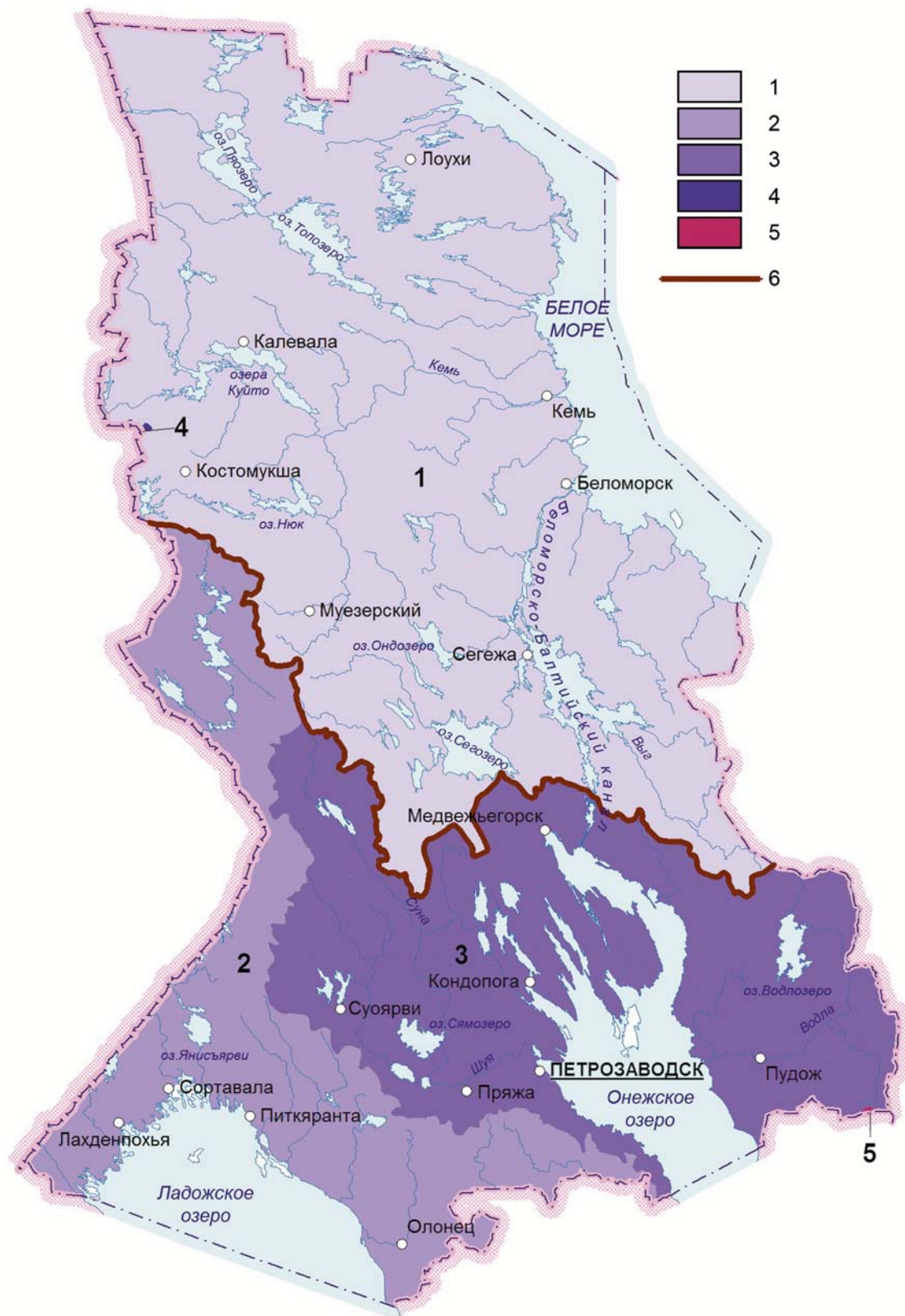


Рис. 1. Главный водораздел Карелии:  
 1 – бассейн Белого моря; 2–4 – бассейн Балтийского моря: 2 – собственный бассейн Ладожского озера (без бассейна Онежского озера), 3 – бассейн Онежского озера, 4 – бассейн Ботнического залива; 5 – бассейн Каспийского моря; 6 – Беломорско-Балтийский водораздел

Fig. 1. The main watershed of Karelia:  
 1 – White Sea basin; 2–4 – Baltic Sea basin: 2 – natural basin of Lake Ladoga (without the Lake Onega basin), 3 – basin of Lake Onega, 4 – basin of the Gulf of Bothnia; 5 – Caspian Sea basin; 6 – White Sea-Baltic watershed

- неглубокое залегание кристаллических пород и малая мощность рыхлых четвертичных отложений;
- наличие множества заполненных водой тектонических нарушений;
- чрезвычайно расчлененный рельеф ледникового происхождения;
- сравнительное обилие атмосферных осадков при низком испарении;
- близость главного водораздела к базисам эрозии [Литвиненко, 1999а].

## Водоемы

Основными структурными элементами гидрографической сети Карелии являются водоемы (озера и водохранилища), во многом определяющие специфику водных систем республики. Согласно инвентаризации 1950-х годов, на территории республики было зафиксировано 42,6 тыс. озер с общей площадью 16,2 тыс. км<sup>2</sup> [Григорьев, Грицевская, 1959]. Более поздние подсчеты, выполненные на обновленной картографической основе, позволили уточнить цифры.

По современным данным, число озер с площадью более 1 га составляет 61,1 тыс., суммарная их площадь – около 18 тыс. км<sup>2</sup> [Гашева, 1967]. Нетрудно рассчитать, что один водоем приходится примерно на десять жителей Карелии. Кроме того, в пределах республики находится около 40 % акватории Ладожского и 80 % – Онежского озер, являющихся крупнейшими пресноводными водоемами Европы. Озерность территории составляет 12 %, а с учетом карельских частей Онего и Ладоги

достигает 21 %, являясь одной из самых высоких в мире (принимая площадь Карелии равной 172,4 тыс. км<sup>2</sup> с включением онежской и ладожской акваторий и 155,9 тыс. км<sup>2</sup> – без них)<sup>1</sup>. Следовательно, каждый пятый квадратный километр территории Карелии является акваторией.

В размещении озер и в изменении озерности по речным бассейнам наблюдается четкая географическая закономерность. Если южнее р. Свири коэффициент озерности не превышает 2–2,5 %, то в пределах Карелии озерность быстро возрастает, достигая в зоне 62–66° с.ш. максимальных значений (бассейн р. Кереть – 18 %, р. Ковды – 14 %). Далее к северу озерность быстро падает до 2,5–4 % на водосборах рек Кольского полуострова. Еще быстрее коэффициент озерности убывает с запада на восток. Так, уже бассейны рек Поморского побережья Белого моря и восточных притоков Онежского озера характеризуются величинами не более 4–5 %, а в Архангельской области озерность не достигает и 2 % [Григорьев, 1961].

Основное число составляют озера с площадью менее 1 км<sup>2</sup>. Более значительные размеры имеют только 1389 водоемов (чуть более 2 % от общего числа), из них лишь 20 превышают 100 км<sup>2</sup> (табл. 1). В группе малых водоемов преобладают озера, не имеющие видимого стока («бессточные»), которые представлены в основном лесными и болотными озерцами (ламбами).

<sup>1</sup> В ряде справочных изданий указывается, что площадь Республики Карелия составляет 180,5 тыс. км<sup>2</sup>, что также справедливо, так как в этом случае учитывается и прибрежная акватория Белого моря, тоже включаемая в площадь республики.

Таблица 1. Основные характеристики озер с площадью зеркала более 100 км<sup>2</sup> в современном состоянии [Каталог..., 2001; Озера..., 2013]

Table 1. Main characteristics of lakes with a mirror area of more than 100 km<sup>2</sup> in the current state [A catalogue..., 2001; Lakes..., 2013]

Водоем Reservoir	Водосбор главной реки Catchment area of the main river	Площадь, км <sup>2</sup> Area, km <sup>2</sup>		Глубина, м Depth, m		Объем, км <sup>3</sup> Volume, km <sup>3</sup>	Длина береговой линии, км Coastline length, km
		водосбора catchment	зеркала mirror	средн. average	макс. maximum		
1	2	3	4	5	6	7	8
Ладожское Ladozhskoye	Нева Neva	258300	17700	51	230	910	1570
Онежское* Oнежskoye*	Нева Neva	53100	9720	30	120	295	1810
Выгозеро* Vygozero*	Нижний Выг Nizhnii Vyg	16800	1251	5,8	25,0	7,2	658
Топозеро* Topezero*	Ковда Kovda	2540	986	15,9	56,0	15,6	545
Пяозеро* Pyaozero*	Ковда Kovda	12000	943	17,7	49,0	16,7	256

Окончание табл. 1  
Table 1 (continued)

Водоем Reservoir	Водосбор главной реки Catchment area of the main river	Площадь, км <sup>2</sup> Area, km <sup>2</sup>		Глубина, м Depth, m		Объем, км <sup>3</sup> Volume, km <sup>3</sup>	Длина береговой линии, км Coastline length, km
		водосбора catchment	зеркала mirror	средн. average	макс. maximum		
1	2	3	4	5	6	7	8
Сегозеро* Segozero*	Нижний Выг Nizhnii Vyg	6640	815	29	103	23,4	278
Водлозеро* Vodlozero*	Водла Vodla	4960	322	2,8	16,3	0,906	232
Сямозеро Syamozero	Шуя Shuya	1550	266	6,7	24,5	1,79	159
Среднее Куйто* Srednee Kuito*	Кемь Kem	9470	257	10,4	34,0	2,67	166
Верхнее Куйто Verkhnee Kuito	Кемь Kem	7150	240	8,7	44,4	2,09	295
Кереть Keret	Кереть Keret	1100	223	4,5	26,0	1,0	346
Нюк Nyuk	Кемь Kem	3090	214	8,5	40,0	1,81	255
Тикшозеро Tikshozero	Ковда Kovda	1080	209	8,0	41,0	1,68	203
Янисъярви* Yanisyarvi*	Янисйоки Yanisjoki	3660	200	10,2	57,0	2,04	133
Сандал* Sandal*	Суна Suna	6620	185	9,7	58,0	1,8	169
Ондозеро* Ondozero*	Нижний Выг Nizhnii Vyg	2380	182	3,3	8,0	0,601	154
Лексозеро Leksozero	Лендерка Lenderka	3280	166	8,5	34,2	1,4	168
Нижн. Куйто* Nizhn. Kuito*	Кемь Kem	10200	141	8,6	33,0	1,21	124
Энгозеро Engozero	Калга и Вонга Kalga and Vonga	1220	122	4,5	18,0	0,544	226
Палье* Palye*	Суна Suna	6110	100,2	18,0	74,0	1,8	77,7

Примечание. \* Водоем зарегулирован и является водохранилищем.

Note. \* The reservoir is regulated and is a reservoir.

Основные водоемы Карелии показаны на рис. 2.

В Карелии выделяются два основных типа озерных котловин по происхождению: тектонические и ледниковые (моренные). Почти все крупные и средние водоемы имеют тектонический генезис. Их котловины развиты в трещинах и сбросах с ярко выраженными следами эрозионной деятельности ледников. Они имеют, как правило, сложные очертания берегов и пересеченный рельеф дна, большие глубины.

Озера ледникового типа расположены в понижениях между моренными грядами и холмами или в подпруженных речных долинах. Они небольших размеров, имеют менее изрезанную, часто округлую форму, плоское дно без резких перепадов глубин, которые не превышают, как правило, 5–10 м. Также встречаются узкие длинные озера, через которые протекают реки.

Кроме того, существует много мелких озер болотного происхождения [Григорьев, 1961].

Одной из форм хозяйственного использования водных ресурсов является регулирование речного стока путем создания водохранилищ. Как уже отмечалось выше, молодые в геологическом отношении реки Карелии имеют неглубокие, слабо врезанные долины. Поэтому долинные водохранилища, ложем которых служит часть речной долины, даже ценой больших затоплений имеют незначительные объемы. Основным типом водохранилищ являются котловинные (озерные), созданные почти на всех крупных озерах (табл. 2). Преобладание котловинных водохранилищ является региональной особенностью республики, так как большинство водохранилищ в бывшем СССР и во всем мире долинные. Этот факт еще раз подчеркивает специфику гидрографической сети Карелии.



Рис. 2. Гидрографическая сеть Карелии  
 Fig. 2. The hydrographic network of the Republic of Karelia

Таблица 2. Параметры основных озерных водохранилищ при нормальном подпорном уровне [Государственный..., 1986, 1987]

Table 2. Parameters of the main lake reservoirs at normal retaining level [State..., 1986, 1987]

Водохранилище Reservoir	Базовые реки; озера Base rivers; lakes	Площадь, км <sup>2</sup> Area, km <sup>2</sup>		Глубина, м Depth, m		Объем, км <sup>3</sup> Volume, km <sup>3</sup>	
		водосбора catchment	зеркала mirror	средн. average	макс. maximum	полный full scope	полезный usable
1	2	3	4	5	6	7	8
Верхне-Свирское Verkhne-Svirskoye	р. Свирь; оз. Онежское Svir River; Lake Onega	57300	9840		120	295	13
Кумское (Топо-Пяозерское) Kumskoye (Топо-Ряозерское)	р. Ковда; Топозеро, Пяозеро, Кундозеро Kovda River; Topozero, Pyaozero, Kundozero	11300	1930		56	32,3	8,73
Выгозерско- Ондское Vygozersko- Ondskoye	реки Нижний Выг, Онда; Выгозеро Nizhnii Vyg, Onda Rivers; Vygozero	20800	1270		20	9,33	1,18
Сегозерское Segozerskoye	р. Сегежа; Сегозеро Segezha River; Segozero	6640	815	29	103	23,4	4,1
Юшкозерское Yushkozerskoye	р. Кемь; оз. Среднее и Нижнее Куйто Kem River; Lake Srednee Kuito and Lake Nizhn. Kuito	9900	398	10,5	35	4,18	0,644
Водлозерское Vodlozerskoye	реки Вама, Сухая Водла; Водлозеро Vama, Sukhaya Vodla Rivers; Vodlozero	4960	322	2,8		0,906	0,55
Иовское Iovskoye	р. Ковда; Соколозеро, Ругозеро, Сушозеро Kovda River; Sokolozero, Rugozero, Sushozero	19200	294		58	2,06	0,545
Янисъярви Yanisyarvi	р. Янисйоки; оз. Янисъярви Yanisyoki River; Lake Yanisyarvi	3460	200	10	8	2,04	0,42
Сандальское Sandalskoye	Кондопожский канал; оз. Сандал Kondopoga Canal; Lake Sandal	6620	185	9,5	57	1,78	0,298
Ондозерское Ondozerskoye	р. Онда; Ондозеро Onda River; Ondozero	2320	182	3,5	74	0,6	0,37
Пальеозерское Palyeozerskoye	р. Нивка; оз. Палье Nivka River; Lake Palye	6110	109	18		2	0,158

## Водотоки

Представлены большей частью либо небольшими реками, либо короткими протоками, которые соединяют многочисленные озера, образуя озерно-речные системы, что является региональной особенностью гидрографической сети Карелии. Линейная озерность (отношение длины озерных участков к общей длине системы) таких водных объектов может достигать 50–60 % и более (Ковда, Лендерка, Каменная – Ногеус-йоки). Это создает

определенные трудности при подсчете количества рек на какой-либо территории, так как не всегда понятно, какой водоток принимать за самостоятельную реку, а какой – за составную часть озерно-речной системы. Часто этот вопрос решается чисто субъективно. Так, например, озерно-речная система Ковды (рис. 3) включает по основной оси 11 озер и водохранилищ (Топозеро, Пяозеро, Кундозеро, Соколозеро, Ковдозеро и др.) и 7 раз меняет свое название (Софьянга, Кундозерка, Кума, Ругозерка, Ковдочка, Иова).



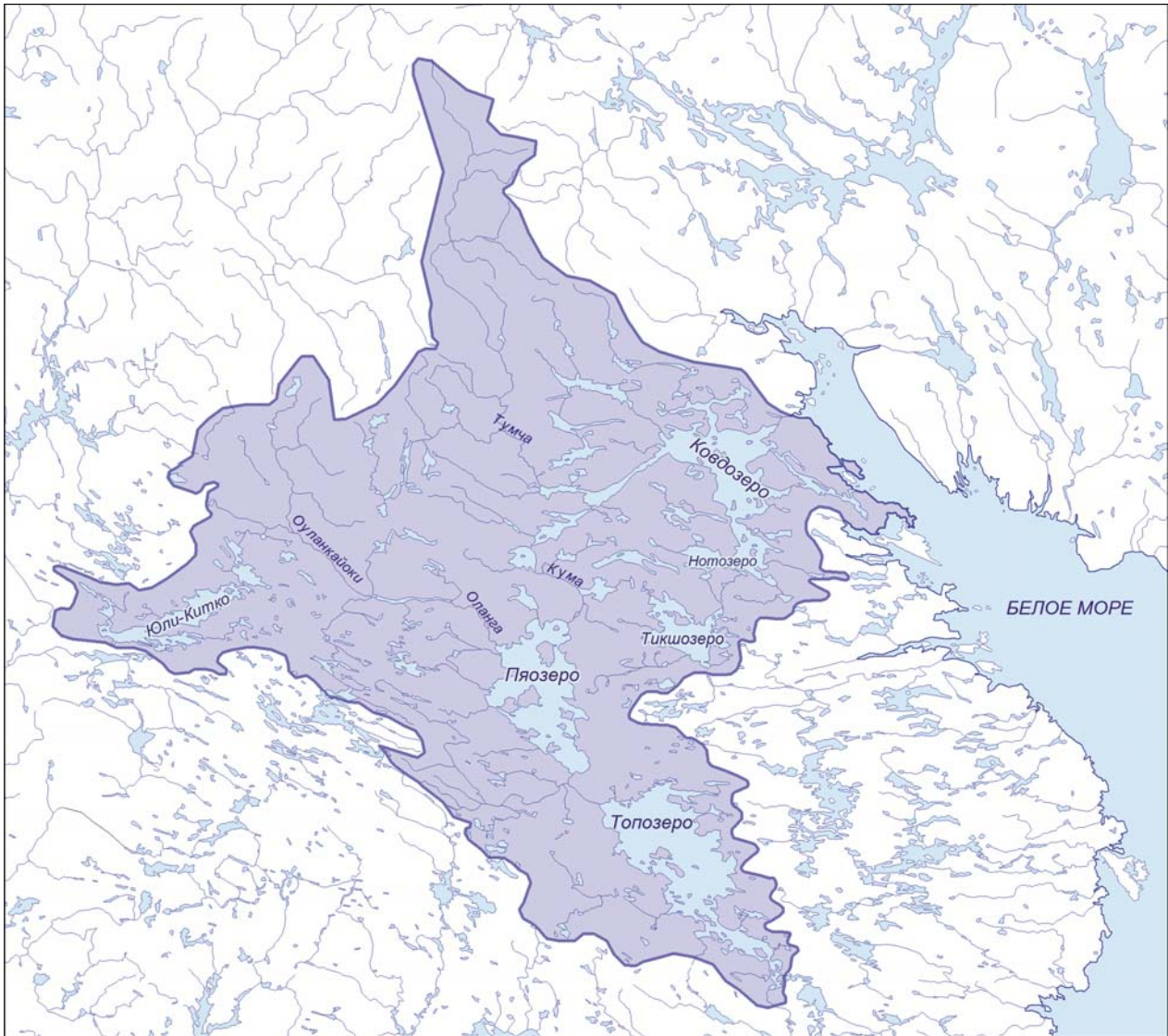


Рис. 3. Озерно-речная система Ковды  
 Fig. 3. Kovda lake-river system

Первая инвентаризация водотоков Карелии выполнена в 1950-е годы сотрудниками Отдела водных проблем (сейчас Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН) под руководством С. В. Григорьева. В пределах административных границ было выявлено 10 987 рек общей длиной 53 333 км.

По современным данным, общее число рек (включая реки Карельского перешейка) составляет 26,7 тыс. Суммарная их протяженность – 83 тыс. км. Преобладают водотоки длиной менее 10 км. Их количество 25,3 тыс. (95 %), общая протяженность – 52,3 тыс. км (63 %) [Ресурсы..., 1972]. Они уже относятся к категории ручьев. Только 30 рек имеют длину более 100 км и их можно отнести, с некоторыми оговорками, к классу средних (табл. 3). Густота

речной сети составляет 0,53 км/км<sup>2</sup>. Площадь водосбора у подавляющего числа рек также мала. Только 366 водных систем имеют бассейны площадью более 100 км<sup>2</sup>, в том числе 51 система с водосбором, превышающим 1000, и 5 – с превышающим 10 000 км<sup>2</sup> (реки Кемь, Выг, Ковда, Водла, Шуя).

Основные карельские реки и их водосборы представлены на рис. 4.

Молодостью карельских рек и особенностями кристаллического фундамента объясняется слабая врезанность их русел, неразвитость речных долин, ступенчатый характер продольного профиля, представляющего собой ряд порожистых участков, чередующихся с плесами. Часто роль плесовых участков выполняют озеровидные расширения или озера.

Таблица 3. Характеристика основных рек Карелии [Ресурсы..., 1965]

Table 3. Description of the main rivers of Karelia [Surface..., 1965]

Название реки River name	Длина, км Length, km	Площадь водосбора, км <sup>2</sup> Catchment area, km <sup>2</sup>	Площадь озер на водосборе, км <sup>2</sup> Area of lakes in the catch- ment area, km <sup>2</sup>	Принятый исток Accepted source
1	2	3	4	5
Бассейн Белого моря The White Sea basin				
Ковда Kovda	233	26 100	3 656	Топозеро Lake Topozero
Оланга Olanga	137/67	5 670/...	.../142	на территории Финляндии in Finland
Тумча Tumcha	207/172	5 240/...	215/...	на территории Финляндии in Finland
Лопская Lopskaya	106	2 760	546	Викозеро Lake Viksozero
Воньга Vonga	106	2 580	427	Энгозеро Lake Engozero
Кемь Kem	191	27 700	2 568	оз. Нижнее Куйто Lake Nizhnee Kuito
Войница Voinitsa	108/94	1 300/...	.../42,1	на территории Финляндии in Finland
Писта Pista	110	3 190	229	оз. Мульпярви Lake Mulpiyarvi
Чирка-Кемь Chirka-Kem	221	8 270	704	слияние рек Чирка и Кемь confluence of the Chirka and Kem Rivers
Кера Kera	154	1 640	94,6	оз. Таявиярви Lake Tayaviyarvi
Нижняя Охта Nizhnyaya Okhta	142	2 170	231	оз. Ватулма Lake Vatulma
Нижний Выг (Беломорско- Балтийский канал) Nizhnii Vyg (White Sea-Baltic Channel)	188	27 100	3 795	оз. Выгозеро Lake Vygozero
Выг (Верхний Выг) Vyg (Verkhonii Vyg)	135	3 000	71,1	оз. Верхотинное Lake Verkhotinnoye
Волома Voloma	138	2 070	219	оз. Волома Lake Voloma
Онда Onda	197	4 080	509	
Тунгуда Tunguda	128	1 830	178	оз. Пертярви Lake Pertyarvi
Сума Suma	164	2 020	271	оз. Мелозеро Lake Melozero
Нюхча Nyukhcha	106	1 770	50,7	оз. Нюхча Lake Nyukhcha
Бассейн Балтийского моря Собственный бассейн Ладожского озера и р. Свири The Baltic Sea basin The natural basin of Lake Ladoga and the Svir River				
Лендерка Lenderka	150/41	.../4 890	.../604	оз. Сула Lake Sula
Койтайоки Koitajoki	162/48	.../...	.../...	оз. Алинен-Айтоярви Lake Alinen-Aitoyarvi
Янисйоки Yanisjoki	126/70	3 900/...	.../279	на территории Финляндии in Finland
Уксунйоки Uksunjoki	121	1 080	58,2	оз. Куйккаярви Lake Kuikkayarvi
Важинка Vazhinka	123	2 020	53,8	

Окончание табл. 3  
Table 3 (continued)

Название реки River name	Длина, км Length, km	Площадь водосбора, км <sup>2</sup> Catchment area, km <sup>2</sup>	Площадь озер на водосборе, км <sup>2</sup> Area of lakes in the catchment area, km <sup>2</sup>	Принятый исток Accepted source
1	2	3	4	5
Бассейн Онежского озера The basin of Lake Onega				
Шуя Shuya	194	10 100	1 071	оз. Суоярви Lake Suoyarvi
Суна Suna	280	7 670	987	оз. Кивиярви Lake Kiviyarvi
Водла Vodla	149	13 700	723	слияние рек Сухая Водла и Вама confluence of the Sukhaya Vodla and Vama Rivers
Илекса Ileksa	155	3 950	122	оз. Калгачинское Lake Kalgachinskoye
Нетома Netoma	107	776	6,5	оз. Нетомское Lake Netomskoye
Колода Koloda	112	1 330	35	оз. Глубокое Lake Glubokoye
Шалица Shalitsa	104	992	61,1	оз. Шалозеро Lake Shalozero

*Примечание.* Данные по р. Суне даны для водосбора в естественном состоянии. В числителе приводятся данные для всего водосбора, в знаменателе – для территории России. Многоточие обозначает отсутствие данных.

*Note.* Data on the Suna River are given for the catchment area in its natural state. The numerator contains data for the entire catchment area, and the denominator – for the territory of Russia. (...) – no data.

Близость к водоразделам основных базисов эрозии обусловила значительное падение рек. Большая часть его величины (80–90 %) приходится на пороги и карешки (небольшие порожки). Для малых рек величина падения может достигать 10 м/км (р. Неглинка) при преимущественной 2–5 м/км. Более крупные реки имеют меньшее удельное падение, редко превышающее 1 м/км, но и на них сосредоточенные падения на отдельных участках достигают значительных величин.

Характерной особенностью карельской гидрографии являются также узкие невысокие водоразделы и близость соседних водотоков, что создает условия для переброски стока в другие бассейны (р. Суна – оз. Палье, р. Поньгома – оз. Топозеро). А сложный изрезанный рельеф в условиях водораздельного расположения озер часто определяет сток из них по нескольким направлениям одновременно: оз. Энгозеро – реки Калга и Воньга, оз. Сариярви – реки Лоймоланйоки (Тулемайоки) и Пенсанйоки (Уксунйоки), оз. Сегежское – реки Обжанка и Сегежа (приток р. Свири).

### Запасы воды и водные ресурсы

Основной объем пресной воды аккумулируется в водоемах. Так, в водохранилищах (без

Верхне-Свирского) содержится 80,2 км<sup>3</sup>. Из них общая полезная емкость составляет 18,6 км<sup>3</sup>, что позволяет регулировать 47 % годового объема речного стока. Еще 65 км<sup>3</sup> воды сосредоточено в озерах, остающихся в естественном состоянии. Кроме того, к этим цифрам следует добавить большие части объемов Онежского (Верхне-Свирское водохранилище) и Ладожского озер. Основная часть вод, содержащихся в водоемах (78 %), находится в бассейне Белого моря, где они представлены главным образом водами водохранилищ. Здесь расположено около 90 % общей полезной емкости водохранилищ, регулируется 63 % объема речного стока.

В балтийском бассейне воды сосредоточены в основном в озерах, сток менее зарегулирован и реки менее водоносны.

Пресные воды, накапливаемые в озерах и водохранилищах, относятся к стационарным запасам или вековым водным ресурсам с очень низкой скоростью возобновления. При современном водохозяйственном планировании их интенсивное использование обычно не предусматривается из-за возможных отрицательных экологических последствий. Как водные ресурсы эти объекты можно рассматривать лишь с точки зрения способов использования, не меняющих их количественных параметров (водный транспорт, рекреация, рыбное хозяйство).

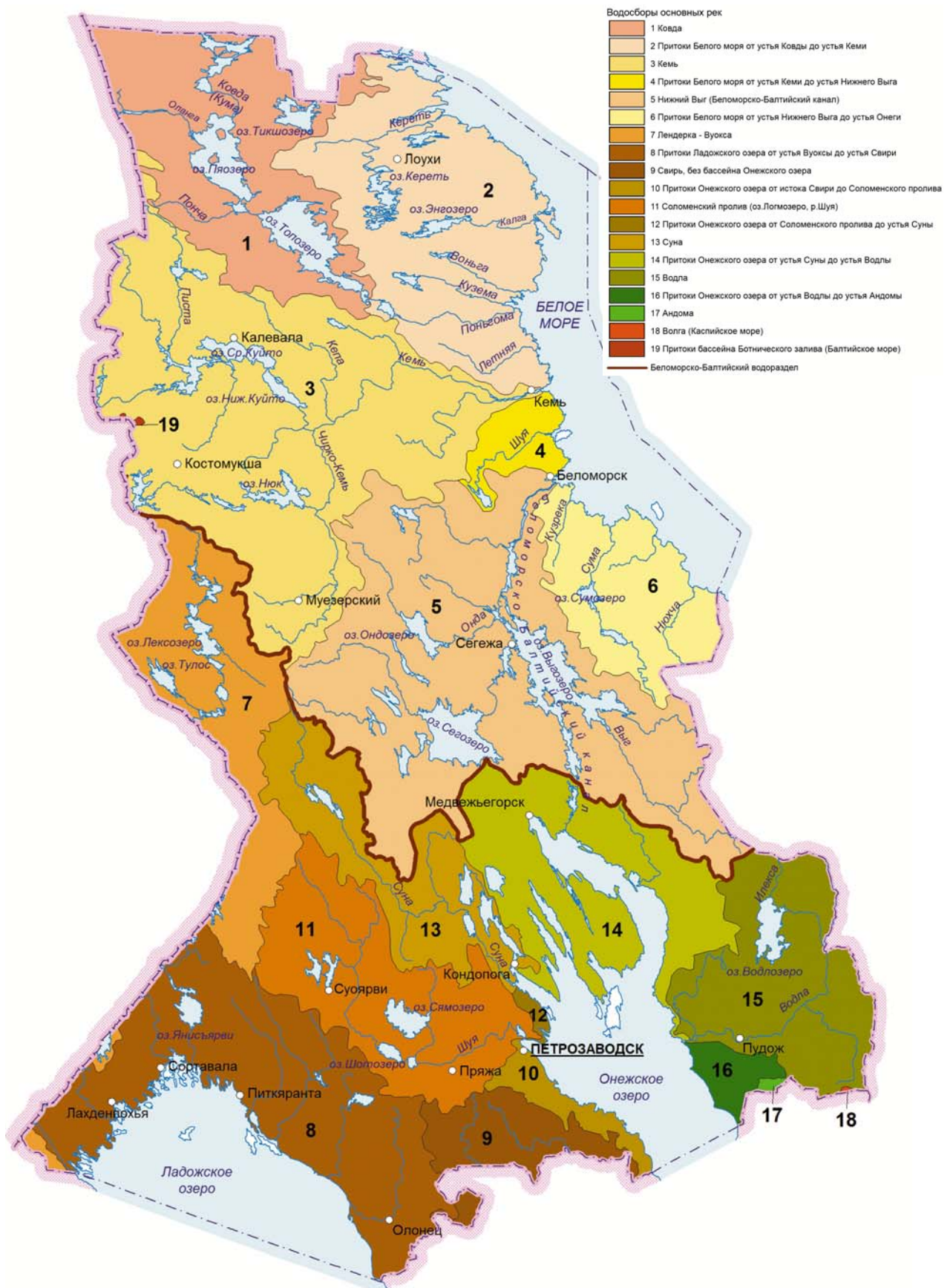


Рис. 4. Водосборы основных водных систем  
 Fig. 4. The catchments of the main water systems

Для водопотребляющих отраслей экономики наибольший интерес представляют динамические, непрерывно возобновляющиеся запасы. А ими является речной сток. Подсчитано, что вследствие круговорота воды в природе запас воды в руслах всех рек Земного шара возобновляется 23 раза в год, или один раз в 16 суток. И если его одномоментный объем составляет 2120 км<sup>3</sup>, то средний годовой объем стока всех рек Земли достигает 46 тыс. км<sup>3</sup>. Именно он и является основным видом водных ресурсов. Следует также помнить, что речной сток является очень существенным (наряду с атмосферными осадками) источником пополнения озерных и подземных вод.

На большей части республики средний многолетний модуль речного стока колеблется в районе 10 л/сек·км<sup>2</sup>, так как большое количество озер на водосборах в сочетании с болотами и заболоченными лесами, которые занимают около 30 % площади, нивелируют величину среднего многолетнего стока по территории. Однако подстилающая поверхность и орографические особенности местности оказывают значительное влияние на распределение осадков, а следовательно, и связанного с ними стока по территории. На севере республики наибольшие величины годового стока (11–12 л/сек·км<sup>2</sup>) наблюдаются на возвышенных участках (Северный возвышенный район с высотами 300–400 м и более над уровнем моря). На Прибеломорской низменности и в понижениях у крупных озер-водохранилищ сток уменьшается до 8–9 л/сек·км<sup>2</sup>. В южной части Карелии максимальные значения стока (12–16 л/сек·км<sup>2</sup>) отмечаются на северо-восточных притоках Ладожского и восточных притоках Онежского озер.

Объем стока рек Карелии в средний по водности год составляет 57 км<sup>3</sup>. Непосредственно на ее территории формируется 49,7 км<sup>3</sup> (так называемый «местный сток»). Остальные воды (13 %) поступают из сопредельных регионов (в основном из Финляндии и Архангельской области). Около 55 % речного стока с территории республики поступает в Белое море, 25 % – в Онежское и 20 % – в Ладожское озера [Литвиненко и др., 2006].

Учитывая многолетние колебания речного стока и исходя из условий наиболее полного удовлетворения в воде всех отраслей экономики, в водохозяйственной практике ориентируются на сток маловодного года, как правило, 95%-й обеспеченности (повторяемость в среднем один раз в 20 лет). В таких условиях местный сток составляет 63 % от среднемноголетнего, или 31,8 км<sup>3</sup>.

Абсолютные показатели не дают полного представления об обеспеченности водными ресурсами. Более наглядны относительные характеристики – объем речного стока, приходящийся на единицу площади или одного жителя. Так, на 1 км<sup>2</sup> территории Карелии приходится 331 тыс. м<sup>3</sup>, а на одного жителя республики 93 тыс. м<sup>3</sup> суммарного речного стока, что больше среднероссийских показателей в 1,3 и 3 раза соответственно. Здесь следует отметить, что другой важный вид водных ресурсов – подземные воды – изучен значительно слабее, а их запасы и объемы использования гораздо ниже [Богачев и др., 2006].

Таким образом, обеспеченность Карелии поверхностными водными ресурсами достаточно высока и количественные параметры не являются фактором, лимитирующим развитие экономики республики (даже учитывая внутригодовую неравномерность речного стока). Существующие проблемы с водоснабжением населения и отдельных хозяйственных объектов имеют либо организационно-технический характер, либо связаны с несоответствием качества воды природных источников предъявляемым требованиям. А качество карельских поверхностных вод в плане потребительских свойств имеет свою специфику. Некоторые ученые даже выделяют отдельный «карельский» химический тип вод.

В качестве приоритетных показателей, отражающих специфику химического состава вод региона, приняты: минерализация воды и ее жесткость, рН, содержание органических веществ, железа. Поверхностные воды Карелии относятся к категории очень маломинерализованных и очень мягких. На большей части территории они имеют минерализацию до 25 мг/л и жесткость 0,2–0,4 мг-экв/л. Небольшую площадь занимают озера и реки с минерализацией 40–100 мг/л. Водоемов с суммой ионов свыше 100 мг/л известно не более 10. По этим показателям они соответствуют принятым в Российской Федерации нормативам для питьевого водоснабжения (до 1 000 мг/л). Нижние показатели минерализации не нормируются, но известно, что оптимальными для человека являются более высокие ее значения – до 300–400 мг/л. Таким образом, по этому показателю поверхностные воды Карелии не являются качественными, так как основным источником поступления в организм человека минеральных солей является именно вода. Однако они являются очень качественными для некоторых видов технического использования (теплообменные аппараты – паровые котлы, испарители, пароперегреватели и т. п.) и в быту (чайники,

стиральные машины, утюги), так как при нагревании не дают большого количества накипи.

По величине рН большую часть поверхностных вод Карелии можно отнести к слабокислым (рН 5,5–6,5) и нейтральным (рН 6,5–7,5), что вполне соответствует требованиям, предъявляемым к питьевым водам.

Наиболее проблемный показатель – цветность воды. В настоящее время в Карелии почти во всех существующих поверхностных источниках водоснабжения наблюдается превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по этому показателю. Цветность воды обусловлена присутствием в ней органических веществ (ОВ) гумусового происхождения. Для значительной части территории республики (до 35 %) характерны воды со средним для условий Карелии содержанием ОВ (цветность 35–80 градусов платиново-кобальтовой шкалы). На 20 % территории распространены воды с высоким содержанием ОВ (цветность 80–160 градусов). Приблизительно такое же распространение имеют воды с низкой гумозностью (менее 35 градусов).

Гумусовые вещества обладают хорошей комплексообразующей способностью и образуют с железом, марганцем и многими другими металлами прочные комплексные соединения. Поэтому для высокоцветных вод характерно высокое содержание железа и марганца, которое также часто превышает ПДК [Литвиненко и др., 1998; Морозов, Литвиненко, 2006].

### **Антропогенные преобразования гидрографической сети**

Достаточно сложное строение гидрографической сети Карелии предопределило и необходимость ее структурных преобразований для наиболее рационального использования ее потенциала. Основными «заказчиками» таких гидротехнических проектов являются гидроэнергетика и водный транспорт. В меньшей степени (для Карелии) это водоснабжение и рекреация. Следует также отметить и молевой лесосплав, который активно развивался в Карелии в 1950–80-е годы, когда были построены десятки деревянных лесосплавных плотин для обеспечения этого вида водопользования. Но в настоящее время этот вид деятельности прекращен (последний проплав древесины по р. Водле прошел в 1995 г.), и сейчас практически все плотины разрушены.

Все реализованные и планируемые гидротехнические проекты в небольшой статье осветить невозможно, поэтому остановимся на двух наиболее значимых и ярких.

Основной водотранспортной артерией Карелии является Беломорско-Балтийский канал (ББК), входящий в систему Беломорско-Балтийского водного пути. Построен в рекордные сроки между 1931 и 1933 годами. Начинается у пос. Повенец в Повенецкой губе Онежского озера и заканчивается у г. Беломорска в Сорокской губе Белого моря. Сооружен на базе природных водных объектов: р. Повенчанка, озера Волозеро, Маткозеро, Телецкое, Выгозеро, р. Нижний Выг. Общая протяженность Беломорско-Балтийского канала 227 км (из них 37,1 км – искусственные пути). В комплекс сооружений канала входят 19 шлюзов 15 плотин, пять гидроэлектростанций и ряд других объектов.

Сразу за Повенцом на небольшом расстоянии друг от друга расположены семь шлюзов, составляющие Южный (Балтийский) склон протяженностью около 10 км и высотой почти 70 м. Между седьмым и восьмым шлюзами находится водораздельный бьеф канала протяженностью 22 км. На участке Северного (Беломорского) склона протяженностью около 190 км расположено двенадцать шлюзов. Разность уровней воды здесь 102 м.

И теперь из Онежского озера можно попасть в любую точку Мирового океана не выходя на сушу, двигаясь по одному из трех маршрутов: на запад по системе р. Свирь – Ладожское озеро – р. Нева – Балтийское море – Атлантический океан; на юг по системе Волго-Балтийский канал – р. Волга – Волго-Донский канал – Черное море – Средиземное море – Атлантический или Индийский океан и на север по системе ББК – Белое море – Северный Ледовитый океан – Северный морской путь – Тихий океан.

В сфере гидроэнергетики наибольший интерес имеет гидротехническое преобразование р. Суны, не имеющее аналогов в мире.

Планомерное и целенаправленное освоение гидроресурсов Карелии началось в 20-е годы XX в., когда была образована Государственная комиссия по электрификации России, разработавшая общеизвестный план ГОЭЛРО. Согласно ему в Карелии предполагалось строительство ряда ГЭС на реках Суна, Выг и Кемь.

Первые проекты использования гидроресурсов р. Суны, и в частности водопада Кивач, разрабатывались еще в 1902–1913 гг. Однако они предполагали строительство на самой реке в районе водопада ГЭС небольшой мощности (до 7 тыс. кВт), что было явно недостаточно. Инженер Генрих Иосифович Графтио, впоследствии академик, крупнейший советский гидротехник, руководитель строительства Волховской и Нижнесвирской ГЭС, предложил

свою очень оригинальную схему использования падения реки, базирующуюся на особенностях гидрографического строения ее бассейна.

Изначально р. Суна впадала в Кондопожскую губу Онежского озера несколько южнее ее вершины (в районе д. Янишполе). Неподалеку от устья она принимала достаточно крупный приток – озерно-речную систему Сандалку, имеющую в своем составе два крупных озера – Палье и Сандал (рис. 5).

По идее Г. И. Графтио предполагалось построить на р. Суне выше водопада Кивач плотину, подпирающую Сундозеро, и переадресовать сток реки по каналу в оз. Сандал. Сток из него, опять-таки искусственным путем, направлялся бы в Кондопожскую губу, на берегу которой сооружалась Кондопожская ГЭС. Чтобы исключить непродуктивные потери, в истоке р. Сандалки из оз. Сандал сооружалась глухая плотина. По этой схеме напор воды, используемой на ГЭС,

увеличивался почти в 2,5 раза по сравнению с используемым напором р. Суны непосредственно на Киваче. Возрастал и расход воды за счет стока бассейна оз. Сандал. Кроме того, на базе этого водоема создавалось водохранилище для непосредственного регулирования работы Кондопожской ГЭС. Таким образом, впервые в практике отечественного гидростроительства была предложена идея своеобразного обогащения напора и расхода воды. Несколько позднее эту схему усовершенствовал инженер Валериан Владимирович Болотов, впоследствии профессор Ленинградского политехнического института, заслуженный деятель науки и техники РСФСР. Он предложил перехватить сток р. Суны не у водопада Кивач, а на водопаде Гирвас и направить ее воды в оз. Палье. Оттуда они через р. Нивку-Тивдийку должны были поступить в оз. Сандал и далее на турбины Кондопожской ГЭС.

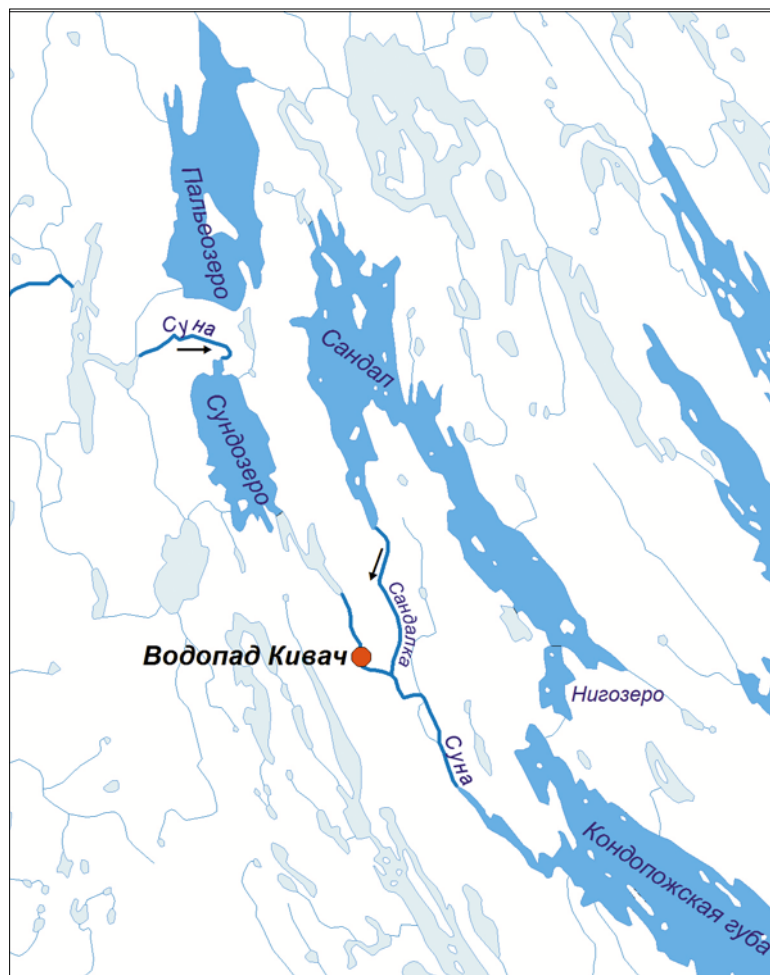


Рис. 5. Природная гидрографическая схема нижнего течения р. Суны (естественное состояние)

Fig. 5. Natural hydrographic scheme of the lower reaches of the Suna River (natural state)

Перепад между р. Суной и оз. Палье (около 26 м) предполагалось дополнительно использовать на Пальеозерской ГЭС. Именно этот вариант каскада Сунских ГЭС, один из наиболее интересных и оригинальных в истории мировой гидротехники, и был реализован (рис. 6). В результате этих преобразований уровень оз. Сандал повысился на 2 м, площадь акватории возросла на 10 %, а площадь водосбора увеличилась в 58 раз, что само по себе является уникальным явлением.

Следует упомянуть, что первым начальником и главным инженером Кондостроя был известный советский гидростроитель Д. И. Верещагин, а его заместителем – Сергей Владимирович Григорьев, впоследствии организатор и многолетний руководитель Отдела водных проблем.

Необходимо также отметить еще одно оригинальное инженерное решение, найденное

при прокладке канала р. Суна – оз. Палье, получившего название Пионерный. Согласно расчетам, для его сооружения требовалась выемка грунта объемом около 2 млн м<sup>3</sup>. Столь большая цифра была обусловлена тем, что Суно-Пальеозерский перешеек сложен тонкими аллювиальными песками, требующими очень пологих откосов канала. Инженер Георгий Васильевич Клишевич, впоследствии доктор технических наук, предложил очень экономичный вариант, позволивший обернуть этот недостаток во благо. От реки до озера была прорыта неглубокая канава, по которой пустили сунские воды. Из-за существенного перепада высот (26 м) и высокой размываемости песков в течение примерно года водный поток проделал канал нужных параметров. Правда, при этом в оз. Палье было вынесено уже 7 млн м<sup>3</sup> грунта [Григорьев, 1961; Литвиненко, 19996].



Рис. 6. Реализованная схема использования водных ресурсов нижнего течения р. Суны (современное состояние)

Fig. 6. Implemented scheme of water resources use in the lower reaches of the Suna River (current state)



Строительство Сунского гидроэнергетического каскада сыграло очень большую роль в развитии экономики Карелии, но при этом повлекло значительные экологические последствия. В частности, нижнее течение р. Суны оказалось искусственно отрезанным от основной системы, и здесь теперь сформировался новый водоток (Нижняя Суна) с водным режимом, существенно отличающимся от исходного. Кардинально изменился водный режим озер Палье, Сандал и Нигозеро, рек Нивки-Тивдийки и Сандалки. Нанесен непоправимый ущерб Сунским водопадам: на месте Гирваса (падение 16,8 м) сооружена плотина, Пор-порог (14,8 м) полностью обсох, Кивач (10,7 м) потерял большую часть своей мощи. В результате гидротехнического строительства в Карелии были уничтожены и еще ряд примечательных водопадов: Воицкий (падение 7,2 м) на р. Нижний Выг, Ужма (11,8 м) и Юма (2,3 м) на р. Кемь, Софьянгийский (9 м) на р. Ковда.

Помимо Сунского каскада ГЭС подобные каскады были сооружены на реках Нижний Выг (Ондская, Палокоргская, Маткожненская, Выгостровская, Беломорская), Кемь (Юшкозерская, Белопорожская, Кривопорожская, Подужемская, Путкинская), Ковда (Кумская, Иовская, Князегубская). Также функционируют ряд небольших ГЭС в юго-западной части Республики Карелия, сооруженные еще до Второй мировой войны Финляндией, и ряд современных малых ГЭС.

## Заключение

Рассмотренные выше природные особенности гидрографии и водных ресурсов Карелии в совокупности с определяющими их климатическими и геолого-геоморфологическими условиями оказывают заметное влияние на характер развития водного хозяйства республики и наиболее существенные водно-экологические проблемы. Основные результаты этого влияния следующие:

1. Малая водоносность рек обуславливает тяготение наиболее крупных водоемких производств и населенных пунктов к большим водоемам, обладающим значительными запасами водных ресурсов для промышленного и коммунально-бытового водоснабжения, или к устьям крупных рек. Соответственно, основные объемы загрязняющих веществ от точечных источников поступают именно в такие водные объекты. Поэтому наиболее загрязнены крупные акватории, непосредственно примыкающие к основным промышленным центрам, – Кондопожская, Петрозаводская и Большая

губы Онежского озера, Выгозеро и Беломорско-Балтийский канал, северная часть Ладоги, оз. Суоярви. Во многих из этих районов проявляются и признаки антропогенного эвтрофирования, чему способствует и функционирование здесь биологических очистных сооружений.

2. Значительное сосредоточенное падение рек на ограниченных участках создает предпосылки для их энергетического использования, а узкие невысокие водоразделы – для привлечения в этих целях стока из соседних бассейнов. Наличие большого числа озер, входящих в озерно-речные системы, позволяет зарегулировать водотоки с меньшими затратами (путем создания озер-водохранилищ). Но в силу низкой водности рек мощность ГЭС невелика (до 180 МВт), и одна гидроэнергетика не может полностью покрыть энергетические потребности Карелии.

3. Ступенчатость продольного профиля, небольшая протяженность и сильная порожи́стость рек сводит к минимуму возможности их использования для судоходства. По этим же причинам большинство крупных глубоководных озер отрезаны от основного для республики Беломорско-Балтийского водного пути, и здесь существуют лишь некоторые условия для организации местного каботажного судоходства. В силу этого эпизодические загрязнения нефтепродуктами характерны только для водных объектов, входящих в состав названного выше водного пути (Ладожское и Онежское озера, Беломорско-Балтийский канал, Белое море). Для внутренних водоемов существует только риск, связанный с развитием там маломерного флота.

4. Большие удельные падения, порожи́стость, незначительный твердый сток, сравнительно устойчивый (зарегулированный озерами) водный режим карельских рек определяют их нерестовую ценность для проходных лососевых рыб.

5. Большой озерный фонд, значительная протяженность нерестовых рек, богатство ихтиофауны создают широкие возможности для развития в регионе рыбного хозяйства (промысел, товарное рыбоводство, акклиматизационные работы). Широкое развитие в настоящее время садкового рыбоводства привело к появлению проблемы локального антропогенного эвтрофирования и загрязнения.

6. Огромное разнообразие чрезвычайно живописных и экзотичных водных объектов предопределяет интерес к ним со стороны рекреации, особенно водного туризма и спортивного и любительского рыболовства. Это обуславливает необходимость разработки уже сейчас

комплекса природоохранных мероприятий для такого рода деятельности.

7. Большие запасы поверхностных водных ресурсов при относительно небольших подземных обуславливают незначительное использование последних, хотя в настоящее время они привлекают все больший интерес, главным образом в связи с неудовлетворительным качеством поверхностных вод.

8. Химический состав поверхностных вод имеет определенную специфику, обусловленную природными особенностями региона. Большой частью они ультрапресные, с низкой жесткостью, повышенным содержанием органических веществ и железа. Вследствие этого они характеризуются незначительной самоочистительной способностью и буферной емкостью и весьма чувствительны к антропогенному воздействию, в том числе к закислению и эвтрофированию.

9. Высокое содержание в поверхностных водах органических веществ и железа и низкое – минеральных солей и фтора затрудняет организацию питьевого водоснабжения. Это связано как со слабым развитием систем водоподготовки и водоподачи, так и с низкой эффективностью процесса коагуляции (основного метода обесцвечивания), обусловленной спецификой вод карельского гидрографического региона – ультрапресных, с низкими температурами в течение большей части года.

*Автор выражает благодарность за большую помощь в подготовке картографических материалов главному специалисту по научно-технической информации ИВПС КарНЦ РАН О. В. Дерусовой.*

## Литература

Богачев М. А., Бородулина Г. С., Игонин А. А. Гидрогеологические условия и ресурсы подземных вод // Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт карельско-финляндского сотрудничества / Ред. Н. Филатов, А. Литвиненко, А. Сяркиоя, Р. Порттикиви, Т. Регеранд. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2006. С. 113–127.

Гашева В. Ф. Некоторые особенности гидрографии КАССР // Сб. работ Ленинградской гидрометеорологической обсерватории. 1967. Вып. 4. С. 103–114.

Государственный водный кадастр. Раздел 1. Серия 3. Многолетние данные о режиме и ресурсах вод суши. Ч. 1, 2. Т. 1. РСФСР. Вып. 5. Бассейны рек Балтийского моря, Ладожского и Онежского озер. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 688 с.

Государственный водный кадастр. Раздел 1. Серия 3. Многолетние данные о режиме и ресурсах вод суши. Ч. 1, 2. Т. 1. РСФСР. Вып. 7. Бассейны рек

западного побережья Белого моря. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 220 с.

Григорьев С. В. Водные ресурсы Карелии и их использование. Петрозаводск: Госиздат Карельской АССР, 1961. 140 с.

Григорьев С. В., Грицевская Г. Л. Каталог озер Карелии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. 240 с.

Каталог озер и рек Карелии / Под ред. Н. Н. Филатова и А. В. Литвиненко. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2001. 300 с.

Литвиненко А. В. Гидрографическая сеть Карелии и ее особенности // Экологическое исследование природных вод Карелии. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 1999. С. 8–13.

Литвиненко А. В. К истории гидроэнергетического освоения водных объектов Карелии // Экологическое исследование природных вод Карелии. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 1999. С. 21–27.

Литвиненко А. В., Карпечко В. А., Филатов Н. Н. Особенности гидрографии // Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт карельско-финляндского сотрудничества / Ред. Н. Филатов, А. Литвиненко, А. Сяркиоя, Р. Порттикиви, Т. Регеранд. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2006. С. 65–74.

Литвиненко А. В., Филатов Н. Н., Лозовик П. А., Карпечко В. А. Региональная экология: эколого-экономические основы рационального использования водных ресурсов Карелии // Инженерная экология. 1998. № 6. С. 3–5.

Морозов А. К., Литвиненко А. В. Требования, предъявляемые к питьевой воде // Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт карельско-финляндского сотрудничества / Ред. Н. Филатов, А. Литвиненко, А. Сяркиоя, Р. Порттикиви, Т. Регеранд. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2006. С. 87–92.

Озера Карелии. Справочник / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 2. Карелия и Северо-Запад / Под ред. Е. Н. Таракановой; Гл. упр. гидрометеорол. службы. Сев.-Зап. упр. гидрометеорол. службы. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 700 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2. Карелия и Северо-Запад / Под ред. В. Е. Водограецкого. Ч. 1. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 528 с.

## References

Bogachev M. A., Borodulina G. S., Igonin A. A. Hydrogeological conditions and groundwater resources. *Vodnye resursy Respubliki Kareliya i puti ikh ispol'zovaniya dlya pit'evogo vodosnabzheniya. Opyt karel'sko-finlyandskogo sotrudnichestva = Water resources of the Republic of Karelia and ways of their use for drinking water supply. Experience of Karelian-Finnish cooperation.* Petrozavodsk: KarRC RAS; 2006. P. 113–127. (In Russ.)

Filatov N. N., Litvinenko A. V. (eds.). A catalogue of lakes and rivers in Karelia. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2001. 300 p. (In Russ.)

Filatov N. N., Kukharev V. I. (eds.). Lakes of Karelia. A reference book. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2013. 464 p. (In Russ.)

Gasheva V. F. Some features of the hydrography of the KASSR. *Sb. rabot Leningradskoi gidrometeoobseruatorii = Proceed. of the Leningrad Hydrometeorological Observatory*. 1967. Iss. 4. P. 103–114. (In Russ.)

Grigor'ev S. V. Water resources of Karelia and their use. Petrozavodsk: Gosizdat Karel'skoi ASSR; 1961. 140 p. (In Russ.)

Grigor'ev S. V., Gritsevskaya G. L. A catalogue of lakes in Karelia. Moscow-Leningrad: AN SSSR; 1959. 240 p. (In Russ.)

Litvinenko A. V. Hydrographic network of Karelia and its features. *Ekologicheskoe issledovanie prirodnykh vod Karelii = Environmental research on natural waters of Karelia*. Petrozavodsk: KarRC RAS; 1999. P. 8–13. (In Russ.)

Litvinenko A. V. On the history of hydropower development of water bodies of Karelia. *Ekologicheskoe issledovanie prirodnykh vod Karelii = Environmental research on natural waters of Karelia*. Petrozavodsk: KarRC RAS; 1999. P. 21–27. (In Russ.)

Litvinenko A. V., Karpechko V. A., Filatov N. N. Features of hydrography. *Vodnye resursy Respubliki Kareliya i puti ikh ispol'zovaniya dlya pit'evogo vodospobzheniya. Opyt karel'sko-finlyandskogo sotrudnichestva = Water resources of the Republic of Karelia and ways of their use for drinking water supply. Experience of Karelian-Finnish cooperation*. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2006. P. 65–74. (In Russ.)

Litvinenko A. V., Filatov N. N., Lozovik P. A., Karpechko V. A. Regional ecology: ecological and economic principals of the rational use of water resources in Karelia. *Inzhenernaya ekologiya = Engineering Ecology*. 1998;6:3–5. (In Russ.)

Morozov A. K., Litvinenko A. V. Requirements for drinking water. *Vodnye resursy Respubliki Kareliya i puti ikh ispol'zovaniya dlya pit'evogo vodospobzheniya. Opyt karel'sko-finlyandskogo sotrudnichestva = Water resources of the Republic of Karelia and ways of their use for drinking water supply. Experience of Karelian-Finnish cooperation*. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2006. P. 87–92. (In Russ.)

State cadastre of water resources. Section 1. Series 3. Long-term data on the regime and resources of inland waters. Parts 1, 2. Vol. 1. RSFSR. Iss. 5. River basins of the Baltic Sea, Lakes Ladoga and Onego. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1986. 688 p. (In Russ.)

State cadastre of water resources. Section 1. Series 3. Long-term data on the regime and resources of inland waters. Parts 1, 2. Vol. 1. RSFSR. Iss. 7. River basins of the western coast of the White Sea. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1987. 220 p. (In Russ.)

Tarakanova E. N. (ed.). Surface water resources of the USSR. Hydrological state of knowledge. Vol. 2. Karelia and North-West. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1965. 700 p. (In Russ.)

Vodogretskii V. E. (ed.). Surface water resources of the USSR. Vol. 2. Karelia and North-West. Part 1. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1972. 528 p. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 26.10.2023; принята к публикации / accepted: 03.11.2023.  
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflict of interest.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

**Литвиненко Александр Васильевич**

старший научный сотрудник лаборатории гидрографии и гидрологии

#### CONTRIBUTOR:

**Litvinenko, Alexander**

Senior Researcher