

ЭКОЛОГИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

А. В. Берест

«Тамбовгеология», Россия

Поступила в редакцию 17 апреля 2014 г.

Аннотация: На примере питьевого водоснабжения Тамбовской области рассматриваются проблемы экологии восстановления непрерывно поступающих в забор подземных вод: сохранения их чистоты и обильности. В связи с широким распространением земель сельскохозяйственного назначения, лесных массивов, лугово-болотных и западинно-колочных комплексов, ситуация с экологическим режимом литогидронов области в целом благоприятная. Это, однако, не касается площадей крупных промзон и селитебных агломераций, где напряженная добыча подземных вод неотступно сопровождается гидровакуумным эффектом и его агрессивными производными...

Ключевые слова: экология, подземные воды, водоснабжение, литогидросистема.

Abstract: The article considers ecological problems of underground waters recovering processes: purity and abundance preservation with the example of Tambov region's drinking water supply. Due to the wide spreading of agricultural land plots, forest massives, meadow and marsh and pitted-outlier complexes the general situation with ecological regime of lithohydrone in region is favorable. However, this fact does not concern areas of large industrial zones and settlement agglomerations, where strained process of underground waters extraction is persistently accompanied by hydro vacuum effect and its aggressive derivatives.

Key words: ecology, underground waters, water supply, lithohydro system.

По оценке на начало 20-х годов XXI века [1, 2] прогнозные ресурсы подземных вод Тамбовской области составили 1,9 млн. м³/сут., а их модуль – 0,64 л/с с км². Утвержденные запасы 127 участков месторождений пресных вод – 909,88 тыс. м³/сут. Модуль разведанных запасов подземных вод – 0,30 л/с с км². Эксплуатационные запасы 67 освоенных месторождений – 568,9 тыс. м³/сут. Доступный модуль водоотбора по ним – 0,19 л/с с км². Объем извлеченной в 2011 году воды – 247,39 тыс. м³/сут. Модуль водоотбора – 0,083 л/с с км². Указанный объем добытой из недр воды был в 2,3 раза меньше эксплуатационных запасов, в 3,7 раза меньше утвержденных запасов и в 7,7 раза меньше прогнозных ресурсов. То есть, даже при степени разведанности областных водных ресурсов 48 %, перспектива использования чистых подземных вод для нас пока не «обнуляются». Но все может решиться гораздо быстрее и иным образом, чем мы ожидаем: необратимым истощением подземных вод техногенным загрязнением. А оно будет нарастать лавинообразно¹.

Степень разведанности прогнозных ресурсов подземных вод в области сегодня не превышает и 50 %, а модуль их прогнозных ресурсов по административным районам изменяется в пределах 0,3...1,0 л/с с км². Максимальную степень разведанности имеет Уваровский район – 191 % (прогнозные ресурсы – 57,6 тыс. м³/сутки; установленные запасы – 110 тыс. м³/сутки). Несколько меньше ее значения в Тамбовском – 168 % (221,8 и 371,54 тыс. м³/сутки) и Мичуринском – 124 % (105,7 и 130,89 тыс. м³/сутки) районах. Большой процент разведанности прогнозных запасов приходится на Рассказовский (60 %), Жердевский (52 %), Кирсановский (38 %) и Моршанский (34 %) районы. Заметно ниже этот показатель (от 10,0 до 25 %) – у Токаревского, Сосновского, Знаменского, Мучкапского, Мордовского, Инжавинского и Первомайского административных районов. На территории остальных районов – 2-7 % [2].

При разведке и освоении месторождений часто возникает парадоксальная ситуация, когда утвержденные к эксплуатации гидрозапасы, по мере

ных эксплуатационных ресурсов подземных вод и около 0,84 м³/сут их разведанных запасов.

© Берест А. В., 2015

¹ По емкости текущего водоотбора в области сегодня на каждого человека приходится до 1,76 м³/сут прогноз-

освоения участков некоторых месторождений, где в их добыче возникла острая необходимость, начинают превышать ранее установленные прогнозные ресурсы в 1,5-2,0 раза (ВЗУ «Южный» Тамбовской промзоны), а степень освоенности прогнозных водозапасов приближаться к 200 % и выше (ряд водозаборов Тамбова, Мичуринска, Уварово). То есть прагматика подсчета существующих резервов литоаквальных сред часто понуждает «последующее» (фактические запасы подземных вод) обгонять собой «предыдущее» (их прогнозные ресурсы), создавая некорректные для балансирования вододобычи «ножницы».

Там, где человек считает, что наступил «тупик» или «конец», Природа утверждает свое «начало».

Об этом, в частности, говорит рост гидрозапасов региона, выведенных из скупого цифрового сопоставления: а) модулей прогнозных ресурсов (л/с с км²) и б) модулей водоотбора (л/с с км²) за 2011 год по районам области с получением коэффициентов вододобычи. Если выразить последние в процентах, то максимальный водоотбор будет присущ Тамбовскому промрайону – 65,7 % (модуль прогнозных ресурсов – 0,968 л/с с км²; модуль водоотбора – 0,826 л/с с км²; коэффициент добычи воды из их общего состава – 0,647). Значительно меньший коэффициент водоотбора отмечается по Мичуринскому (27,5 %), Уваровскому (11,0 %), Первомайскому (10,9 %) и Жердевскому (10,3 %) административным районам. У остальных районов он редко превышает 5-8 % (Знаменский, Кирсановский, Моршанский, Никифоровский, Рассказовский), чаще залегая в интервале значений от 1 до 4 % [2]. В среднем по области, при модуле прогнозных ресурсов 0,64 л/с с км² и модуле водоотбора 0,083 л/с с км², коэффициент отбора вод составляет всего лишь 13 % (0,130). Причем, добыча пресных вод идет в основном за счет сработки только статических запасов, а 87 % – это и есть перспектива развития региона (даже при степени разведанности гидрозапасов менее 50 %).

Службам водоснабжения Тамбовской области в поисках «устоявшихся» пресных вод высокой обильности, сегодня приходится заглядывать в «подзеркалье» упругих сил гидростатики все глубже и глубже, где в естестве своем безраздельно господствуют высокие давления и куда грунтовым водам без участия техногенного гидровакуума «вход» абсолютно закрыт. Исключением являются только те районы, централизованное водоснабжение которых ориентировано на безнапорные неогеновые источники (Токаревский, Мордовский,

Жердевский, Петровский, Никифоровский). Наблюдения за водоотбором показывают, что практически все водозаборные участки (ВЗУ) ведут сегодня вододобычу из статических запасов, не привлекая к эксплуатации естественные ресурсы (динамические запасы) водоносных горизонтов: фоновая высота напоров сохраняется или же ее снижение не превышает 20 %. Только в редких случаях высота напоров понижается от 20 до 60 %, идет заложение и устойчивое развитие пьезодепресссионных воронок глубиной от первых до многих десятков метров (Тамбов, Рассказово, Уварово, Котовск). Опасное (единично, очень опасное) снижение высоты напоров и даже частичное осушение водонесущих пород со снятием упругих запасов (60-100 %) отмечается только под некоторыми ВЗУ Тамбовской и особенно Мичуринской селитебно-промышленных зон с поднятием через продуктивные горизонты в систему водоснабжения речных вод, что имеет место, в частности, под Мичуринской городской агломерацией. Полная «сработка» статических гидрозапасов – «кричащий» свидетель безысходного техногенного омертвления участков подземных водоносков. При попытке их восстановления пьезодепрессии крупных городских агломераций и промзон необратимо инволюируют в злостные отстойники гидросуррогатов – полностью непригодных для питья вод².

По итогам 2011 года, недропользователями области было охвачено почти 3,3 тыс. водозаборов. Однако из них действовал, фактически, только 931 водозабор. Именно их составом было поднято к потребителю 247,39 тыс. м³/сут подземных вод. Число бездействующих ВЗУ постоянно растет. Объем ежегодно добываемой воды в области и по отдельным районам также заметно сокращается. Водоснабжение целого ряда населенных пунктов осуществляется сегодня за счет подземных вод четвертичного водоносного горизонта: из колодцев, родников и поверхностных водотоков [2].

Потери извлекаемых откачкой подземных вод, а они могут быть достаточно большими, не созда-

² На эксплуатируемых участках месторождений Тамбовского района глубина фактического понижения статуровня нигде не достигает предельно допустимых значений и процент остаточного напора сохраняется показателями от 30-33 (Тамбов-Кирпичный); (Тамбов-Ипподромный, Тамбов-Полковой, Тамбов-Водоканал) до 80-90% (Татановский, Боршевский). Несколько больше сработаны статические уровни в черте Мичуринской промзоны и многие ее ВЗУ (Участок-1; Водозабор-5) подошли вплотную к осушению динамических запасов продуктивного водоноса, активно подпитываемого местной гидросетью.

ют прямых экологических угроз, но они – неопровержимое свидетельство нашего небрежного отношения к тому, что должно быть оберегаемо пуще любого сокровища – чистой воде (потери воды Котовска – 13 %; в Моршанске, Кирсанове, Уварове – 10 %). Рекордные потери от добытых подземных вод на протяжении ряда лет отмечаются в Первомайском районе (26 %). И даже, если это издержки отчетности, то одновременно и остро (давно и неотступно) назрела необходимость полной замены устаревшей водопроводной сети. Более того, необходимо менять всю систему областного централизованного водоснабжения, вынося все точки водозаборов за пределы техногенезированных селитебных агломераций в экологически чистые среды: делать их рабочие режимы ритмически сменными (поочередно восстанавливающимися), не доводящими «кустовые» месторождения до стадии полного пьезодепресссионного истощения.

Так, создается и непрерывно поддерживается пьезодепресссионная воронка, углубляющаяся от естественной поверхности «зеркала натяжения» упругих сил эксплуатируемого горизонта к уровню его динамических запасов [2]. Наиболее крупная по своим размерам пьезоворонка с начала 60-х годов прошлого века (1961-1968 годы, 5-6 м глубиной) сформирована под Тамбовской пром- и селитебной зоной (рис.). Она овально вытянута вдоль течения Цны от Знаменского до Сосновского районов более чем на 75 км. При ширине не менее 25 км, ее площадь превышает 1500 км², а глубина относительно фоновых пьезометров среднефаменского гидрокомплекса (по текущему периоду) – 55-60 м (не менее внушительной является водная депрессия по статуровню того же, среднефаменского, водоносного комплекса и под Мичуринском: 35-40 м; имеются хорошо выраженные пьезоворонки под Рассказово и Уварово – 18 и 5 м, соответственно). Более того, кривизна пространства продуктивных пьезометров втягивает в себя, хотя и более сглажено, но в сторону полного наложения, «зеркало натяжения» упругих гидросред валанжинского водоноса (свыше 25-30 м – глубина погружения статуровня от фоновой проекции его скважинного пьезополя в контуре Тамбовской промзоны). Безнапорные гидроносы (неоген, квартер) в силу «дырявости» их водоупоров также замыкаются на «нижнем» – кривизне «зеркала натяжения» продуктивного коллектора, куда и следуют все их инфильтраты.

Формирование пьезодепресссионных воронок чрезмерными нагрузками на скважины крупных

ВЗУ неизбежно сопровождается сбросом «архимедовой силы» глубинного давления, которое начинает искривляться к многочисленным, но приданным одному уровню, гипофокусам водоотбора и к местам их повышенной групповой концентрации. Вода, силой откачки, нагнетается к фильтрам скважин и непрерывно изымается из глубинного состава упругих гидросред. Так создается устойчиво действующий *гидровакуумный эффект*, формирующий пьезодепресссионные воронки, и перераспределяющий в них весь состав гидросред к фокусам минимального напряжения, сопоставимого с силой механической откачки, т.е. по законам искривленного нами упругого гидропространства. С *одной стороны*, к гипофокусам откачки гравитационно падают и центрируются гидрометеосреды и все то, что попадает в них, а также жидкие среды всех промежуточных от поверхности коллекторов (т.е. вся толща внутридепресссионных литогидронов становится естественным фильтром, где складываются и постепенно нарастают книзу пром- и бытстоки). С *другой*, – к гипоцентрам откачки ускоренно (по направлению падения градиентов «ускользающей» в никуда силы упругости сред) подтягиваются снизу не релаксированные метагенезом рассольно-минеральные воды: от глубин «разбегания» их постплюмовой ювенализации и первичной гипергенезации, пьезодепресссионные гидроворонки могут подстилаться весьма специфическим, латерально резко дифференцированным химическим составом. Прекращение механической откачки вод ведет к постепенному затуханию гидровакуумного эффекта, выравниванию пьезодепресссий, но оно никогда не повлечет за собой полного очищения объема восстанавливающихся вод до их питьевых кондиций. ВЗУ, «обработанные» гидровакуумным эффектом, будут потерянными для нас навсегда.

Пьезодепресссионные воронки, возникающие в силу нерациональных водоотборов, – это *единственный механизм*, порождающий все хитросплетенное «кружево» гидрогеологических проблем, выпасть из причинной действительности которых очень не просто. Было время, когда много надежд возлагалось на барражные откачки, призванные, по замыслу, очищать гидросреды продуктивных горизонтов от сорных технических и бытовых инфильтратов, но для этого они должны «обгонять» питьевой водоотбор своими «переуглублениями» в нем, т.е. создавать частные гидростатические воронки в общей эксплуатационной депрессии: вести в них откачку падающих нечистот и тем самым

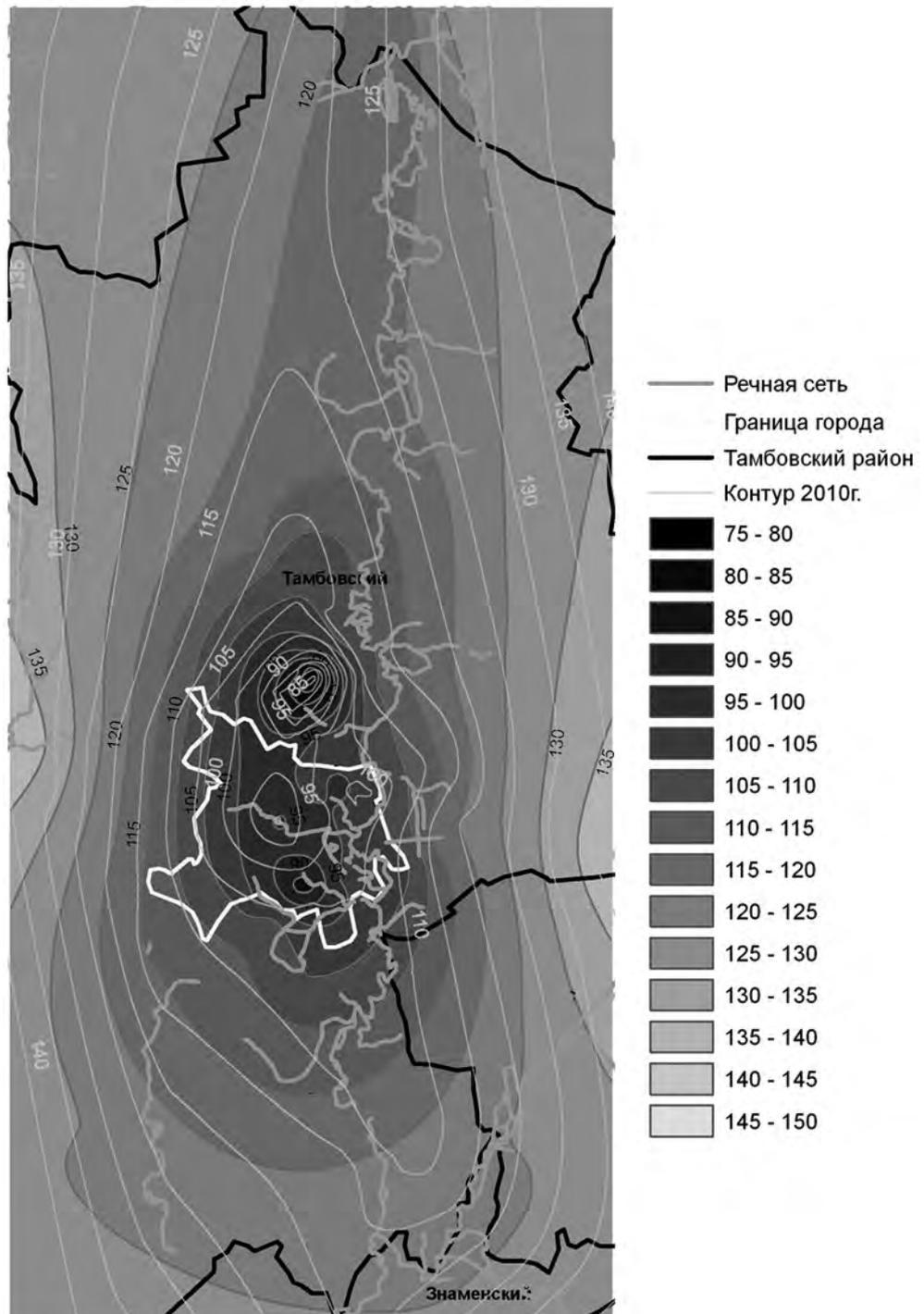


Рис. Вододепресссионная воронка (2010-2011 гг.) по пьезометру верхнедевонского (среднефаменского) коллектора на территории Тамбовской промзоны (из материалов ТЦ «Тамбовгеомониторинг»)

порождать благотворные следствия. Но барраж лишь усиливает гидровакуумный эффект. Полностью выполненная «шламом» пьезодепрессия не может быть очищена никакими «гигиеническими откачками», а любая попытка к этому лишь ускорит процесс превращения ее в злостный отстойник нечистот. В «барраж» вовлекаются подземные воды и сверху, и снизу, и с «бортовых» контактов (естественно, что изменение химического состава в барражных скважинах наблюдается только при их рабочем режиме). Примером тому может служить максимальное загрязнение (разумеется, оно – «барражного» происхождения) среднефаменского водоносного комплекса (единственного поставщика питьевых вод Тамбова) по одной из этих скважин (2011 г): превышение содержания фенолов до 40 ПДК; железа общего – до 14 ПДК; ХПК – до 11 ПДК; аммония – до 10 ПДК; нефтепродуктов – до 2 ПДК [2]. Здесь налицо явный захват компонентов наземного загрязнения, но он «соскользнул» в барражную «яму» по «зеркалу» остаточного натяжения питьевого горизонта. Опасность загрязнения техногенными веществами в зонах устойчивых водоотборов – необратима. Ее нельзя устранить применением барражной символики. Барраж – это один из механизмов ускоренного захламливания и полного истощения кондиционных водосистем. Даже при установлении строгих лимитов водоотбора, как это имеет место по барражным скважинам ОАО «Пигмент» (2,4 тыс. м³/сут. или до 800-1100 тыс. м³/год), их водоотбор огромный. Он укрепляет гидровакуумный эффект. Локальная воронка, которая при этом возникает на пьезоуровне продуктивного горизонта, может достигать 30 м и больше.

При сложившейся системе водоотбора, избежать полного техногенного истощения (захламливания) продуктивных горизонтов нам никогда не удастся. «Летальный исход» централизованного водоснабжения «старого образца» – неизбежен. Для Тамбова это становится «пикантной темой» размышления не только в связи с избыточными барражными откачками. Неразрешимым для рационального понимания остается и парадокс закачки предприятием ОАО «Пигмент» (единственным в области) ядовитых промстоков в старооскольский водоносный горизонт, воды которого в той же черте Тамбовской агломерации пытаются извлекать в качестве бальнеологических сред и лечебно-столовых (оздоровительных) напитков. И хотя за процессом закачки осуществляется «постоянный контроль» при помощи ряда наблюдательных скважин в количестве 43 водоотборов, но эффект «злого бумеранга» неумолим: в конечном итоге он уда-

рит по человеку, чтобы научить его «уму-разуму». Интенсивный городской водоотбор пресных хозяйственно-питьевых вод и неослабевающая барражная откачка значительно усиливают восходящие реидные течения, и никто не поручится, что все, нами «надежно» спрятанные, нечистоты не всплывут однажды на уровень продуктивных горизонтов фамена, используемых для централизованного водоснабжения. Всего с 1968 года в «подземные кладовые» нами было закачено 56,9 млн. м³ промстоков. В 2010 году их объем составил 426 тыс. м³, а в 2011 – 509 тыс. м³. т.е. интенсивность закачки достигала 1,4 тыс. м³/сутки, что считается их щадящей (не нарастающей) «стабильностью» [2].

По нашему мнению **проект системы водопользования** [1]. Во-первых, должен существенным образом перестроен недропользователь по добыче подземных вод *должен быть один*: единый в своем роде – *государство*, ибо сфера водоснабжения охватывает все стороны жизнедеятельности. Частным порядком ее проблем не решить. Это *первый шаг рационализма* общего водопользования.

Тамбовскую область еще не коснулся водный кризис, но многие страны сегодня пребывают в нем. Количественное исчерпание запасов доступных пресных подземных вод у нас, пока что, отсрочено. Но под крупными пром- и селитебными узлами, ущербными водозаборами мы уже создали отстойники (воронки пьезоуровней продуктивных водососов) технических и бытовых нечистот. Избавиться от них нам никогда не удастся. Концентрация загрязнения, хотим мы того или нет, будет нарастать. Перенести городские поселения на иное место нам не по силам. Кризис следует по нашим пятам и торопит с рационализацией водоснабжения.

Во-первых, надо понять, что все старые водозаборы, укрепляющие пьезодепрессии, нам, рано или поздно (и, скорее всего, это время нас уже догоняет), придется забросить, из-за полной некондиции извлекаемых вод. Со временем воронка затянется, но добывать воду в ее границах нам уже не придется. Как мы считаем, под городской и промышленной застройкой очистение подземных вод невозможно в принципе. Поэтому нам уже сегодня надо наметить такую сеть мероприятий (систему водоснабжения), которая бы позволила избежать неотвратимо надвигающегося водного кризиса. *Во-вторых*, не ожидая критических моментов в водоснабжении, надо провести поиск новых месторождений питьевых вод (с учетом их питания, дренажа и направления стока) на широком (с перспективой роста селитебной и промышленной застройки) удалении в разные стороны от круп-

ных городских поселений. Таких «кустовых» месторождений должно быть несколько (3-5 или больше). Их водозапасы обязаны достигать значительных объемов с таким расчетом, чтобы каждый из них, самостоятельно, мог полностью обеспечивать город чистой водой в течении длительного времени. Далеко разнесенные «кусты» ВЗУ, будут входить в рабочее состояние поочередно, соблюдая определенный ритм и последовательность «включения-выключения». Опытнo установленное чередование рабочих и нерабочих фаз функционирования кустовых водозаборов исключит перегрузку продуктивных пластов и предоставит им возможность периодического полного возобновления. Чистая экологическая среда и установленная охранная зона водозаборов не позволят развиваться загрязнению водоносных коллекторов. *В-третьих*, поскольку для водоснабжения города потребуется надежная и достаточно протяженная водопроводная сеть, то вполне естественно, что на эти цели (так же, как и на разведку месторождений, буровые работы, экологические изыскания) должны выделяться крупные, ничем не лимитированные денежные расходы. А это станет возможным только тогда, когда система водоснабжения получит общегосударственную централизацию. *В-четвертых*, практически все районные центры, вне зависимости от их типа, должны готовиться к этой перспективе своего беспрoблемного водоснабжения. *В-пятых*, все высказанные нами соображения в использовании и охране подземно-коллекторных гидрообъектов в потоке их «эксплуатации-возобновления» будет иметь под собой надежное обеспечение чистоты и полноты сохранения, т.к. станет опираться на периодическую восстановительную динамику своих естественных аквасред. *В-шестых*, истощение подземных вод на участках централизованных водозаборов до состояния полного «осушения» – явление недопустимое (режим работы дальних кустовых водозаборов должен строго ритмизироваться). *В-седьмых*, нарастающий водный дефицит выдвигает жесткие требования к общему водопользованию, которые невозможно обойти стороной: а) все образующиеся стоки обязаны проходить очистку до стандартов, приближенных к качеству питьевой воды; б) предприятия должны переводиться на маловодные и «су-

хие» технологии, с использованием замкнутых (бессточных) систем полностью регенерируемых вод; в) необходимо прекратить сброс неочищенных промышленных и хозяйственно-бытовых стоков в водные источники; г) нельзя считать целесообразной закачку ядовитых высококонцентрированных промстоков в глубинные хорошо проницаемые горизонты, даже если они «надежно» изолированы водоупорами, а наклон их пластов не падает в сторону крупных водозаборов (этим путем проблеме чистоты водных сред не решить: реидность упругих водных сред не зависит от степени «дырявости» водоупоров и наклон пластов на нее не влияет); д) подлежат внедрению новые системы водопользования с жесткой (без технических потерь и неоправданных «излишеств») экономией расходования воды. *В-восьмых*, на всех уровнях хозяйственно-экономической и бытовой системности (селитебных, промышленных, транспортных, земледельческих, дачных, рекреационных...) обязаны непрерывно проводиться мероприятия по улучшению сопричастных экологических условий и сред. *В-девятых*, надо пересмотреть степень благотворности предохранительного воздействия барражных скважин для локализации очагов загрязнения: она – иллюзорна, так как создает дополнительную «гидровакуумную тягу» поверхностных «загрязнителей» и глубинных «засолителей» до полного насыщения ими (некондиции) перспективных водоносков (только естественная реидность с ее релаксирующим метагенезом полностью исключают восходящее засоление водоносных слоев и «падающее» техногенное загрязнение). *В-десятых*, сопряженно с принятой государственной экологической концепцией водоснабжения должно быть поставлено и воспитание всех возрастных категорий населения. В-одиннадцатых, рационализм водопользования должен перешагнуть государственные границы и занять мировые позиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берест А. В. Геология и гидрогеология водоснабжения Тамбовской области / А. В. Берест, В. Е. Чанцев. – Тамбов : Юлис, 2015. – 512 с.
2. Информационные бюллетени о состоянии геологической среды на территории Тамбовской области // Территориальный центр «Тамбовгеомониторинг». – Тамбов, 2002. – Вып. 7; 2008. – Вып. 13; 2010. – Вып. 16; 2012. – Вып. 17.

Берест Андрей Васильевич
аспирант кафедры географии Института естествознания Тамбовского госуниверситета им. Г. Р. Державина, гидрогеолог ОАО ГПП «Тамбовгеология», г. Тамбов, т. 8-915-870-72-75, E-mail: andrey-z5z@rambler.ru

Berest Andrey Vasil'yevitch
Post-graduate student of the Geography Chair of Institute of Natural Science, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, hydrogeologist in Open Joint Stock Company «Tambovgeology», Tambov, tel. +7 915-870-72-75, E-mail: andrey-z5z@rambler.ru