

УДК

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ КРУПНЫХ  
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В ПЕРИОД МАЛОВОДЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА  
ЕКАТЕРИНБУРГА)**

© 2011 г. А.П. Носаль, А.С. Шубарина, И.И. Сокольских

*ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования  
и охраны водных ресурсов», г. Екатеринбург*

**Ключевые слова:** питьевое водоснабжение, критические условия, водохозяйственная система, безопасность, независимые источники водоснабжения.

В статье представлен анализ проблем водообеспечения г. Екатеринбурга в условиях экстремально маловодных лет и несоответствие нынешней водохозяйственной системы требованиям безопасного питьевого водоснабжения крупных населенных пунктов. Рассмотрены варианты улучшения надежности системы водоснабжения города и промышленного узла за счет модернизации современной водохозяйственной системы, дублирования и верификации трасс подачи воды, целесообразность и вариантность использования независимых резервных источников водоснабжения и связанные с этим мероприятия.



**А.П. Носаль**



**А.С. Шубарина**



**И.И. Сокольских**

Маловодья последних лет, охватившие обширные территории страны, включая Урал, резко высветили недостатки существующих водохозяйственных систем водоснабжения крупных промышленных узлов и показали их недостаточную надежность в экстремальных условиях, вызванных как природными, так и иными факторами. Одним из наиболее ярких примеров является ситуация сложившаяся в районе г. Екатеринбурга.

В целом, Свердловская область имеет значительные запасы водных ресурсов, многократно превышающие современные и перспективные потребности населения и объектов промышленности в воде, но распределение водных ресурсов крайне неравномерно из-за природных факторов. Несоответствие в потребностях водных ресурсов и наличием их на местах, существенные колебания стока в многолетнем и внутригодовом разрезах определили необходимость регулирования стока с начала освоения Урала. Особенно это характерно для самого крупного в регионе Екатеринбургского промышленного узла, расположенного вблизи осевой линии Уральских гор. Отсутствие крупных рек и достаточных запасов подземных вод изначально обусловили определенный дефицит водных ресурсов.

По мере роста хозяйственных потребностей и усиления проблемы с недостатком водных ресурсов необходимого качества система водоснабжения Екатеринбурга расширялась и усложнялась, затрагивая новые водные объекты, одновременно воздействуя на системы водоснабжения других населенных пунктов. Реальные возможности водоотдачи водных ресурсов территории обусловили создание разветвленной Екатеринбургской водохозяйственной системы (ЕВХС), включающей бассейны нескольких рек, соединенных участками трасс межбассейновой и внутрибассейновой перебросок.

Питьевое водоснабжение Екатеринбурга обеспечивается за счет полезной отдачи каскада водохранилищ: Верхне-Макаровского и Волчихинского на р. Чусовой, Ново-Мариинского и Ревдинского на р. Ревде, Нязепетровского на р. Уфе. Ресурсы расположенных на Ревде и Уфе водохранилищ привлекаются преимущественно для покрытия дефицита в питьевой воде. Водные ресурсы из Нязепетровского водохранилища перебрасываются водоводами протяженностью 36 км в р. Западную Чусовую, что является основным вариантом покрытия дефицита воды по Екатеринбургскому промузлу. Переброска из бассейна р. Ревды осуществляется в Волчихинское водохранилище при наличии соответствующих запасов воды в двух

случаях: 1) при небольшом дефиците водных ресурсов в «чусовских» водохранилищах (как более экономичный вариант по затратам, чем переброска из р. Уфы); 2) при большом дефиците водных ресурсов, не покрываемом объемом переброски из р. Уфы. Поскольку водные ресурсы р. Ревды также служат для водоснабжения городов Ревды и Первоуральска, объемы переброски в Волчихинское водохранилище ограничены и составляют 30 млн м<sup>3</sup>/год [1].

Верх-Исетское водохранилище в связи с плохим качеством исходной воды не может рассматриваться как надежный источник питьевого водоснабжения Екатеринбурга. Вода используется для технического водоснабжения предприятий, но «де-факто» техническая вода идет и на их питьевые нужды. Относительно дальнейшего использования этого водохранилища для хозяйственно-питьевого водоснабжения нет окончательного решения. В экстремальных условиях 2010 г. производился забор для питьевых нужд и повторение не исключается в других критических условиях. В связи с невозможностью организации зон санитарной охраны в пределах города и соблюдения режима хозяйствования, наличия трудно устранимых хронических источников загрязнения (донные отложения, железная дорога и т. д.) предпочтительней исключить водоем из состава питьевых источников, но с сохранением рекреационного использования, что также требует проведения целого ряда мероприятий.

Удаленные районы Екатеринбурга обеспечиваются из подземных вод и небольших поверхностных водных объектов (оз. Шарташ, р. Решетка). Суммарный объем от второстепенных источников питьевого водоснабжения не превышает 8 % от общего водопотребления питьевой воды, что еще раз подтверждает жесткую зависимость Екатеринбурга от единственного тракта подачи воды, состояния водохранилищ и трасс переброски. Иных источников водоснабжения, имеющих достаточную мощность для обеспечения потребности города в воде на хозяйственно-питьевые нужды, на текущий момент не имеется.

Суммарная мощность поверхностных источников в маловодный год 95 % обеспеченности составляет порядка 308 млн м<sup>3</sup>/год (843 тыс. м<sup>3</sup>/сут) (табл. 1), мощность действующих водозаборов из подземных вод – около 26 млн м<sup>3</sup>/год (71 тыс. м<sup>3</sup>/сут). Общая потребность областного центра в воде из всех источников составляет 327 млн м<sup>3</sup>/год (896 тыс. м<sup>3</sup>/сут), т. е. в пределах расчетной отдачи водохранилищ в год 95 % обеспеченности.

**Таблица 1.** Основные водохозяйственные параметры и фактическая водоотдача действующих водохранилищ ЕВХС

Характеристика	р. Уфа	р. Чусовая		р. Ревда		р. Исеть		
	Нязепetrovское	Верхне-Макаровское	Волчихинское	Ново-Мариинское	Ревдинское	Исетское	Верх-Исетское	Нижне-Исетское
Площадь водосбора	1890	963/1210*	440/1650*	632	170/802*	631	979/347*	350/1430*
Отметки НПУ, мБС	310,5	317	302,16	331	302,8	252,21	250,53	229
Отметка УМО, мБС	298	309,2	299,16	316	300	248,5	249,35	225,53
Площадь водного зеркала при НПУ, км <sup>2</sup>	19,84	14,31	32,8	13,2	5,58	32,4/24	14,6	2,88
при УМО км <sup>2</sup>	4,62	0,95	9,6	1,5	3,366	–	13,1	–
Объем водохранилища при НПУ, млн м <sup>3</sup>	153,44	52,45	82,5	101	21,734	74,4	44,6	6,14
при УМО, млн м <sup>3</sup>	15	0,891	18	4,5	8,879	44,4	22	0,64
Полезный объем водохранилища, млн м <sup>3</sup>	138,44	51,559	64,5	96,5	12,855	30	15,4	5,5
Водоотдача нетто (для водоснабжения), м <sup>3</sup> /с	4,1	1,9	0,9	2,51	0,4	1,06	0,74	0,22
в том числе для водоснабжения Екатеринбургa, м <sup>3</sup> /с	4,1	3,1 (с учетом фильтрации из водохранилищ на р.Северушка )		1,0 (возможно увеличение до 1,4 за счет корректировки рабочего ппуска в нижний бьеф)		0,6	0,74	0,22

*Примечания:* суммарная водоотдача доступных для Екатеринбургa водных ресурсов 9,76 м<sup>3</sup>/с, при увеличении возможности переброски из р. Ревды до 1,2–1,4, соответственно, 9,96–10,16 м<sup>3</sup>/с (860–878 тыс. м<sup>3</sup>/сут, 314–320 млн м<sup>3</sup>/год);

\* в числителе частная площадь водосбора, в знаменателе – общая;

– данные отсутствуют.

Происшедшие за последние два десятилетия изменения в экономике страны сказались и на потребности в воде мегаполиса. Ограниченный рост водопотребления по Екатеринбургскому промузлу в сочетании с принятой стратегией на водосбережение (сокращение потерь при транспортировке, снижение удельных норм водопотребления и т. д.) определили в «Генеральном плане развития Екатеринбурга до 2025 г.» существующий внешний тракт подачи питьевой воды Уфа–Ревда–Чусовая основным и фактически единственным источником водоснабжения города, в т. ч. и для расчетных маловодных лет редкой обеспеченности (95–97 %). За счет водозабора воды из Волчихинского водохранилища обеспечивается почти 90 % всего объема потребляемой Екатеринбургом воды питьевого качества [2].

Подобная ситуация противоречит положениям нормативных документов, определяющим условия и требования к питьевому водоснабжению населенных пунктов: ГОСТ Р 22.6.01-95 «Защита системы хозяйственно-питьевого водоснабжения», ВСН ВК 4-9 «Инструкция по подготовке и разработке систем хозяйственно-питьевого водоснабжения в чрезвычайных ситуациях» и др. [3, 4]. Согласно этим требованиям системы хозяйственно-питьевого водоснабжения средних и крупных городов должны базироваться не менее чем на двух независимых источниках водоснабжения. Таким образом, для повышения надежности снабжения необходимо диверсифицировать источники и пути подачи воды питьевого качества в город.

Маловодье 2010 г. подтвердило, что имеющиеся в системе водоснабжения Екатеринбурга принципиальные недостатки не позволяют гарантировать безопасность питьевого водообеспечения города даже при теоретически обоснованной достаточности используемых водных ресурсов. Водный кризис последних лет обусловлен сложным сочетанием объективных и субъективных факторов, причем, на остроту проблемы больше повлияли последние: неоправдавшийся прогноз максимальных расходов и объема весеннего половодья, повлекший излишнее опорожнение водохранилищ на р. Чусовой; состояние гидроузлов, не позволивших осуществить пропуск прогнозируемых максимумов; несогласованность действий владельцев гидросооружений из-за ведомственной принадлежности, управленческие ошибки при выборе сроков наполнения; проблемы при согласовании распределения водно-энергетических ресурсов между субъектами Федерации; отсутствие средств на дополнительные затраты для перекачки воды и т. п. В результате фактический режим

эксплуатации соответствовал маловодному году более редкой обеспеченности, чем это определялось природными факторами.

По вышеуказанным причинам произошло срабатывание практически до мертвого объема Верхне-Макаровского водохранилища в вегетативный период, что привело к зарастанию незатопленной акватории, что впоследствии вызвало ухудшение качественных характеристик на фоне количественного дефицита водных ресурсов. При чередовании маловодных лет в бассейне р. Чусовой может возникнуть чрезвычайная ситуация с обеспечением питьевой водой населения Екатеринбурга.

Практически безальтернативное снабжение питьевой водой за счет тракта внешней подачи Уфа–Чусовая–ЗФС (Западная фильтровальная станция)–ГСВ (Головные сооружения водоподготовки) делает водоснабжение города заложником ситуации на основном источнике водоснабжения в количественном и качественном отношении. Наличие единственного и фактически безальтернативного источника водоснабжения питьевой водой в сочетании с единственным вариантом подачи воды в мегаполис делает водохозяйственную систему очень уязвимой и небезопасной. Стечение ряда объективных (засуха, дефицит водных ресурсов) и субъективных (отсутствие точного прогноза, управленческие ошибки, отсутствие финансово-материальных средств) обстоятельств резко усилило опасность проявления негативных последствий на короткую и длительную перспективы, показало ее недостаточную надежность в критических условиях, что потребовало пересмотра проблемы гарантированного водоснабжения города.

Выбор эффективных и надежных вариантов резервных или вспомогательных источников питьевого водоснабжения для Екатеринбургского промузла представляет собой сложную комплексную задачу, требующую принципиальных решений на локальном и региональном уровнях. Режим эксплуатации ЕВХС, ее водные ресурсы определяют условия водопользования как в областном центре, так и в целом ряде примыкающих городских округах: Полевской, Дегтярск, Ревда, Первоуральск, Среднеуральск, Верхняя Пышма и Березовский. Водоснабжение почти всех указанных городов зависит от состояния некоего главного источника водоснабжения, подача от которого идет только одним путем без наличия дублирующей системы. В таких условиях любой сбой в работе единственной ветки водоснабжения способен вызвать чрезвычайную ситуацию, сопровождающуюся дефицитом доступных водных ресурсов, независимо от присутствия или отсутствия неблагоприятных природных факторов.

Рассмотрим основные варианты уязвимости ЕВХС при снабжении питьевой водой Екатеринбурга. Все водные ресурсы из бассейнов рек Чусовой, Ревды и Уфы поступают в узловое Волчихинское водохранилище, откуда по самотечным каналам поступает на водоподготовку. В случае аварии на ГТС этого водохранилища с опорожнением чаши водоема ниже отметки порога в самотечном канале, отравления водоема на участке водозабора, невозможности подачи воды по самотечному каналу по иным причинам Екатеринбург остается на 90 % без воды питьевого качества, а, соответственно, и без тепловодоснабжения.

Несколько меньшие по масштабу негативные последствия ожидают ЕВХС при невозможности переброски воды из Нязепетровского водохранилища (авария на ГТС, выход из строя системы переброски и т. п.). При общей водоотдаче системы водохранилищ для нужд Екатеринбурга равной  $8,3 \text{ м}^3/\text{с}$  уфимская вода обеспечивает почти 50 % –  $4,1 \text{ м}^3/\text{с}$ . В случае невозможности переброски в маловодный год областной центр остается на голодном водном пайке.

Аналогичные ситуации можно ожидать почти по всем городам Екатеринбургской агломерации. Водоснабжение г. Ревды почти на 100 % зависит от водоотдачи водохранилищ на р. Ревде, город остается без воды при отсутствии альтернативного источника в случае аварии на ГТС со спуском водоема ниже отметок окон водозабора. От работы водозаборов на р. Чусовой полностью зависят города Полевской и Дегтярск. Первоуральск, который теоретически имеет наиболее диверсифицированную систему водоснабжения, испытал наибольшие последствия засухи 2010 г., поскольку тепловодоснабжение зависело от одного водоисточника (Верхне-Шайтанского водохранилища) и не предусматривало дублирующих систем.

С одной стороны, вероятность ситуаций, приводящих к катастрофическим последствиям в водоснабжении невелика, а совпадение нескольких факторов еще менее вероятно. В условиях экономического кризиса и дефицита финансово-материальных ресурсов создавать масштабные дублирующие системы весьма затратно. Но, с другой стороны, не следует иметь в виду слова главы МЧС России Сергея Шойгу, который на открытии Международного салона «Комплексная безопасность-2011» во Всероссийском выставочном центре заметил: «За последние полтора года на планете произошел ряд серьезных событий – семь крупнейших катастроф, повторяемость которых один раз в тысячу лет. Но все они уместились в один год» [5].

Для гарантированного и безопасного обеспечения жителей и производственных объектов Екатеринбургского промузла питьевой водой на долгую перспективу необходимо предусмотреть варианты дублирующих систем водоснабжения от независимых источников водоснабжения, что существенно может повысить надежность системы.

Решение этого вопроса предлагается решать по трем основным направлениям:

1) создание дублирующих систем с дополнительным регулированием стока в рамках существующей ЕВХС;

2) строительство водоемов многолетнего регулирования и создание системы водоподдачи на водных объектах, ранее не задействованных как источники питьевого водоснабжения;

3) максимально возможное привлечение подземных вод в качестве дополнительного источника питьевого водоснабжения, что рекомендуется нормативными документами.

Изучение материалов изысканий по подземным водам и их качественным характеристикам показали, что природных условий для создания крупных водозаборов, способных обеспечить централизованные системы водоснабжения общегородского значения, в окрестностях Екатеринбурга на расстоянии до 50 км от города нет. Питьевое водоснабжение города на постоянной основе смогут обеспечить только поверхностные водные объекты.

Анализ предшествующих проектных разработок разных лет и особенности строения гидрографической сети показали, что в качестве наиболее перспективных могут рассматриваться три новых варианта трактов подачи воды питьевого качества в Екатеринбург:

– Южная (ЮСП), использующая имеющиеся водохранилища с учетом рек-доноров ресурсов (реки Ревда, Уфа) и дублирующая существующую систему в случае выхода из строя базового Волчихинского водохранилища, способна покрыть до 90 % от общей потребности в питьевой воде;

– Западная (ЗСП), требующая строительства двух водохранилищ на притоках р. Чусовой и создание трассы переброски в бассейн р. Исети или непосредственно на станции водоподготовки, покрывает до 30–40 % от общей потребности от независимого источника водоснабжения;



– Северная (ССП), требующая создания водохранилища на р. Реж и строительства трассы переброски в бассейн р. Исети также способна покрывать до 30–40 % от общей потребности мегаполиса от независимого источника водоснабжения.

Параметры водохранилищ, необходимых для создания ЗСП и ССП, а также для повышения надежности ЮСП, представлены в табл. 2. Проведенные водохозяйственные и технико-экономические расчеты показали, что для гарантированного водообеспечения Екатеринбурга в свете нормативных требований о двух независимых источниках водоснабжения наиболее перспективным является последовательное создание двух схем подачи воды: ЮСП и ЗСП. Возможность создания ССП из-за объективных сложностей с исходным качеством воды и условий транспортировки оставлена в резерве.

**Таблица 2.** Основные параметры водохранилищ, водные ресурсы которых могут быть использованы для водоснабжения г. Екатеринбурга

<i>Характеристики</i>	<i>Водохранилище</i>			
	<i>Шишимское</i>	<i>Дарьинское</i>	<i>Ново-Режевское</i>	<i>Верхне-Чусовское</i>
Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	503	335	1470	187
Отметки НПУ, мБС	302	305	196,2	378,0,
Площадь водного зеркала при НПУ, км <sup>2</sup>	15,39	8,029	28,85	13,02
Объем водохранилища при НПУ, млн м <sup>3</sup>	170,322	76,07	177,82	99,08/
Полезный объем водохранилища, млн м <sup>3</sup>	156,766	74,131	170,7	92,92
Водоотдача нетто (для водоснабжения), м <sup>3</sup> /с	2,17	1,49	1,987	0,834

Согласно «Схемы территориального планирования Свердловской области» потребности Екатеринбурга в свежей воде на перспективу до 2040 г. суммарно составляют 970 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в т. ч. для хозяйственно-питьевых нужд 800 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Производственное водоснабжение почти полностью обеспечивается из водохранилищ

на р. Исети и подземных вод, последние в объеме 100–120 тыс. м<sup>3</sup>/сут также используются для хозяйственных нужд отдельных микрорайонов. Таким образом, из поверхностных источников внешнего тракта подачи для хозяйственно-питьевого и частично производственного водоснабжения требуется забор в объеме 670–700 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Учитывая значительные финансовые и материальные затраты при создании новых и/или модифицированных систем подачи воды для Екатеринбургского промузла, мероприятия по повышению безопасности системы водоснабжения предпочтительней выполнять в следующей последовательности:

- 1) создание дублирующей ЮСП воды питьевого качества для повышения надежности водоснабжения;

- 2) создание независимых дополнительных источников водоснабжения ЗСП, позволяющих обеспечивать до 50 % необходимого объема питьевой воды для мегаполиса.

Создание ЮСП кардинально повысит надежность работы системы хозяйственно-питьевого водоснабжения города в обычных условиях и минимизирует трудности в условиях экстремальной водности. Ввод новой ветви подачи воды в город с одновременной прокладкой распределительной сети в интенсивно застраиваемых районах южной части мегаполиса, кроме того, позволит избежать ухудшения качества воды на транзитном участке от фильтровальной станции до потребителя, что наблюдается сейчас при подаче по старым водоводам. Создание ЮСП целесообразно выполнять с одновременным строительством резервной нитки подачи воды из бассейна р. Ревды, минуя Волчихинское водохранилище, в самотечный канал, идущий на действующие сооружения водоподготовки (ЗФС и ГСВ). Этот элемент дублирования системы водоснабжения несколько выходит за пределы собственно ЮСП, но способен работать в связке и увеличить надежность при относительно меньших затратах.

Из возможных сочетаний предпочтительным является вариант создания ЮСП, включающий в себя (рис. 1):

- 1) строительство водозаборного устройства и насосной станции первого подъема на Верхнемакаровском водохранилище, обеспечивающих условия устойчивого водозабора в аварийных ситуациях за счет стока р. Чусовой и переброски из р. Уфы;

- 2) строительство водоводов, подающих забранную воду на существующие и/или проектируемые сооружения водоподготовки;

3) строительство Южной фильтровальной станции (ЮФС) мощностью 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

**Рис. 1.** Варианты размещения объектов по Южной схеме подачи (ЮСП) воды в г. Екатеринбург.

При реализации указанных пунктов варианта развития ЮСП будут использоваться водные ресурсы двух бассейнов (Уфы и Чусовой), суммарная отдача которых в первом приближении составит 6 м<sup>3</sup>/с (515 тыс. м<sup>3</sup>/с), в т. ч. за счет переброски из Нязепетровского водохранилища – 4,1 м<sup>3</sup>/с (354 тыс. м<sup>3</sup>/сут); собственная отдача Верхнемакаровского водохранилища – 1,9 м<sup>3</sup>/с (161 тыс. м<sup>3</sup>/сут).

Водоотдача р. Чусовой может быть увеличена за счет строительства Верхне-Чусовского водохранилища на р. Западная Чусовая ниже оголовка трассы переброски из р. Уфы. Полный объем водохранилища по водохозяйственным расчетам составит 99,08 млн м<sup>3</sup> при полезном 92,91 млн м<sup>3</sup>. Объем водохранилища превышает объемы каждого из существующих на р. Чусовой водохранилищ (Волчихинское и Верхнемакаровское). Малая водосборная площадь (187 км<sup>2</sup>) определяет небольшой местный сток, при средних по водности условиях заполнение до НПУ произойдет в течение трех лет. Данный водоем может использоваться в качестве наливного для упорядочения режима перекачки из Нязепетровского водохранилища. При наличии наливного водохранилища возможно разработать постоянный регламент забора практически неизменного объема из р. Уфы год из года для поддержания уровня НПУ Верхне-Чусовском водохранилище со стабильным энергопотреблением. При возникновении экстремальных условий водности запас воды в водохранилище создает дополнительную «подушку безопасности» на период решения вопросов с увеличением объемов переброски, лимитов на электроэнергию и др.

Создание Верхне-Чусовского водохранилища увеличивает зарегулированность стока р. Чусовой, но суммарная водоотдача водохранилищ возрастает только на 0,6 м<sup>3</sup>/с (51,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут), т. е. суммарная водоотдача составит 6,6 м<sup>3</sup>/с (570 тыс. м<sup>3</sup>/сут).

Мощность ЮСП может быть увеличена за счет строительства тракта переброски из Новомариинского водохранилища на р. Ревде до площадки ЮФС или врезки в водовод, подающий воду на ЗФС и ГСВ. При реализации данной опции система водоснабжения Екатеринбурга сможет частично использовать водные ресурсы р. Ревды

без привязки к состоянию Волчихинского водохранилища. Следует подчеркнуть, что в предложенном варианте, привязанном к ЮСП, задействуется водоотдача. В этом случае ЮСП будет использовать ресурсы трех рек – Уфы, Чусовой и Ревды (на последней только из Новомариинского водохранилища). Суммарная водоотдача возрастет, как минимум, до  $7,6 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $656 \text{ тыс. м}^3/\text{с}$ ) с учетом Верхне-Чусовского водохранилища. Переброска из Новомариинского водохранилища на первом этапе равна современной переброске из бассейна р. Ревды в Волчихинское водохранилище –  $1 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $86,4 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ ), но эта величина является лишь частью водоотдачи водохранилища, которая может быть увеличена.

За счет рационального водопользования в бассейне р. Ревды (корректировка рабочего ппуска для г. Первоуральска, увеличение доли подземных вод в водоснабжении Первоуральско-Ревдинского промузла) возможно увеличение забора воды для нужд Екатеринбурга из ревдинских водохранилищ до  $1,2\text{--}1,6 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $103,7\text{--}138,2 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ ). В этом случае покрывается более 90 % от общей потребности Екатеринбурга в питьевой воде, что фактически исключает дефицит воды и при аварийных условиях, а при рабочем состоянии Волчихинского водохранилища и бесперебойной работе трасс переброски город питается одновременно от двух самостоятельных веток и имеющихся водных ресурсов для Екатеринбурга хватает с избытком. Однако при этом сохраняется отклонение от положений нормативных документов, определяющих условия и требования к питьевому водоснабжению крупных городов.

Создание независимого источника водоснабжения Екатеринбургского промузла по варианту ЗСП целесообразно проводить в 2 этапа. Первый этап включает в себя строительство Шишимского гидроузла, тракта переброски из Шишимского водохранилища до верховий р. Большой Черной с несколькими насосными станциями подкачки, а также нового водозабора в бассейне р. Исети и Северной фильтровальной станции (СФС). При реализации этого этапа создания ЗСП для водоснабжения Екатеринбурга привлекаются дополнительно  $2,17 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $183 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$ ), что покрывает вероятные потери при выводе из строя Волчихинского и Ревдинского водохранилищ при современной ситуации (рис. 2).

**Рис. 2.** Варианты перебросок по Западной схеме подачи (ЗСП) воды в г. Екатеринбург.

Второй этап включает в себя строительство Дарьинского гидроузла, тракта переброски из Дарьинского водохранилища до верховий р. Осиновки с несколькими насосными станциями. При реализации второго этапа создания ЗСП для водоснабжения Екатеринбурга привлекаются суммарно смогут подаваться 3,66 м<sup>3</sup>/с (310 тыс. м<sup>3</sup>/сут), что составляет почти 50 % от нормативного потребления. Кроме того, часть водных ресурсов по ЗСП может использоваться для подпитки Первоуральска, Среднеуральска и Верхней Пышмы.

## **Заключение**

Водоотдача действующих источников водоснабжения Екатеринбурга способна полностью обеспечить питьевой водой население и иные объекты города в условиях бесперебойной работы существующего тракта подачи из Волчихинского водохранилища. Но маловодье последних лет показало исключительную уязвимость системы и ее зависимость от поверхностных вод. Для повышения безопасности водоснабжения требуется создание нового ввода в город (ЮСП) и независимого источника водоснабжения (ЗСП), что позволит гибко управлять системой водоснабжения. Подземные воды служат источником хозяйственного водоснабжения отдаленных районов города, являются основным источником питьевого водоснабжения в период кратковременных чрезвычайных ситуаций и должны шире использоваться для производственно-технического водоснабжения.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Основные положения правил использования водных ресурсов Волчихинского и Верх-Исетского водохранилищ на реках Чусовая и Исеть. М. 1968.
2. Волчихинское водохранилище. Мероприятия по увеличению уровня НПГ до отметки 300,0 м. М.: Гипрокоммунстрой, 1958.
3. ГОСТ Р 22.6.01-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования» М. 1998. 14 с.
4. ВСН ВК 4-9. Инструкция по подготовке и разработке систем хозяйственно-питьевого водоснабжения в чрезвычайных ситуациях. М. 2002. 25 с.

5. Доклад главы МЧС России Сергей Шойгу на открытии Международного салона «Комплексная безопасность-2011». Режим доступа: <http://portalrp.ru/news/isse-2011>.

**Сведения об авторах:**

Носаль Андрей Павлович, д. г. н., доцент, заведующий сектором гидролого-экологических исследований, ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГУП РосНИИВХ), 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23, e-mail: [nosal\\_ar@mail.ru](mailto:nosal_ar@mail.ru)

Шубарина Анна Сергеевна, инженер 1 категории, сектор гидролого-экологических исследований, ФГУП РосНИИВХ, 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23, e-mail: [shubaru@mail.ru](mailto:shubaru@mail.ru)

Сокольских Ирина Ивановна, инженер 2 категории, сектор гидролого-экологических исследований, ФГУП РосНИИВХ, 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23, e-mail: [ira8823@qip.ru](mailto:ira8823@qip.ru)