

© Журнал «Инженерная экология», № 6 1998г.

© Издательство «Инженерная экология», Москва, РФ, 1998 г.

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ: ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ КАРЕЛИИ

А.В. Литвиненко, Н.Н. Филатов, П.А. Лозовик, В.А. Карпечко

Существенная роль водных ресурсов в развитии и размещении производительных сил, многообразие влияния водного хозяйства на окружающую среду вызывают необходимость создания научных основ рационального использования и охраны вод. В последние десятилетия этим вопросам уделяется большое внимание.

Однако так сложилось на практике, что по преимуществу исследования посвящены южным районам бывшего СССР - районам с низкой водообеспеченностью (Средняя Азия, Казахстан, Поволжье, Украина, Северный Кавказ и т.д.).

Актуальность исследований для этих территорий не вызывает сомнений и определяется:

✳₁ *противоречиями, существующими между уровнем их социально-экономического развития* (высокая плотность населения, широкое развитие орошаемого земледелия, концентрация водоемких промышленных производств);

✳₂ *возможностями обеспечения потребностей экономики в воде* (относительно небольшой объем возобновляемых водных ресурсов, количественное и качественное их истощение, эко-

логическое состояние водных объектов).

На этом фоне число работ, характеризующих северные регионы с высокой водообеспеченностью, значительно меньше, хотя вопросы, связанные с развитием водного хозяйства и решением экологических задач, здесь не менее актуальны и серьезны. Они имеют свою специфику:

✳₁ отличия в структуре народного хозяйства

✳₂ особенности "гидрографии, природного качества вод и способности водных объектов к самоочищению.

Подчеркнем: именно природные особенности гидрографической сети и водных ресурсов в значительной степени обуславливают направления и уровень социально-экономического развития, а также наиболее характерные экономические и экологические проблемы.

В настоящей статье предпринята попытка рассмотрения природных особенностей водных ресурсов • Карелии именно в этих 2-х взаимосвязанных аспектах.

В гидрографическом отношении территория Карелии относится к бассейнам *Белого и Балтийского морей* (рис.1). На беломорскую часть

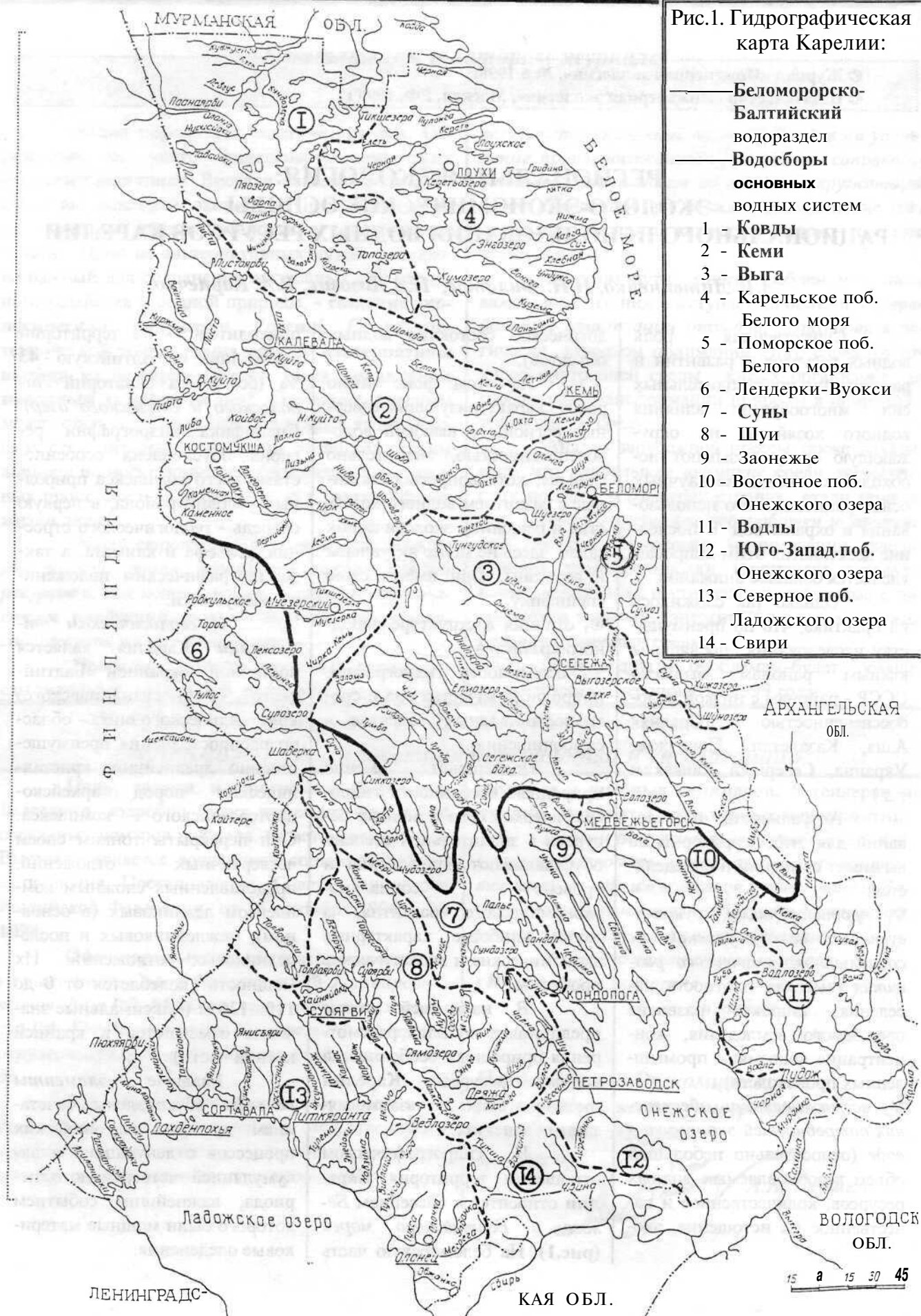
приходится 57 % территории республики, на балтийскую - 43 % (без учета акваторий *Ладожского и Онежского озер*). Специфика гидрографии региона обусловлена особенностями всего комплекса природных условий района, в первую очередь - геологического строения, рельефа и климата, а также географическим положением республики.

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

Главные *элементы рельефа* обусловлены сочетанием древних тектонических процессов с денудацией и аккумуляцией четвертичного периода, важнейшим событием которого были мощные материковые оледенения.

Рис.1. Гидрографическая карта Карелии:

- Беломорорско-Балтийский водораздел
 — Водосборные системы
- основных водных систем**
- 1 - Ковды
 - 2 - Кемь
 - 3 - Выга
 - 4 - Карельское поб. Белого моря
 - 5 - Поморское поб. Белого моря
 - 6 - Лендерки-Вуоксы
 - 7 - Суны
 - 8 - Шуи
 - 9 - Заонежье
 - 10 - Восточное поб. Онежского озера
 - 11 - Водлы
 - 12 - Юго-Запад.поб. Онежского озера
 - 13 - Северное поб. Ладожского озера
 - 14 - Свири



Основное влияние на формирование современного рельефа оказало последнее из них - *Валдайское*, закончившееся только 10...11 тысяч лет назад. Двигавшийся со *Скандинавии* ледник принес и отложил 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 они достигают 600 м (г. *Нуорунен* - 577 м).

Для южных районов республики характерна северо-западная ориентировка форм рельефа, для северных - широтная, реже северо-восточная или северо-западная, что определило и ориентировку водных объектов.

Деятельность ледника и ледниковых вод придавала 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 заложались речные долины.

Климат Карелии умеренно континентальный с чертами морского. Он характеризуется продолжительной мягкой зимой и коротким прохладным летом, значительной облачностью и неустойчивой погодой в течение всего года.

Наиболее существенное значение для формирования гидрографической сети и гид-

рологического 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 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 и близости к нему крупных базисов эрозии - *Белого моря, Ладожского и Онежского озер.*

Таким образом, суммируя вышесказанное, следует выделить главные факторы, определяющие специфику гидрографической сети Карелии:

*₁ *геологическая молодость сети;*

*₂ *неглубокое залегание кристаллических пород и малая мощность рыхлых четвертичных отложений;*

*₃ *наличие множества заполненных водой тектонических нарушений;*

*₄ *чрезвычайно расчлененный рельеф ледникового происхождения;*

*₅ *сравнительное обилие атмосферных осадков при низком испарении;*

*₆ *близость главного водораздела к базисам эрозии.*

В результате совместного воздействия перечисленных факторов сформировалась очень развитая гидрографическая сеть, сравнимая по своей уникальности только с водными объектами сопредельной Финляндии. Она представлена, большей частью, либо небольшими реками, либо короткими протоками, которые соединяют многочисленные озера, образуя озерно-речные системы. Линейная озерность (отношение длины озерных участков к общей длине системы) таких водных объектов может достигать 50...60 % и более (р.р. *Ковда, Лендерка, Каменная - Ногейоки*).

По современным данным общее число рек (включая Карельский перешеек) составляет 26,7 тыс. Суммарная их протяженность - 83.000 км. Преобладают водотоки длиной менее 10 км. Их количество 25,3 тыс. (95 %), общая протяженность - 52.300 км (63 %) [1]. Только 30 рек имеют длину более 100 км и относятся к классу средних. Густота речной сети составляет 0,53 км/кв.км. Площадь водосбора у подавляющего числа рек также мала. Только 366 водных систем имеют бассейны площадью более 100 км², в том числе: 51 система с водосбором, превышающим 1000; 5 систем - более 10000 км² (р.р. *Кемь, Выг, Ковда, Водла, Шуя*).

Молодостью карельских рек и особенностями кристаллического фундамента объясняется слабая врезанность их

русел, неразвитость речных долин, ступенчатый характер продольного профиля, представляющего собой ряд порожи-стых участков, чередующихся с плесами. Часто роль плесовых участков выполняют озеровид-ные расширения или озера.

Близость к водоразде-лам основных базисов эрозии обусловили значительное паде-ние рек. Большая часть его ве-личины (80...90 %) приходится на пороги и карешки (неболь-шие порожки). Для малых рек величина падения может дости-гать 10 м/км (*р.Неглинка*), при преимущественной 2...5 м/км. Более крупные реки имеют меньшее удельное падение, ред-ко превышающее 1 м/км, но и на них сосредоточенные паде-ния на отдельных участках дос-тигают значительных величин.

Характерной особенно-стью карельской гидрографии являются также узкие, невысо-кие водоразделы и близость со-седних водотоков, что создает условия для переброски стока в другие бассейны (*р.Суна - оз.Палье, р.Поньгома - оз.Топ-озеро*). А сложный изрезанный рельеф в условиях водораздель-ного расположения озер часто определяет сток из них по не-скольким направлениям одно-временно: *оз.Энгозеро - реки Калга и Воньга, оз.Сариярви - р.р.Лоймоланйоки (Тулемайоки) и Пенсанйоки (Уксунйоки), оз. Сегежское - р.р.Обжанка и Сегежа (приток р. Свирь)*.

Основными струк-турными элементами гидро-графической сети Карелии яв-ляются водоемы (озера и во-дохранилища), во многом оп-ределяющие специфику водных систем республики. На терри-тории республики насчитыwa-

ется **61.100** озер суммарной площадью около **18.000 км²** [2]. Кроме того, в пределах респуб-лики находится около 50 % акватории *Ладожского* и 80 % - *Онежского озер*, являющихся крупнейшими водоемами Ев-ропы. Озерность территории составляет 12 %, а с учетом ка-рельских частей *Онего и Лад-оги* достигает **21%**, являясь од-ной из самых высоких в мире (принимая площадь Карелии равной **172.400 км²** с включе-нием онежской и ладожской акваторий и **155.900 км²** - без них).

Основное число со-ставляют озера с площадью ме-нее 1 км². Более значительные размеры имеют только **1389** во-доемов (чуть более 2 % от об-щего числа), из них лишь 20 превышают 100 км². В группе малых водоемов преобладают озера, не имеющие видимого стока («бессточные»), которые представлены в основном лес-ными и болотными озерцами (ламбами).

В Карелии выделяются 2 основных типа озерных кот-ловин по происхождению: *тектонические и ледниковые (моренные)*.

Почти все крупные и средние водоемы имеют текто-нический генезис. Их котлови-ны развиты в трещинах и сброс-сах с ярко выраженными сле-дами эрозионной деятельности ледников. Они имеют, как пра-вило, сложные очертания бере-гов и пересеченный рельеф дна, большие глубины.

Озера ледникового типа расположены в понижениях между моренными грядами и холмами или в подпруженных речных долинах. Они неболь-ших размеров, имеют менее из-

резанную, 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.

Одной из форм хозяй-ственного использования вод-ных ресурсов является регули-рование речного стока путем создания водохранилищ. Как уже отмечалось выше, молодые в геологическом отношении ре-ки Карелии имеют неглубокие, слабо врезанные долины. По-этому долинные водохранили-ща, ложем которых служит часть речной долины, даже це-ной больших затоплений, име-ют незначительные объемы. Основным типом водохрани-лищ являются котловинные (озерные), созданные почти на всех крупных озерах. *Преобла-дание котловинных водохрани-лищ является региональной особенностью республики*, так как большинство водохрани-лищ в бывшем СССР и во всем мире долинные. Этот факт еще раз подчеркивает специфику гидрографической сети Каре-лии.

Объем воды, аккумуля-рованный в водохранили-щах, равен 80,2 км³. Из них общая полезная емкость со-ставляет 18,6 км³, что позволяет регулировать 47 % годового объема речного стока. Еще **65,0 км³** воды сосредоточено в озе-рах, остающихся в естествен-ном состоянии. Кроме того, к этим запасам следует добавить большие части объемов *Онеж-ского (Верхне-Свирское водо-хранилище) и Ладожского озер*.

Вековые водные ресурсы Карелии, распределенные по бассейнам

Таблица 1

Бассейны (моря, водной системы)	Озера		Водохранилища		Ресурсы	
	куб. км	%	куб. км	%	куб. км	%
Бассейн Белого моря						
Ковда	6,42	10,0	34,40	42,8	40,80	28,1
Кемь	14,10	21,7	6,33	7,9	20,40	14,0
Выг	10,20	15,7	29,80	37,2	40,00	27,6
Побережье Белого моря	12,10	18,6	0,38	0,5	12,50	8,6
• Суммарно по бассейну Белого моря						
Бассейн Балтийского моря						
а) Бассейн Онежского озера						
Водла	10,10	1,6	1,03	1,3	2,04	1,4
Суна	2,45	3,8	4,42	5,5	6,87	4,7
Шуя	5,22	8,1	0,65	0,8	5,87	4,0
Побережье Онежского озера	4,29	6,6			4,29	3,0
Суммарно по бассейну Онежского озера	12,97	20,1	6,10	7,6	19,10	13,1
б) Бассейн Ладожского озера						
Вуокса, Оулу	6,65	10,0			6,65	4,6
Побережье Ладожского озера и р. Свирь	2,55	13,9	3,23	4,0	5,78	4,0
Суммарно по бассейну Ладожского озера	9,20	13,9	3,23	4,0	12,40	8,6
Суммарно по бассейну Балтийского моря	22,20	34,0	9,33	11,6	31,50	21,7
Суммарно по республике Карелия	65,00	100,0	80,20	100,0	145,20	100,0

Основная часть вод, содержащихся в водоемах (78 %), находится в бассейне Белого моря, где они представлены, главным образом, водами водохранилищ (табл.1). Здесь расположено около 90 % общей полезной емкости водохранилищ, регулируется 63 % объема речного стока.

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

Пресные вод, 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. В качестве водных ресурсов эти объекты можно рассматривать лишь с точки зрения способов использования (водный транспорт, рекреация, рыбное хозяйство).

Для водопотребляющих отраслей экономики наибольший интерес представляют динамические запасы, непрерывно возобновляющиеся в процессе круговорота воды, то есть речной сток.

В средний по водности год сток рек Карелии составляет 57 км³. Непосредственно на ее территории формируется 49,7 км³ (называемый «местным стоком»). 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 (табл.2). 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 % обеспеченности (повторяемость в среднем один раз в 20 лет). В таких условиях местный сток составляет 63 % от среднемноголетнего или 31,8 км³ (табл.2).

Абсолютные показатели не дают полного представления об обеспеченности водными ресурсами. Более показательны удельные характеристики: объем речного стока, приходящийся на единицу площади или одного жителя.

Ресурсы речного стока

Таблица 2

Бассейны	Площадь, тыс. км ²	Средний годовой сток км ³	Годовой сток различной обеспеченности			
			25	50	75	95
р. Кеми	27,70	8,37	9,66	8,48	7,19	5,16
р. Нижнего Выга	27,10	8,33	9,34	8,24	7,22	5,89
Белого моря	100,00	31,20	34,20	31,50	27,20	20,50
р. Шуи	10,30	3,09	3,56	2,99	2,51	1,95
р. Суны	7,67	2,36	2,71	2,22	1,85	1,54
р. Водлы	13,70	4,43	5,20	4,43	3,66	2,54
Онежского озера	43,90	14,10	16,30	13,90	11,60	8,74
Ладожского озера	32,60	11,70	13,50	11,70	9,89	7,29
Республики Карелия, в т. числе;	176,50	57,05	65,43	57,06	48,67	36,50
местный сток	155,90	49,70	57,00	49,70	42,40	31,80
приток	20,60	7,35	8,43	7,36	6,27	4,70

Такие удельные цифры превышают средние значения для Российской Федерации в 1,3 и 2,3 раза соответственно, хотя и несколько уступают аналогичным показателям *Северного экономического района* и большинства областей, входящих в его состав [3,4].

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.

Химический состав поверхностных вод Карелии формируется в условиях труд-

норастворимых коренных пород *Балтийского кристаллического щита*, хорошо промытых четвертичных отложений и высокой заболоченности, отсюда, как правило, воды маломинерализованные, высокоцветные, с большим содержанием железа.

Гидрохимическое картирование территорий Карелии выполнено по отдельным показателям на основе данных по химическому составу воды более 500 озер и рек.

В качестве приоритетных показателей отражающих специфику региона, приняты: *минерализация воды, содержание органических веществ, железа и pH* [5].

Поверхностные воды Карелии относятся к категории очень маломинерализованных и очень мягких. На большей части территории они имеют минерализацию воды (*Eu*) до 25 мг/л и жесткость 0,2...0,4 мг-экв/л. Небольшую

площадь занимают озера и реки с *Eu* = 40...100 мг/л.

Водоемов с *Eu* свыше 100 мг/л известно не более 10.

Для значительной части территории (до 35 %) характерны воды со средним для условий Карелии содержанием органических веществ (*ОВ*) - *мезогумозные (цветность - 35...80 град.; перманганатная окисляемость - 8...15 мгО/л).*

На 20 % территории распространены воды с высоким содержанием *ОВ (цветность - 80...160 град. и более, перманганатная окисляемость - 15...30 мгО/л и более).*

Приблизительно такое же распространение имеют воды с *низкой гумозностью (олигогумозные, цветность - менее 35 град., перманганатная окисляемость - менее 8 мгО/л).*

По величине *pH* большую часть поверхностных вод Карелии можно отнести к *слабокислым (pH = 5,5...6,5) и нейтральным (pH = 6,5...7,5).*

Ресурсы речного стока

Таблица 2

Бассейны	Площадь, тыс. км ²	Средний годовой сток км ³	Годовой сток различной обеспеченности			
			25	50	75	95
р. Кеми	27,70	8,37	9,66	8,48	7,19	5,16
р. Нижнего Выга	27,10	8,33	9,34	8,24	7,22	5,89
Белого моря	100,00	31,20	34,20	31,50	27,20	20,50
р. Шуи	10,30	3,09	3,56	2,99	2,51	1,95
р. Суны	7,67	2,36	2,71	2,22	1,85	1,54
р. Водлы	13,70	4,43	5,20	4,43	3,66	2,54
Онежского озера	43,90	14,10	16,30	13,90	11,60	8,74
Ладожского озера	32,60	11,70	13,50	11,70	9,89	7,29
Республики Карелия, в т. числе:	176,50	57,05	65,43	57,06	48,67	36,50
местный сток	155,90	49,70	57,00	49,70	42,40	31,80
приток	20,60	7,35	8,43	7,36	6,27	4,70

Такие удельные цифры превышают средние значения для Российской Федерации в 1,3 и 2,3 раза соответственно, хотя и несколько уступают аналогичным показателям *Северного экономического района* и большинства областей, входящих в его состав [3,4].

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 природным источникам предъявляемым требованиям.

Химический состав поверхностных вод Карелии формируется в условиях труд-

норастворимых коренных пород *Балтийского кристаллического щита*, хорошо промытых четвертичных отложений и высокой заболоченности, отсюда, как правило, воды маломинерализованные, высокоцветные, с большим содержанием железа.

Гидрохимическое картирование территорий Карелии выполнено по отдельным показателям на основе данных по химическому составу воды более 500 озер и рек.

В качестве приоритетных показателей отражающих специфику региона, приняты: *минерализация воды, содержание органических веществ, железа и рН* [5].

Поверхностные воды Карелии относятся к категории очень маломинерализованных и очень мягких. На большей части территории они имеют минерализацию воды (**Eu**) до 25 мг/л и жесткость **0,2...0,4** мг-экв/л. Небольшую

площадь занимают озера и реки с **Eu** = **40...100** мг/л.

Водоемов с **Eu** свыше 100 мг/л известно не более 10.

Для значительной части территории (до 35 %) характерны воды со средним для условий Карелии содержанием органических веществ (**ОВ**) - *мезогумозные (цветность - 35...80 град.; перманганатная окисляемость - 8...15 мгО/л).*

На 20 % территории распространены воды с высоким содержанием **ОВ** (*цветность - 80...160 град. и более, перманганатная окисляемость - 15...30 мгО/л и более*).

Приблизительно такое же распространение имеют воды с *низкой гумозностью (олигогумозные, цветность - менее 35 град., перманганатная окисляемость - менее 8 мгО/л).*

По величине **рН** большую часть поверхностных вод Карелии можно отнести к *слабокислым (рН = 5,5...6,5) и нейтральным (рН = 6,5...7,5).*

Наиболее низкие величины pH ($< 5,5$) имеют воды сильно заболоченных территорий и небольших озер, имеющих атмосферное питание. Аналогичная картина, как и в распределении содержания **ОВ**, отмечается и для железа, что подтверждается высокой степенью корреляции между содержанием **ОВ** и концентрацией **Fe** ($r=0,8$) [6].

Водные объекты Карелии по совокупности химических параметров (в первую очередь, по их кислотности) могут быть отнесены к **3-м основным группам** [7], в которых выделяют **10 типов**.

Первая группа (ацидные, $pH < 5,5$; 2 типа) представлена малыми озерами с площадью до 1 км^2 с небольшим водосбором, а также высокопроточными озерами и реками, расположенными в сильно заболоченной местности. Формирование их качества происходит, главным образом, за счет осадков. Поэтому ионный состав их вод близок к атмосферным. В случае светловодных озер кислый характер вод обусловлен кислотными выпадениями, в случае высокоцветных - поступлением гуминовых веществ с водосбора.

Ко второй группе (слабокислые, $pH = 5,5...6,5$; 5 типов) относятся озера с различным геолого-геоморфологическим строением и заболоченностью водосборов, причем вклад различных компонентов ландшафта в формирование качества вод неодинаков.

Водные объекты третьей группы (нейтральные, $pH > 6,5$; 3 типа) приурочены к слабозаболоченным местностям, сложным породами, в

состав которых входят доломиты и известняки, и характеризуются слабым водообменом.

По уровню трофии озера (из числа обследованных) **распределяются** следующим образом:

- олиготрофные - 25 %,
- мезотрофные - 55 %,
- эвтрофные - 20 %.

Между содержанием хлорофилла "а" (**СЫ "А"**) и концентрацией **общего фосфора** (**Р_{общ}**) в большинстве случаев существует положительная корреляция ($r=0,63...0,92$).

Для оценки современного качества поверхностных вод Карелии и его изменения в результате антропогенного влияния проведено картирование водных объектов [7] по совокупности химических параметров (pH , **ОВ**, **железа**, **Р_{общ}**, **Chl "А"** и **кислорода**).

Природное качество вод определено для водных объектов, находящихся в естественном состоянии, а также для загрязненных и в бассейне которых проведена лесохозяйственная мелиорация (рис.2).

На рисунке выделены различные картографические оттенки качества поверхностных вод республики.

К высокому качеству вод отнесены водные объекты:

- все олигогумозные (цветность - до 40 град.);
- олиготрофные (**Р_{общ}** - до 12 мкг/л, **СЫ "А"** < 1 мкг/л) с содержанием **Fe** до 0,2 мг/л, суммой ионов (**Eu**) - 20...100 мг/л, $pH = 6,5...8,0$ и насыщением воды кислородом 80...105 %.

К хорошему качеству вод мы относим:

- мезогумозные и мезополигумозные (цветность - 30...120 град.);

• олиго- и мезотрофные (**Р_{общ}** = 8...25 мг/л; **СЫ "А"** - до 10 мкг/л) с величиной pH не менее 6,2 и не более 8,5; содержанием **Fe** = 0,1...0,5 мг/л (возможно до 0,75 при условии низкого содержания **Р_{общ}** и величины цветности менее 120 град.), суммой ионов - 15...50 мг/л, насыщением воды кислородом - 60...120 %.

Удовлетворительное качество вод имеют водные объекты:

- со слабокислой реакцией среды ($pH = 5,5...6,2$);
- эвтрофные ($30 < \text{Р}_{\text{общ}} < 50$ мкг/л, $10 < \text{Chl "А"} < 30$ мкг/л), независимо от остальных показателей;
- полигумозные с $pH > 6,5$; содержанием **Fe** от 0,5 до 1,5 мг/л и цветностью до 200 град.

К низкому качеству вод отнесены водные объекты:

- все с кислой реакцией среды ($pH < 5,5$), независимо от других показателей;
- полигумозные (цветность > 160 град., $pH < 6,2$) с содержанием **Fe** более 0,7 мг/л;
- высокоэвтрофные для условий Карелии озера (**Р_{общ}** > 40 , **СЫ "А"** > 30 мкг/л, насыщение воды кислородом - 0...140 %).

К загрязненным отнесены все водные объекты - приемниками сточных вод (**СВ**), а также находящиеся в зоне влияния аэрогенных выбросов или сельскохозяйственных объектов. Для них характерно превышение в 1,25...1,5 раза фоновых показателей (**Р_{общ}**, **БПК₅**, содержания **ОВ**, нефтепродуктов и др.), а нормируемых **К**, **Li**, **тяжелых металлов** (в 10...100 раз меньше их **ПДК**) - более 0,1 **ПДК**.

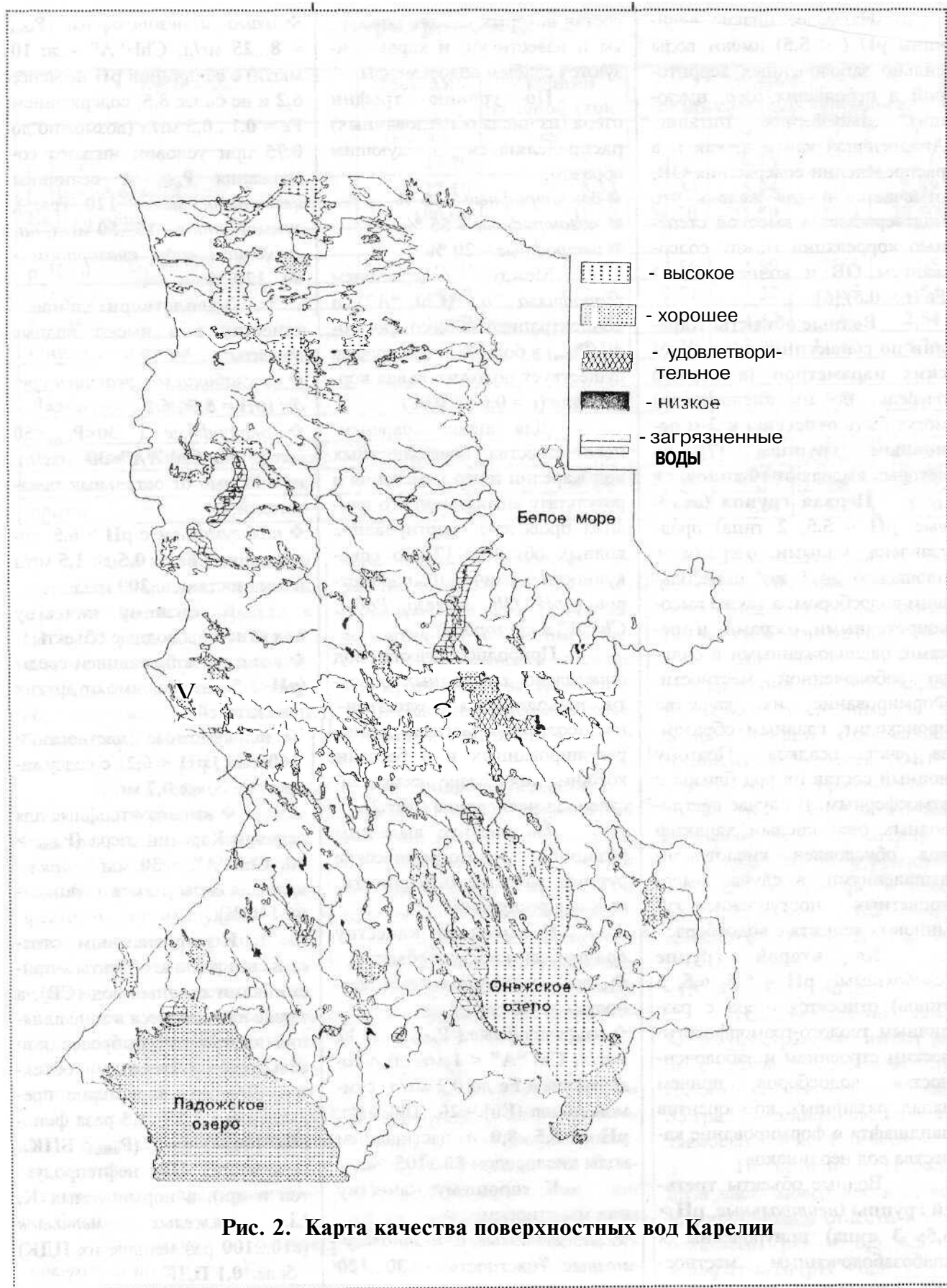


Рис. 2. Карта качества поверхностных вод Карелии

Высокое качество имеют воды: Д крупных глубоких озер (большая часть <i>Онежского озера</i>, <i>Сегозеро</i>, <i>Маслозеро</i>, <i>Елмозеро</i>); Д малых озер с замедленным водообменом (<i>Кончезерская группа озер</i>, <i>Лижмозеро</i>, <i>Кедрозеро</i> и др.). Воды с хорошим качеством характерны: Д для большей части бассейнов рек <i>Суны</i>, <i>Янисъйоки</i>, <i>Тулемайоки</i>, <i>Лендерки</i>, <i>Свири</i>; Д <i>Ладожского озера</i>, <i>Сямозера</i>, <i>Ондозера</i>, <i>Лексозера</i>, <i>Тулоса</i>, <i>Янисъярви</i> и др.	К водам с удовлетворительным качеством относятся: Д большинство водных объектов с заболоченным водосбором (рек <i>Шуи Онежской</i>, <i>Видлицы</i>); Д центральной и южной части <i>Выгозерского водохранилища</i> и др; □ малые озера с атмосферным питанием (<i>Лижменское</i>, <i>Каскеснаволоок</i>, <i>Лангозеро</i> и др.); П эвтрофные для условий Карелии озера (<i>Ведлозеро</i>, <i>Крошнозеро</i>, <i>Святозеро</i>, <i>Пряжинское</i> и др.).	Низким качеством воды характеризуются: П все водные объекты сильно заболоченных территорий (<i>верховья р. Шуи</i>, <i>бассейнов рек Верхнего Выга</i>, <i>Койтайоки</i>, <i>Олонки</i>, <i>Тулоксы</i>, <i>Эняйоки</i> и др.); П небольшие озера, находящиеся на водоразделах рек и закисленные антропогенным путем (<i>Чучъярви</i>, <i>Кивиярви</i> и др); П высокоэвтрофные озера (<i>Коткозеро</i>, <i>Пялозеро</i>, <i>Шаньгима</i> и др.).
---	---	--

Заключение

Рассмотренные выше **природные особенности гидрографии и водных ресурсов Карелии в совокупности с обуславливающими их климатическими и геолого-геоморфологическими условиями оказывают заметное влияние на характер развития водного хозяйства республики и наиболее характерные 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 устьям крупных рек.

Соответственно, основные объемы загрязняющих веществ от точечных источников поступает 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.

Следует еще раз отметить, что в целом водообеспеченность Карелии высокая, превосходит среднероссийские показатели и водный фактор не является лимитирующим для развития экономики.

© Значительное сосредоточенное падения рек на ограниченных участках создают 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 озерводохранилищ). Но в силу низкой водности рек мощность ГЭС невелика (до 230 МВт) и одна гидроэнергетика не может полностью покрыть энергетические потребности Карелии.

® 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.

® Высокая увлажненность, широкое распространение болот и заболоченных земель (около 30 % территории) в сочетании с небольшими площадями и фрагментарностью естественных сельскохозяйственных угодий и интенсивной вырубкой в прошлые годы лесов в наиболее обжитых районах обусловили широкое развитие лесной и сельскохозяйственной *осушительной мелиорации*, рассматриваемой нами как отрасль водного хозяйства, при полном отсутствии ирригации. Сброс больших объемов дренажных вод оказывает в ряде случаев негативное влияние на водные объекты, проявляющееся в повышении цветности воды, содержания железа, заилиении нерестилищ.

© Широкое развитие лесного комплекса и возможности регулирования рек с помощью плотин в их истоках из озер создают условия для использования водотоков в качестве *лесосплавных путей*. Но сложный характер продольных профилей и плановых очертаний требуют значительных затрат на гидротехническое обустройство русел. Это, а также серьезный ущерб, наносимый лесосплавом водным объектам, и ряд экономических причин привело в последние 5 лет к полному его прекращению. Однако экологические последствия этого вида водопользования проявляются до сих пор на многих озерно-речных системах.

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

© 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.

Огромное разнообразие чрезвычайно живописных и экзотичных водных объектов предопределяют интерес к ним со стороны *рекреации*, особенно *водного туризма и спортивного и любительского рыболовства*. Это обуславливает необходимость разработки уже сейчас комплекса природоохранных мероприятий для этого рода деятельности.

® Большие запасы поверхностных водных ресурсов при относительно небольших объемах *подземных вод* обуславливают незначительное использование последних, хотя в настоящее время они привлекают все большее значение в связи, главным образом, с неудовлетворительными качеством поверхностных вод.

® *Химический состав поверхностных вод* имеет определенную специфику, обусловленную климатическими и геологическими особенностями региона. Большей 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.

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

В настоящее время наиболее рациональным представляется постепенный переход на подземные водоисточники, имеющие, как правило, более высокие питьевые кондиции и более надежную степень защиты от негативного антропогенного воздействия.

Альтернативным вариантом решения проблемы питьевого водоснабжения является разработка и внедрение более совершенных методов водоподготовки.

Список литературы

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. т.2. Карелия и Северо-Запад. ч.1. - Л., 1972. - 528 с.
2. Гашева В.Ф. Некоторые особенности гидрографии КАСС?
// Сб. работ Ленинградской гидрометеорологической станции. - 1967. - Вып.4 - с. 103-114.
3. Бабкин В.И., Колоколов А.Г., Полад-Заде Л.И. и др. Водные ресурсы и обеспечение СССР
// Тр. Гос. гидрол. ин-та. - 1991. - Вып.352: Исследование условий формирования и расчеты водных ресурсов СССР, - с. 3-21.
4. Литвиненко А.В., Гершензон Т.Е., Карпов В.П. Водные ресурсы Северного экономического района
// Водные ресурсы Карелии и экология. - Петрозаводск, 1992, - с. 18-35.
5. Медико-географический справочник Карельской АССР. - Петрозаводск, 1990. - 195 с.
6. Лозовик П.А., Сабылина А.В., Коваленко В.Н., Басов М.И., Харин В.В. Гидрохимическая характеристика малых озер Карелии
Г // Антропогенные изменения экосистем малых озер (причины, последствия, возможность управления). - СПб-6, 1991, - с.34-37.
7. Филатов Н.Н., Лозовик П.А., Литвиненко А.В. Водные системы Карелии
// Экологические проблемы Северо-Запада России и пути их решения. - СПб-6, 1997, - с. 86-115.

