

ПРОБЛЕМЫ
ЭКОЛОГИИ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ОЗЁРНОГО ФОНДА
АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

© 2019 г. В.А. Румянцев*, А.В. Измайлова**

Институт озерадения РАН, Санкт-Петербург, Россия

**E-mail: rum.ran@mail.ru; **E-mail: ianna64@mail.ru*

Поступила в редакцию 06.02.2019 г.

Поступила после доработки 11.03.2019 г.

Принята к публикации 27.04.2019 г.

В статье представлены результаты количественной оценки озёрного фонда азиатской части России (АЧР) с учётом неравномерности его распределения по территории. В пределах АЧР дешифрируется около 3,2 млн водоёмов, в которых заключено 25 175 км³ воды. Более половины всех водоёмов приходится на Уральский ФО, в то же время основные массы воды сосредоточены в озёрах Дальневосточного и Сибирского ФО. Большая часть российской Азии при современном уровне заселённости хорошо обеспечена водными ресурсами, лишь в трёх субъектах Федерации водообеспеченность не превышает 10 тыс. м³/чел. в год. Однако в условиях недостаточной увлажнённости даже повышенные значения водообеспеченности не гарантируют отсутствия дефицита водных ресурсов, особенно ярко проявляющегося в годы пониженной водности. Ситуация ещё более осложняется низким качеством доступных для использования вод. Авторы проанализировали информацию об экологических изменениях, происшедших с водными ресурсами озёр на протяжении второй половины XX – начала XXI в. Представлены результаты оценки трофности и качества водных масс, содержащихся в озёрах трёх федеральных округов. Описаны основные проблемы, связанные с негативными изменениями озёрных экосистем азиатской части России под воздействием антропогенной деятельности, требующие быстрого решения.

Ключевые слова: озёрный фонд, удельная водообеспеченность, экологическое состояние озёрных экосистем, эвтрофирование, заиление, токсическое загрязнение, закисление.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-587389101033-1043>

Азиатская часть России (АЧР) отличается чрезвычайным богатством природных ресурсов, прежде всего минеральных. Кроме того, она обладает большими запасами пресной воды. По данным



РУМЯНЦЕВ Владислав Александрович – академик РАН, научный руководитель ИНОЗ РАН. ИЗМАЙЛОВА Анна Владимировна – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник ИНОЗ РАН.

Государственного гидрологического института (ГГИ) [1], суммарный годовой сток протекающих здесь рек составляет ~3695 км³ (80% быстрообновляемых водных ресурсов России), огромные запасы воды сосредоточены также в озёрах и водохранилищах АЧР, только в озере Байкал сконцентрировано 23 615 км³. Однако распределение водных ресурсов по территории АЧР неравномерно. Значительная часть российской Азии находится в зоне недостаточного увлажнения, и ряд регионов уже сегодня ощущает затруднения с водоснабжением. Проблемы обостряются и в связи с антропогенным загрязнением водных ресурсов, резко усилившимся в последние десятилетия. До середины XX в. воды почти всех сибирских и дальневосточных рек и озёр сохраняли своё природное качество, существенное загрязнение наблюдалось лишь в регионах повышенной хозяйственной активности, прежде всего на восточном склоне Урала, а также в ряде регионов юга Сибири и пограничных районах Дальнего Востока.

Освоение богатейших природных ресурсов российской Азии, активно проходившее с середины XX в., привело к ухудшению экологического состояния расположенных в её пределах водоёмов и водотоков. Сегодня, наряду с экосистемами озёр степной, лесостепной и таёжной зон, происходит резкое ухудшение экологического состояния арктических озёрных экосистем. На них сказываются разработки углеводородов и месторождений рудных ископаемых, сопровождающиеся созданием развитой производственной инфраструктуры.

Необходимо отметить, что благодаря относительно низкой заселённости российской части Азии проблемы плохой водообеспеченности территорий проявляются здесь пока менее резко, чем в целом ряде регионов европейской части России (ЕЧР). В то же время многие посёлки уже сегодня сильно страдают из-за отсутствия в непосредственной к ним близости воды надлежащего качества, а любые перевозки удорожаются из-за слабой транспортной инфраструктуры. Другая проблема — существенная временная вариативность водных ресурсов АЧР. В периоды низкой водности снижается речной сток, и многие внутренние водоёмы, особенно расположенные в регионах недостаточного увлажнения, мелеют и высыхают. При наличии антропогенного пресса это приводит к возникновению экологи-

ческих и хозяйственных проблем. Ярким примером здесь может служить байкальский регион, где при огромных запасах байкальских вод в периоды маловодья проблемы распределения воды между водопользователями требуют регулирования на государственном уровне. В этой связи в рамках настоящей публикации представляется актуальным проанализировать современное состояние озёрного фонда АЧР, оценить удельную водообеспеченность территории и обрисовать основные экологические проблемы, затрагивающие озёрные экосистемы и создающие трудности для сбалансированного природопользования. Схожее обобщение уже было выполнено авторами по европейской части России [2].

ОЗЁРНЫЙ ФОНД АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Согласно оценкам, проведённым в Институте озероведения РАН (ИНОЗ РАН) [3], в пределах азиатской части России насчитывается ~1 170 000 озёр площадью более 1 га, кроме того, на снимках дешифрируется ещё около 2 млн естественных водоёмов меньшего размера. Наряду с естественными водоёмами, зафиксировано более 6 тыс. искусственных. Суммарная площадь водной поверхности АЧР с учётом всех водоёмов естественного

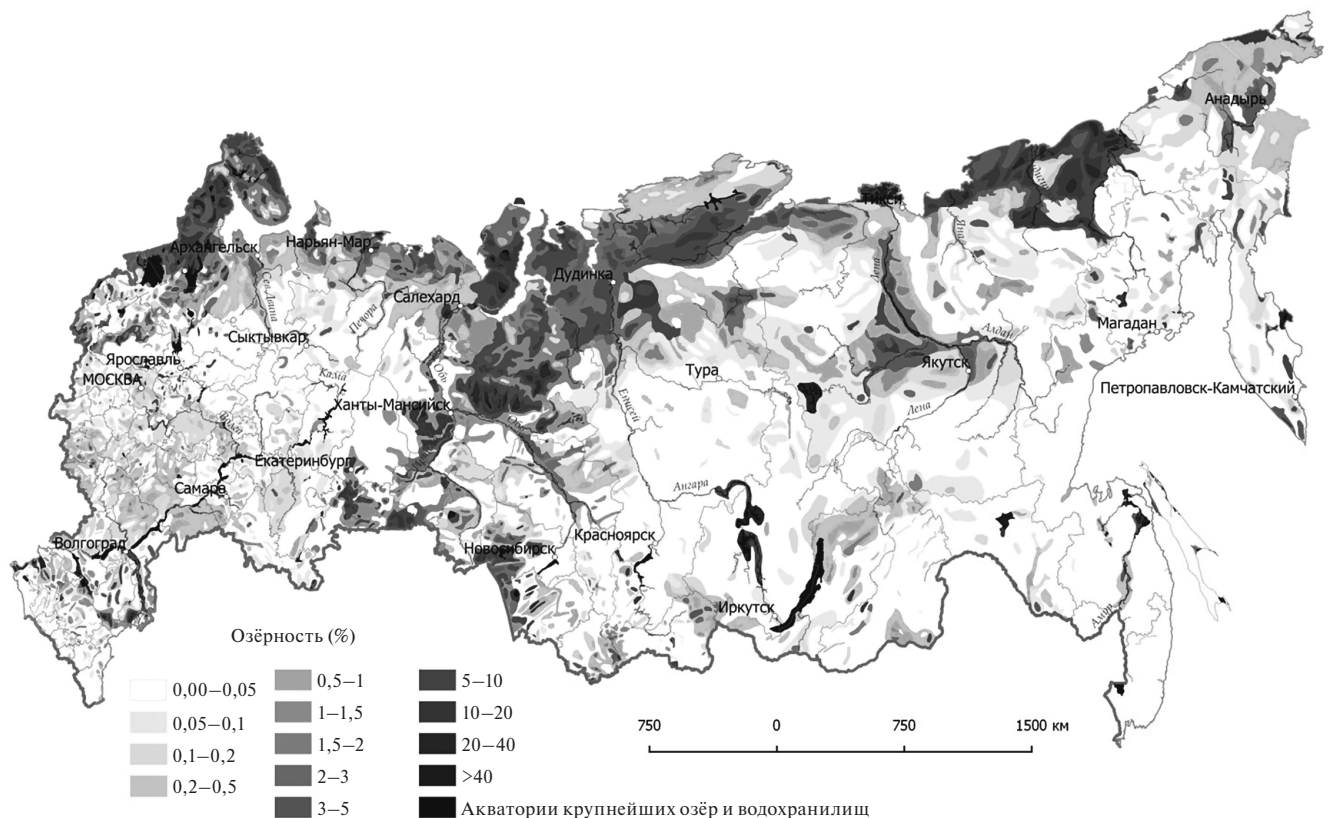


Рис. 1. Карта озёрности Российской Федерации

происхождения и без учёта российской части акватории Каспийского моря превышает 248 500 км² (в том числе солёных озёр – 16 000 км²), площадь водной поверхности искусственных водоёмов – 24 110 км². Суммарные водные ресурсы водоёмов естественного и искусственного происхождения составляют 25 175 км³, в том числе пресных – около 25 123 км³. На искусственные водоёмы приходится примерно 2,5% суммарного объёма вод. Около 98% вод сконцентрировано в крупных водоёмах, в том числе только в озере Байкал – 94%. По запасу вод, содержащихся в водоёмах, азиатская часть России превосходит европейскую (1370 км³ [4]) в 18 раз, однако без учёта Байкала она уступает ей в 1,5 раза.

При огромном количестве водоёмов, расположенных на прибрежных равнинах морей Северного Ледовитого океана, а также разбросанных по всей территории Западно-Сибирской низменности, значительные пространства российской Азии почти лишены озёр. На рисунке 1 представлена карта озёрности России, построенная по итогам новой оценки её озёрных водных ресурсов.

Средняя озёрность страны составляет 2,3% (естественная озёрность без учёта искусственных водоёмов – 1,9%) [5], средняя озёрность АЧР – 2,1 и 1,9% соответственно. В пределах Западной Сибири повышенные значения озёрности сохраняются даже в её южной части, относящейся к зоне недостаточного увлажнения. В Восточной Сибири высокая озёрность наблюдается лишь в пределах береговых равнин морей Северного Ледовитого океана, наименьшая приходится на территории, расположенные между 54° и 64° с.ш.

Для полноценной оценки озёрного фонда территории необходимо иметь представление о количестве расположенных в её пределах водоёмов, площадях водной поверхности и суммарном объёме вод. Результаты оценки озёрного фонда по федеральным округам, находящимся в пределах АЧР, представлены на рисунке 2. Поскольку состав Сибирского и Дальневосточного федеральных округов был изменён согласно указу Президента РФ от 4 ноября 2018 г., на рисунке представлены результаты оценки озёрного фонда в старых и новых границах округов.

Среди трёх федеральных округов, расположенных в пределах АЧР, более половины всех водоёмов, дешифрируемых на космических снимках, приходится на Уральский ФО (УФО). Вместе с тем из-за мелководности большинства озёр, включая крупные, его водные ресурсы относительно невелики и составляют 118 км³, из которых в естественных водоёмах сосредоточено ~113 км³, в том числе 2,8 км³ вод повышенной минерализации. Основная масса озёрной воды

российской части Азии содержится в водоёмах Восточной Сибири. Благодаря огромным запасам воды в Байкале в старых границах федеральных округов наибольшими водными ресурсами озёр отличался Сибирский федеральный округ (СФО), на долю которого приходилось 92% их суммарной величины. После включения Республики Бурятия, в границах которой лежит основная часть котловины озера, и Читинской области в состав Дальневосточного федерального округа (ДВФО) именно он теперь характеризуется наибольшими водными ресурсами озёр (~60% их суммарной величины). В его водоёмах сосредоточено 16 094 км³ воды, в том числе в естественных – 15 950 км³.

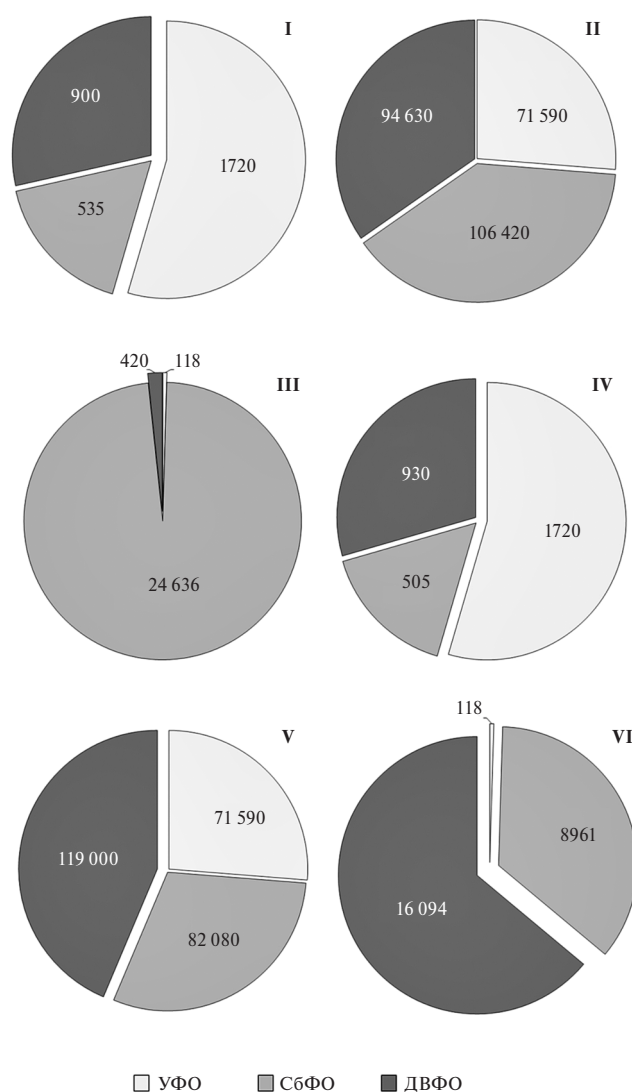


Рис. 2. Озёрный фонд АЧР

Распределение озёр (в тыс.) по федеральным округам АЧР в старых (I) и новых (IV) границах; суммарная площадь водной поверхности (в км²) в старых (II) и новых (V) границах округов; суммарные объёмы воды (в км³), содержащейся в водоёмах, с учётом старых (III) и новых (VI) границ округов

В водоёмах СФО — 8 961 и 8 473 км³ соответственно. Большая часть котловины Байкала приходится на Республику Бурятия, чуть меньшая — на Иркутскую область, однако необходимо иметь в виду, что разделение байкальских вод между двумя субъектами Федерации достаточно условно.

Наряду с огромными объёмами вод, сконцентрированных в водоёмах, азиатская часть России характеризуется значительными возобновляемыми водными ресурсами, хотя их распределение по территории весьма неравномерно. Вместе с тем среди всех субъектов, расположенных в пределах АЧР, возобновляемые водные ресурсы лишь Челябинской и Курганской областей не превышают 10 км³/год. По объёмам вод, содержащихся в озёрах, обе области (6,9 и 3,8 км³ соответственно) превосходят целый ряд субъектов Федерации, расположенных в российской части Азии.

Необходимо отметить, что наряду с физико-географической неоднородностью территории на обеспеченность водными ресурсами оказывает влияние специфика расселения и хозяйственного освоения страны. Благодаря этому в слабоосвоенных регионах, где естественно ограничены водные ресурсы, их дефицит может быть относительно незаметным. В то же время ограниченность водных ресурсов в наиболее населённых и экономически развитых регионах порождает острые противоречия между водопотребителями и влечёт за собой массу экологических последствий, приводя не только к антропогенной модификации речных и озёрных экосистем, но и к существенным потерям озёрного фонда [2].

Согласно данным Атласа мирового водного баланса [6], более 1/5 площади российской Азии занимает зона недостаточного увлажнения, в пределах которой величина испаряемости в среднем за год превышает количество атмосферных осадков. Большая её часть приходится на юг Сибири, где и сконцентрировано основное население. В результате в зоне недостаточного увлажнения проживает около 60% населения АЧР. Однако, поскольку большинство регионов, расположенных в зоне недостаточного увлажнения, характеризуется значительными величинами транзитного стока, их водные ресурсы довольно высоки. Если для оценки водного дефицита в пределах какой-либо территории ориентироваться на значения удельной водообеспеченности [7], то необходимо признать, что большая часть российской Азии при современном уровне заселённости достаточно хорошо обеспечена водными ресурсами.

В настоящее время лишь в Челябинской и Курганской областях отмечается низкая удельная водообеспеченность (2,2 и 2,8 тыс. м³/чел. в год), а в Свердловской — средняя (7,5 тыс. м³/чел. в год). При этом все три области обладают значимыми

запасами озёрных вод. Для всех остальных субъектов Федерации, расположенных в Азии, водообеспеченность высокая и очень высокая. То есть, в отличие от европейской части страны, где вопросы водообеспечения целого ряда регионов стоят весьма остро [2, 8], на большей части АЧР эта проблема пока не столь выражена. Тем не менее в условиях недостаточной увлажнённости даже повышенная водообеспеченность не гарантирует отсутствия дефицита водных ресурсов на локальном уровне, а также существенного обострения проблем водопользования в годы пониженной водности уже на региональном уровне. Ситуация ещё более осложняется из-за низкого качества доступных для использования вод. В этой связи далее будет представлен краткий анализ антропогенной модификации озёрных экосистем, расположенных в азиатской части России, и дана обобщённая оценка современного состояния озёрных вод АЧР.

АНТРОПОГЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ ОЗЁРНЫХ ЭКОСИСТЕМ АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Поскольку азиатская часть страны в сравнении с европейской начала осваиваться значительно позже, большинство расположенных в её пределах озёр ещё в первой половине XX в. сохраняло естественное состояние. Снижение качества вод проявлялось по мере наращивания промышленного потенциала, которое в XIX в. затронуло лишь небольшую часть Уральского региона. Особый размах промышленное строительство получило в 1930-е годы, когда началось возведение предприятий-гигантов, нацеленных на добычу и переработку богатейших запасов полезных ископаемых. Изначально загрязнение охватило единичные водоёмы, однако со временем за счёт водного и атмосферного переноса оно стало распространяться на обширные территории.

За всё время антропогенной активности наиболее значимые изменения претерпели экосистемы озёр Уральского региона [9]. Уже к началу XX в. часть озёр Урала была зарегулирована, а в результате горной добычи возникло некоторое количество новых водоёмов. Антропогенная нагрузка усилилась к 1940 г.: был построен ряд промышленных гигантов, что привело к ещё большему зарегулированию речного стока и изъятию части водных ресурсов на различные нужды. Стоки промышленных предприятий приносили в водоёмы загрязняющие вещества, состав которых расширялся по мере возникновения новых производств. На многих озёрах на протяжении столетия росла минерализация и изменялся химический состав воды [10]. Крайне показательны в этом отношении озёра, расположенные близ Челябинска. В водах

озёр Первое, Второе и Смолино регулярно отмечаются превышения ПДК по хлоридам, сульфатам, фторидам, азоту аммонийному, нефтепродуктам, фенолам, тяжёлым металлам и органическим соединениям, их качество соответствует третьему классу – "умеренно загрязнённая" [11–15]. Сильно загрязнены и минерализованы озёра Третье и Четвёртое, не одно десятилетие являвшиеся приёмниками угольных шахтных вод г. Копейска.

Наряду с загрязнением промышленными стоками многие озёра Среднего, Южного и в меньшей степени Северного Урала обогащены тяжёлыми металлами, поступающими путём аэриального переноса от источников, находящихся на значительных расстояниях. Крайне отрицательное воздействие на водные ресурсы оказали предприятия атомной промышленности. Самая крупная авария произошла в 1957 г. и повлекла за собой выброс радиоактивных отходов в гидрологическую сеть. В зоне загрязнения оказались десятки населённых пунктов и около 30 озёр [16].

На Среднем и Южном Урале, кроме промышленного загрязнения, негативное влияние на водоёмы оказывают коммунальные и сельскохозяйственные стоки. Как уже отмечалось, здесь сосредоточены основное производство и важнейшие населённые центры и ограничены водные ресурсы. Пресные воды озёр играют существенную роль в водоснабжении целого ряда населённых пунктов, в связи с чем крайне важно поддерживать требуемый уровень экологической безопасности.

Если в естественном состоянии большинство озёр Урала относилось к категории олиготрофных, то сейчас водоёмов, сохранивших свой трофический статус, осталось очень мало. Более глубокие, крупные и испытывающие меньшую антропогенную нагрузку водоёмы находятся, как правило, в мезотрофной стадии развития, тогда как относительно мелкие и небольшие быстрее переходят к эвтрофной [17]. Наибольшему эвтрофированию подвергаются озёра, используемые как приёмники хозяйственно-бытовых и сточных вод [18], сегодня большинство из них переходит в гипертрофную стадию. Даже такие уникальные природные объекты, как озёра Тургойак, Увильды, Иткуль, имеющие статус памятников природы, утрачивают олиготрофность, приобретая черты водоёмов переходного типа. Не только олиготрофных, но и мезотрофных водоёмов практически не осталось и на Зауральском пенеппене, водные объекты которого и в природных условиях отличались повышенной трофностью.

В последние десятилетия промышленное загрязнение распространяется и на полярные регионы Урала, что связано с разведкой и добычей полезных ископаемых. В недрах сосредоточены богатые запасы чёрных, цветных и благородных

металлов. Это район перспективного освоения, попадающий в зону развития проекта "Урал Промышленный – Урал Полярный", направленного на создание новых горнодобывающих и обогащательных предприятий. В силу повышенной уязвимости северных экосистем к большинству нагрузок реализация проекта существенно изменит экологическое состояние расположенных на Полярном Урале озёр, изученность которых, в отличие от озёрных экосистем Среднего и Южного Урала, пока достаточно слабая.

Огромное воздействие на водоёмы АЧР оказало начавшееся с середины XX в. освоение нефтегазовых месторождений Западной Сибири. Быстрое развитие с середины 1960-х годов нефтегазового комплекса происходило с отставанием строительства очистных и канализационных сооружений и сопровождалось многочисленными авариями и прорывами нефтепроводов. В результате произошёл сдвиг в солевом и биогенном режиме целого ряда водоёмов, прежде всего пойменных озёр Среднего Приобья [19]. Наряду с химическим загрязнением на этапе строительства объектов нефтедобычи происходило зарегулирование поверхностного стока, приведшее к изменению уровня грунтовых и поверхностных вод, что в свою очередь отразилось на уровненом режиме озёр. Озёра, ставшие объектами нефтедобычи, утрачивали естественный режим, превращаясь в природно-антропогенные образования. Ярким примером могут служить полностью модифицированные озёра Самотлор и Кымыл-Эмтор.

По мере последовательного продвижения работ месторождений углеводородов на север загрязнение затронуло и малонаселённые арктические территории. Произошло химическое загрязнение поверхностных вод и закисление водоёмов с низкой кислотонейтрализующей способностью [20]. Относительно недавние исследования, проведённые на водоёмах севера Западной Сибири [21], показали снижение рН, связанное с глобальным и локальным атмосферными переносами. Озёра северной части Сибири менее устойчивы к загрязнениям, чем водоёмы таёжной зоны, и их реакция на антропогенное воздействие резко проявляется уже на этапе разведывательных работ. Использование гусеничного транспорта сопровождается широкомасштабными нарушениями почв и растительности водосборов, вызывает развитие гидротермокарстовых, водно-эрозионных и дефляционных процессов, усиливающих вынос химических элементов, в том числе обогащающих озёрные воды органическим веществом. Несмотря на то, что загрязнение озёрных вод севера Западной Сибири пока оценивается как умеренное, в перспективе по мере усиления антропогенной нагрузки можно ожидать химическое

и механическое загрязнение крайне чувствительных арктических экосистем с соответствующими последствиями для биоты, особенно уникальной.

В результате активного промышленного развития Урала и Западной Сибири лишь около половины водоёмов Уральского ФО наполнены условно чистыми водами, и это несмотря на низкую заселённость большей части его территории. В силу мелководности основной массы расположенных здесь озёр даже многие крупнейшие водоёмы характеризуются как мезотрофные и эвтрофные, а качество их воды оценивается от 2 до 5 класса.

Наряду с освоением нефтегазовых месторождений, значительное влияние на арктические регионы оказала горнодобывающая и металлообрабатывающая промышленность. Важнейший источник загрязнения севера Восточной Сибири на протяжении многих лет — Норильский горнодобывающий и металлопроизводящий комбинат, начало строительства которого было положено в 1930-е годы. К настоящему времени из-за его атмосферных выбросов вблизи Норильска оказалось выжжено около 100 тыс. га лесотундры, кислотные дожди привели к закислению большинства водоёмов и другим негативным изменениям среды. Площадь, попавшая в зону закисления атмосферных осадков, покрывает всё пространство к западу от озера Таймыр до берегов Пясинского залива [22]. Среди крупнейших водоёмов наиболее пострадавшим от деятельности "Норильского Никеля" оказалось озеро Пясино. Из-за ядовитых сточных вод, загрязняющих его уже не одно десятилетие, концентрации тяжёлых металлов в воде в десятки и сотни раз превышают ПДК [23]. Озеро перешло в статус дистрофных водоёмов с обеднённой фауной, практически полностью лишилось рыбы, а оставшиеся особи имеют аномалии и уродства внутренних органов. Вода оценивается как очень загрязнённая и грязная, состояние экосистемы — кризисное.

Существенные изменения, связанные с заселением и освоением Сибири, произошли и на ряде водоёмов центральной части Среднесибирского плоскогорья, а также горной части Северо-Восточной Сибири. Однако ввиду низкой плотности населения нагрузка на озёрные водные ресурсы этих территорий пока остаётся локальной, привязанной к основным населённым пунктам и объектам промышленности. В то же время многие расположенные здесь сельские поселения используют озёрную воду не только для подачи на животноводческие фермы и для орошения сельскохозяйственных угодий, но и для питьевых нужд. Деградация северных озёр из-за их повышенной чувствительности к загрязнениям происходит достаточно быстро, что приводит к необходимости доставлять в поселения воду из водоёмов, расположенных от них на больших расстояниях [24].

Южная часть российской Азии освоена лучше, чем арктические и субарктические регионы. Промышленное и сельскохозяйственное производство наиболее обжитых территорий оказывает давление на водные ресурсы. Так как спектр отраслей промышленности, размещённых в промышленных центрах юга АЧР широкий, количество загрязняющих веществ, проникающих в водные объекты, достаточно велико: тысячи тонн минеральных солей, взвешенных веществ, биогенных элементов, сотни тонн тяжёлых металлов. При этом они могут поступать не только от ближайших источников, но и от удалённых на значительное расстояние, находящихся как на территории России, так и в Монголии и Китае. Большую опасность для водоёмов юга АЧР представляет биогенное загрязнение, связанное с активным использованием в сельском хозяйстве минеральных удобрений и общим низким уровнем сельскохозяйственной практики. На озёра, расположенные вблизи городских и сельских поселений, влияют коммунальные стоки и стоки с селитебных территорий. В последние десятилетия резко возросла рекреационная нагрузка на водоёмы. Расширение туристической инфраструктуры приводит к преобразованию естественных ландшафтов, загрязнению побережья мусором и усилению коммунальных стоков. На водные экосистемы крупных озёр негативно влияет и водный транспорт: в воду поступают продукты сгорания топлива, в результате чего в летнее время на поверхности появляются бензиновая и масляная плёнки. Активно развивающийся туризм негативно сказывается на качестве воды небольших озёр высокогорной зоны, характеризующихся повышенной чувствительностью к любым видам загрязнения.

В условиях недостаточного увлажнения на состояние водоёмов отрицательно влияет водозабор, приводящий к смещению водного баланса. Также уровень озёр снижают проводимые на водосборах мелиоративные и другие работы.

Крупнейшее озеро азиатской части России — Байкал, в большой степени определяющий темпы развития окружающих его территорий. В бассейне работает более 150 индустриальных предприятий. Активное развитие промышленности, прежде всего добывающих отраслей, и достаточно высокая концентрация населения обуславливают значительную нагрузку на водные ресурсы всего байкальского региона. В Байкал ежегодно поступает огромное количество чужеродных примесей. Основная их масса проникает с водами реки Селенги, принимающей как сточные воды промышленных узлов Бурятии, так и сельскохозяйственные и промышленные стоки с территории Монголии. Однако, несмотря на существенный антропоген-

ный пресс, в силу чрезвычайной инерционности байкальской системы качество воды продолжает оставаться высоким, и основные экологические изменения затрагивают преимущественно прибрежную зону. На протяжении XX в. содержание главных ионов в байкальской воде оставалось почти постоянным на всех глубинах и одинаковым в Северной, Средней и Южной котловинах [25]. Практически не изменилось и содержание тяжёлых металлов как в воде, так и в биоте озера [26].

Изучением Байкала и других озёр байкальского региона активно занимается ряд институтов Сибирского отделения РАН. Любые изменения, происходящие в экосистеме Байкала – важнейшего вместилища пресных вод Азии, крайне актуальны и активно обсуждаются. Огромный объём байкальской котловины (23 615 км³, что в 26 раз превышает суммарный объём всех остальных озёр АЧР) позволяет говорить о том, что российская Азия обладает колоссальными резервами чистой воды, хотя состояние прибрежной зоны характеризуется как кризисное. И даже в наиболее тяжёлые периоды загрязнения Байкала носило локальный характер и было приурочено к отдельным источникам выбросов.

Благодаря предпринятому в последние десятилетия ужесточению экологического законодательства, контролирующего состояние Байкала, с начала 2000-х годов прослеживается чётко выраженная тенденция к сокращению водоотведения загрязнённых стоков в бассейн. Однако прибрежные регионы продолжают испытывать существенные экологические изменения. К числу новых проблем относится массовое развитие в прибрежной зоне нитчатых зелёных водорослей и цианобактерий, заменивших виды-доминанты, в том числе эндемичные. Среди наиболее активно распространяющихся – нитчатая микроводоросль рода *Spirogyra*. Если в конце 2000-х годов в прибрежных бухтах и заливах она отмечалась в небольших количествах, то уже в летне-осенний период 2011–2012 гг. было зафиксировано её массовое распространение практически на всём мелководье [27, 28]. Прежде всего оно имело место близ крупных туристических центров без централизованной системы сбора и очистки сточных вод, а ещё большее развитие получило на севере, в районе г. Северобайкальска. Активно размножаясь в течение летне-осеннего сезона, *Spirogyra* достигала максимума биомассы в ноябре, её проективное покрытие каменистого субстрата в ряде прибрежных районов составило 100%. Наряду со спирогирой, распространилась нитчатая водоросль рода *Stigeoclonium*. В ноябре 2011 г. и 2012 г. в зоне уреза бухты Большие Коты почти все камни были полностью покрыты её ярко-зелёным обрастанием [29]. Осенью при отмирании

и разложении в воде происходило существенное увеличение содержания органического вещества, кроме того, тонны гниющих водорослей выбрасывались на берег, приобретая крайне неприятный запах. Помимо активизирующего водорослевого цветения значительной акватории озера, к экологическим проблемам добавились болезнь губок и массовая гибель моллюсков. В последние десятилетия резко ухудшилось экологическое состояние большинства озёр, расположенных в непосредственной близости к Байкалу. Проблемы особенно усилились в условиях низкой водности, наблюдаемой сейчас в регионе.

На фоне так и не решённых вопросов экологического состояния прибрежной зоны Байкала вызывают беспокойство периодические разговоры о прокладке китайской стороной трубопровода от юго-западной оконечности Байкала в северные районы Китая. Объём воды в байкальской чаше, бесспорно, огромен, однако принятию любых решений должна предшествовать их тщательная проработка. Часть байкальского бассейна расположена в зоне недостаточного увлажнения. Недавнее маловодье привело к конфликтам интересов водопользователей с требованиями экологов по поддержанию уровня озера.

Сильное давление на водные ресурсы испытывают и обжитые районы юга Дальнего Востока. Кроме химического, опасность для расположенных здесь озёр представляет биогенное загрязнение. Развитие растениеводства порой требует усиленного водозабора, что сказывается на уровне водоёмов. Из-за мелководности большинства озёр равнинной части Дальнего Востока изменения водного баланса быстро приводят к обострению накопившихся экологических проблем. В пределах равнинной части юга Дальнего Востока множество озёр находится в пойме реки Амур. С его водами загрязнения поступают не только из ближайших источников, но и из удалённых на значительное расстояние, в том числе находящихся на территории соседних государств. В 2010-е годы сброс загрязнённых сточных вод в Амур и его притоки с территории Российской Федерации колебался от 0,27 до 0,39 млрд м³ [11–15]. Основная часть загрязнений в Амур приходит с территории Китая: по различным экспертным оценкам, в бассейн реки сбрасывается от 6,5 до 15 млрд м³ сточных вод, из которых более 90% относятся к категории загрязнённых [30]. В результате экологическое состояние большинства водоёмов, расположенных в пойме Амура, оказалось весьма неблагоприятным. В ближайшие десятилетия динамично развивающаяся экономика Китая будет определять загрязнение амурских вод, протекающих по территории России, что может резко ухудшить состояние озёрных экосистем, расположенных в преде-

лах межгорных равнин Дальнего Востока, вызывая в них рост процессов эвтрофирования, заиления и увеличение токсической загрязнённости.

В завершение представляется интересным дать оценку качества вод, содержащихся в озёрах и водохранилищах АЧР, выполненную на уровне федеральных округов.

В наиболее крупных водоёмах с площадью зеркала более 100 км² сконцентрировано около 98% вод АЧР. Именно большие озёра определяют стратегический запас озёрных вод страны, что обостряет вопрос их экологического состояния. Кроме того, около 94% вод всех озёр и водохранилищ АЧР сосредоточены всего в одном озере, основная масса воды которого не претерпела существенных изменений. В этой связи было решено про-

вести оценку объёмов воды различного качества, как содержащихся в крупнейших озёрах и водохранилищах АЧР, так и во всех водоёмах (включая малые и средние), но без учёта байкальских вод. В основу обеих оценок были положены литературные данные по лимнологически изученным водоёмам АЧР, большинство из которых собраны при работе над монографией "Озёра азиатской части России" [9], а также данные ежегодников о состоянии поверхностных вод России и материалы Государственных докладов "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации" за 2011–2015 гг. [11–15]. Результаты оценок представлены на рисунке 3. Отметим, что если основная масса крупнейших водоёмов АЧР в той или иной степени лимнологически изу-

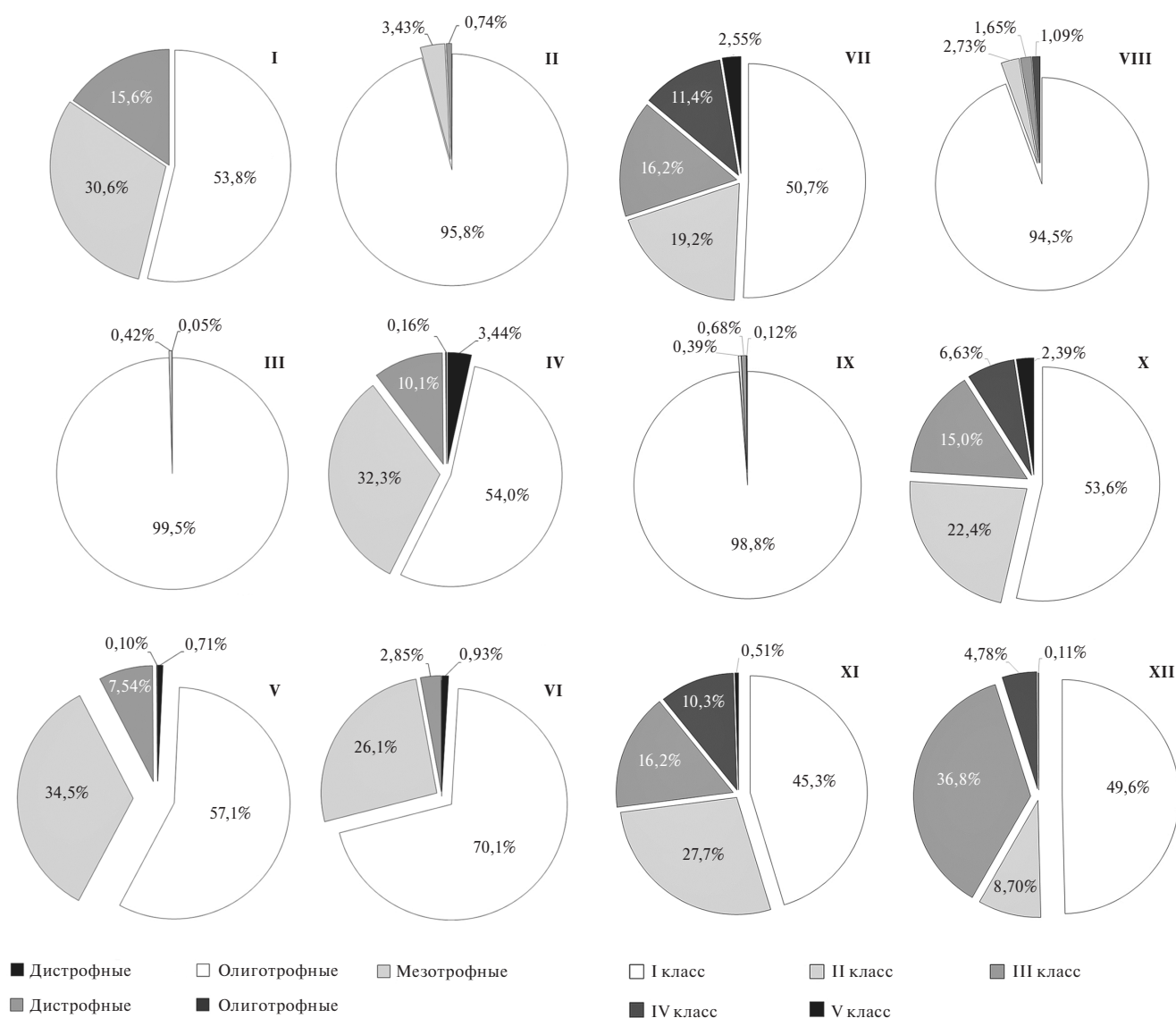


Рис. 3. Оценка объёмов вод различного качества, содержащихся в водоёмах АЧР

Трофический статус вод, заключённых в водоёмах (I–VI) площадью >100 км²: I – УФО, II – СФО, III – ДВФО; во все водоёмы (исключая озеро Байкал): IV – УФО, V – СФО, VI – ДВФО; класс загрязнения вод, заключённых в водоёмах АЧР (VII–XII): VII – УФО, VIII – СФО, IX – ДВФО; во всех водоёмах (исключая озеро Байкал): X – УФО, XI – СФО, XII – ДВФО

чена, то сведений по малым и средним водоёмам относительно немного, в связи с чем их оценка менее точна, так как опирается лишь на отрывочные данные.

Более 99% вод, содержащихся в озёрах АЧР с площадями >100 км², пока остаются олиготрофными и относятся к 1 классу качества, без учёта озера Байкал 90% остаются олиготрофными и более 86% относятся к 1 классу качества. В водохранилищах доля олиготрофных вод – 40%, к 1 классу качества относятся 4%. Большая часть вод, содержащихся в водохранилищах, является мезотрофной (56%) и относится ко 2 (36%) и 3 (42%) классам.

Обращает на себя внимание тот факт, что с учётом вод водохранилищ, практически повсеместно характеризующихся пониженным качеством, и без учёта Байкала, лишь около половины вод, содержащихся в водоёмах АЧР, можно охарактеризовать как условно чистые.

* * *

Подводя итог анализу современного состояния озёрного фонда АЧР, необходимо отметить следующее.

Несмотря на огромное число водоёмов АЧР и суммарные запасы вод, заключённых в озёрах и водохранилищах, их распределение по территории крайне неравномерное. Около 70% общего числа водоёмов сконцентрировано на равнинах прибрежной зоны морей Северного Ледовитого и Тихого океанов, на которые приходится чуть менее 1/4 площади АЧР. В то же время суммарный объём вод, содержащихся в водоёмах, составляет здесь лишь 1,2% озёрных водных ресурсов АЧР. Основной объём вод российской Азии (94%) содржится в озере Байкал.

Наряду с огромными объёмами вод, сконцентрированных в водоёмах, Азиатская Россия обладает значительными возобновляемыми водными ресурсами. Благодаря сравнительно низкой населённости, лишь в двух субъектах Федерации АЧР – Челябинской и Курганской областях – удельная водообеспеченность не превышает 5 тыс. м³/чел. в год, и только в Свердловской – менее 10 тыс. м³/чел. в год. При этом все три области обладают значимыми запасами озёрных вод. Тем не менее в условиях недостаточной увлажнённости даже повышенная водообеспеченность не гарантирует отсутствия дефицита водных ресурсов на локальном уровне, а в годы пониженной водности существенно обостряются проблемы водопользования уже на региональном уровне.

Несмотря на целый комплекс экологических проблем, общий уровень загрязнённости озёрных

вод российской Азии пока ниже, чем в европейской части страны, особенно если принимать во внимание лишь большие озёра. В силу своего огромного объёма наиболее крупные озёра АЧР продолжают быть наполнены условно чистыми водами даже при наличии серьёзных проблем в их прибрежной зоне. Загрязнён и ряд больших мелководных озёр, а также крупных водохранилищ, однако их суммарный объём несопоставимо меньше.

Без учёта Байкала лишь около половины вод, содержащихся в водоёмах АЧР, можно охарактеризовать как условно чистые. Доля олиготрофных вод и вод 1 класса качества в водоёмах Уральского ФО немногим превышает 50%, в водоёмах Сибирского ФО (без учёта Байкала) она составляет 57 и 45% соответственно, Дальневосточного – 70 и 50%.

Анализ экологических изменений, происшедших в последние десятилетия на озёрах АЧР, позволяет выявить ряд проблем, требующих быстрого решения. Важнейшей из них продолжает оставаться экологическое состояние Байкала. Хотя основные экологические изменения затрагивают преимущественно его прибрежную зону, тогда как глубинные воды остаются по-прежнему чистыми, характер этих изменений и скорость, с которой они происходят, опасны для всей озёрной экосистемы.

Крайне мало внимания уделяется оценке экологического состояния северных озёрных экосистем, несмотря на то, что российская Арктика превращается в район активного промышленного освоения, а северные озёрные экосистемы наиболее уязвимы к любым видам загрязнения. В этой связи необходимо в ближайшее время разработать специальную программу, направленную на изучение механизмов функционирования северных озёрных экосистем и оценки их устойчивости к различным загрязнителям. При этом особое внимание должно быть уделено разработке и проведению мониторинговых исследований, позволяющих отследить процессы, происходящие на озёрах, биологическая ценность которых уже установлена. В случае несвоевременного проведения таких исследований на многих озёрах, получивших особый охранный статус, могут начаться необратимые процессы, которые способны привести к безвозвратной потере их уникальной биоты.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по темам № 0154-2019-0004 "Закономерности распределения озёр по территории Евразии и оценка их водных ресурсов" и № 0154-2018-0005 "Пространственная структура озёрных и речных водных ресурсов России и её изменение во времени".

ЛИТЕРАТУРА

1. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: Изд-во ГГИ, 2008.
2. *Rumyantsev V.F., Izmailova A.V., Drabkova V.G., Kondrat'ev S.A.* The Current Status and Problems of the Lake Fund of European Russia // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2018. № 3. P. 230-240; *Румянцев В.А., Измайлова А.В., Драбкова В.Г., Кондратьев С.А.* Современное состояние и проблемы озёрного фонда европейской части России // Вестник РАН. 2018. № 6. С. 539-550.
3. *Измайлова А.В.* Озёрные водные ресурсы азиатской части Российской Федерации // Водные ресурсы. 2018. № 5. С. 453-462.
4. *Измайлова А.В.* Озёрные водные ресурсы европейской части Российской Федерации // Водные ресурсы. 2016. № 2. С. 122-133.
5. *Измайлова А.В.* Водные ресурсы озёр Российской Федерации // География и природные ресурсы. 2016. № 4. С. 5-14.
6. Атлас мирового водного баланса / Приложение к монографии "Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли". М.-Л.: Гидрометеиздат, 1974.
7. *Шикломанов И.А., Маркова О.Л.* Проблемы водных ресурсов и перебросок стока в мире. Л.: Гидрометеиздат, 1987.
8. *Измайлова А.В.* Озёра России. Закономерности распределения, ресурсный потенциал. СПб.: Папирус, 2018.
9. *Румянцев В.А., Драбкова В.Г., Измайлова А.В.* Озёра азиатской части России. СПб.: Своё издательство, 2017.
10. *Гаврилкина С.В.* Минерализация озёр восточного склона Южного Урала // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. № 1(4). С. 947-950.
11. Государственный доклад "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 г."
12. Государственный доклад "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 г."
13. Государственный доклад "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 г."
14. Государственный доклад "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 г."
15. Государственный доклад "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 г."
16. *Стукалов П.М., Ровный С.И.* Радиоэкологическая изученность зоны влияния ПО "Маяк" // Вопросы радиационной безопасности. 2009. Спецвыпуск. № 1(8). С. 5-13.
17. *Ярушина М.И., Танаева Г.В., Ерёмкина Т.В.* Флора водорослей водоёмов Челябинской области. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2004.
18. *Кривопалова З.Ф.* Антропогенизация водных объектов Южного Урала и пути их реконструкции // Проблемы экологии Южного Урала. 1995. № 1. С. 21-25.
19. *Нечаева Е.Г.* Гидрохимическая обстановка в таёжном Обь-Иртыше // География и природные ресурсы. 1994. № 1. С. 110-117.
20. *Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А.* Зональные особенности закисления вод // Водные ресурсы. 2011. № 1. С. 45-51.
21. *Агбалян Е.В., Хорошавин В.Ю., Шинкаур Е.В.* Оценка устойчивости озёрных экосистем Ямало-Ненецкого автономного округа к кислотным выпадениям // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2015. № 1(1). С. 45-54.
22. *Сыроечковский Е.Е., Рогачёва Э.В., Сыроечковский-мл. Е.Е. и др.* Большой Арктический заповедник // Заповедники Сибири. Т. 2. М.: Логата, 2000. С. 56-81.
23. *Иванов В.В., Румянцева Е.В.* Многолетняя изменчивость годового стока воды и химических веществ Норило-Пясинской водной системы в условиях антропогенного воздействия // Вода: химия и экология. 2011. № 12. С. 23-28.
24. *Легостаева Я.Б., Сивцева Н.Е., Дягилева А.Г. и др.* Эколого-геохимическая оценка состояния территорий наиболее крупных населённых пунктов Якутии // Проблемы региональной экологии. 2011. № 4. С. 49-54.
25. *Гречёв М.А.* О современном состоянии экологической системы озера Байкал. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002.
26. *Ветров В.А., Кузнецова А.И.* Микроэлементы в природных средах региона озера Байкал. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997.
27. *Кравцова Л.С., Ижболдина Л.А., Ханаев И.В. и др.* Нарушение вертикальной зональности зелёных водорослей в прибрежной части залива Лиственничный озера Байкал // Доклады АН. 2012. № 2. С. 227-229.
28. *Тимошкин О.А., Бондаренко Н.А., Волкова Е.А. и др.* Массовое развитие зелёных нитчатых водорослей родов *Spirogyra* Link и *Stigeoclonium* Kutz. (Chlorophyta) в прибрежной зоне Южного Байкала // Гидробиологический журнал. 2014. № 5. С. 15-26.
29. *Вишняков В.С., Тимошкин О.А., Ижболдина Л.А., Волкова Е.А.* Таксономический список макроводорослей прибрежной зоны бухты Большие Коты и залива Лиственничный (Южный Байкал) // Известия Иркутского государственного университета. Сер. "Биология. Экология". 2012. Т. 5. № 3. С. 147-159.
30. *Воронов Б.А., Махинов А.Н.* Современное состояние водных ресурсов Дальнего Востока и их антропогенное преобразование // Материалы Всероссийской научной конференции "100-летие Камчатской экспедиции Русского географического общества 1908–1910 гг." Петропавловск-Камчатский: Изд-во ИВиС ДВО РАН, 2009. С. 40-48.

THE LAKE FUND'S CURRENT STATUS AND PROBLEMS IN ASIAN RUSSIA**© 2019 V.A. Rumyantsev*, A.V. Izmailova*****Institute of Limnology RAS, St-Petersburg, Russia***E-mail: rum.ran@mail.ru; **E-mail: ianna64@mail.ru*

Received 06.02.2019

Revised version received 11.03.2019

Accepted 27.04.2019

This paper presents results of the Asian part of Russia's (APR) quantitative assessment of the lake fund, with its uneven territorial distribution taken into account. Within the APR, about 3.2 million water bodies exist, enclosing 25,175 km³. More than half of all water bodies are in the Ural Federal District, while the bulk of the water is concentrated in the lakes of the Far Eastern and Siberian Federal Districts. At the current population level, most of Russian Asia is well supplied with water resources; only in three Federation districts does water availability not exceed 10 thousand m³ per person, per year. However, in conditions of insufficient moisture, even increased water availability does not guarantee absence of water resources shortage, especially during years of low water content. The low quality of waters available for use further complicates the situation. The authors analyzed information on environmental changes occurring in lakes' water resources during the latter 20th and early 21st centuries, presenting assessment results of trophicity and of quality of lakes' water masses in three federal districts. The main problems associated with negative changes in the APR lake ecosystems, influenced by anthropogenic activities and requiring quick solutions, are described.

Keywords: lake fund, water availability, ecological state of lake ecosystems, eutrophication, siltation, toxic contamination, acidification.