

УДК 628.17 (282.247.211)

## ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА

**А. В. Литвиненко, М. С. Богданова, И. А. Литвинова**

*Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН*

Прибрежная зона, по сравнению с остальной территорией водосбора Онежского озера, испытывает максимальное антропогенное воздействие. Именно в этой двухкилометровой прибрежной полосе проживает более 80 % населения водосбора и сосредоточено примерно 95 % суммарного водопотребления бассейна Онежского озера. В данной статье проведен анализ современного состояния хозяйственного использования водных ресурсов в прибрежной зоне Онежского озера, а также представлена динамика водопотребления и водоотведения за период с 1980 по 2013 год.

**Ключевые слова:** водное хозяйство; водопотребление; водоотведение; антропогенная нагрузка.

### **A. V. Litvinenko, M. S. Bogdanova, I. A. Litvinova. ECONOMIC MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN THE NEAR – SHORE ZONE OF LAKE ONEGO: CURRENT STATE AND DYNAMICS**

The two-kilometer coastal zone of Lake Onego is exposed to much more intensive anthropogenic load than the rest of the drainage basin. More than 80 % of the catchment's human population live in this coastal zone and about 95 % of catchment-total water consumption is concentrated there. The paper describes the current state of economic management of water resources in the coastal zone of Lake Onego, and the dynamics of water consumption and water disposal from 1980 until 2013.

**Key words:** water management; water consumption; water disposal; anthropogenic load.

### **Введение**

Онежское озеро расположено на северо-западе Европейской территории России, является третьим по площади пресноводным водоемом нашей страны после оз. Байкал и Ладожского озера, а также вторым по площади пресноводным озером Европы. В административном отношении около 70 % территории его бассейна принадлежит Республике Карелия,

остальная часть расположена в Ленинградской, Вологодской и Архангельской областях. В 1953 г. Онежское озеро было зарегулировано и на его основе образовано Верхнесвирское водохранилище с площадью водосбора 57 300 км<sup>2</sup> и площадью зеркала 9840 км<sup>2</sup> [Государственный водный кадастр..., 1985]. В настоящее время водоем активно используется для нужд водоснабжения населенных пунктов и крупных промузлов, расположенных на его

побережье, является частью Беломорско-Балтийского водного пути, водохранилищем Верхнесвирской ГЭС, а также имеет высокое рыбохозяйственное и рекреационное значение. Водоем выполняет функцию приемника сточных вод промышленных предприятий, коммунально-бытовых и сельскохозяйственных стоков. Поступление загрязняющих веществ в водоем крайне неравномерно и связано с особенностями распределения приточности и различной степенью антропогенной нагрузки на водосборе.

## Материалы и методы

При выполнении работы по оценке и анализу современного состояния и многолетней динамики хозяйственного использования прибрежной зоны и, соответственно, антропогенного влияния на Онежское озеро использовались материалы государственной статистики, обобщенные в разработанной в ИВПС КарНЦ РАН ГИС «Водные ресурсы Республики Карелия и их использование» [Богданова и др., 2009; Свидетельство... № 2011620136..., № 2011650139...; Литвиненко и др., 2012]

Также привлекались материалы Гидрометеослужбы, как опубликованные, так и дополнительно приобретенные Институтом.

## Результаты и обсуждение

Общий объем водопотребления в бассейне Онежского озера в настоящее время (2013 г.) составляет 93 057,3 тыс. м<sup>3</sup>. Большая часть (48,7 %) воды используется промышленностью. Основная доля промышленного водопотребления (91 %) приходится на ЦБП, и оно практически целиком сосредоточено в крупных промышленных центрах.

Объем промышленного водопотребления, остававшийся примерно постоянным в течение 1980-х годов, в 1990-х претерпел резкий спад и с 2001 по 2009 г. сохранял относительную стабильность (на уровне примерно 60 % от исходного максимального значения), после чего снова пошел на спад.

Вторым по объему (32,8 %) является коммунально-бытовое водопотребление. По сравнению с 1980 г. оно увеличилось в 1,6 раза и оставалось примерно постоянным до 2009 г., после чего также пошло на спад. Основные его объемы сосредоточены в наиболее крупных населенных пунктах бассейна.

Объем сельскохозяйственного водопотребления в бассейне крайне незначителен.

Рыбохозяйственное водопотребление, практически прекратившееся после 1991 г., начало интенсивно восстанавливаться. Его доля к 2013 г. достигла 18,2 %.

Водозабор в бассейне осуществляется преимущественно из озер. Для коммунально-бытового водоснабжения основным источником является Онежское озеро.

Одним из основных факторов, определяющих современное состояние, тенденции развития и экологические проблемы Онежского озера, является поступление в него отходов жизнедеятельности человека, в частности сточных вод. Они могут поступать как непосредственно в водоем, так и в водные объекты на водосборе и затем выноситься в водоприемник речным стоком. Уровень влияния на экосистему озера зависит не только от объемов сбросов и их качественного состава, но и от расстояния до точки сброса (времени добега воды). Данное обстоятельство дает основание для районирования территории водосбора по степени экологической опасности для водного объекта. Однако возникает вопрос о критериях такого районирования.

Согласно принятым нормам, при проектировании зон санитарной охраны (ЗСО) поверхностных источников водоснабжения границы 2-го пояса ЗСО вверх по течению реки устанавливаются исходя из скорости течения воды, усредненной по ширине и длине водотока, и времени протекания воды от границы пояса до водозабора при среднемесячном расходе воды летне-осенней межени 95%-й обеспеченности не менее 3 суток (для данного климатического района). Предполагается, что этого времени достаточно для нейтрализации основных загрязняющих веществ за счет самоочищающей способности водных объектов. Если принять значение усредненной скорости равным 10–12 см/с, то длина 3-суточного пробега будет составлять 25–30 км (для безозерных участков) [Литвиненко и др., 1999].

Безусловно, этот критерий является в достаточной степени условным, но на данном этапе исследований он может быть использован. В таком случае мы допускаем, что сточные воды, сбрасываемые за пределами 30-километровой зоны, на экосистему Онежского озера оказывают минимальное влияние.

Но и внутри этой зоны можно выделить территорию, имеющую особое значение для водоема. Это полоса побережья, ширину которой, также в некоторой степени условно, можно принять равной двухкилометровой водоохранной зоне (рис. 1). С этой территории сточные воды поступают в Онежское озеро практически

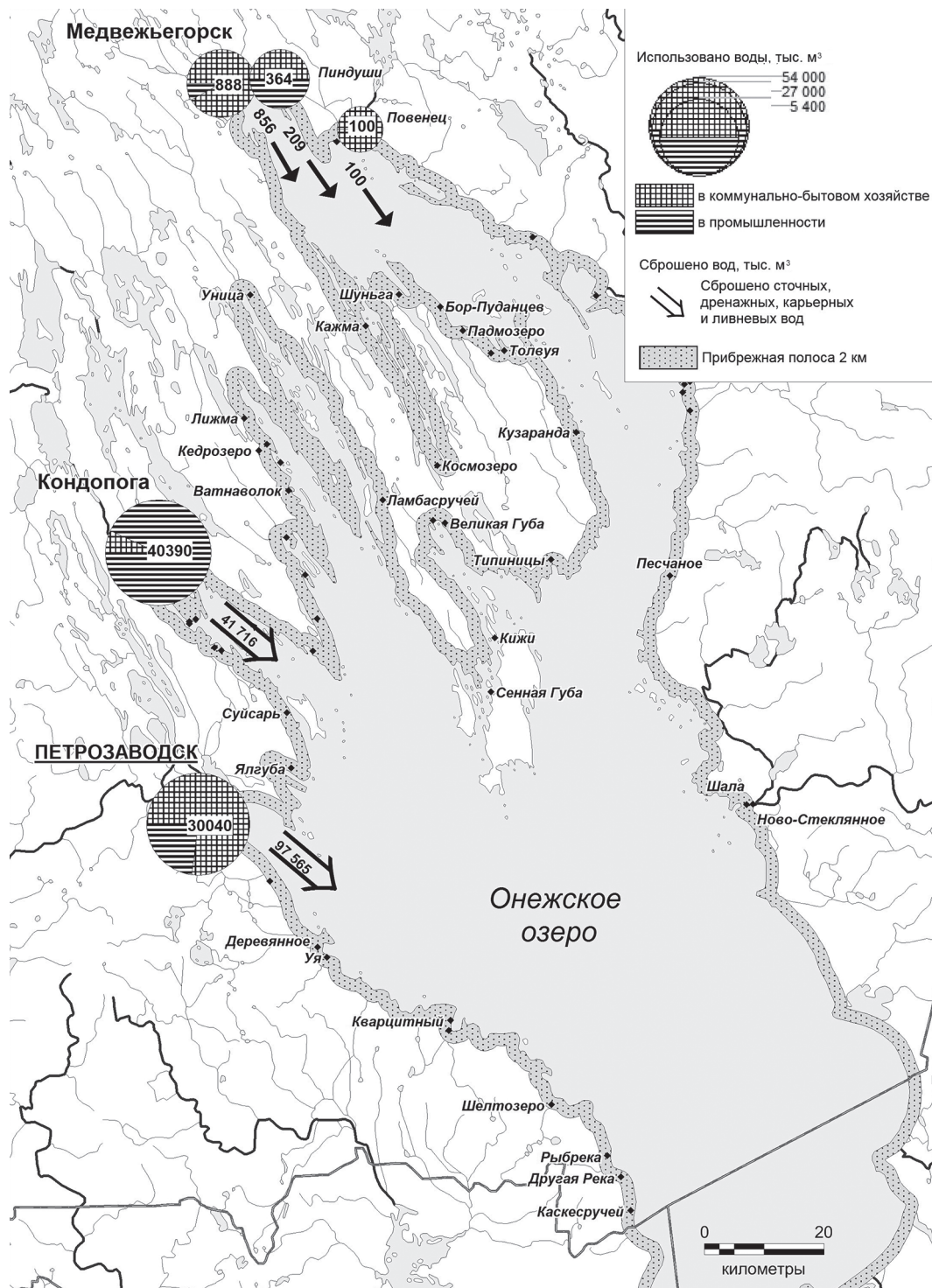


Рис. 1. Хозяйственное использование прибрежной зоны Онежского озера

без какой-либо трансформации. Кроме того, здесь сосредоточено основное население бассейна (более 80 % от общего числа жителей) и большая часть водопотребителей (95 % суммарного водопотребления).

Вследствие этого динамика водопотребления и водоотведения именно в этой полосе обуславливает главным образом экологические проблемы водоема.

На рисунке 2 представлена динамика водопотребления в прибрежной зоне Онежского озера с 1980 г. по настоящее время (собственные хозяйственно-питьевые нужды промышленности включены в промышленное водопотребление).

Общий объем сбросов по бассейну в 2013 г. составил 165,6 млн м³. Основную часть сбросов составляют сточные воды – 89,5 млн м³.

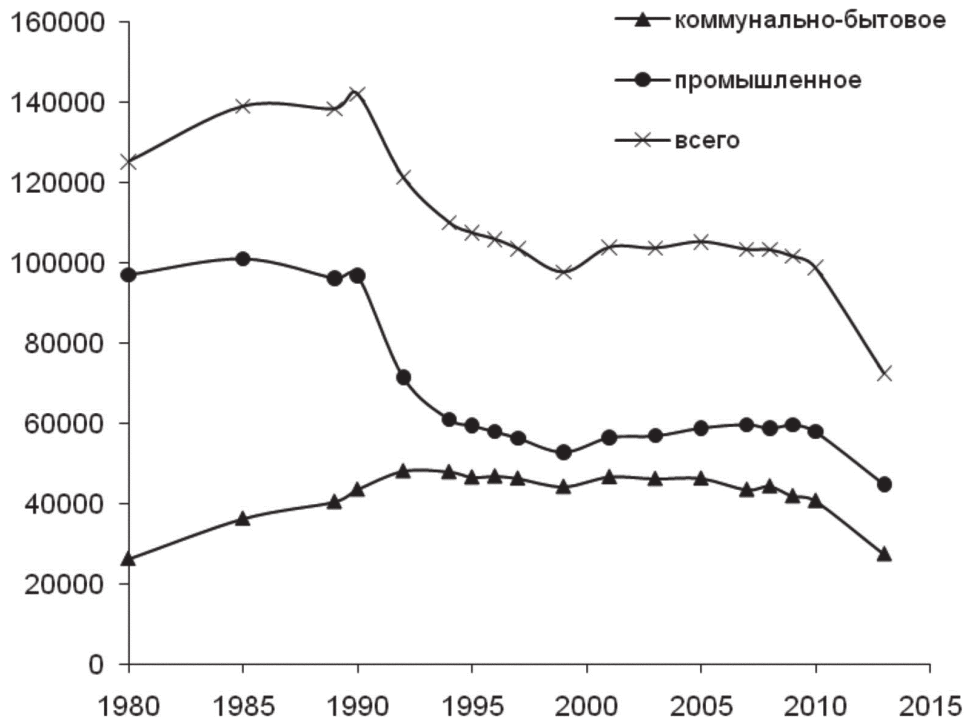


Рис. 2. Динамика водопотребления в прибрежной зоне Онежского озера, тыс. м<sup>3</sup>

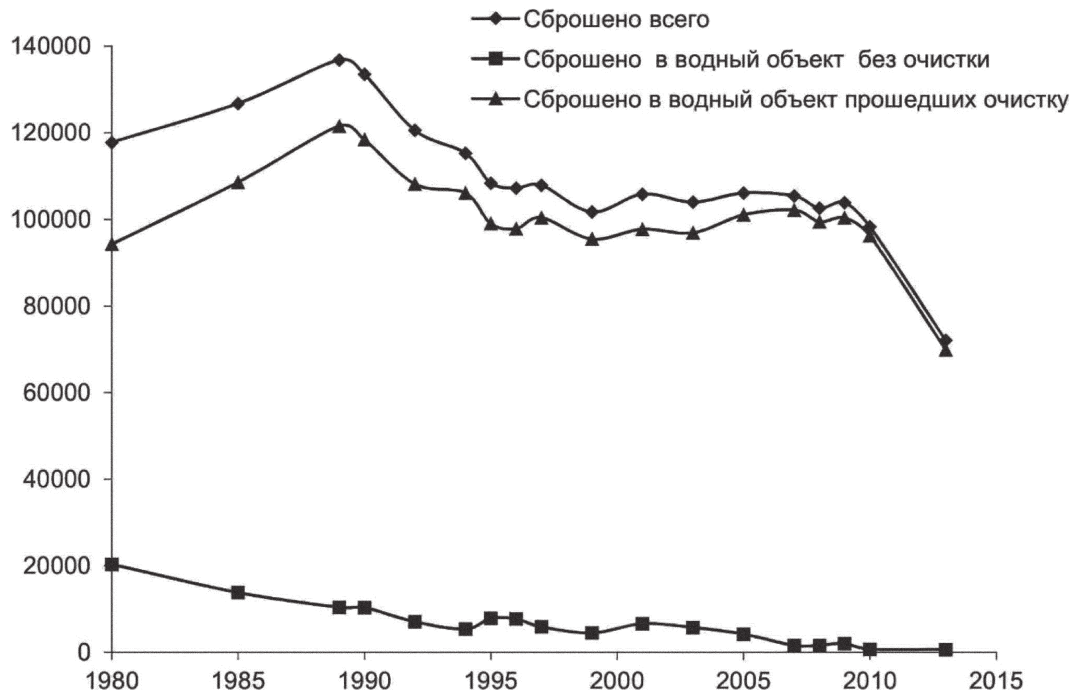


Рис. 3. Сброс сточных, дренажных и карьерных вод в прибрежной зоне Онежского озера, тыс. м<sup>3</sup>

Доля каждого вида сточных вод примерно пропорциональна соответствующему объему водопотребления. Кроме сточных организованно сбрасываются дренажные (2,6 млн м<sup>3</sup>), карьерные (4,2 млн м<sup>3</sup>), а также ливневые воды (70,1 млн м<sup>3</sup>).

После 1989 г. в течение нескольких лет происходило снижение сбросов сточных

вод, обусловленное сокращением в первую очередь промышленного производства. В дальнейшем их объем оставался примерно постоянным до 2009 г. (рис. 3). Затем объем водоотведения снова начал снижаться пропорционально водопотреблению. Основная причина – сокращение производства на Кондопожском ЦБК и уменьшение

Очистка сточных вод по промышленным центрам, тыс. м<sup>3</sup> (2013 г.)

Промцентры	Сброшено сточных, дренажных, карьерных и ливневых вод, тыс. м <sup>3</sup>					
	всего	в водные объекты			в выгреб и на рельеф	в т. ч. дренажных, карьерных и ливневых вод
		без очистки	прошедших очистку	нормативно чистых без очистки		
Петрозаводск	97 565	69 006	28 271	0	288	69 273
Кондопога	41 716	0	41 325	364	27	2066
Медвежьегорск	856	565	0	0	291	1
Пиндуши	209	0	182	0	27	0
Повенец	100	0	71	0	29	0
Всего в прибрежной зоне	141 314	69 648	69 881	364	1422	71 781
Суоярви	4539	0	487	0	4052	3877
Всего в бассейне Онежского озера	165 590	70 252	72 180	17 309	2882	76 962

коммунально-бытового водопотребления г. Петрозаводска.

В настоящее время во всем бассейне Онежского озера самостоятельный сброс стоков осуществляет 121 водопользователь. Большая часть (45,7 %) сбрасываемых ими сточных вод проходит очистку, но в недостаточной степени; 10,4 % стоков считаются нормативно чистыми и сбрасываются без очистки; 43,9 % очистке не подвергаются и сбрасываются загрязненными.

Основную долю объема сточных вод в прибрежной зоне дают промышленные центры – Петрозаводск и Кондопога (табл.; рис. 1), что обуславливает приуроченность экологических проблем к районам озера, непосредственно примыкающим к ним и являющимся приемниками стоков (Петрозаводская и Кондопожская губы). В связи с этим необходима модернизация очистных сооружений, и в первую очередь – указанных промцентров.

Сбросы сточных вод, как правило, приурочены к населенным пунктам, и их распределение по территории и особенности определяются сложившейся системой расселения и ее спецификой. В рассматриваемой зоне в пределах Республики Карелия в настоящее время располагается около 60 населенных пунктов четырех административных районов (Прионежского, Кондопожского, Медвежьегорского и Пудожского) и Петрозаводского горсовета. К ним и приурочены основные районы риска для водных экосистем.

## Заключение

Для сохранения и улучшения качества водных ресурсов Онежского озера необходимо выполнять все установленные водоохранные меры, и в первую очередь сократить сбросы

загрязненных вод в водные объекты, для чего построить очистные сооружения, в частности, в городах Медвежьегорске, Пудоже, Суоярви. Имеющиеся очистные сооружения необходимо усовершенствовать и довести очистку сточных вод до состояния нормативно очищенных. В перспективе промышленные предприятия, расположенные в бассейне Онежского озера, должны перейти на малоотходную технологию или на замкнутый цикл водообеспечения, что существенно сократит поступление загрязнений в водные объекты.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ 14–05–00663 (оценка хозяйственного использования водных ресурсов) и РНФ № 14–17–00766 (разработка рекомендаций по водоохранным мероприятиям в прибрежной зоне Онежского озера).*

## Литература

Богданова М. С., Литвиненко А. В., Литвинова И. А. Применение геоинформационных технологий в водохозяйственных исследованиях // Устойчивое развитие и геоэкологические проблемы Балтийского региона: материалы межд. науч.-практ. конф., посв. 1150-летию Великого Новгорода / Редколлегия: Д. А. Субетто, В. Л. Верин, Н. Г. Дмитрук. Новгород, 2009. С. 25–31.

Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч 1, 2. Т. 1. РСФСР. Вып. 5. Бассейны рек Балтийского моря, Онежского и Ладожского озера. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 688 с.

Литвиненко А. В., Богданова М. С., Карпечко В. А., Литвинова И. А. Оценка состояния водных ресурсов бассейна Онежского озера с использованием ГИС-технологий // Известия Русского географического общества. 2012. Т. 144, № 2. С. 69–80.

Литвиненко А. В., Литвинова И. А., Осипова Л. В. Водохозяйственные проблемы прибрежной зоны озера // Онежское озеро. Экологические проблемы / Отв. ред. Н. Н. Филатов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 49–57

Свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2011620136 от 16.02.2011 г. «Водохо-

зяйственный комплекс Республики Карелия». Авторы Литвиненко А. В., Богданова М. С., Филатов Н. Н.

Свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2011650139 от 16.02.2011 г. «Водные объекты Республики Карелия». Авторы Литвиненко А. В., Филатов Н. Н., Богданова М. С.

Поступила в редакцию 19.02.2016

## References

Bogdanova M. S., Litvinenko A. V., Litvinova I. A. Primenenie geoinformacionnyh tehnologij v vodohozjajstvennyh issledovanijah [Application of GIS technologies in water management studies]. Ustojchivoe razvitie i geojekologicheskie problemy Baltijskogo regiona [Sustainable development and geoecological problems of the Baltic region]. Proceedings of the International scientific-practical conference, dedicated to the 1150<sup>th</sup> anniversary of Veliky Novgorod. Editorial Board: D. A. Subetto, V. L. Verin, N. G. Dmitruk. Novgorod, 2009. P. 25–31.

Gosudarstvennyj vodnyj kadastr. Mnogoletnie dannye o rezhime i resursah poverhnostnyh vod sushi [The state water cadastre. Long-term data on surface waters condition and resources]. Pt 1, 2. Vol. 1 R. S. F. S. R. Iss. 5. Bassejny rek Baltijskogo morja, Onezhskogo i Ladozhskogo ozer [Basins of the Baltic Sea, Onega and Ladoga Lakes]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986. 688 p.

Litvinenko A. V., Bogdanova M. S., Karpechko V. A., Litvinova I. A. Ocenka sostojanija vodnyh resursov bassejna Onezhskogo ozera s ispolzovanijem GIS-tehnologij [Estimation of Lake Onega water resources condition using GIS technologies]. *Izvestija Russkogo*

*geograficheskogo obshhestva* [Proceedings of the Russian geographical society]. 2012. Vol. 144, no. 2. P. 69–80.

Litvinenko A. V., Litvinova I. A., Osipova L. V. Vodohozjajstvennye problemy pribrezhnoj zony ozera [Problems of water management in the coastal zone of a lake]. Oнежское озеро. Экологические проблемы [Lake Onega. Ecological problems]. Ed. N. N. Filatov. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1999. P. 49–57.

Svidetelstvo ob oficialnoj registracii bazy dannyh № 2011620136 ot 16.02.2011 g. "Vodohozjajstvennyj kompleks Respubliki Karelija" [The certificate of official registration of the database "Water management complex of the Republic of Karelia" N 2011620136 from 16.02.2011]. Authors: Litvinenko A. V., Bogdanova M. S., Filatov N. N.

Svidetelstvo ob oficialnoj registracii bazy dannyh № 2011650139 ot 16.02.2011 g. "Vodnye objekty Respubliki Karelija" [The certificate of official registration of the database "Water objects of the Republic of Karelia" N 2011650139 from 16.02.2011]. Authors: Litvinenko A. V., Filatov N. N., Bogdanova M. S.

Received February 19, 2016

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### Литвиненко Александр Васильевич

старший научный сотрудник  
Институт водных проблем Севера  
Карельского научного центра РАН  
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185030  
эл. почта: litvinenko@nwpi.krc.karelia.ru  
тел.: +79212239383

### Богданова Мария Сергеевна

младший научный сотрудник  
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185030  
эл. почта: mari-mb@mail.ru  
тел.: +79214630148

### Литвинова Ирина Абрамовна

инженер-исследователь  
Институт водных проблем Севера  
Карельского научного центра РАН  
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185030  
эл. почта: litvinovoi@rambler.ru  
тел.: +79535284996

## CONTRIBUTORS:

### Litvinenko, Alexandr

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: litvinenko@nwpi.krc.karelia.ru  
tel.: +79212239383

### Bogdanova, Maria

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: mari-mb@mail.ru  
tel.: +79214630148

### Litvinova, Irina

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: litvinovoi@rambler.ru  
tel.: +79535284996