

Ю.М. Погосян

Yu.M. Pogosyan

*Институт экологических проблем гидросферы
Institute of Hydrosphere Ecological Problems*

О СОСТОЯНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОРЕНБУРЖЬЯ **ABOUT THE CONDITION OF ORENBURG REGION WATER RESOURCES**

Аннотация. Из-за низкого качества вод водоемов, неравномерности стока во времени, потерь на испарение (до $0,4 \text{ км}^3$ в год), нужно магазинировать воду в аллювии за счет водохранилищ. Это позволит восполнять ресурсы подземных вод непосредственно вблизи мест потребления и обеспечит население и предприятия водой высокого качества, а так же сократит материальные затраты на строительство протяженных водопроводов. Предлагается программа прогнозной оценки процессов формирования водных ресурсов на основе гидролого-гидрогеологического моделирования.

Abstract. Because of the poor quality of waters from surface reservoirs, variable water flow rate over the year and high rates of surface evaporation (up to 0.4 km^3 per year) it is necessary to store water in alluvial deposits at water reservoirs. It will make it possible to replenish underground water stocks right at the point where they are used and to provide population and industrial facilities with good water and will save the cost of long communication lines. There has been composed the program to pre-assess the processes of water stock formation basing on hydraulic and hydrogeological modeling.

Для успешного социально-экономического развития Оренбургской области необходимы большие объемы технической и высококачественной хозяйственно-питьевой воды. На действующих предприятиях существенно устарели технологии производства, и они превратились в крупные источники загрязнения окружающей среды. В платформенной части области расположены нефтегазодобывающие предприятия, а в горно-складчатой части региона горнорудные и ряд перерабатывающих отраслей промышленности. Область имеет площадь $123,75 \text{ тыс. км}^2$ преимущественно в степной и сухостепной ландшафтно-климатических зонах. Хозяйственно-питьевое водоснабжение на $88,8 \%$ осуществляется за счет пресных подземных вод, а промышленное на 73% за счет поверхностных вод [3]. Разведано 205 месторождений подземных вод. 65% их емкостных запасов приходится на бассейн р. Урал [2, 3]. 951 водопользователей отбирают из водоисточников $1872,36 \text{ млн. м}^3$ воды при лимите в $2439,12 \text{ млн. м}^3$. На производственные нужды тратится $1672,59 \text{ млн. м}^3$ ($89,3\%$), на хозяйственно-питьевые $140,66 \text{ млн. м}^3$ ($7,5\%$), на АПК – $23,2 \text{ млн. м}^3$ ($1,3\%$) и на прочие нужды – $7,03 \text{ млн. м}^3$ ($0,35\%$).

Аллювий с коэффициентом фильтрации песков $0,5 \div 30 \text{ м/сут}$ и гравия и галечников $20 \div 200 \text{ м/сут}$ содержит прослойки глин и суглинков. Дебиты скважин достигают $50 \div 100 \text{ л/с}$, а групповых водозаборов $2 \div 3 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$. Воды пресные. Прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод области составляют $5,38 \text{ млн. м}^3/\text{сут}$, с обеспеченностью $2,88 \text{ м}^3/\text{сут}$, и разведанными запасами – $0,91$ на 1 чел. Основные их ресурсы сосредоточены в аллювиальном водоносном горизонте ($44,7 \%$), а также в татарском ($15,4 \%$) и казанском ($17,4 \%$) водоносных комплексах [2]. Модули водных ресурсов составляют $1,0 \div 0,1 \text{ л/с с км}^2$, возрастая на инфильтрационных водозаборах. Восточные районы крайне ограничены в ресурсах пресных вод с модулями стока $< 0,3 \text{ л/с с км}^2$ [3].

Основная часть территории региона приурочена к области внешнего стока бассейнов рек Урала и Волги (рис. 1). На основе гидролого-гидрогеологического метода [4, 5] нами выделены микро-, мезо- и макробассейны стока. Макробассейны стока соответствуют зонам аэрации и отчасти зоне сезонных колебаний уровня грунтовых вод; мезо- и

макробассейны стока соответствуют зоне постоянного горизонтального (местного и регионального) стока вод порового и трещинно-жильного типов.

На весеннее половодье приходится до 96% годового стока [7]. С целью аккумуляции вод в области построено 1758 водохозяйственных объектов, включая: 10 водохранилищ ≥ 10 млн. м³ каждое, с общим объемом 3,47 км³ [3]. Качество воды в водоемах повсеместно не соответствует ГОСТу «Вода питьевая». Для оценки степени загрязнения воды используются **удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ)** и **коэффициент комплексности загрязненности воды (К)**, отражающие соответственно долю загрязняющего эффекта, вносимого в общее загрязнение воды рядом веществ (УКИЗВ изменяется от 1 до 16 при расчете по 30-ти веществам), а **К** отношение числа загрязняющих веществ, превышающих ПДК, к общему числу их из определяемых. **К** изменяется от 1 до 100% по мере ухудшения качества воды. Воды классифицируются на классы: условно чистых, слабо, весьма и очень загрязненных, а так же грязных, очень и чрезвычайно грязных.

Мониторинг поверхностных вод на 15 реках, Сорочинском и Ириклинском водохранилищах оценивает состояние вод в области по 42 показателям в 23 пунктах и 35 створах. Воды загрязнены тяжелыми металлами, азотом аммонийным и нитритным, нефтепродуктами, сульфатами и органическими веществами. Даже в фоновом створе Ириклинского водохранилища вода р. Урал «очень загрязненная» с УКИЗВ 3,13 и К = 25÷40%.

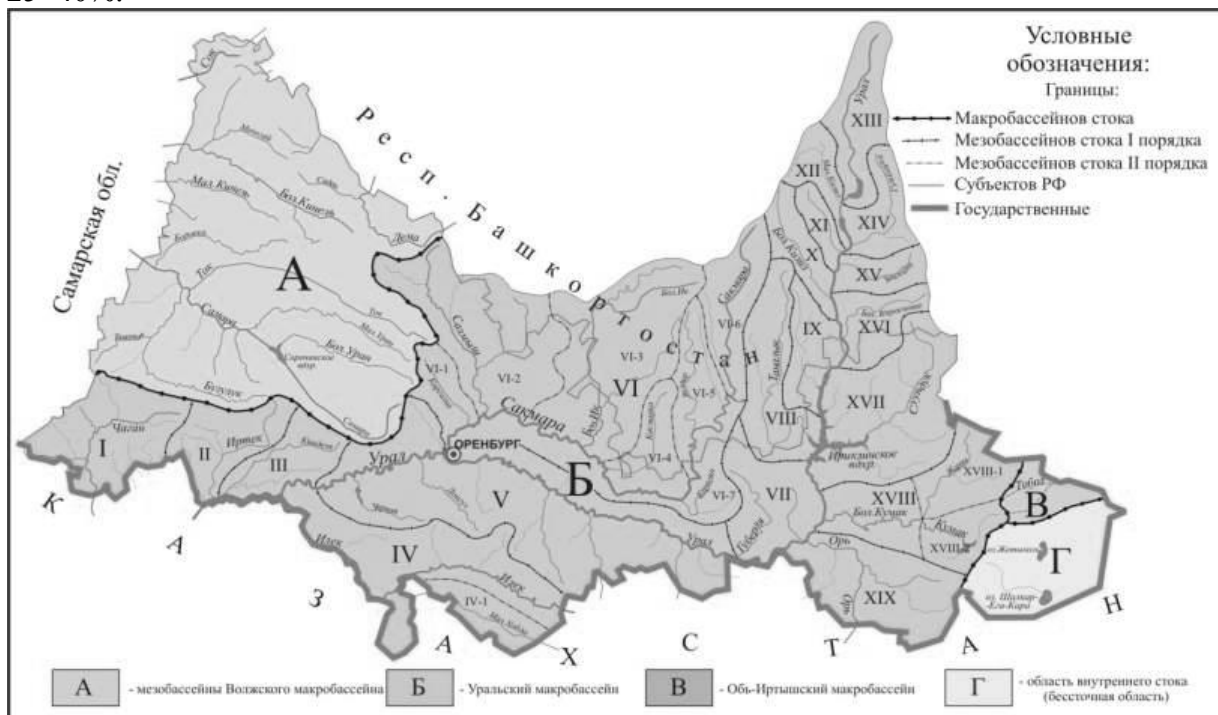


Рис. Бассейны стока Оренбургской области.

А – Мезобассейны Волжского макробассейна. Б - Уральский макробассейн стока. В – Тобольский мезобассейн стока. Г – Область внутреннего стока (бессточная область). Мезобассейны Уральского макробассейна стока первого порядка: I – Чаганский; II – Иртекский; III – Кинделинский; IV – Илекский (мезобассейн второго порядка: IV-1 – Малохобдинский); V – микро- и мезобассейны стока временных и пересыхающих водотоков; VI – Сакмарский (мезобассейны второго порядка: VI-1 – Каргалкинский; VI-2 – Салмышский; VI-3 – Большеикский; VI-4 – Касмаркский; VI-5 – Зилаирский; VI-6 – Баракальский; VI-7 – Крепостнозилаирский; VI-8 – Верхнесакмарский; VI-9 – Кураганский); VII – Губерлинский; VIII – Таналыкский; IX – Уртазымский; X – Большекизильский; XI – Янгельский; XII – Малокизильский; XIII – Верхнеуральский; XIV – Гумбейский; XV – Зингейский; XVI – Большекараганский; XVII – Сундукский; XVIII – Большекумакский (мезобассейны второго порядка: XVIII-1 – Жарлыкский; XVIII-2 – Кумакский); XIX – Орский.

В водохранилище вода отстаивается и разбавляется, но качество ее остается низким из-за превышения ПДК по азоту нитритному – в 5,8 раза, меди и нефтепродуктам в 2,0 раза, железу общему – в 1,4, сульфатам – в 1,2 и БПК₅ – в 1,6 раз [3]. С 2006 г. возросли максимальные концентрации азота нитритного с 0,7 до 5,8 ПДК, нефтепродуктов с 1,0 до 2,0 ПДК [3]. В бассейне Самары, у Бузулука, в фоновом створе УКИЗВ увеличился с 2,64 до 3,45 при К = 43%, и воды стали очень загрязненными. При минерализации 291÷718 мг/л. возросли концентрации в них меди с 2,0 до 3,0 ПДК, азота аммонийного с 1,3 до 1,8 ПДК, сульфатов с 1,0 до 1,4 ПДК и нефтепродуктов с 1,6 до 1,8 ПДК,

В осевой зоне Урала пресные воды карбонатного типа сменяются в предгорьях и в южном направлении сульфатно-натриевыми, хлоридно-магниевыми водами и даже водами хлоридного типа, что определяется структурно-гидрогеологическими и ландшафтно-климатическими особенностями территории. От автономных к подчиненным ландшафтам и от лесостепи к сухой степи растет степень карбонатности пород и количество в них сульфатов и сульфидов. Так, в терригенных породах карбонатность достигает 30%. Карбонаты и сульфаты входят в состав ионно-солевого комплекса, карбонатно-глинистого цемента и в виде зерен и агрегатов кальцита, доломита, гипса и пирита. Высотная поясность на территории каждого района хорошо отражается в смене элементарных геохимических ландшафтов, а так же микро-, мезо- и макробассейнов стока.

На платформе пресные воды хозяйственно-питьевого назначения формируются в надсолевом комплексе пород. В сухостепной зоне растут минерализация и общая жесткость вод, концентрации сульфатов и хлоридов, превращая воды в некондиционные для использования. На границе с Прикаспийским гидрогеологическим бассейном большую роль приобретает соляная тектоника. Пресные воды здесь сосредоточены в триасовых отложениях. Химический состав их гидрокарбонатный и сульфатно-гидрокарбонатно-натриевый. При погружении воды приобретают хлоридно-натриевый состав и минерализацию у соляных куполов до 35 г/л.

Юрские глины затрудняют инфильтрацию вод, переводя их сток в поверхностный, а состав вод изменяется от пресных гидрокарбонатных до сульфатно-хлоридных с минерализацией до 3,0÷26,9 г/л. Дефицит влаги при высоком испарении, низкая проницаемость пород и слабая расчлененность рельефа затрудняют формирование ресурсов пресных подземных вод. Но и на юге региона они выявлены за пределами солянокупольных структур, в нижнетриасовых, татарских и казанских отложениях. На западе, в бортовой части нижнеказанского некомпенсированного прогиба, где выклиниваются пласты сосновской и гидрохимической свит с гипсами и ангидритами, хлоридные воды и рассолы повышают даже минерализацию вод рек Чаган, Солянки, Грязнушки и др. до 2 г/л при пестром их химическом составе.

В целом, в регионе химический состав и минерализация вод зависят от широтной зональности и высотной поясности, а так же загипсованности пород и наличия реликтов морского солевого комплекса в кунгурских, палеогеновых и верхнемеловых породах. Более северные и приподнятые в рельефе районы характеризуются меньшей минерализацией вод и содержанием в них сульфатов и хлоридов. В автономных элювиальных и трансэлювиальных ландшафтах формируются микробассейны стока с водами, содержащими органические вещества. В супераквальных ландшафтах на поверхность выходят воды зоны сезонных и многолетних колебаний уровня грунтовых вод. В руслах рек и озерных ваннах разгружаются воды зоны постоянного горизонтального стока. На формирование вод влияет и литологический фактор: в известняках доминирует гидрокарбонатно-кальциевый состав вод, а в доломитах и доломитизированных известняках содержание магния в водах достигает 25÷90 мг/л вместо обычных 8÷16 мг/л. На состав вод оказывают влияние: растворение гипсово-соленосных отложений, вынос на поверхность глубинных флюидов, ореолы рассеяния от не разрабатываемых полезных ископаемых, некондиционные воды и рассолы.

Воздействие техногенеза на природные воды проявляется через систему водопорода-газ-живое вещество. Источники загрязнения подразделяются на: промышленные, геотехнологические, военные, зоотехнологические, агрохимические, энергетические, гидротехнические, транспортные, бытовые.

Воды с повышенной минерализацией закачиваются в продуктивные и поглощающие горизонты. Слабо минерализованные воды утилизируются на земледельческих полях орошения. Концентрации азота в водах превышают ПДК в сотни раз на участках животноводческих и свиноводческих комплексов, ферм, птицефабрик и сельхозугодий с избыточным внесением удобрений. Нефтедобывающие предприятия загрязняют воды в платформенной области, а горнорудные в горно-складчатой. По данным государственного мониторинга воды повсеместно загрязнены тяжелыми металлами, соединениями азота, нефтепродуктами, сульфатами, хлорорганическими пестицидами и органическими веществами.

Хорошее качество подземных вод характерно для площадей с лесонасаждениями и зонами рекреации. Лесные насаждения в области уцелели на площади чуть больше 4% и чаще встречаются на севере области. Качество вод и их устойчивость к загрязнению снижаются к южным районам вместе с модулем водного стока. Здесь строительство экологически опасных сооружений ведет к более серьезным последствиям. На нефтепромыслах теряется до 0.5 % добываемой нефти, а разрабатывается в регионе 107 месторождений нефти и газа. Загрязнению способствуют высокая аварийность, утечки углеводородов, испарение нефтепродуктов, сорбция почвой и миграция их в водоемы. Ежегодно в области происходит от 3 до 5 тыс. аварий на продуктопроводах с загрязнением десятков тыс. м² почвы.

Содержание нитратов в водах региона достигает умеренно-опасного уровня (до 240 мг/л), включая колодцы и родники (до 130,5 мг/л). Соединения азота относятся к III и II классам опасности, вызывая у детей и молодняка животных метгемоглобинемию и нарушение обмена веществ. В водах региона выявлены железо, медь, свинец, цинк, молибден и мышьяк. В естественных условиях по 600 анализам установлено, что содержание меди, свинца, цинка, молибдена и мышьяка в водах с минерализацией ≥ 1 г/л возрастает. При наличии органических веществ содержание железа (III класс опасности) превышает ПДК, переходя при снижении Eh в хорошо растворимые закисные соединения. Высокий кларк железа в породах (5÷6 %) обеспечивает его концентрации в водах до 24 мг/л. При концентрации фтора $\leq 0,5$ мг/л (II класс опасности) развивается кариес зубов. Исследуемый регион относится к остро дефицитным по содержанию фтора в питьевой воде: $0,01\div 0,97$ мг/дм³, в среднем 0,32, а в 11 районах $0,16\div 0,28$ мг/л.

На МПИ загрязнение вод обусловлено окислением сульфидов и дисульфидов с формированием сернокислых вод и сернокислотных ландшафтов. На Гайском месторождении минерализация рудничных вод достигла 270 г/л при глубине развития зоны окисления до 600 м. Воды насыщены сульфатами, свободной серной кислотой и металлами. Площадь депрессионной воронки достигла 35 км². В водах накапливаются высокие концентрации сульфатов, железа, алюминия, кремнекислоты, меди и цинка. Кислые воды при взаимодействии с породами обогащаются щелочными металлами и приобретают карбонатный тип и нейтральную реакцию среды. При свободном доступе кислорода окисление сульфидов интенсифицируется с ростом минерализации вод на 2÷3 порядка. Вокруг рудных тел образуются ореолы медистых опалов, малахита, азурита, каламина, хризоколлы, а ниже зоны окисления формируется зона вторичного обогащения.

На возвышенностях широтная зональность осложнена высотной поясностью. Урал играет роль климатораздела, и на западном склоне осадков выпадает в 2÷3 раза больше, чем на восточном, аналогично изменяются модули стока. Уязвимость территории к загрязнению определена методом экспертной оценки [8]. Она возрастает от лесостепной к сухостепной ландшафтно-климатической зоне и к понижениям в рельефе. К весьма неустойчивым к загрязнению нами отнесены аллювиальные воды, к условно защищенным

напорные воды татарского яруса. Они могут служить резервом питьевых вод для населения области.

Рассолы на месторождениях нефти и газа и каменной соли не поддаются очистке. Сульфаты тяжелых металлов поддаются очистке на геохимических барьерах. Концентрации азота в водах на фермах и площадях с избыточным внесением удобрений превосходят ПДК в десятки и сотни раз. Плотность техногенных преобразований природных вод зависит от плотности распределения и масштабов проявления источников загрязнения и концентрации загрязняющих веществ в их ареалах.

Водоснабжение г. Ясный, поселков Светлый, Домбаровский, Энергетик и Первомайский Оренбургского района, осуществляется за счет поверхностных вод. Воды водохранилищ с 2010 г. повсеместно зацвели. Из-за ветхого состояния коммуникаций участились аварии на водопроводах. Вода хорошего качества сохраняется в аллювии у водохранилищ. Водоохранилища усиливают инфильтрацию своих вод, восполняя запасы водозаборов, например, на Гайском водозаборе ниже Ириклинской плотины [8].

Из-за низкого качества вод водоемов, неравномерности стока в течение года, потерь на испарение с поверхности прудов и водохранилищ (до 0,4 км³ в год), необходимо перейти к магазинированию вод у водохранилищ в аллювиальный песчано-гравийно-галечный коллектор. Это позволит восполнять ресурсы подземных вод непосредственно вблизи мест потребления и обеспечит население и предприятия водой высокого качества, а так же сократит материальные затраты на строительство протяженных водопроводов [1, 6, 8]. Чтобы осуществить такую программу, необходима прогнозная оценка процессов формирования водных ресурсов на основе гидролого-гидрогеологического моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водно-ресурсный потенциал / Под ред. А.М. Черняева. Екатеринбург: «АКВА-ПРЕСС», 2000. - 420 с.
2. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Оренбургской области в 1997–2006 гг. Вып 1–10. Оренбург: ОАО «Вотемиро» 1997–2006.
3. Информационный бюллетень «О состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Оренбургской области за 2007 год». Оренбург, 2008. – 197 с.
4. Кирюхин В.А. Региональная гидрогеология: Учебник для вузов / В.А. Кирюхин. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), СПб, 2005. - 344 с.
5. Кузнецова Е.В. Гидрогеоэкологическое обоснование строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов в горнодобывающих районах Оренбуржья. Автореферат дис. кандидата тех. наук. Пермь, 2004. - 25 с.
6. Подземные воды мира: ресурсы, использование, прогнозы / под ред. И.С. Зекцера; Ин-т водных проблем РАН. – М.: Наука, 2007. – 438 с.
7. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология / А.А. Чибилев - Екатеринбург: УрО РАН, 2008. - 312 с.
8. Экологические основы водохозяйственной деятельности (на примере Оренбургской области и сопредельных районов)/Авторы: А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, В.Г. Гацков и др. ПГУ и др. Пермь; Оренбург, 2007. - 327 с.