

* БЕЗОПАСНОСТЬ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МАЛОВОДИЙ

© 2011 г. Н.И. Алексеевский, Н.Л. Фролова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

Ключевые слова: маловодье, дефицит водных ресурсов, опасные гидрологические явления, безопасность водопользования.

Выполнен анализ гидрологических явлений, терминов и определений, связанных с сезонным и многолетним дефицитом водных ресурсов. Дана характеристика факторов формирования маловодий. Показано, что опасность маловодий зависит от вида водопользования на участках речных долин. Рассмотрены факторы формирования маловодий в разных регионах России в среднем за многолетний период и в 2010 г. Оценены некоторые виды ущербов для отраслевого водопользования в маловодье 2010 г.



Н.И. Алексеевский



Н.Л. Фролова

Увеличивающиеся потребности в воде для нужд промышленности и сельского хозяйства, рост населения демонстрируют все большую их уязвимость от маловодий и засух. Любой дефицит или ограничения в использовании воды становятся критическими в засушливый период года. Экстремальность климата (межгодовая изменчивость температуры и осадков) особенно заметно возрастет в центральной полосе европейской территории России (ЕТР) [1]. Анализ сценариев изменения клима-

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Московско-Окского БВУ (госконтракт № 12), РФФИ (09-05-00339; 10-05-00252), ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (государственный контракт № 02.740.11.0336 и проект № П164).

та показывает, что интенсивность, повторяемость и влияние на хозяйственную деятельность экстремальных засух в будущем может возрасти. В зоне недостаточного увлажнения, дефицита водных ресурсов ожидается их сильное снижение (в 2—3 раза) на южных окраинах ЕТР. Актуальность изучения маловодий и их влияния на безопасность населения и хозяйства доказывают погодные аномалии лета 2010 г. и соответствующие последствия для водопользования.

Термины и определения

Речной сток в маловодные сезоны года (при отсутствии значительных паводков) принято называть *меженным*, а время, в которое он наблюдается, — *меженным периодом*. Это фаза водного режима реки в зимний или летне-осенний сезоны года, характеризующаяся наличием относительно небольших, устойчивых по величине, расходов воды. Маловодные сезоны образуют *маловодный период года* [2]. Понятие «маловодный период» отличается от понятия «маловодный цикл». Последний термин используется при оценке многолетних колебаний речного стока и относится к группе (серии) маловодных лет, в которые величина стока значительно ниже нормы. Продолжительность непрерывных периодов маловодий, может превышать 5 лет. К числу таких (затяжных) периодов относится маловодье 1930-х годов, захватившее значительную площадь ЕТР.

Под маловодными годами понимаются годы с обеспеченностью P в промежутке $66,7\% < P \leq 83,3\%$ и очень маловодные годы при $P > 83,3\%$ [3]. Стандартными квантилями кривых распределения вероятностей стока для маловодных лет, периодов, сезонов и месяцев считаются квантили 75, 90, 95, 97 и 99 %. Они используются при оценке минимальных среднесуточных, среднемесячных или 30-суточных (некалендарных) расходов воды, наблюдававшихся в зимний и (или) летне-осенний сезон года. В меженном периоде существует интервал времени, когда сток является наименьшим. Период наименьшего стока продолжительностью от 1 до 30 дней называется периодом *минимального стока* [2].

Применительно к задачам хозяйственного использования водных ресурсов в маловодный период года важна оценка *лимитирующего стока* (расходов воды за маловодный сезон (или сезоны), когда водопользователи работают в условиях дефицита водных ресурсов). Этот термин отражает степень соответствия естественных водных ресурсов и потребностей в воде. Периоды времени, для которых возможны более или менее длительные перебои в обеспечении водой населения и хозяйства, относятся к *лимитирующим* сезонам года.

Понятие *низкий сток* отличается от термина «межень». Межень — период дефицита воды для некоторых видов водопользования. Низкий же сток наблюдается в течение межени и является ее элементом [4].

Строгого определения для маловодья в литературе не встречается. Смысл этого термина сводится к характеристике периода низкого стока, сопровождающегося различными видами ущербов [5, 6]. С понятием «маловодье» тесно связано понятие «*гидрологическая засуха*» [7], которое отличается от атмосферной, почвенной [8], сельскохозяйственной и водохозяйственной засух [4]. Гидрологическая засуха характеризуется уменьшением запасов воды в водных объектах, понижением уровня грунтовых вод, уменьшением расходов воды в реках. Она может продолжаться более одного года и захватывать более одного водосбора. Этот термин удобен для характеристики проблем водоснабжения, гидроэнергетики, водного транспорта, ирригации, связанных с природным дефицитом водных ресурсов, по сравнению с обычными (средними) условиями формирования стока воды [9]. Дефицит осадков в проблеме гидрологической засухи — лишь фактор ее формирования. Некоторые последствия гидрологических засух (*пересыхание и замерзание рек*) не связаны или связаны косвенно с сезонным дефицитом осадков. Таким образом, *маловодьем* можно считать сезонный или многолетний период низкой водности, вызывающий социальные, экономические и экологические ущербы (рисунок).



Маловодье как опасное гидрологическое явление

Маловодья относят к опасным гидрологическим явлениям [10]. Удовлетворение потребностей ирригации, водоснабжения, гидроэнергетики, водного транспорта, рекреации во многом лимитировано низкой водностью рек. В этих гидрологических условиях снижается надежность работы предприятий гидроэнергетики, речного транспорта, коммунального хозяйства. Маловодья приводят к проблемам завоза жизненно важных продуктов, товаров, техники в труднодоступные регионы страны вследствие критических глубин на затруднительных для судоходства участках рек, снижают экономичность грузоперевозок (поскольку уменьшается загрузка сухогрузных барж до 60—70 %, возрастает использование флота для транзитных перевозок). Сокращение речного стока приводит к ухудшению качества воды, осложнению эпидемиологической обстановки, сокращению площади естественных нерестилищ и мест нагула рыб, нарушению условий миграции проходных и полупроходных рыб. Одновременно могут обсыхать водозаборные сооружения и выпуски сточных вод, ограничиваться или прекращаться подача воды в водопроводные сети.

В зависимости от вида водопользования изменяется признак опасности маловодья [8]. Опасным может быть уровень воды ниже проектных отметок водозаборных сооружений и оросительных систем, предельных навигационных уровней на судоходных реках и водоемах, сохраняющийся 10 и более дней. К опасным относятся очень малые (обеспеченность превышения не менее 90 %) расходы воды (естественные или сбрасываемые в нижний бьеф гидроузлов), нарушающие нормальные условия эксплуатации гидротехнических сооружений и хозяйственных объектов. В зависимости от категорий (I, II, III) систем водоснабжения их надежная работа возможна при обеспеченности среднемесячных расходов воды в поверхностном источнике, равной 85 % (III); 90 % (II); 95 % (I) [11]. Безопасность судоходства гарантирована в том случае, если обеспеченность минимальных уровней воды в меженьный период равна (в зависимости от класса внутренних водных путей) 80—99 % [12]. Маловодья ограничивают и эффективность сельскохозяйственного производства. Зависимость урожайности выращиваемых культур от климатических и гидрологических факторов носит сложный и неявный характер. Сравнительно небольшие вариации климата могут отражаться в экстремальных изменениях продуктивности сельскохозяйственных культур, стабильности сельскохозяйственного производства, поскольку изменения в состоянии климата, водных объектов, а также забора воды в целях ирригации оказывают

кумулятивное воздействие на сельское хозяйство, вызывая переувлажнение почвы или ее иссушение, существенное снижение рентабельности производства.

Характеристики маловодий

Для изучения гидрологических засух полезно использование метеорологических критериев: индекса сухости Будыко, коэффициента увлажнения Иванова, гидротермического коэффициента Селянинова и др. [7]. При оценке степени их опасности анализируются величина среднего многолетнего речного стока, минимального 30-дневного (месячного) стока 80 % обеспеченности, величина природного дефицита воды (разница между стоком воды и дефицитом влаги, равным разности испаряемости и фактического испарения), возможность перемерзания и пересыхания рек, величина антропогенной нагрузки по федеральным округам России [5].

В хозяйственно освоенных районах информации о природной водности рек недостаточно, она должна соотноситься с величиной водопотребления, характеризующей антропогенную нагрузку на водные объекты. При большом объеме изъятной воды в разряд маловодных могут попасть реки, обладающие сравнительно большими естественными водными ресурсами. Поэтому для оценки маловодья используются данные о стоке воды определенной обеспеченности, данные о хозяйственном потреблении воды, ограничения на изъятия стока. Водность с учетом качества воды оценивается по реальному объему чистой воды (без учета водных ресурсов, для которых характерно превышение ПДК).

Для характеристики маловодных периодов в многолетнем разрезе используются подходы, изложенные в [4, 5]. Маловодный период оценивается как период времени с дефицитом воды относительно заданного порогового значения расхода воды. Это наиболее часто употребляемая количественная характеристика минимального стока, основанная на введении некоторого его порогового значения, ниже которого возникает дефицит воды. Период, в течение которого расходы воды оказываются меньше порогового значения, является дефицитным по водным ресурсам. Выбор этого значения можно осуществить различным образом. Иногда пороговое значение стока — это точно определенное значение расхода (уровня) воды. Возможно применение и других индексов низкого стока (среднего значения или квантиля кривой продолжительности). По рядам среднемесячных расходов получают многолетние ряды дефицитов воды («выбросов» — в статистической терминологии) или периодов водности, для которых расходы воды равны или меньше заданного

порогового значения стока. Их обработка позволяет (для каждого временного ряда) определить характеристики продолжительности дефицитных периодов, а также коэффициенты вариации и их соотношения с коэффициентами асимметрии для речного стока в маловодные периоды.

Факторы и пространственные особенности формирования маловодий

К факторам маловодий относится продолжительное сохранение жаркой сухой погоды, приводящее к истощению запасов воды в реках, озерах, водохранилищах, водоносных горизонтах, иссушению верхнего слоя почвы. В их число входят также разные виды антропогенных нагрузок на водные объекты, связанные с водозабором и сопутствующими безвозвратными потерями стока. При ведущей роли метеорологических факторов в изменении водных ресурсов экстремальный сток в значительной мере зависит от типа почв, растительности, рельефа, геологических и литологических особенностей водосборных территорий. Это обуславливает существенную пространственную изменчивость характеристик минимального стока, вероятности формирования маловодных периодов.

Для России проблема маловодий актуальна, прежде всего, для южных районов ЕТР. Периодически дефицит чистой питьевой воды, а также нехватку воды для целей сельскохозяйственного и промышленного производства, испытывают и другие регионы России (юг Приморского края, некоторые области центральной России, Ростовская, Волгоградская, Астраханская, Саратовская, Оренбургская области и др.) [10]. Районы, имеющие малые водные ресурсы, обладают и наибольшей их многолетней изменчивостью ($C_v = 0,15—0,22$). Это означает, что в отдельные годы или в течение нескольких лет они могут быть значительно меньше указанных среднееголетних значений. В бассейнах Волги, Дона, Днепра, Печоры, Северной Двины годовой сток многоводных лет превышает его среднееголетнюю величину в 1,5—2,0 раза, а в маловодные годы составляет 0,7—0,8 от нее.

Возможный дефицит водных ресурсов, возникающий в период маловодий, оценивается на основе показателей водообеспеченности и нагрузки на водные ресурсы. Средняя природная обеспеченность местными возобновляемыми водными ресурсами в России равна 28,4 тыс. м³/год на человека. Она изменяется по субъектам РФ от 1,53 (Ставропольский край) до 600—1000 тыс. м³/год и более (автономные округа Сибирского и Дальневосточного федеральных округов) [15]. Эта информация позволяет сравнивать субъекты РФ и регионы, анализировать динамику водо-

обеспеченности на их территории за определенные периоды времени, сопоставлять имеющиеся водные ресурсы с объемами используемой воды, а также численностью населения. Для этого анализируется изменчивость коэффициента использования водных ресурсов $K_{исп}$, равного отношению (в %) величины полного водопотребления к возобновляемым водным ресурсам. В 1980—2000 гг. показатели высокой, очень высокой и критически высокой нагрузки наблюдались в Республиках Ингушетия, Дагестан, Карачаево-Черкессия, Калмыкия, Северная Осетия, в Ставропольском и Краснодарском краях, в Московской, Ростовской, Челябинской и Оренбургской областях [15].

Оценка необходимости ограничения водопотребления, привлечения дополнительных источников воды следует из анализа нормирования предельно допустимого безвозвратного изъятия поверхностных вод. Возможный дефицит водных ресурсов равен разности между величиной водопотребления и нормой предельно допустимого изъятия стока (ПДИ). В качестве нормы ПДИ можно принимать минимальную разность между стоком реки определенной обеспеченности и объемом экологического стока (попуска) той же обеспеченности. Расчет экологического стока производится по методикам, изложенным, например, в [16]. Расчет дефицита водных ресурсов (ДВР) в бассейне р. Иртыш для года 95 % обеспеченности (при современном уровне водопользования) показал, что он характерен для приграничного участка Иртыша (район г. Омска). ДВР на участке от границы до устья р. Омь составляет $1,7 \text{ км}^3$ и сохраняется до устья р. Тобол. В связи с увеличением водозабора на территории Казахстана (с $3,5$ до $4,0 \text{ км}^3$) и КНР (с $1,0$ до $4,0 \text{ км}^3$) ДВР в маловодье может составить более $5 \text{ км}^3/\text{год}$. Существующие и ожидаемые проблемы водопользования в бассейне р. Тобол связаны в основном с водоснабжением крупных промышленных центров.

Отдельные исключительно маловодные годы могут оказаться элементом в серии лет с низким стоком. В хронологическом изменении стока Волги, например, происходит последовательное чередование периодов различной водности. До 1889 г. в бассейне Волги наблюдалась повышенная водность рек. В 1890—1929 гг. водность реки находилась на уровне средней. С 1930 по 1977 гг. в Волжском бассейне наблюдалось затяжное маловодье, сменившееся фазой повышенной водности. Для этих периодов режим водности Волги не отличался устойчивостью. Он характеризовался чередованием лет с пониженными, средним и повышенными значениями стока. Причина появления особо маловодных лет — соотношение ресурсов тепла и влаги, при котором минимальные атмосферные осадки сочетаются с максимальными значениями радиационного баланса. Атмосферные осадки и испарение определяли водность

года. По условиям увлажненности в бассейне Волги из 110 лет наблюдений за выпадением атмосферных осадков 44 года являются маловодными (40 %). Из них 12 лет можно отнести к исключительно маловодным годам. Кроме отдельных маловодных (по осадкам) лет выделяются и их группировки продолжительностью от 2 до 10 лет. Наиболее длительный (20-летний) маловодный по условиям увлажненности период начался в 1930 г., когда в половине случаев обеспеченность годовых осадков находилась в диапазоне от 70 до 96 % [12]. Экстремальность естественного увлажнения и привела к сильному уменьшению стока Волги в 1930-е годы.

Климатические изменения и временная изменчивость характеристик маловодий

Происходящие изменения климата находят отражение и в сложных процессах, связанных с формированием экстремально маловодных периодов. Трансформация сезонного соотношения между испарением и осадками изменяет водность рек и их гидрологический режим, повышает экстремальность стока и вероятность возникновения опасных гидрологических явлений, снижает эффективность и надежность отраслевого водопользования. Из 64 случаев учтенного ущерба (за 1991—2007 гг.) из-за дефицита воды 50 случаев приходятся на 2001—2007 гг. Таким образом, частота ущербов по причине дефицита воды в текущем столетии увеличилась почти в 5 раз по сравнению с последним десятилетием прошлого века. Наибольшее количество зафиксированных случаев ущерба от недостатка воды приходится на Дальний Восток (30), Западную Сибирь (25), а также на Волго-Вятский экономический район (26) [5]. Изменения минимального стока рек на реках России в прошлом столетии были разнонаправленными. В последние 20 лет XX в. их сток возрастал за счет увеличения подземного питания рек [17]. На реках Западной Сибири минимальные расходы воды в зимнюю и летнюю межень увеличивались. В первом десятилетии XXI в. минимальные расходы воды рек на юге Западной Сибири, Предуралья, Дальнего Востока в отдельные периоды достигали экстремально малых значений [5]. Уменьшение минимального летнего стока было характерно для горных рек Алтая с ледниковым питанием (бассейн Катуни) [18]. Годы с низкой летней меженью стали частым явлением на реках в верховьях Енисея (хотя в среднем и нижнем течении реки минимальный сток возрастал) и Забайкалья. Минимальный сток Лены и Колымы в летнюю межень уменьшился. Лишь в последние десятилетия минимальный сток Лены стал увеличиваться. В зимнем минимальном стоке Амура за 105-летний период на-

блюдений ясно выражен положительный тренд, который особенно четко прослеживается с 1930-х годов (при этом минимальный летний сток, наоборот, уменьшался).

Маловодье 2010 г. и его последствия

Маловодье 2010 г. связано с рекордно жарким летом (впервые с 1936 г.) и экстремально теплой осенью. Экстремальные метеорологические условия были характерны для большинства регионов России [14]. Особенно жарко было на территории ЕТР и Южного Урала, где сезонные аномалии температуры превысили 6 °С. В Москве 28 июля 2010 г. зафиксирован новый абсолютный максимум температуры +38,2 °С. Меньше осадков было лишь летом 1938 и 1972 гг. Летние осадки 2010 г. были ниже нормы во всех регионах (кроме Средней Сибири, Приамурья и Приморья). Это вызвано приходом аномально устойчивого блокирующего антициклона, чрезвычайно сильной засухой в прикаспийском регионе и общим повышением температуры, связанным с глобальным потеплением климата. Мощный блокирующий антициклон, установившийся над территорией Евразии, распространялся до высот более 16 км. Летом 2010 г. блокирующий антициклон существовал около 50 суток, что значительно превышает показатель лета 1972 г., когда сложилась схожая погодная ситуация. Аномалия температуры за 2010 г. составила для всей планеты +0,5 °С, а для территории России +0,65 °С.

По данным Федерального агентства водных ресурсов [19], во время аномальной жары летом 2010 г. приоритетными категориями потребителей оставались питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение населения, промышленное водоснабжение, включая тепловые и атомную станцию, орошаемое земледелие. Водопользование осуществлялось в штатном режиме. Несмотря на пониженные отметки уровней воды в водных объектах, они располагали необходимыми и достаточными водными ресурсами для обеспечения потребностей населения и объектов экономики в воде. Все крупнейшие водохранилища Российской Федерации работали в режиме обеспечения всех водопользователей в размерах, превышающих гарантированную отдачу. В ряде регионов, удаленных от водохранилищ, наблюдались локальные участки, испытывающие дефицит воды. В Республике Татарстан дефицит воды для орошения сельскохозяйственных земель наблюдался в 12 (из 44) районах. Вместе с тем, уровень воды в водохранилищах Волги соответствовал среднемноголетним величинам и обеспечивал бесперебойную работу систем водоснабжения и эксплуатацию водоза-

боров в условиях маловодья. Сложное положение сложилось с обеспечением питьевой водой г. Екатеринбурга. Для пополнения Верхне-Макаровского водохранилища, основного источника питьевого водоснабжения г. Екатеринбурга, с августа 2010 г. подключалась система переброски воды из Нязепетровского водохранилища.

Согласно техническим отчетам бассейновых управлений пути, в бассейнах Дона и Печоры срывы гарантированных габаритов пути не допускались. На Оби навигация проходила в благоприятных условиях. На Северной Двине уровни стояли на отметках 60—120 см ниже нормы с конца июля и весь август. Программа гарантированных габаритов судовых ходов была выполнена за счет интенсивных дноуглубительных работ. На канале имени Москвы за счет сброса воды из Верхневолжского водохранилища поддерживались гарантированные габариты пути. Неблагоприятные условия наблюдались на Верхней Оке, в нижнем бьефе Волгоградской ГЭС. Наиболее тяжелая ситуация сложилась в бассейне р. Белой в границах ФГУ «Камводпуть». С 3 июля р. Верхняя Белая была закрыта для судоходства в связи с малыми глубинами.

Заключение

Возможные пути преодоления проблем маловодья лежат в плоскости решения серии задач. В *экономической* сфере они сводятся к повышению экономической эффективности использования водных ресурсов. В *экологической* сфере они связаны с уменьшением ущерба для водных и наземных экосистем, в *инженерно-технической* — модернизацией гидротехнических сооружений, предотвращением и ликвидацией загрязнения компонентов природной среды, в *научно-организационной* — проведением соответствующих научных исследований. Водоемкость производственных процессов в экономике нашей страны значительно превышает аналогичные показатели промышленно развитых стран. Велики потери при транспортировке воды в сельском и жилищно-коммунальном хозяйстве. Лишь 10—12 % сточных вод в процессе очистки доводятся до нормативных требований, что обуславливает ухудшение качества воды и соответствующее увеличение затрат на водоподготовку. Улучшению ситуации будет способствовать разработка нормативов допустимого воздействия на водные объекты, ограничение объемов использования водных ресурсов, разработка Схем комплексного использования и охраны водных объектов, предусматривающих конкретные мероприятия по повышению эффективности использования водных ресурсов и

улучшению их качества. Для решения проблем водопользования в периоды маловодий требуется поиск компромисса между интересами различных отраслей экономики и задачами обеспечения экологической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кислов А.В., Евстигнеев В.М., Малхазова С.М., Соколичина Н.Н., Суркова Г.В., Торопов П.А., Чернышев А.В., Чумаченко А.Н. Прогноз климатической ресурсообеспеченности Восточно-европейской равнины в условиях потепления XXI века. М.: МАКС Пресс, 2008. 292 с.
2. Владимиров А.М. Сток рек в маловодный период года. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 295 с.
3. СП 33-101—2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Изд. официальное. Госстрой России. М. 2004. 73 с.
4. Болгов М.В., Мишон В.М., Сенцова Н.И. Современные проблемы водных ресурсов и водообеспечения. М.: Наука, 2005. 318 с.
5. Экстремальные гидрологические ситуации / Отв. ред. Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова, И.С. Зайцева. М.: ООО «Медиа-ПРЕСС», 2010. 464 с.
6. Проблемы безопасности в водохозяйственном комплексе России. Краснодар: ООО «Авангард плюс», 2010. 479 с.
7. Карлин Л.Н., Ванкевич Р.Е., Тумановская С.М., Андреева Е.С., Ефимова Ю.В., Хаймина О.В., Клеванный К.А., Фрумин Г.Т., Ерёмкина Т.Р., Ершова А.А. Гидрометеорологические риски. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008. 282 с.
8. РД 52.04.563—2002. Руководящий документ. Инструкция. Критерий опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормовых сообщений. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 27 с.
9. Smakhtin V.U. Low flow hydrology: a review // Journal of Hydrology. 2001. 240. P. 147—186.
10. Фролов А.В., Борщ СВ., Дмитриев Е.С., Болгов М.В., Алексеевский Н.И. Опасные гидрологические явления: методы анализа и прогнозирования, смягчение негативных последствий // Труды VI гидрологического съезда. Пленарное заседание. СПб.: Гидрометеиздат, 2004. С. 21—26.
11. СНиП 2.04.02—84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. 1985.
12. ГОСТ 26775—97. Габариты подмостовые судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях. Нормы и технические требования. 1997.
13. Исмайллов Г.Х., Федоров В.М. Анализ многолетних колебаний годового стока Волги // Водные ресурсы. 2001. Т. 28. № 5. С. 517—525.
14. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2010 год. М.: 2011. Режим доступа: <http://www.meteorf.ru>
15. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: ГГИ, 2008. 600 с.
16. Фацевский Б.В. Экологическое обоснование допустимой степени регулирования речного стока. Минск: ЦНИИКИВР, 1989. 160 с.
17. Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Агафонова С.А., Киреева М.Б., Сафронова Т.И. Влияние изменений климата на сток и водный режим рек ЕТР // Проблемы безопасности в водохозяйственном комплексе России, Краснодар: ООО «Авангард плюс», 2010. С. 106—116.

18. Семенов В.А. Климатически обусловленные изменения опасных наводнений, паводков и маловодий в крупных речных бассейнах России // Водные проблемы крупных речных бассейнов и пути их решения. Барнаул: Агентство рекламных технологий, 2009. С. 194—203.
19. Интернет-конференция руководителя Федерального агентства водных ресурсов М.В. Селиверстовой 30 ноября 2011 г. в Информационном агентстве «ГАРАНТ». Режим доступа: <http://www.garant.ru/action/conference/288783/>

Сведения об авторах:

Алексеевский Николай Иванович, д. г. н., профессор, заведующий кафедрой гидрологии суши, географический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, географический факультет, кафедра гидрологии суши, e-mail: n_alex50@mail.ru

Фролова Наталья Леонидовна, к. г. н., доцент, кафедра гидрологии суши, географический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва