

УДК: 553.98:556.334(470.56)

## ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ В НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНАХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2009 г. А. В. Глянцев

*Оренбургский Научный центр УрО РАН  
460014, г. Оренбург, ул. Набережная, 29  
E-mail: geocol-onc@mail.ru  
Поступила в редакцию 15.04.2009 г.*

В статье охарактеризованы водоносные комплексы Бузулукской впадины, входящей в состав Волго-Уральской антеклизы. Рассчитаны установившиеся приведенные уровни подземных вод (УПУ) и построены карты для уфимско-нижнеказанского (надсолевого), ассельско-аргинского, визейско-нижнемосковского и среднефранско-турнейского (подсолевых) водоносных комплексов, а также региональный профиль распространения УПУ. Показана зависимость УПУ от характера рельефа и тектонических факторов.

Ключевые слова: *водоносные комплексы, осадочный чехол, региональный профиль, установившиеся приведенные уровни.*

Район исследования расположен в юго-восточной части Восточно-Европейской платформы в пределах Волго-Уральской антеклизы (рис. 1). Современное строение территории в значительной степени определяется особенностями развития образований кристаллического фундамента архейско-нижнепротерозойского возраста и отложениями осадочного чехла верхнего протерозоя, палеозоя и мезозоя. Складчатость осадочного чехла в основном является следствием колебательных движений, возникающих в кристаллическом фундаменте.

Для исследования взаимодействия водоносных комплексов рассмотрены и уточнены геологические и гидрогеологические условия в Бузулукской впадине, входящей в состав Волго-Уральской антеклизы.

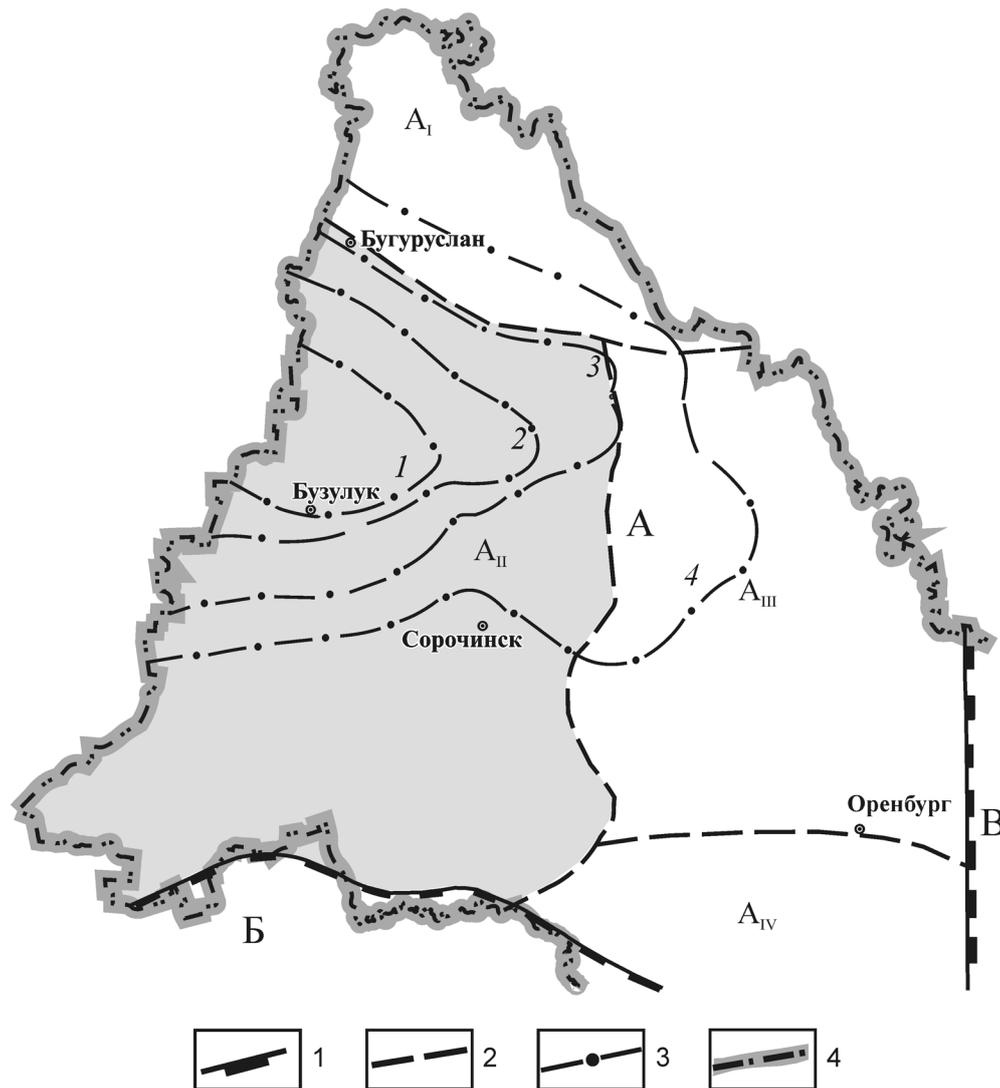
Главной особенностью геологического строения Бузулукской впадины является интенсивная расчленённость фундамента, оказавшая большое влияние на структурные особенности терригенно-карбонатной толщи среднего девона.

Бузулукская впадина является сложной отрицательной структурой чашеобразной формы. На востоке она довольно плавно сочленяется с Соль-Илецким и Восточно-Оренбургским сводовыми поднятиями, на севере ограничивается Татарским сводом, на юге – Прикаспийской синеклизой [1]. Западная часть впадины прослеживается на территории Самарской области и там ограничивается Жигулевско-Пугачевским сводом. Ее размеры (с учетом Самарской части) составляют 170 × 280 км. Формирование Бузулукской впадины началось со среднего девона и продолжалось в течение всего палеозоя. В пределах данной отрицательной структуры, по сравнению с окружающими сводовыми

поднятиями, значительно увеличена мощность палеозойских отложений. На севере Бузулукской впадины отмечаются резкие колебания мощностей отдельных стратиграфических подразделений, региональных наклонов, широкое развитие синседиментационных структур.

Осадочный чехол девонского возраста тесно связан со строением поверхности фундамента. Как правило, все структуры II и III порядков, а также разломы в фундаменте находят своё отражение в девоне. По кровле турнейского яруса в пределах впадины прослеживается региональное погружение пород с севера на юг. В северной её части чётко оконтуривается Муханово-Ероховский некомпенсированный прогиб. Он является продолжением Камско-Кинельской системы прогибов, имеющих основное распространение в пределах Самарской области. Формирование прогиба было длительным, заложение зоны некомпенсированного осадконакопления произошло в среднем фране, а заполнение его осадками – в визейском веке. Анализ структурных поверхностей бобриковского горизонта башкирского яруса каменноугольной системы и артинского яруса пермской системы показывает, что их структурные планы в основном совпадают с турнейским ярусом. Отличие заключается в отсутствие чётких контуров Муханово-Ероховского прогиба. По указанным структурным поверхностям прослеживается моноклиналь, которая осложняется локальными структурами. Из анализа поверхности структурного плана кунгурского яруса можно сделать вывод об унаследованности общих черт основных структурных элементов подсолевого ложа.

В гидрогеологическом отношении рассматриваемый район расположен в пределах Восточно-



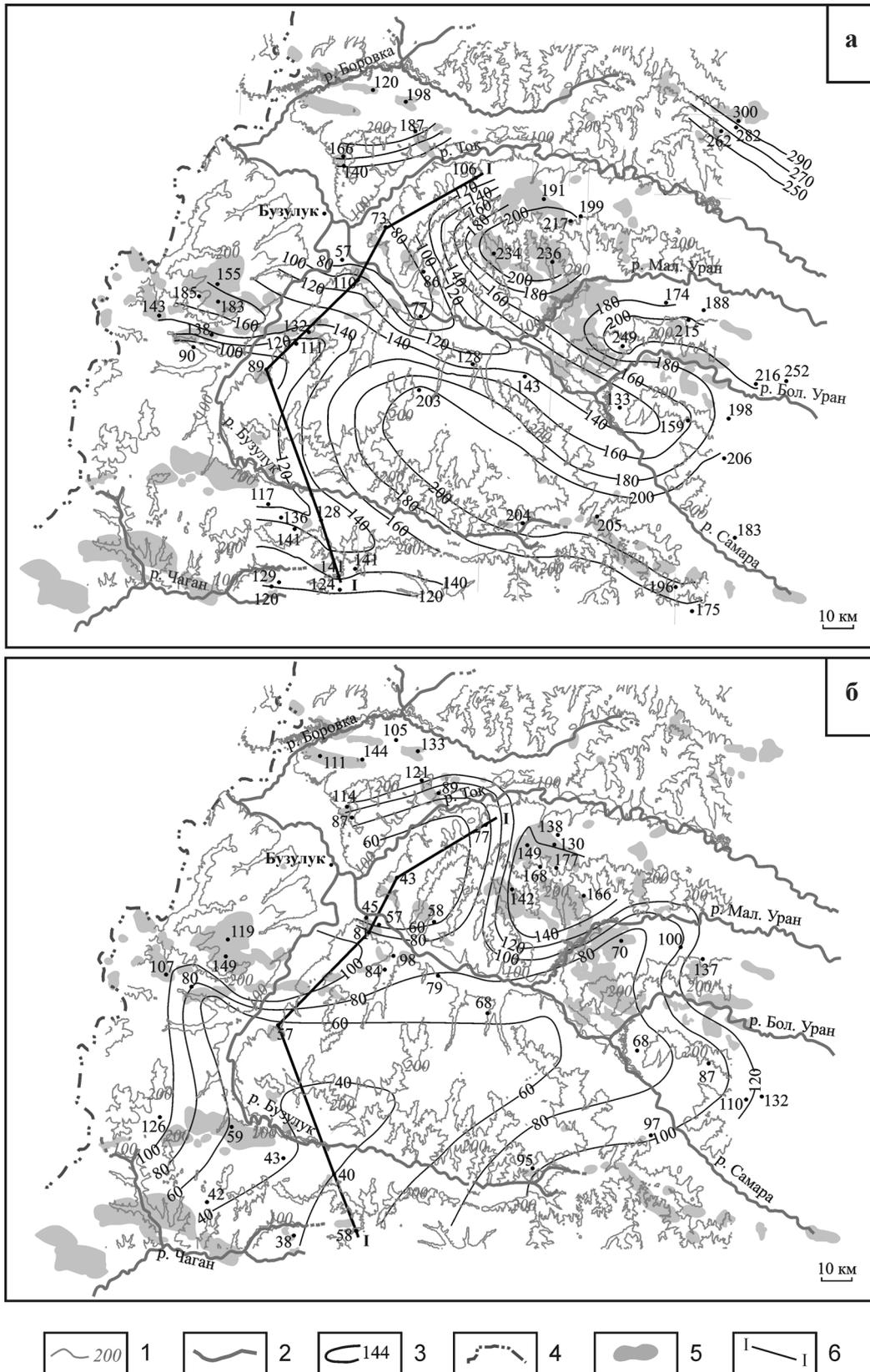
**Рис. 1.** Структурно-тектоническая схема западной части Оренбургской области.

1 – границы надпорядковых структурно-тектонических элементов (А – Волго-Уральская антеклиза, Б – Прикаспийская синеклиза, В – Предуральский краевой прогиб), 2 – границы структурно-тектонических элементов первого порядка (А<sub>I</sub> – Южный склон Татарского свода, А<sub>II</sub> – Бузулукская впадина, А<sub>III</sub> – Восточно-Оренбургское сводовое поднятие, А<sub>IV</sub> – Соль-Илецкий свод), 3 – границы Муханово-Ероховского прогиба (1 – центральная депрессия турнейского возраста, 2 – внутренняя прибортовая зона турнейского возраста, 3, 4 – внешние прибортовые зоны заволжского и фаменского возрастов), 4 – граница Оренбургской области.

Русского артезианского бассейна подземных вод первого порядка [3, 4]. В качестве гидрогеологических структур второго порядка выделяется Сыртовский артезианский бассейн. Чашеобразная форма впадины в сочетании с приподнятыми бортами обуславливает обособленность её водной системы относительно окружающих её территорий и особенности водообмена.

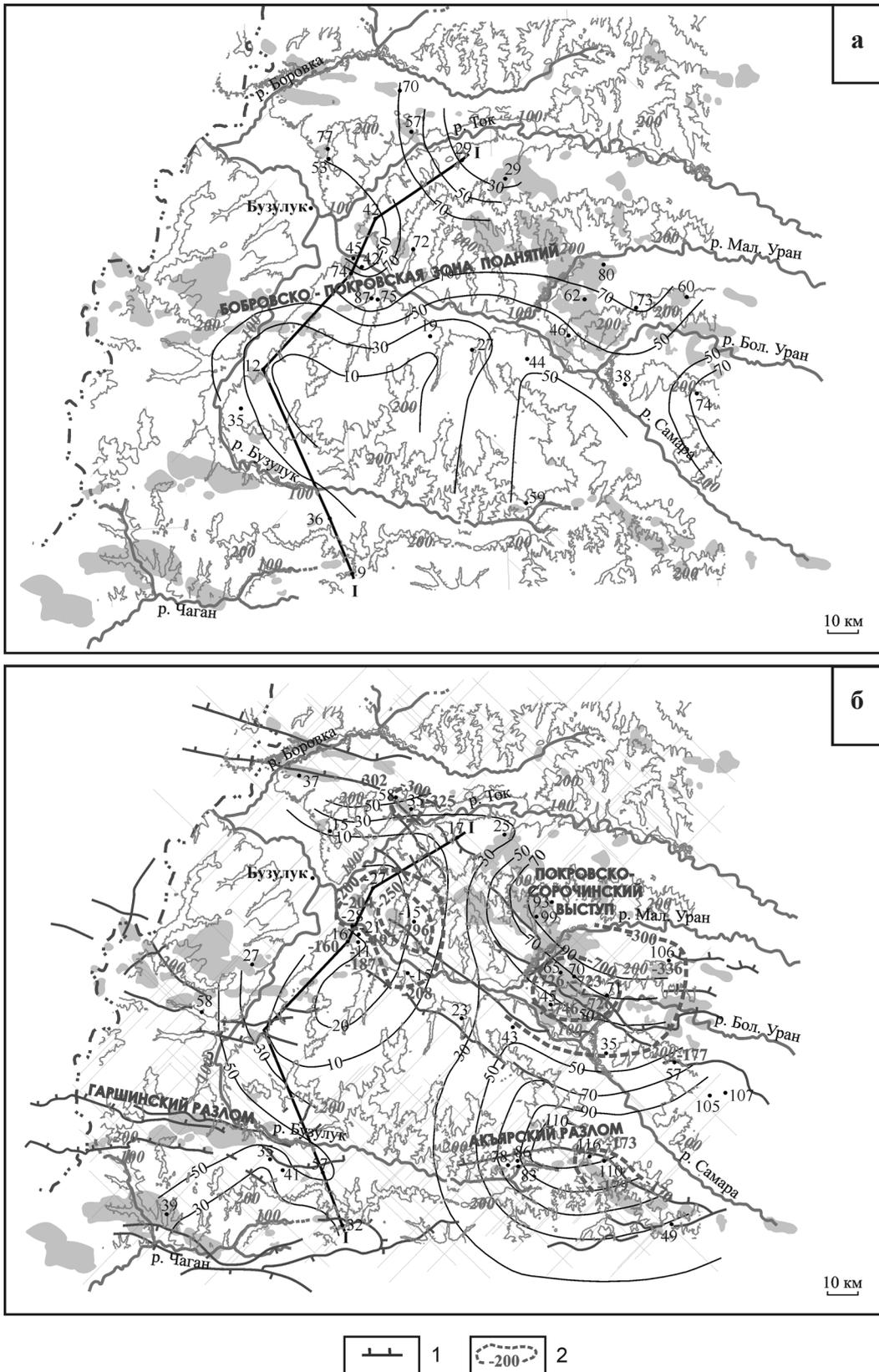
Взаимосвязь между водоносными горизонтами ранее исследовалась В.Г. Поповым [5] в соседнем Башкортостане. Он указывает на наличие связи величин пластовых давлений и конфигурации пьезометрических поверхностей вод замедленно-

го водообмена с характером современного рельефа, подтверждая тем самым их связь с горизонтами зоны интенсивного водообмена. Сделанные В.Г. Поповым выводы, применительно к условиям Башкортостана, учтены при исследовании формирования и движения подземных вод в осадочном чехле Бузулукской впадины. В этой части осадочного чехла нами изучены четыре водоносных комплекса: уфимско-нижнеказанский (надсолевой), ассельско-артинский, визейско-нижнемосковский и среднефранско-турнейский (подсолевые), по которым построены четыре карты установившихся приведенных уровней подземных вод (рис. 2, 3).



**Рис. 2.** Карты установившихся приведенных уровней вод уфимско-нижеказанского (а) и ассельско-артинского (б) комплексов.

1 – изогипсы, 2 – речная сеть, 3 – гидроизоэпызы, 4 – граница области, 5 – месторождения нефти, 6 – линия регионального профиля.



**Рис. 3.** Карты установившихся приведенных уровней вод визейско-нижнемосковского (а) и нижнефранско-туронийского (б) комплексов.

1 – разломы, 2 – техногенно измененные приведенные уровни вод на эксплуатируемых месторождениях нефти. Остальные условные обозначения см. на рис. 2.

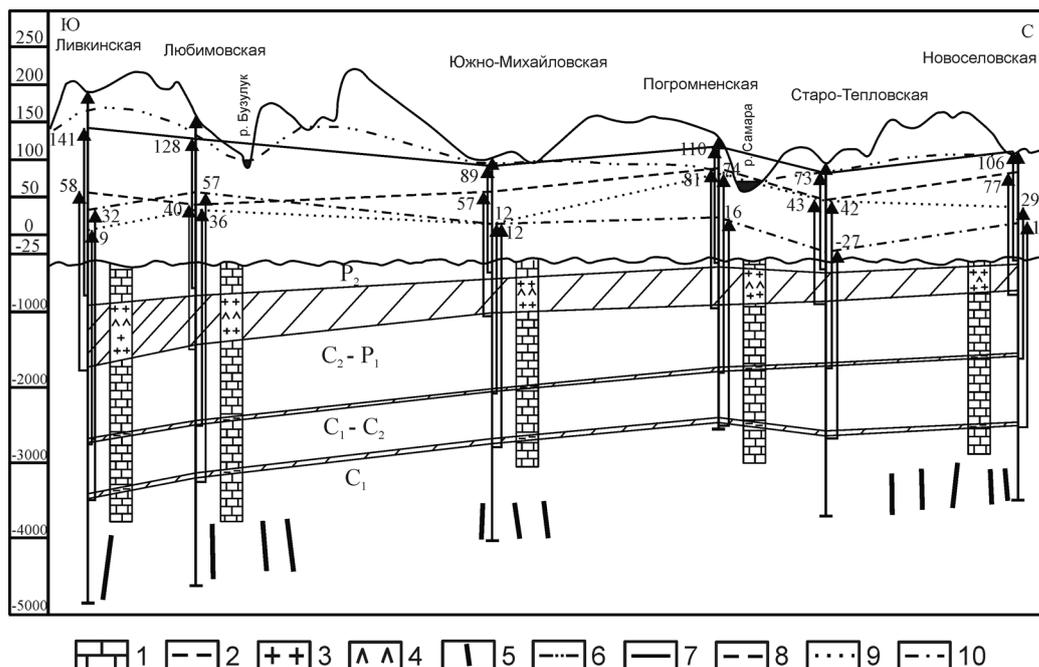


Рис. 4. Региональный профиль по линии I-I (Ливкинская–Новоселовская).

1 – карбонаты, 2 – глинистые породы, 3 – соль, 4 – ангидриты, 5 – разломы, 6 – уровни вод первого водоносного горизонта, 7–10 – приведенные уровни комплексов: 7 – уфимско-нижеказанского ( $P_2$ ), 8 – ассельско-артинского ( $C_2-P_1$ ), 9 – визейско-нижнемосковского ( $C_1-C_2$ ), 10 – среднефранско-турнейского ( $C_1$ ).

Для изучения взаимодействия водоносных комплексов, используя полученные данные о геологическом строении, гидрогеологических условиях и приведенных напорах водоносных горизонтов, построен региональный профиль по линии I-I Ливкинская-Новоселовская (рис. 4).

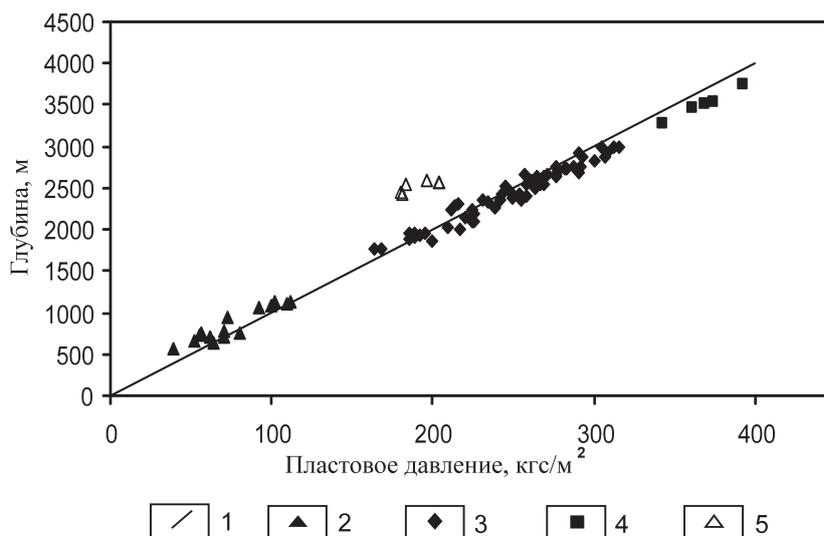
На карте установившихся приведенных уровней вод уфимско-нижеказанского комплекса (рис. 2а) прослеживается довольно четкая приуроченность повышенных напоров к поднятиям и водоразделам и постепенное снижение напоров к долинам рек. Например, в долинах крупных рек Бузулука и Самары наблюдаются пониженные напоры (абс. отм.  $+(57 \div 133)$  м), купола повышенных напоров (абс. отм.  $+(203 \div 249)$  м) приурочены к поднятиям в рельефе между рр. Бол. Уран, Мал. Уран, Ток и в верховье р. Бузулук. Снижение напоров наблюдается и в долинах притоков Самары – рр. Бол. Уран, Мал. Уран, Ток.

Карта установившихся приведенных уровней вод первого подсолевого ассельско-артинского комплекса представлена на рис. 2б. На ней видно, что распространение повышенных и пониженных напоров комплекса, кроме юго-западной части, в общих чертах соответствует их распространению в уфимско-нижеказанском комплексе, с небольшим смещением вершин пьезометрических максимумов и минимумов. Выявленное соответствие распределения напоров уфимско-

нижеказанского и ассельско-артинского комплексов свидетельствует о взаимодействии их вод. В юго-западной части исследуемой территории прослеживается понижение установившихся приведенных уровней в южном направлении. Это, видимо, связано с увеличением влияния тектоники, так как в пермское время поверхность приобрела южный наклон в сторону Прикаспийской синеклизы.

Увеличение влияния тектоники на распределение значений установившихся приведенных уровней вод наблюдается в ниже расположенном визейско-нижнемосковском комплексе (рис. 3а). Повышенные напоры (абс. отм.  $+(72 \div 80)$  м) приурочены к Бобровско-Покровской зоне поднятий, пониженные напоры наблюдаются к северу, северо-западу (абс. отм.  $+(29 \div 45)$  м) и к югу (абс. отм.  $+(12 \div 27)$  м) от Бобровско-Покровской зоны поднятий. Сравнивая зоны повышенных и пониженных напоров комплекса с зонами повышенных и пониженных напоров ассельско-артинского комплекса, в общем плане получаем совпадение этих зон с некоторым смещением и видоизменением. Это может быть связано с изменением геологического строения с глубиной и влиянием тектоники.

На карте установившихся приведенных уровней вод среднефранско-турнейского комплекса (рис. 3б) выделяются три зоны повышенных напоров: юго-западная (абс. отм.  $+(41 \div 57)$  м), при-



**Рис. 5.** Связь между пластовым давлением и глубиной залегания водонасыщенных горизонтов.

1 – линия нормального гидростатического давления; 2–4 – глубины залегания водонасыщенных горизонтов: 2 – перми, 3 – карбона, 4 – девона; 5 – воды карбона с техногенно нарушенным давлением.

уроченная к Гаршинскому разлому; юго-восточная (абс. отм.  $+ (110 \div 148)$  м), приуроченная к Акъярскому разлому и восточная (абс. отм.  $+ (93 \div 106)$  м), приуроченная к Покровско-Сорочинскому кристаллическому выступу. Сравнивая повышенные напоры в этих зонах с напорами вышележащего комплекса, получаем превышение напоров рассматриваемого комплекса на 21–57 м. Полученное превышение свидетельствует о восходящем движении подземных вод в районе Покровско-Сорочинского выступа, Акъярского и Гаршинского разломов. Пониженные значения напоров от  $-28$  до  $+16$  м отмечены в центральной части впадины. В сравнении с вышележащим визейско-нижнемосковским комплексом имеем понижение напоров вод на 60–70 м, полученная разность напоров свидетельствует о нисходящем движении вод рассматриваемого комплекса в воды среднефранско-турнейского комплекса.

На эту же карту, по имеющимся данным техногенно измененных приведенных уровней на эксплуатируемых месторождениях нефти. Согласно им, на месторождениях нефти выделены гидродинамические воронки различных размеров.

Анализ построенного регионального профиля I-I (рис. 4) показывает, что в скважинах, находящихся вблизи разломов наблюдается уменьшение разницы между установившимися приведенными уровнями среднефранско-турнейского и визейско-нижнемосковского комплексов, а местами – и превышение приведенных уровней вод нижнего среднефранско-турнейского комплекса над уровнями визейско-нижнемосковского. На профиле I-I в скважинах вблизи разломов на Но-

воселовской площади разность между установившимися приведенными уровнями двух нижних рассматриваемых комплексов составляет 12 м; на Южно-Михайловской площади приведенные уровни подземных вод этих комплексов одинаковые, а на Любимовской и Ливкинской площадях приведенные уровни вод нижнего среднефранско-турнейского комплекса превышают таковые визейско-нижнемосковского комплекса на 21–23 м. Обратная картина наблюдается в скважинах, удаленных от разломов. В скважинах на Погромненской и Старо-Тепловской площадях превышение приведенных уровней визейско-нижнемосковского комплекса над нижезалегающим среднефранско-турнейским комплексом составляет 58–69 м.

Результаты исследования связи между пластовым давлением в водонасыщенных горизонтах палеозоя Бузулукской впадины и глубиной залегания этих горизонтов приведены на рис. 5. Они свидетельствуют о прямой пропорциональной зависимости пластового давления от глубины залегания водонасыщенного горизонта, т.е. большинство точек находится на линии нормального гидростатического давления ( $\Delta p = 1$  кг/см<sup>2</sup> на 10 м) или в непосредственной близости от неё. Следовательно, фактическое пластовое давление в палеозойских водонасыщенных горизонтах контролируется высотой столба воды и её средневзвешенным объёмным весом над точкой замера. В случае значительного отклонения расположения точек давления от линии нормального давления с большой долей вероятности можно говорить о его техногенной причине.

Комплекс проведенных исследований позволяет сделать определенные выводы о гидрогеодинамическом взаимодействии водоносных горизонтов в Бузулукской впадине. В результате интенсивной расчлененности фундамента впадины, усиливающейся разломной тектоникой низших порядков, в ней наблюдаются как латеральный, так и вертикальный водообмен, который значительно изменяется в процессе добычи углеводородов. Движение вод наблюдается и внутри тектонических блоков по микротрещинам, имеющим, по нашим лабораторным исследованиям, коэффициент фильтрации от  $0.316 \cdot 10^{-6}$  до  $0.105 \cdot 10^{-5}$  м/сут [2]. Сравнение карт установившихся уровней дает возможность конкретизировать складывающуюся на месторождениях нефти и газа гидродинамическую обстановку и осуществлять прогноз возможности вертикальных перетоков флюидов между водоносными комплексами снизу вверх или сверху вниз.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области / Под ред. А.С. Пантелеева. Оренбург: Оренбургское кн. изд-во, 1997. 272 с.
- Глянцев А.В. О методике определения коэффициента фильтрации пород покрышек месторождений нефти и газа в Южном Предуралье // Региональная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов Оренбуржья. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2005. С. 266–267.
- Зинченко Л.Е. Ведение автоматизированной информационной системы АИС ГVK “Подземные воды”. Оренбург Фонды ОТФГИ. 1993.
- Овсянникова И.А. Сводная легенда Средне-Волжской серии Государственной гидрогеологической карты масштаба 1 : 200 000. Дзержинск. Оренбург, Фонды ОТФГИ, 1993.
- Попов В.Г. Гидрогеохимия и гидродинамика Предуралья. М.: Наука, 1985. 278 с.

Рецензент П.В. Панкратьев

## Study of the interaction water-bearing complex in Orenburg petroleum producing areas

A. V. Glyancev

*Orenburg Science Centre, Urals Branch of RAS*

Water-bearing complexes in Buzuluk trough of Volga-Urals antecline are characterized in article. The establishing underground water reduced levels were calculated. The maps for Ufimien–Low-Kazanien (over-salt) and Asselien–Artinskien, Viseen–Low-Moscovien, Middle-Frasnien–Tournaisien (all under-salt) water-bearing complexes, as well as regional profile of the spreading of underground water reduced levels were built. It is shown the dependency of underground water reduced levels from relief nature and tectonics.

Key words: *water-bearing complexes, sedimentary cover, regional profile, the establishing reduced levels.*