

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС КАРЕЛЬСКОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА

А. В. Литвиненко, И. А. Литвинова, М. С. Богданова, Н. Н. Филатов
Институт водных проблем Севера — обособленное подразделение ФГБУН
Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр
Российской академии наук» (Петрозаводск, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 26 июня 2022 г.

На основе анализа статистической информации рассмотрены вопросы современного состояния и динамики водного хозяйства карельской части Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) во взаимосвязи с тенденциями социально-экономического развития региона. Приведены характеристики основных промышленных центров региона — Беломорска, Надвоиц, Костомукши, Кемь, поселка Надвоицы и оценена водохозяйственная ситуация на водосборах основных рек — притоков Белого моря Кемь и Выга. Определены масштабы и динамика водопотребления, водоотведения и их составляющих за последние 50 лет. Показано, что современные социально-экономические условия развития карельской части АЗРФ выражаются в резком падении производства и значительном уменьшении численности населения, что сказывается и на водохозяйственной ситуации в рассматриваемом регионе.

Ключевые слова: Арктическая зона, бассейн Белого моря, особенности экономического развития, население, водное хозяйство, водопотребление, водоотведение, динамика водохозяйственных показателей.

Введение

Для реализации программ промышленного, социально-экономического, инфраструктурного развития Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) необходимо иметь соответствующее научное обоснование. В состав территорий АЗРФ входят несколько субъектов Федерации, в том числе и 38% площади Республики Карелия [1]. Среди субрегионов АЗРФ карельская часть является наиболее изученным крупным регионом, для нее создана наиболее полная современная информационная основа по водопользованию, водопотреблению и водоотведению, поэтому описанные в данной статье разработки могут представлять интерес для других регионов с точки зрения достижения устойчивого водопользования.

В современных условиях освоения АЗРФ важное место уделяется вопросам рационального использования водных ресурсов; рискам водопользования,

связанным с опасными гидрологическими явлениями и процессами; охране водных объектов [2; 3]. Для изучения реакции водных экосистем на изменения климата и хозяйственную деятельность разрабатываются сложные эколого-социо-экономические когнитивные модели с применением бассейнового подхода, например, для системы «Белое море — водосбор» [4; 5].

В ранее опубликованных нами работах рассматривались современное состояние и динамика водного хозяйства крупных субъектов России на территории водосбора Белого моря [6; 7]. В настоящей статье дается оценка современного состояния и динамики развития водного хозяйства карельской части бассейна Белого моря (рис. 1а) за последние 50 лет, большая часть которой относится к АЗРФ (рис. 1б). Этот регион сформировался в результате включения в состав АЗРФ территорий действия специального экономического режима нескольких северных территорий Карелии: Беломорского, Лоухского и Кемского муниципальных районов в 2017 г., а также Сегежского и Калеваль-



Рис. 1. Карельская часть бассейна Белого моря (А) и гидрографическая структура и энергетическое использование карельских частей бассейна Белого моря и Арктической зоны Российской Федерации (Б). Здесь и на последующих картах даны обозначения водосборов: 1 – реки Ковды, 2 – рек Карельского берега, 3 – реки Кемь, 4 и 6 – рек Поморского берега, 5 – Беломорско-Балтийского канала (река Нижний Выг)

Fig. 1. Karelian part of the White Sea basin (А) and hydrographic structure and energy use of the Karelian parts of the White Sea basin and Arctic zone of the Russian Federation (Б). Here and on subsequent maps catchment areas are: 1 – the River Kovda; 2 – rivers of the Karelian coast; 3 – the River Kem'; 4 and 6 – rivers of the Pomorian coast; 5 – White Sea-Baltic Canal (R. Nizhny Vyg)

ского муниципальных районов и Костомукшского городского округа в 2020 г.

Карельская часть региона, несмотря на достаточно длительную историю хозяйственного освоения, имеет ряд особенностей, как и многие регионы АЗРФ. К ним можно отнести сложные природно-климатические условия, крайне низкую плотность населения, ориентированность экономики на добычу природных ресурсов, низкий уровень развития транспортной и социальной инфраструктуры, высокую чувствительность экологических систем к внешним воздействиям,

устойчивые географические, исторические и экономические связи с Северным морским путем.

Наличие сложной социо-эколого-экономической ситуации, сложившейся особенно в прибрежных районах Белого моря, подтверждают социально-экономические исследования, особенно в отношении общей демографической обстановки, которая формируется под воздействием миграционных процессов, уменьшения общей численности населения и доли трудоспособного населения, а также сокращения рождаемости [8].

Во многом благодаря включению территорий Карелии в АЗРФ в регионе усилилась инвестиционная активность. Так, в 2021 г. действовало 56 инвестиционных проектов, относящихся к горнодобывающей отрасли, целлюлозно-бумажной промышленности, а также рыбохозяйственной, туристической и ряду других видов деятельности с суммарным объемом инвестиций 103,2 млрд руб. [9]. Привлечение новых инвестиционных проектов, безусловно, будет способствовать развитию водохозяйственного комплекса региона.

Водопользование на водосборе, особенно в устьевых областях рек и прибрежной зоне моря, оказывает большое влияние на состояние экосистемы моря в целом, поэтому изучение влияния водного хозяйства очень важно для оценки современного состояния морских вод.

Материалы и методы

Для оценки водохозяйственной ситуации на карельской части АЗРФ и тенденций ее развития за последние 50 лет использованы данные, полученные нами в ходе обработки различных форм статистической отчетности за 1970—2020 гг. Основными материалами послужили формы № 2-ТП (водхоз), а также (для более раннего периода) формы № 1-водопровод и № 1-канализация. При обработке первичной водохозяйственной информации возникают некоторые расхождения в обобщенных данных, приводимых в ряде официальных источников. Так, эти различия отмечены между результатами Института водных проблем Севера (ИВПС) Карельского научного центра РАН, полученными путем обработки первичной статистической информации, и данными государственных докладов о состоянии окружающей среды Республики Карелия. Это связано со следующими причинами. Во-первых, показатели этих докладов суммируют данные только тех водопотребителей, которые предоставили отчеты по форме № 2-ТП (водхоз), но часть водопотребителей в течение ряда лет могла (по разным причинам) не отчитываться, при этом продолжая забирать и (или) отводить воду. Мы в данной работе интерполируем отсутствующие данные для таких водопотребителей и суммируем их с данными тех, кто предоставил отчетные данные. Во-вторых, водопотребители вносят в отчеты объемы израсходованной воды по разным категориям в соответствии с «кодами видов использования воды». Эти объемы, просуммированные в соответствии с «кодами», представлены в государственных докладах.

Анализ водохозяйственной информации проводился в геоинформационной системе (ГИС) «Водопотребители Республики Карелия», разработанной в ИВПС и активно использованной в Министерстве природопользования и экологии республики [10]. В процессе подготовки ГИС были использованы статистические, картографические и некоторые другие методы исследований. Специализированная гео-

информационная система обеспечивает процессы формирования, ведения и представления данных по использованию водных ресурсов Карелии для хозяйственных нужд. В ней сформированы тематические картографические слои: «Водосборные бассейны», «Водоемы», «Водотоки», «Водопотребители», «Забор воды», «Сброс сточных вод», «Химические показатели сточных вод». Для удобства работы с ГИС разработана система запросов, позволяющая оперативно получать необходимую информацию, находить нужные выборки данных за отдельные годы или в динамике, создавать отчеты и тематические карты. Для создания карт использовался программный продукт MapInfo12.5.

В данной статье не рассматриваются водопользователи, связанные с сельским хозяйством, лесной и сельскохозяйственной мелиорацией, а также лесосплавом, ранее имевшие место на территории бассейна Белого моря, в связи с их отсутствием (полным или частичным) в настоящее время.

Результаты и их обсуждение

Площадь карельской части бассейна Белого моря составляет 89,3 тыс. км², или 12,4% общего водосбора моря (см. рис. 1а). Поскольку она почти равна площади Белого моря, это косвенно указывает на значительное влияние водосбора и хозяйственной деятельности на нем на состояние морской системы. К карельской части АЗРФ относятся территории пяти муниципальных районов и одного городского округа общей площадью 71,3 тыс. км² (см. рис. 1б). Именно здесь располагаются практически все основные субъекты водохозяйственного комплекса региона, поэтому в дальнейшем в качестве названия района исследований мы часто будем использовать термин «карельская часть АЗРФ».

В Республике Карелия к бассейну Белого моря относится более половины ее территории. Водосбор расположен в ее центральной и северной частях, вытянувшись в меридиональном направлении на 450—500 км.

Значительные осадки (550—600 мм), малое испарение (40—45% осадков) в сочетании с геоструктурными особенностями рассматриваемой территории предопределили развитие густой гидрографической сети, ее своеобразное морфологическое и морфометрическое строение [11]. К характерным особенностям гидрографической сети относятся: преобладание малых по площади водосбора и длине водных систем, ступенчатый продольный профиль рек, у которых плесы-озера и озеровидные расширения с малыми уклонами чередуются с короткими порожистыми протоками, речные долины разработаны слабо, поймы часто отсутствуют. В пределах рассматриваемой территории находятся наиболее крупные водоемы севера Карелии (Выгозеро, Топозеро, Пяозеро, озера Куйто, Сегозеро и др.), обуславливающие высокую озерность отдельных водосборов.

Таблица 1. Карельские притоки Белого моря

Река	Принятый исток	Местоположение устья	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Средний уклон, ‰
Нюхча	Нюхчозеро (Архангельская область)	Поморский берег; Онежский залив	106	1 770	1,72
Сума	Мелозеро (Архангельская область)	Поморский берег; Онежский залив	164	2 020	1,08
Нижний Выг (северный склон Беломорско-Балтийского канала)	Выгозерско-Ондское водохранилище	Поморский берег; Онежский залив	102	27 100	
Шуя (Беломорская)		Поморский берег; Онежский залив	85	938	1,24
Кемь	Озеро Нижнее Куйто	Поморский берег — Карельский берег; пролив Западная Соловецкая Салма	191	27 700	0,52
Летняя	Озеро Летнее	Карельский берег	77	1 020	
Поньгома	Озеро Поньгома	Карельский берег, губа Поньгома (Кандалакшский залив)	86	1 220	
Кереть	Озеро Петриярви	Карельский берег; Кандалакшский залив	80	3 360	

Влажный климат, недостаточная дренирующая способность гидрографической сети, расчлененный рельеф с широким развитием бессточных и слабопроточных впадин и понижений способствуют сильному переувлажнению почв и заболачиванию территории. Заболачиваемость отдельных водосборов достигает 60—70%.

С территории Карелии в море впадают 56 рек. Наиболее значимые из них приведены в табл. 1 и показаны на рис. 16.

Среднемноголетний речной сток в Белое море с карельской части водосбора составляет 31,2 км³ [12; 13], или более 10% [14; 15] суммарного среднемноголетнего притока в море. Основным притоком дают река Кемь и система Нижнего Выга — 8,37 и 8,33 км³ соответственно¹. Они же наиболее освоены в хозяйственном отношении озерно-речными бассейнами и соответственно оказывают наиболее существенное влияние на прибрежные экосистемы Белого моря. Следует отметить, что средний многолетний приток в Белое море составляет, по нашим расчетам, 170 км³ с территории Архангельской области и 25 км³ — Мурманской.

Река Кемь берет начало из озера Нижнее Куйто. Собственная длина реки — 191 км, площадь водосбора — 27,7 тыс. км². Озерность водосбора —

примерно 10%. По площади водосбора это самая крупная водная система Карелии. В самом верхнем течении в нее впадает крупный правый приток — река Чирко-Кемь длиной 221 км. Таким образом, общая (гидрографическая) длина озерно-речной системы Кемь составляет около 410 км.

Река практически полностью зарегулирована. В 1967 г. была введена в строй Путкинская ГЭС мощностью 84 тыс. кВт. Впоследствии было сооружено еще четыре станции Кемского каскада: Путкинская (84 тыс. кВт, 1967 г.), Подужемская (48 тыс. кВт, 1971 г.), Юшкозерская (18 тыс. кВт, 1980 г.), крупнейшая в Карелии Кривопорожская (180 тыс. кВт, 1991 г.). В настоящее время готовятся к вводу две Белопорожские ГЭС (130 тыс. кВт). Все водохранилища Кемского каскада ГЭС долинного типа. Исключение составляет Юшкозерское, образованное подпором озер Нижнее и Среднее Куйто. Это водохранилище обеспечивает сезонное и неглубокое многолетнее регулирование стока Кемь.

Река Выг. Сложная озерно-речная система. Стоит из двух практически самостоятельных водотоков — Верхнего Выга и Нижнего Выга и соединяющего их Выгозера (Выгозерско-Ондского водохранилища — см. рис. 1). Площадь водосбора составляет 27,2 тыс. км², общая длина системы — 313,7 км. Длина Верхнего Выга — 135 км, Нижнего (от истока из Выгозерского водохранилища) — 102 км. Верхний Выг остается практически

¹ Среднее и нижнее течения Ковды, устье которой находится в Мурманской области, в данной статье не рассматриваются.

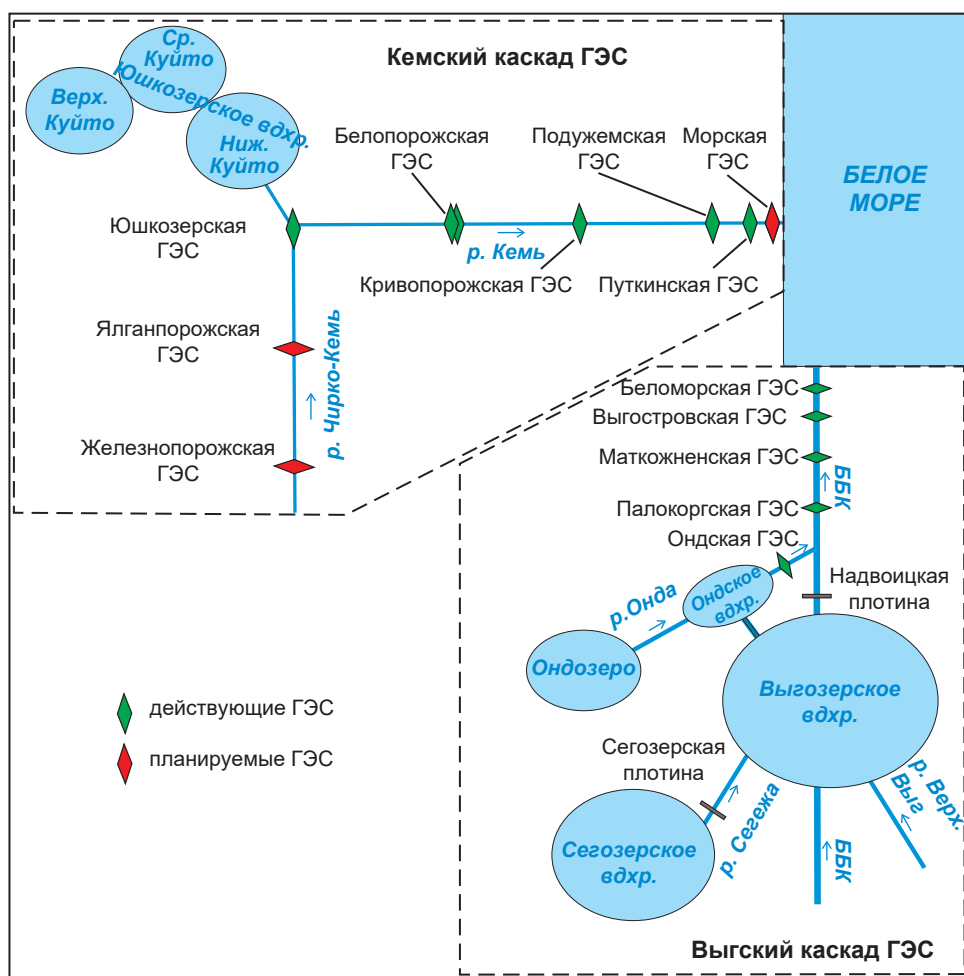


Рис. 2. Схема Кемского и Выгского каскадов ГЭС
Fig. 2. The Kemsy and Vygsky cascades of Hydroelectric power plants

в естественном состоянии, Нижний Выг — с середины 1930-х годов является северным склоном Беломорско-Балтийского канала (ББК) с 12 шлюзами. Общая длина ББК (от Онежского озера до Белого моря) — 227 км.

Нижний Выг полностью зарегулирован и в энергетическом плане (см. рис. 1 и 2). В 1953 г. была введена в строй Маткожненская ГЭС мощностью 63 тыс. кВт, в 1956 г. — Ондская (80 тыс.), в 1961 г. — Выгостровская (40 тыс.), в 1962 г. — Беломорская (27 тыс.) и в 1967 г. — Палокоргская ГЭС (30 тыс. кВт). Водохранилища перечисленных ГЭС (кроме Ондской) долинного типа, поэтому их полезная емкость невелика и может обеспечивать только суточное регулирование работы ГЭС. Но каскад имеет очень мощный регулятор стока котловинного (озерного) типа — объединенное Выгозерско-Ондское и работающее с ним в одной связке Сегозерское водохранилища. Эти водоемы обеспечивают многолетнее регулирование в створе Ондской ГЭС и многократное его использование на нижележащих станциях каскада, а также навигацию на северном склоне ББК.

Межбассейновые пространства. Представлены Карельским и Поморским берегами Белого моря (рис. 2). Основные водотоки для первого района — Кереть и Поньгома, для второго — Сума, Нюхча и Шуя (Беломорская), однако по своим параметрам, и в первую очередь по площади водосбора и объему стока, они существенно уступают Кеме и Выгу (см. табл. 1).

Хозяйственное использование водных объектов. Помимо энергетического и транспортного использования, рассмотренных выше, водные объекты региона активно используются в качестве источников водных ресурсов для отраслей экономики и как приемники сточных вод, что может оказывать существенное влияние на состояние экосистем Белого моря.

Общий объем водопотребления по региону в 2020 г. составил около 65 млн м³. Из него около 70% расходуется на нужды промышленности, 19% — на рыбное хозяйство. Основной объем водопотребления сосредоточен в речных бассейнах Кеме и Выга (табл. 2 и 3). На остальную территорию приходится менее 1% (рис. 3). Поэтому при анали-

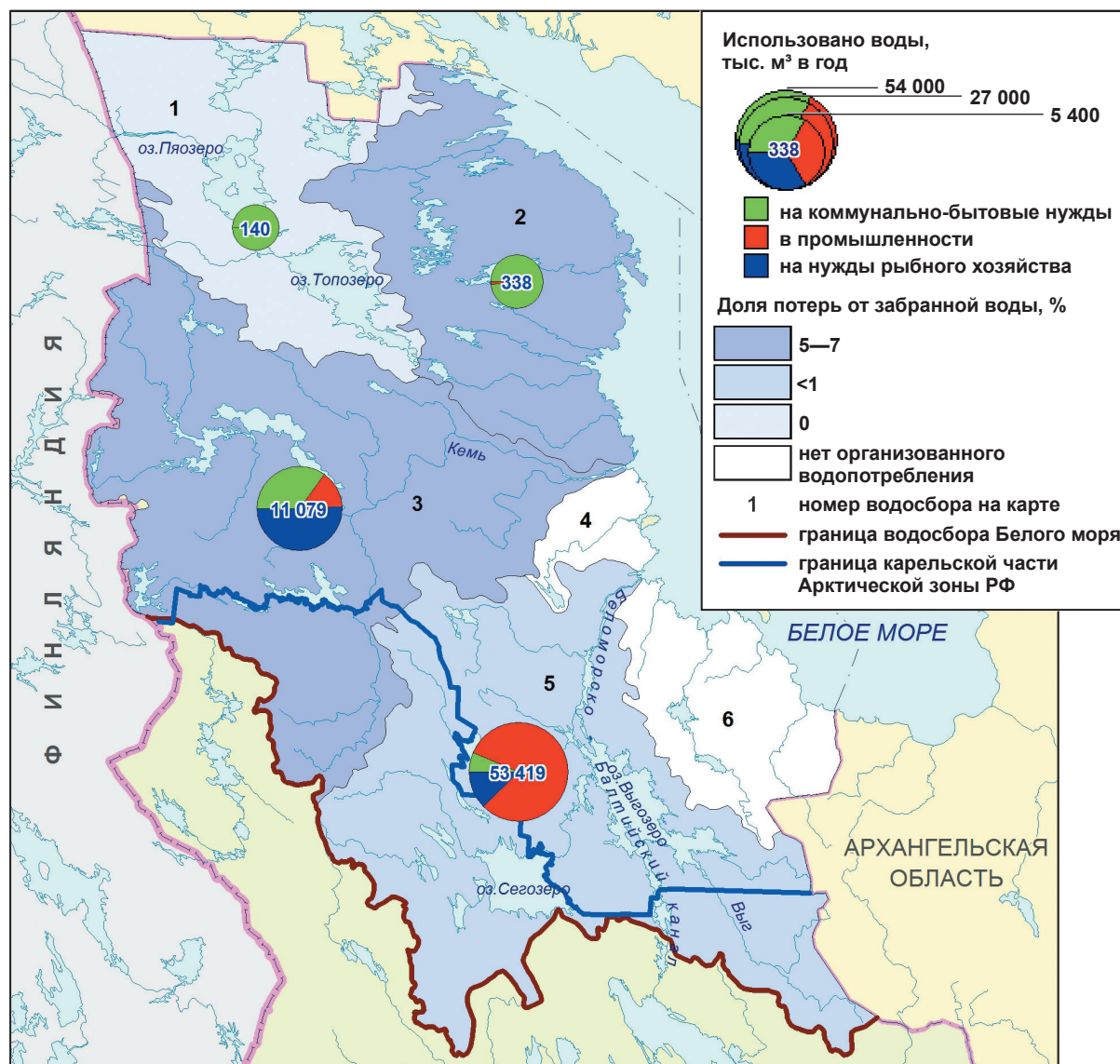


Рис. 3. Водопотребление в карельской части Арктической зоны Российской Федерации по речным бассейнам
Fig. 3. Water consumption in the Karelian part of the Arctic zone of the Russian Federation by river basins

зе водохозяйственной ситуации в регионе будем основываться на этих двух бассейнах.

Анализ динамики водопотребления в карельской части региона позволил выявить четкую тенденцию ее развития: резкое уменьшение объемов используемой воды с начала 90-х годов прошлого столетия до начала нынешнего (см. табл. 2 и 3, рис. 4). Это обусловлено известными социально-экономическими причинами и в первую очередь резким снижением промышленного производства.

Таблица 2. Водопотребление в бассейне реки Выг, тыс. м³

Год	Всего	На коммунально-бытовые нужды	В промышленности	На нужды рыбного хозяйства
1985	114 640	8 788	103 318	2 199
1990	108 393	7 705	97 422	2 799
1995	58 435	9 463	45 736	2 799
2000	45 556	8 556	34 191	2 799
2003	47 160	7 896	36 462	2 799
2005	58 035	7 383	45 557	5 093
2008	50 390	6 852	38 445	5 093
2010	48 909	6 298	37 517	5 094

Окончание табл. 2

Год	Всего	На коммунально-бытовые нужды	В промышленности	На нужды рыбного хозяйства
2015	46 833	3 778	36 731	6 324
2017	48 745	2 552	39 689	6 504
2018	50 693	2 610	41 831	6 259
2020	53 419	3 325	43 388	6 707

Примечания. 1. Хозяйственно-питьевые нужды предприятий включены в промышленное водопотребление. 2. Учен забор вод из Белого моря в Беломорск.

Таблица 3. Водопотребление в бассейне реки Кемь, тыс. м³

Год	Всего	На коммунально-бытовые нужды	В промышленности	На нужды рыбного хозяйства
1985	14 488	4 399	4 549	5 499
1990	17 685	6 542	5 526	5 299
1995	16 824	6 716	4 576	5 199
2000	15 825	7 152	3 449	5 199
2002	15 039	6 173	3 602	5 199
2003	14 989	6 289	3 420	5 199
2005	14 958	6 051	3 516	5 391
2007	14 019	5 940	2 749	5 330
2008	13 495	5 626	2 527	5 342
2009	13 253	5 320	2 605	5 328
2010	12 887	4 981	2 574	5 332
2011	12 465	4 498	2 707	5 259
2013	12 365	4 418	2 578	5 369
2014	11 997	4 441	2 187	5 369
2015	11 593	4 305	1 919	5 369
2016	11 208	3 790	2 048	5 369
2017	11 030	3 686	1 975	5 369
2018	11 284	3 726	2 189	5 369
2020	11 079	3 883	1 592	5 604

Примечания. 1. Хозяйственно-питьевые нужды предприятий включены в промышленное водопотребление. 2. Учен забор вод из Белого моря в поселок Рабочеостровск.

Также существенную роль в уменьшении водопотребления играет отток населения с северных территорий.

Аналогичную картину можно наблюдать и при анализе современного состояния и динамики водоотведения, которые в значительной степени коррелируют с таковыми для водопотребления. Суммарный объем вод,

сброшенных в водные объекты карельской части АЗРФ в 2020 г., составляет около 72 млн м³. Из них только 12 млн (16%) являются нормативно чистыми без очистки (рис. 5). Остальной объемом сбрасывается без очистки или недостаточно очищенным. Следует отметить, что в сточные воды включаются также дренажные, карьерные и ливневые. Основной объем сбросов также приходится на бассейны Выга и Кеми (табл. 4 и 5, рис. 6).

Характеристика промышленных узлов

Приведенная выше информация является в значительной степени обобщенной и относится к довольно крупным по площади территориям — бассейнам Выга и Кеми. Однако понятно, что основные водопотребители — это в большей степени точечные объекты, и приурочены они к основным промышленным узлам рассматриваемой территории.

Всего в регионе зарегистрировано более 30 населенных пунктов, в которых есть водопотребители, имеющие централизованные системы водоснабжения и водоотведения и отчитывающиеся по статистической форме 2-ТП (водхоз) (рис. 7 и 8). Однако основной объем как используемой, так и сбрасываемой воды обеспечивают только несколько наиболее крупных промышленных узлов. Ниже дана их краткая водохозяйственная характеристика.

Бассейн реки Выг

Промузел город Сегежа. Административный центр Сегежского района. Население — 25 585 человек (2021 г.). В 1989 г. численность населения составляла 38 207 жителей. Ее снижение связано с сокращением деятельности промышленных предприятий.

Уровень экономического развития Сегежи преимущественно определяется градообразующим предприятием — Сегежским целлюлозно-бумажным комбинатом (ЦБК). Объем производства на ЦБК начал снижаться еще в конце 1980-х годов и затем

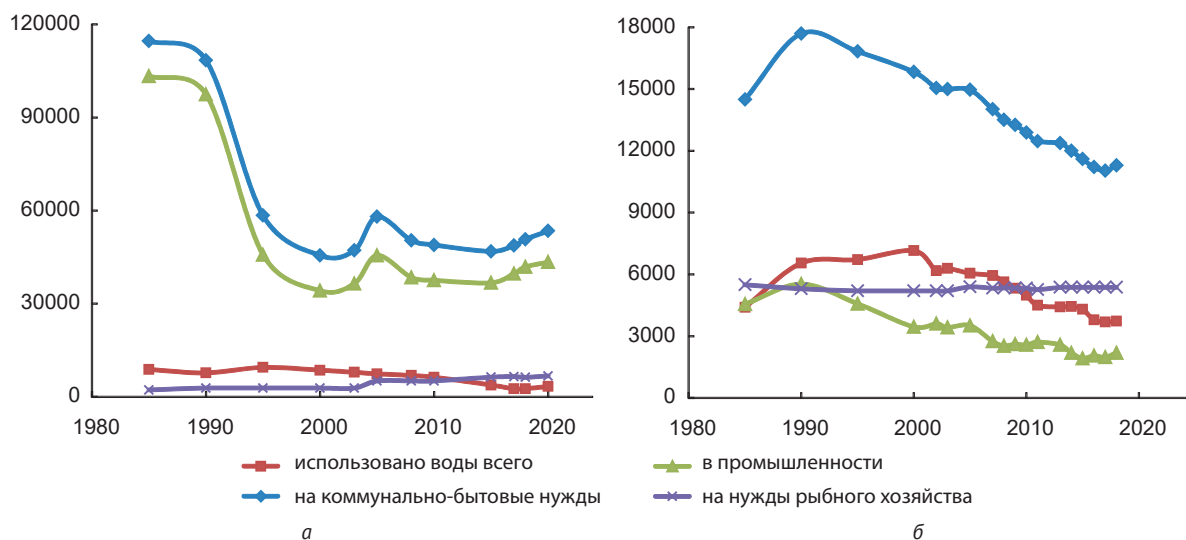


Рис. 4. Динамика водопотребления в бассейнах рек Выг (а) и Кемь (б), тыс. м³
Fig. 4. Dynamics of water consumption in the basins of the Rivers Vyg (a) and Kem' (b), thousand m³

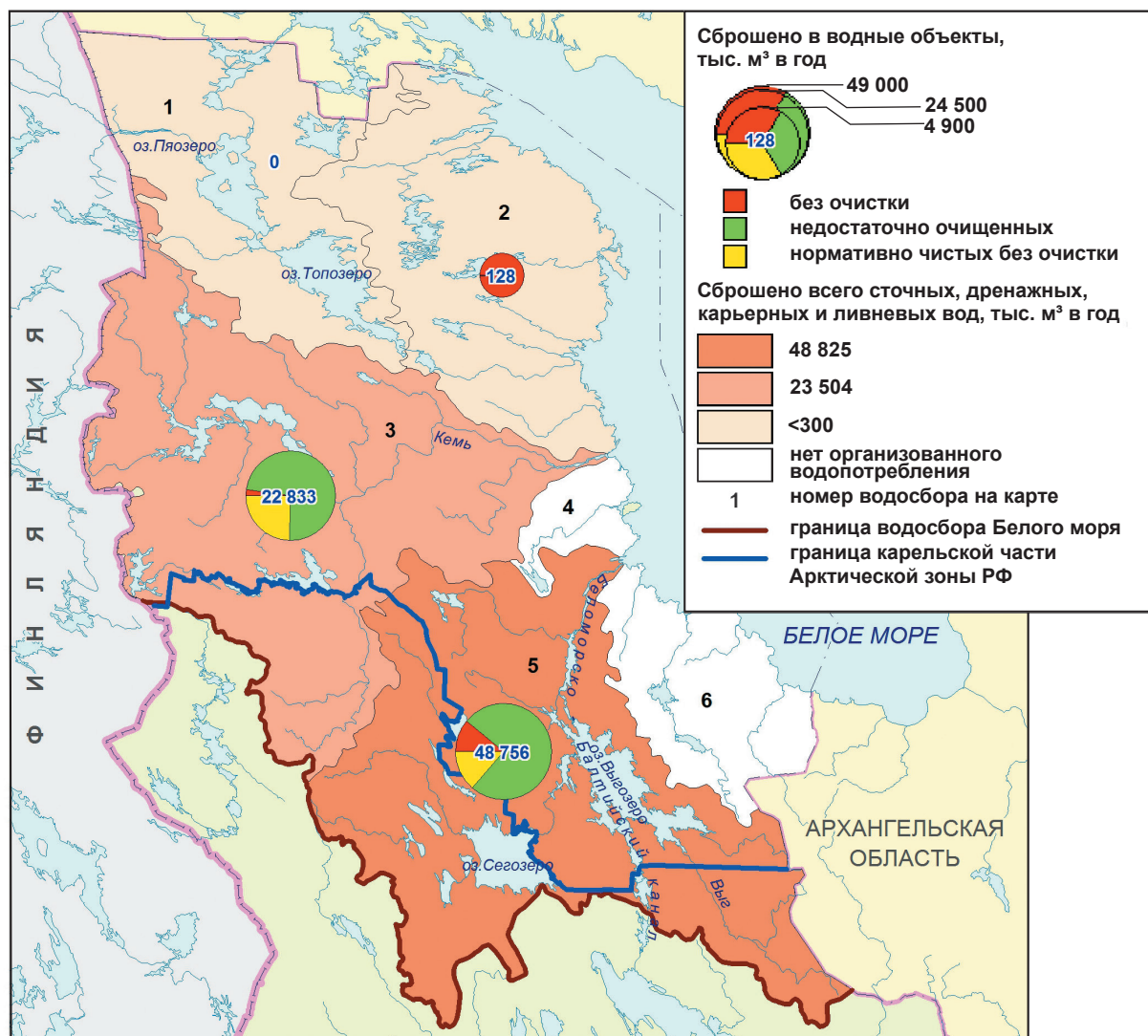


Рис. 5. Водоотведение в карельской части бассейна Белого моря по речным бассейнам
Fig. 5. Wastewater disposal in the Karelian part of the White Sea basin by river basins

Таблица 4. Водоотведение в бассейне реки Выг, тыс. м³

Год	Сброшено в водные объекты	В том числе без очистки	В том числе прошедших очистку	В том числе нормативно чистых без очистки
1985	105 532	12 149	90 347	3 036
1990	95 298	10 841	80 578	3 879
1995	55 451	7 922	44 730	2 799
2000	42 857	7 520	32 538	2 799
2003	44 758	7 393	34 561	2 804
2005	55 144	6 216	43 835	5 093
2008	46 892	5 968	35 829	5 095
2010	44 860	4 436	35 330	5 094
2015	44 136	5 312	32 507	6 317
2017	44 822	3 509	34 767	6 500
2018	46 238	4 553	35 389	6 245
2020	48 756	5 346	36 714	6 696

Примечание. Учен сброс стоков Беломорска в Белое море.

Таблица 5. Водоотведение в бассейне реки Кемь, тыс. м³

Год	Сброшено в водные объекты	В том числе без очистки	В том числе нормативно чистых без очистки
1985	10209	1573	5551
1990	13718	1856	5899
1995	13633	1409	6225
2000	13322	2631	5425
2002	12777	2278	5425
2003	12586	2231	5425
2005	12514	2120	5617
2007	12009	875	5543
2008	11697	1063	5546
2009	11572	1052	5520
2010	11098	1066	5338
2011	10747	1073	5265
2013	10700	1013	5369
2014	10553	1013	5369
2015	10369	1014	5369
2016	9685	592	5369
2017	9311	576	5369
2018	9789	560	5369
2020	9993	495	5605

Примечания. 1. Из граф «Сброшено в водные объекты» и «В том числе без очистки» исключены дренажные, шахтные и карьерные стоки Костомукшского горно-обогатительного комбината. 2. Учен выпуск сточных вод в Белое море в поселке Рабочееостровск.

продолжился вместе с падением общего производства в стране. Вместе с ним сокращались промышленное водопотребление и водоотведение. Одновременно уменьшались численность населения и, как следствие, объем коммунально-бытового водопотребления, которое снизилось с 4,3 до 1,9 тыс. м³ в год. После 1997 г., преодолев спад, производство снова стало расширяться и продолжало расти до 2007 г., при этом к 2005 г. заработала на полную мощность новая установка непрерывной варки целлюлозы, и промышленное водопотребление достигло очередного максимума.

Затем, после экономического кризиса 2008 г., производство целлюлозы вновь стало сокращаться. В 2011 г. из-за финансовых проблем и вынужденных остановов был отмечен спад производства на уровне 10%.

В последующие годы и по настоящее время объем производства целлюлозы возрастает, а с ним и объем промышленного водопотребления.

Еще в 1970-х годах на ЦБК начала существенно расти доля оборотного и повторного водоснабжения, что позволило существенно сократить водопотребление и водоотведение предприятия. В настоящее время доля повторного и оборотного водоснабжения на ЦБК составляет порядка 300% объема свежей воды.

Промузел поселок Надвоицы. Расположен на территории Сегежского района. Население — 7136 человек (2021 г.). В 1989 г. численность населения составляла 11 514 жителей. Соответственно снизилось и коммунально-бытовое водопотребление (с 1,4 до 0,7 тыс. м³). Снижение численности населения связано с сокращением деятельности предприятий и в первую очередь градообразующего Надвоицкого алюминиевого завода. Его работой обусловлено и промышленное водопотребление поселка.

Объем производства на заводе стал снижаться после 1990 г. вместе с общим снижением про-

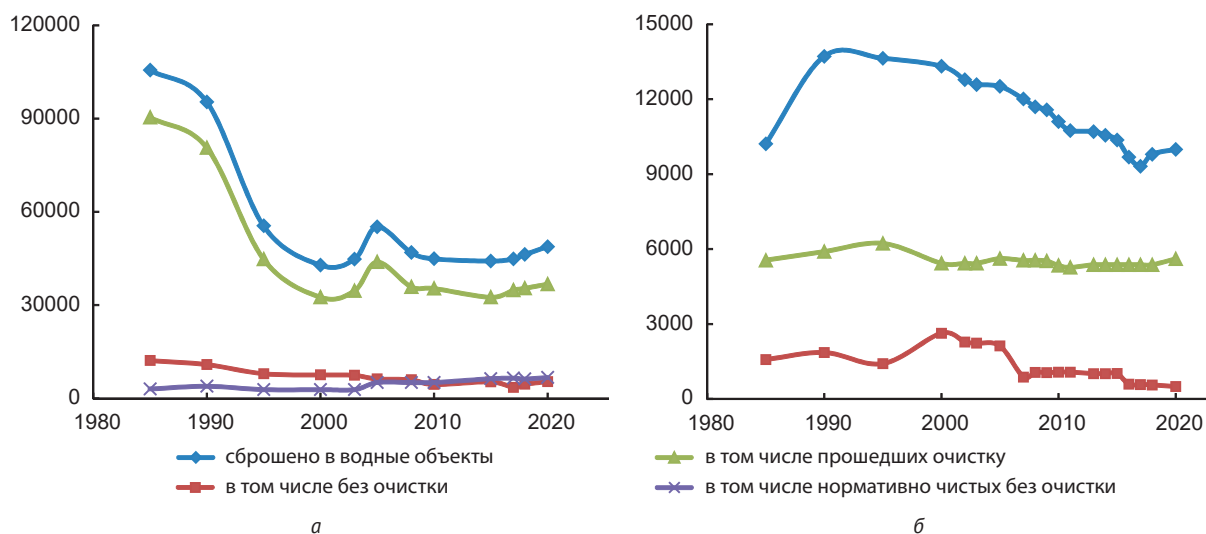


Рис. 6. Динамика водоотведения в бассейне рек Выг (а) и Кемь (б), тыс. м³

Fig. 6. Dynamics of wastewater disposal in the basins of the Rivers Vyg (a) and Kem' (b), thousand m³

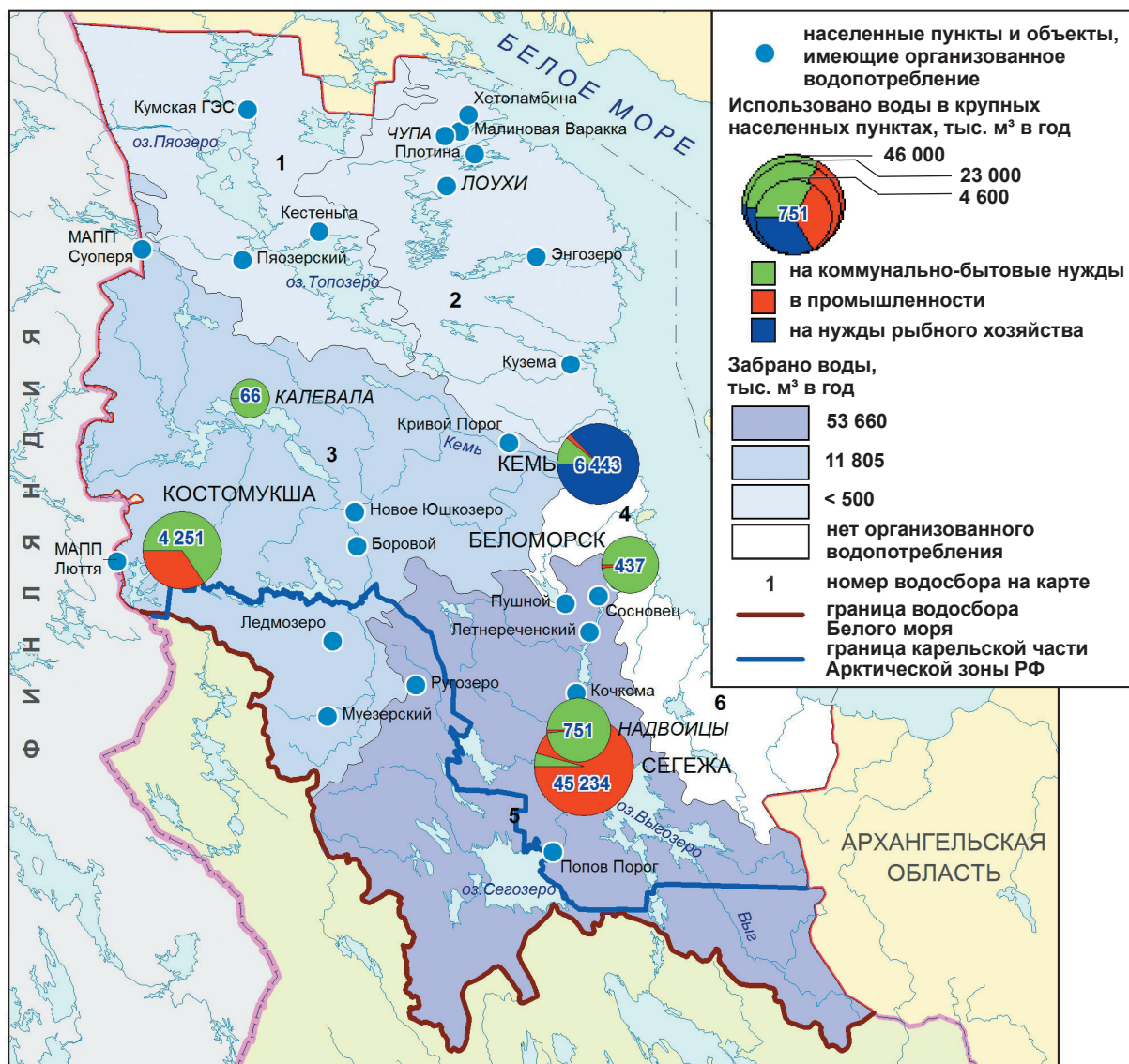


Рис. 7. Водопотребление в карельской части Арктической зоны Российской Федерации по населенным пунктам

Fig. 7. Water consumption in the Karelian part of the Arctic zone of the Russian Federation by settlements



Рис. 8. Водоотведение в карельской части Арктической зоны Российской Федерации по населенным пунктам
Fig. 8. Wastewater disposal in the Karelian part of the Arctic zone of the Russian Federation by settlements

мышленного производства в стране. С 2007 г. его объем производства упал почти до нуля. Вместе с этим стали снижаться численность населения и объем коммунально-бытового водопотребления.

Коммунально-бытовое водоснабжение и отведение сточных вод поселком по 1994 г. включительно осуществлял Надвоицкий завод. С 1995 г. эта функция перешла к МП ЖНХ, переименованному затем в ООО «Теплоресурс». В 2008 г. наряду с ООО «Теплоресурс» в поселке Надвоицы начала функционировать новая коммунальная структура — ООО «Теплосеть сервис» с теми же функциями. С ее появлением объем коммунально-бытового водопотребления поселка увеличился на треть, появились потери воды в сетях, составившие 15% забранной воды. Сброс неочищенных сточных вод в поселке Надвоицы прекратился в 1994 г.

Промузел город Беломорск. Административный центр Беломорского района. Население — 9036 че-

ловек (2021 г.). В 1989 г. численность населения составляла 18 935 жителей. Снижение численности населения связано с сокращением деятельности промышленных предприятий. В 1990 г. в городе функционировали такие крупные предприятия, как Беломорский лесопильно-деревообрабатывающий комбинат и Беломорская база Гослова, которые к 2005 г. практически прекратили свою деятельность. Промышленное водопотребление Беломорска достигло пика в 1990 г. и далее стало снижаться вместе с общим упадком производства в стране.

В связи со снижением численности населения снизился и объем коммунально-бытового водопотребления (с 1,3 до 0,4 тыс. м³ в год).

Бассейн реки Кемь

Промузел город Кемь. Административный центр Кемского района. Население — 10 463 человек (2021 г.). В 1989 г. численность населения составля-

ла 18 522 жителей. Промышленное водопотребление в Кемии создают предприятия транспорта и энергетики (Каскад Кемских ГЭС, Кемский морской порт). После 1985 г. они сокращали или вообще прекратили свою деятельность. Перестал работать Кемский хлебозавод.

Коммунально-бытовое водопотребление Кемии уменьшается в примерном соответствии с уменьшением численности населения (с 1,9 до 0,7 тыс. м³ в год). ООО «Водоснабжение и водоотведение», которое занимается водоснабжением города, сбрасывает сточные воды без очистки. В 2018 г. они составляли 7% стоков города.

Основную часть (92%) стоков города составляют нормативно чистые без очистки сточные воды Кемского рыбозавода.

Промузел город Костомукша. Центр Костомукшского городского округа, самый молодой город Карелии. Имеет статус территории опережающего социально-экономического развития. Население — 29 778 человек (2021 г.). В 1989 г. численность населения составляла 30 432 жителя. Одно из немногих поселений Карелии, где численность населения практически не уменьшилась.

Основное градообразующее предприятие города — ОАО «Карельский окатыш». Кроме того, в городе имеется деревообрабатывающая и пищевая промышленность. После 1990 г. промышленное водопотребление Костомукши уменьшается в связи с общим падением производства. Также уменьшилось после 2000 г. и коммунально-бытовое водопотребление.

Абсолютные цифры сброса городских стоков Костомукши относительно невелики. Основным объемом составляют дренажные, карьерные и шахтные воды, сбрасываемые горно-обогатительным комбинатом и МКП «Горводоканал Костомукшского ГО» главным образом через Костомукшское хвостохранилище в озерно-речную систему Кенти — Кенто и далее в Кемь. Следует отметить, что в связи с удаленностью промузла от Белого моря его влияние на морскую экосистему незначительно.

Основные динамические тенденции водопотребления и водоотведения в основных промышленных узлах карельской части водосбора Белого моря также показаны на рис. 9 и 10.

Динамика водоотведения коррелирует с водопотреблением за исключением шахтных, карьерных, дренажных и ливневых сбросов.

В настоящее время порядка 8% стоков в регионе сбрасывается без очистки. Так, водоканалы города Кемь, поселков Чупа, Пушной, Пяозерский и Летнереченский все сточные воды сбрасывают без очистки; в Беломорске 90% сточных вод не проходят очистку, а на АО «Сегежский ЦБК» — 12%. Но в последние годы наблюдается постоянное уменьшение, а в отдельных случаях и полное отсутствие сброса в водные объекты сточных вод, не прошедших очистку, что положительно влияет на качество природных вод и способствует восстановлению водных экосистем, испытывавших сильное промышлен-

ное загрязнение в XX в., в том числе и на Белом море. Однако проблема загрязнения водных объектов бассейна Белого моря сточными водами до сих пор полностью не решена. Так, согласно данным государственного доклада Республики Карелия, в 2020 г. в водоемы региона было сброшено: 729,68 т хлоридов, 2 572 556,78 кг сульфатного лигнина, 7,957 т нефтепродуктов, 1 587 158 кг калия, 566 459 кг нитратов, 1033,61 т взвешенных веществ, 37,86 т фосфатов, 905,074 кг синтетических поверхностно-активных веществ, 435,82 кг алюминия [16].

Закключение

Водные ресурсы карельской части Арктической зоны Российской Федерации активно используются в экономике для нужд гидроэнергетики, транспорта, промышленности, коммунально-бытового и рыбного хозяйства. Общий объем водопотребления по региону в 2020 г. составил около 65 млн м³. Из них около 70% расходуется на нужды промышленности, 19% — на рыбное хозяйство. Основным объемом водопотребления сосредоточен в речных бассейнах Кемии и Выга. На остальную территорию приходится менее 1%. 96% промышленного водопотребления приходится на долю Сегежского целлюлозно-бумажного комбината.

До начала 1990-х годов общее и промышленное водопотребление региона испытывало постоянный подъем, после чего начался существенный (примерно вдвое) спад, вызванный известными социально-экономическими причинами. Только за последние десятилетия динамика развития водохозяйственного комплекса региона достаточно стабилизировалась, и сейчас водопотребление находится на уровне около 50% дореформенного уровня.

Коммунально-бытовое водопотребление составляет в настоящее время 11% общего. Примерно с 2000 г. оно начало снижаться в связи с уменьшением численности населения большинства населенных пунктов.

Рыбохозяйственное водопотребление, составляющее пятую часть общего водопотребления, после 2018 г. демонстрирует тенденцию к росту наряду со всей рыбохозяйственной отраслью Карелии.

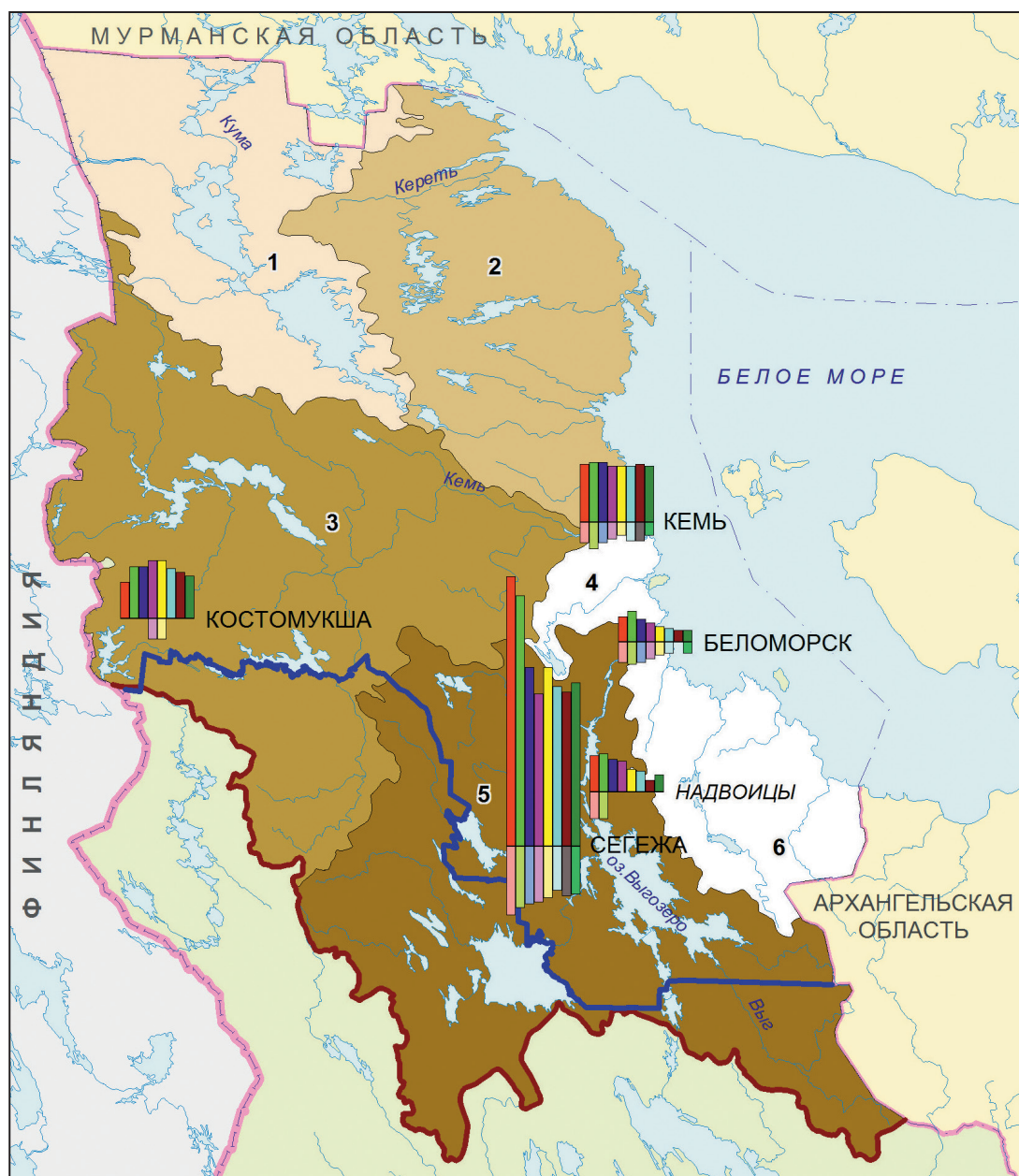
Сельскохозяйственное водопотребление в настоящее время в регионе практически полностью отсутствует. Успешно работавшие сельскохозяйственные предприятия, такие как зверосовхозы «Выгостровский», «Беломорский», «Лоухский», «Северный», совхоз «Ухтинский», Сегежская птицефабрика, в настоящее время прекратили свое существование.

Динамика водоотведения коррелирует с водопотреблением за исключением шахтных, карьерных, дренажных и ливневых сбросов.

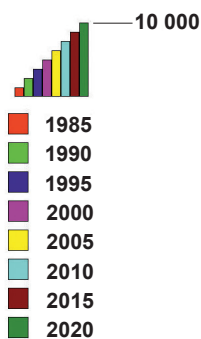
Анализ ретроспективной и современной экономической и водохозяйственной ситуации на территории административных районов Республики Карелия, относящихся в настоящее время к АЗРФ, позволил сделать вывод, что за последние 50 лет отмечены



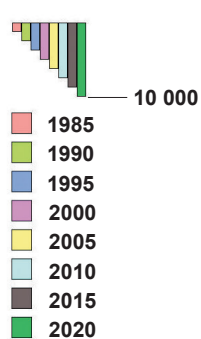
Рис. 9. Динамика использования воды в промузлах с 1985 по 2020 гг.
Fig. 9. Dynamics of water use in industrial hubs from 1985 to 2020



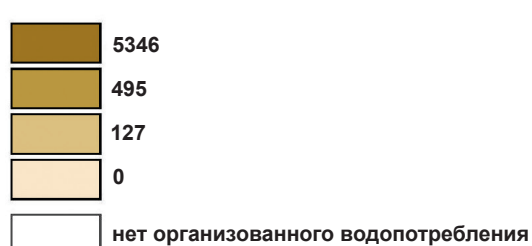
Сброшено в водные объекты, тыс. м³ в год



Сброшено в водные объекты без очистки, тыс. м³ в год



Сброшено в водные объекты без очистки в 2020 г, тыс. м³



1 номер водосбора на карте
— граница водосбора Белого моря
— граница карельской части Арктической зоны РФ

Рис. 10. Динамика водоотведения воды в промузлах с 1985 по 2020 гг.

Fig. 10. Dynamics of wastewater disposal in industrial hubs from 1985 to 2020

существенные изменения социально-экономических условий развития карельской части АЗРФ, выражающиеся в резком падении производства, повлекшем значительное уменьшение численности населения. Одним из следствий этих негативных изменений явилась устойчивая тенденция снижения объемов водопотребления и водоотведения как по основным водным бассейнам (Кемь, Выг — ББК), так и по промышленным (Кемь, Беломорск, Костомукша, Сегежа, Надвоицы). Так, суммарный объем сброса сточных вод в водные объекты бассейнов Кемь и Выга с 1990 по 2020 гг. снизился почти в два раза, что, несомненно, положительно сказалось на состоянии экосистемы Белого моря, особенно его приустьевых участков. Однако следует учитывать, что в настоящее время еще около 6 тыс. м³ водоотведения составляют сточные воды без очистки, что по-прежнему представляет серьезную угрозу для водных экосистем, в том числе и для морской, и определяет необходимость проведения дальнейших разноплановых водоохранных мероприятий.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Института водных проблем Севера Карельского научного центра РАН «Комплексные исследования Белого моря и водосбора в интересах развития Арктической зоны РФ» № 121021700122-7.

Авторы выражают благодарность главному специалисту по научно-технической информации ИВПС РАН О. В. Дерусовой.

Литература

1. Указ Президента РФ «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года (с изменениями и дополнениями)». от 26 октября 2020 г. № 645. — URL: <https://base.garant.ru/74810556>.
2. Кашулин Н. А., Дауэвальтер В. А., Скуфьина Т. П., Котельников В. А. Устойчивое водопользование в Арктике. Новые подходы и решения // Арктика: экология и экономика. — 2018. — № 4 (32). — С. 15—29. — DOI: 10.25283/2223-4594-2018-4-15-29.
3. Магрицкий Д. В. Водопотребление на водосборах арктических рек и в Арктической зоне Российской Федерации: параметры, структура, многолетняя динамика // Вод. хоз-во России: проблемы, технологии, управление. — 2019. — № 3. — С. 20—37.
4. Меншуткин В. В., Филатов Н. Н., Дружинин П. В. Состояние и прогнозирование социо-эколого-экономической системы водосбора Белого моря с использованием когнитивного моделирования // Арктика: экология и экономика. — 2018. — № 2 (30). — С. 4—17. — DOI: 10.25283/2223-4594-2018-2-4-17.
5. Филатов Н. Н., Назарова Л. Е., Дружинин П. В. Влияние климатических и антропогенных факторов на состояние системы «Белое море — водосбор» // Труды Карел. науч. центра Рос. акад. наук. — 2019. — № 9. — С. 30—50. — DOI: 10.17076/lim1117.
6. Филатов Н. Н., Литвиненко А. В., Богданова М. С. Водные ресурсы Северного экономического района России: состояние и использование // Вод. ресурсы. — 2016. — Т. 43, № 5. — С. 1—12. — DOI: 10.7868/S0321059616050059.
7. Филатов Н. Н., Литвиненко А. В., Богданова М. С. Современное состояние и динамика водного хозяйства субъектов Российской Федерации на территории бассейна Белого моря // Арктика: экология и экономика. — 2020. — № 4 (40). — С. 19—33. — DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-19-33.
8. Курило А. Е., Дружинин П. В., Шкиперова Г. Т., Прокопьев Е. А. Социально-экономическое развитие прибрежных муниципальных районов Беломорья // Арктика: экология и экономика. — 2020. — № 2 (38). — С. 97—108. — DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-97-108.
9. Волков А. Д., Тишков С. В., Дружинин П. В. Природные ресурсы, система расселения и роль моногородов в развитии пространственной организации регионального хозяйства карельской Арктики // Арктика: экология и экономика. — 2021. — Т. 11, № 4. — С. 582—595. — DOI: 10.25283/2223-4594-2021-4-582-595.
10. Литвиненко А. В., Богданова М. С. Разработка геоинформационной системы «Водопотребители Республики Карелия» // Труды Карел. науч. центра Рос. акад. наук. — 2011. — № 4. — С. 124—128.
11. Атлас Республики Карелия. — Петрозаводск, 2021. — 48 с.
12. Карпечко В. А. Поверхностные водные ресурсы // Использование и охрана водных ресурсов бассейна Белого моря. — Петрозаводск, 1994. — С. 11—26.
13. Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт карельско-финского сотрудничества. — Петрозаводск; Куопио, 2006. — 263 с.
14. Атлас возобновляемых водных ресурсов Европейской части России / Ред. Р. Г. Джамалов, Н. Л. Фролова. — М., 2014. — 100 с.
15. Водные ресурсы России и их использование / Ред. И. А. Шикломанов. — СПб., 2008. — 598 с.
16. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2020 г. — Петрозаводск, 2021. — 277 с.

Информация об авторах

Литвиненко Александр Васильевич, старший научный сотрудник, Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИС «Карельский научный центр РАН» (185030, Россия, Петрозаводск, просп. Александра Невского, д. 50), e-mail: aleks-litvinenko@mail.ru.

Литвинова Ирина Абрамовна, инженер-исследователь, Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИС «Карельский научный центр РАН» (185030, Россия, Петрозаводск, просп. Александра Невского, д. 50), e-mail: litvinovoi@rambler.ru.

Богданова Мария Сергеевна, младший научный сотрудник, Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИС «Карельский научный центр РАН» (185030, Россия, Петрозаводск, просп. Александра Невского, д. 50), e-mail: mari-mb@mail.ru.

Филатов Николай Николаевич, доктор географических наук, профессор, член-корреспондент РАН, советник генерального директора ФИС «Карельский научный центр РАН», главный научный сотрудник, Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИС «Карельский научный центр РАН» (185030, Россия, Петрозаводск, просп. Александра Невского, д. 50), e-mail: filatov@rambler.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Литвиненко А. В., Литвинова И. А., Богданова М. С., Филатов Н. Н. Водохозяйственный комплекс карельской части Арктической зоны Российской Федерации: современное состояние и динамика // Арктика: экология и экономика. — 2023. — Т. 13, № 2. — С. 280—296. — DOI: 10.25283/2223-4594-2023-2-280-296.

WATER MANAGEMENT COMPLEX OF THE KARELIAN PART OF THE RUSSIAN ARCTIC ZONE: CURRENT STATE AND DYNAMICS

Litvinenko, A. V., Litvinova, I. A., Bogdanova, M. S., Filatov, N. N.

Northen Water Problems Institute, Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences (Petrozavodsk, Russian Federation)

The article was received on June 26, 2022

Abstract

Based on the analysis of statistical information, the authors consider the issues of the current state and dynamics of the water management in the Karelian part of the Arctic Zone of the Russian Federation in relation to the trends in the socio-economic development of the region. They give the characteristics of the main industrial centers of the region: the cities of Belomorsk, Nadvoitsy, Kostomuksha, Kem, Nadvoitsy village, and assess the water management situation in the catchment areas of the main rivers of the region — tributaries of the White Sea (Kem and Vyg). The authors have determined the scale and dynamics of water consumption, water disposal and their components over the past 50 years. They outline that the current socio-economic conditions for the development of the Karelian part of the Arctic Zone of the Russian Federation express themselves in a sharp drop in production and a significant decrease in the population, which also affects the water management situation in the region under consideration.

Keywords: Arctic zone, White Sea basin, features of economic development, population, water management, water consumption, water disposal, dynamics of water management indicators.

The research was financially supported by the federal budget to implement the state assignment of the Institute of Water Problems of the North, KarRC RAS on fundamental research “Comprehensive research of the White Sea and the watershed in the interests of the development of the Arctic zone of the Russian Federation” (State registration No. 121021700122-7).

The authors are grateful to O. V. Derusova, Chief Specialist for scientific and technical information of the Institute of Water Problems of the North, Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, for valuable assistance in the preparation of the article.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation "On the Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation and Ensuring National Security for the Period up to 2035 (as amended and supplemented)" of October 26, 2020 no. 645. Available at: <https://base.garant.ru/74810556>. (In Russian).
2. Kashulin N. A., Dauval'ter V. A., Skuf'ina T. P., Kotel'nikov V. A. Sustainable water use in the Arctic. New approaches and solutions. *Arctic: Ecology and Economy*, 2018, no. 4 (32), pp. 15—29. DOI: 10.25283/2223-4594-2018-4-15-29. (In Russian).
3. Magrickii D. V. Water consumption in the watersheds of Arctic rivers and in the Arctic zone of the Russian Federation: parameters, structure, long-term dynamics. *Vodnoe khozyaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie*, 2019, no. 3, pp. 20—37. (In Russian).
4. Menshutkin V. V., Filatov N. N., Druzhinin P. V. State and forecasting of the socio-ecological and economic system of the White Sea catchment using cognitive modeling. *Arctic: Ecology and Economy*, 2018, no. 2 (30), pp. 4—17. DOI: 10.25283/2223-4594-2018-2-4-17. (In Russian).
5. Filatov N. N., Nazarova L. E., Druzhinin P. V. Influence of climatic and anthropogenic factors on the state of the "White Sea — catchment" system. *Trudy Karel'skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2019, no. 9, pp. 30—50. DOI: 10.17076/lim1117. (In Russian).
6. Filatov N. N., Litvinenko A. V., Bogdanova M. S. Water resources of the Northern economic region of Russia: state and use. *Vodnye resursy*, 2016, vol. 43, no. 5, pp. 1—12. DOI: 10.7868/S0321059616050059. (In Russian).
7. Filatov N. N., Litvinenko A. V., Bogdanova M. S. The current state and dynamics of the water management of the constituent entities of the Russian Federation in the White Sea basin. *Arctic: Ecology and Economy*, 2020, no. 4 (40), pp. 19—33. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-19-33. (In Russian).
8. Kurilo A. E., Druzhinin P. V., Shkiperova G. T., Prokop'ev E. A. Socio-economic development of the coastal municipal areas of the White Sea. *Arctic: Ecology and Economy*, 2020, no. 2 (38), pp. 97—108. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-97-108. (In Russian).
9. Volkov A. D., Tishkov S. V., Druzhinin P. V. Natural resources, settlement system and the role of single—industry towns in the development of the spatial organization of the regional economy of the Karelian Arctic. *Arctic: Ecology and Economy*, 2021, vol. 11, no. 4, pp. 582—595. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-4-582-595. (In Russian).
10. Litvinenko A. V., Bogdanova M. S. Development of the geoinformation system "Water consumers of the Republic of Karelia". *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk*, 2011, no. 4, pp. 124—128. (In Russian).
11. Atlas the Republic of Karelia. Petrozavodsk, 2021, 48 p. (In Russian).
12. Karpechko V. A. Surface water resources. *Ispol'zovanie i ohrana vodnyh resursov bassejna Belogo morya*. Petrozavodsk, 1994, pp. 11—26. (In Russian).
13. Water resources of the Republic of Karelia and ways of their use for drinking water supply. Experience of Karelian—Finnish cooperation. Petrozavodsk, Kuopio, 2006, 263 p. (In Russian).
14. Atlas of Renewable Water Resources of the European Part of Russia. Moscow, 2014, 100 p.
15. Water resources of Russia and their use. St. Petersburg, 2008, 598 p. (In Russian).
16. Water resources of Russia and their use. Petrozavodsk, 2021, 277 p. (In Russian).

Information about the authors

Litvinenko, Aleksander Vasil'evich, Senior Researcher, Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (Alexander Nevsky av. 50, Petrozavodsk, Russia, 185030), e-mail: aleks-litvinenko@mail.ru.

Litvinova, Irina Abramovna, Research Engineer, Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (Alexander Nevsky av. 50, Petrozavodsk, Russia, 185030), e-mail: litvinovoi@rambler.ru.

Bogdanova, Mariya Sergeevna, Junior Researcher, Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (Alexander Nevsky av. 50, Petrozavodsk, Russia, 185030), e-mail: mari-mb@mail.ru.

Filatov, Nikolay Nikolaevich, Doctor of Geography, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Advisor to the General Director of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (Alexander Nevsky av. 50, Petrozavodsk, Russia, 185030), e-mail: filatov@rambler.ru.

Bibliographic description of the article

Litvinenko, A. V., Litvinova, I. A., Bogdanova, M. S., Filatov, N. N. Water management complex of the Karelian part of the Russian Arctic zone: current state and dynamics. *Arctic: Ecology and Economy*, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 280—296. DOI: 10.25283/2223-4594-2023-2-280-296. (In Russian).