

## ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. П. Пасмарнова, П. А. Панарин

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 25 февраля 2011 г.

**Аннотация.** Рассмотрены основные геологические факторы, влияющие на защищенность грунтовых вод от поступления загрязнения: литологический состав и мощность слабопроницаемых отложений зоны аэрации, глубина залегания подземных вод. Проанализированы гидродинамические условия, определяющие возможность поступления загрязненных вод в напорные водоносные комплексы.

**Ключевые слова:** подземные воды, водоносный горизонт, зона аэрации, слабопроницаемые отложения, литологический состав, градиент напора, защищенность подземных вод.

**Abstract.** The basic geological factors that influencing for security of ground water from receipt of pollution are considered: lithological structure and power poorly nontight sedimentation of an aeration zone, depth occurrence underground water. The hydrodynamic conditions that defining possibility of receipt of polluted waters in pressure head water-bearing complexes are analysed.

**Key words:** underground waters, water-bearing horizon, an aeration zone, poorly nontight sedimentation, lithological structure, a pressure gradient, security of underground water

В последние десятилетия одновременно с возрастанием техногенной нагрузки на природные экосистемы отмечается ухудшение качества подземных вод верхних горизонтов, используемых для питьевого водоснабжения населения. В связи с этим возникла необходимость в проведении оценки условий защищенности подземных вод от загрязнения, позволяющей прогнозировать возможность инфильтрации загрязняющих веществ с поверхности земли в водоносные горизонты. Методы оценки защищенности как грунтовых вод, так и залегающих ниже напорных водоносных горизонтов разрабатывались в нашей стране и за рубежом начиная с 60-х годов прошлого столетия. Наиболее приемлемой для региональной оценки условий защищенности подземных вод, когда неизвестно конкретное загрязняющее вещество, является методика, предложенная В.М. Гольдбергом [1, 2]; которая использована институтом ВСЕГИНГЕО при разработке методических рекомендаций по геоэкологическим исследованиям и картографированию [3].

В соответствии с указанными выше методическими рекомендациями авторами настоящей работы проведен анализ условий естественной защищенности от загрязнения водоносных комплексов, эксплуатируемых для питьевого водоснабжения населения на территории центральной

части Тамбовской области. В качестве основных факторов условий защищенности грунтовых вод выбраны следующие: 1) глубина залегания подземных вод, 2) мощность и литологический состав слабопроницаемых пород зоны аэрации, 3) содержание глинистой фракции в породах зоны аэрации. Каждый фактор защищенности оценивается с помощью системы баллов. Интегральная оценка производится по среднему баллу с выделением следующих категорий: защищенные, относительно защищенные, слабо защищенные и незащищенные.

Качественная оценка условий защищенности напорных вод проведена на основе учета двух показателей: 1) соотношения уровней исследуемого ( $H_2$ ) и вышележащего ( $H_1$ ) водоносных горизонтов, 2) мощности разделяющего их водоупора. В этих условиях рассматриваются следующие градации мощности водоупора ( $m_0$ ):

1)  $m_0 < 5$  м; 2)  $m_0 = 5-10$  м, 3)  $m_0 > 10$  м;

и следующие варианты соотношения уровней грунтовых и напорных вод:

1)  $H_2 > H_1$ , пьезометрический уровень напорного горизонта выше уровня грунтовых вод. Следовательно, формируется положительный вертикальный градиент напора, препятствующий движению загрязненных вод сверху;

2)  $H_2 < H_1$ , пьезометрический уровень напорного горизонта ниже уровня грунтовых вод. В этом случае формируется отрицательный верти-

кальный градиент напора и возникают гидродинамические условия перетекания загрязненных вод из вышележащего водоносного горизонта в нижележащий.

На основе сочетания двух показателей выделяются следующие группы защищенности напорных вод рассматриваемых комплексов:

защищенные ( $m_0 > 10$  м и  $H_2 > H_1$ );

относительно защищенные ( $m_0 = 5-10$  м и  $H_2 > H_1$ ,  $m_0 > 10$  м и  $H_2 < H_1$ );

слабо защищенные ( $m_0 = 5-10$  м и  $H_2 < H_1$ ,  $m_0 < 5$  м и  $H_2 > H_1$ );

незащищенные ( $m_0 < 5$  м и  $H_2 < H_1$ ).

В пределах рассматриваемой территории для централизованного водоснабжения населения используются: на востоке – нижнемеловой терригенный водоносный комплекс ( $K_1$ ), на западе – средневерхнефаменский терригенно-карбонатный водоносный комплекс ( $D_3 fm_{2,3}$ ).

Нижнемеловой водоносный комплекс в юго-восточной части площади его использования для водоснабжения является напорным, в пределах остальной территории – безнапорный; средневерхнефаменский водоносный комплекс повсеместно – напорный.

Условия защищенности от загрязнения межпластовых безнапорных подземных вод нижнемеловых отложений весьма изменчивы (рис. 1). Это определяется главным образом различной мощностью и литологическим составом слабопроницаемых отложений четвертичного и верхнеальбского возраста, залегающих над кровлей нижнемелового водоносного комплекса. Мощность отложений нижнечетвертичного возраста (моренные суглинки) на большей части рассматриваемой территории изменяется от долей метра до 10 м (на высоких отметках водоразделов). Повышенная мощность морены (до 15 м) отмечена на водоразделе рек Хмелина и Керша. Мощность верхнеальбского водоупора (глин и алевролитов парамоновской свиты) на площади распространения безнапорных подземных вод нижнемеловых отложений не превышает 10 м.

Глубина залегания подземных вод, приуроченных к нижнемеловым отложениям, в долине Цны и ее притоков изменяется от первых метров до 20 м, на водораздельных пространствах – достигает 40–45 м.

В связи с вышеизложенным можно характеризовать межпластовые безнапорные подземные воды нижнемеловых отложений как слабозащищенные от проникновения загрязненных вод из

вышезалегающих горизонтов. На куполах водоразделов в пределах развития верхнеальбского водоупора, где суммарная мощность водоупорных пород над кровлей нижнемелового водоносного комплекса достигает 13–17 м подземные воды нижнемеловых отложений относятся к категории относительно защищенных.

Следует отметить, что в долинах рек нижнемеловой водоносный комплекс не имеет водоупорного перекрытия, следовательно повсеместно является незащищенным от поступления загрязнения из вышезалегающего аллювиального водоносного комплекса.

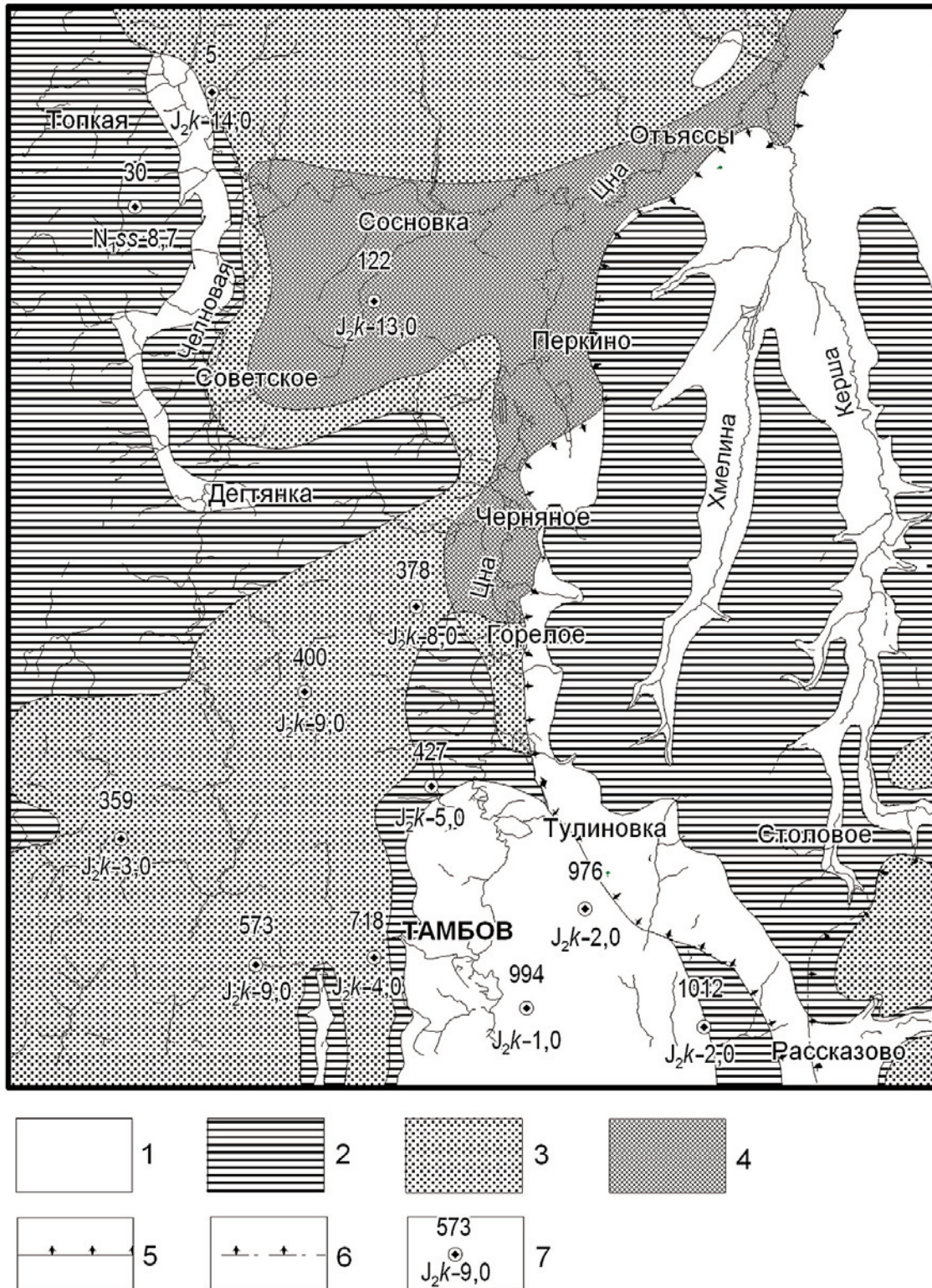
Напорные подземные воды нижнемеловых отложений распространены на небольшом по площади участке в юго-восточной части рассматриваемой территории, которая характеризуется отрицательным вертикальным градиентом напора. Над кровлей нижнемелового водоносного комплекса здесь залегают моренные суглинки мощностью 5–13 м, глины и алевролиты парамоновской свиты, мощность которых составляет 3–15 м. В связи с таким диапазоном изменения мощности перекрывающих водоупорных отложений условия защищенности напорных вод нижнемеловых отложений изменяются от незащищенных до относительно защищенных (севернее пос. Рассказово).

Условия защищенности от загрязнения средневерхнефаменского водоносного комплекса также весьма разнообразны (рис. 1).

Зоны подземных вод незащищенных от поступления загрязнения из вышезалегающего горизонта грунтовых вод, занимают сравнительно небольшую площадь в районе г. Тамбов и населенных пунктов Челнаво-Рождественская и Гавриловка. Опасность загрязнения здесь связана с наличием отрицательного градиента напора, незначительной мощностью (< 5 м) перекрывающего келловейского водоупорного горизонта или его размывом.

Площади с защищенными подземными водами средневерхнефаменского водоносного комплекса распространены в центральной части рассматриваемой территории и в долине реки Цны, где отмечается положительный градиент напора. Перекрывающей водоупорной кровлей здесь является келловейский терригенный горизонт, сложенный глинами, мощность которых составляет 10–20 м.

Относительно защищенные от загрязнения подземные воды распространены на севере, юго-



**Рис. 1.** Схема защищенности от загрязнения основных эксплуатируемых водоносных комплексов (масштаб 1:500 000). Категории защищенности: 1 – незащищенные, 2 – слабо защищенные, 3 – относительно защищенные, 4 – защищенные; прочие обозначения: 5 – контур распространения нижнемелового водоносного комплекса, используемого для питьевого водоснабжения; 6 – контур распространения напорных вод нижнемеловых отложений; 7 – скважина, цифры: вверху – номер по реестру, внизу – геологический индекс и мощность перекрывающего водоупорного горизонта

западе и в центральной части исследованной территории. На указанных участках сформировался отрицательный градиент напора, при этом над кровлей рассматриваемого водоносного комплекса залегают водоупорные отложения среднеюрского возраста и сосновской свиты миоцена, суммарная мощность которых на юго-западе территории достигает 30–40 м. В долине реки Цны (в районе сел Орехово и Мамонтово) отмечен положительный градиент напора, однако мощность водоупорных отложений над кровлей водоносного комплекса не превышает 10 м, следовательно подземные воды на отмеченном участке также можно характеризовать как относительно защищенные от поступления загрязнения сверху.

Зоны подземных вод средне-верхнефаменского водоносного комплекса, слабо защищенных от поступления загрязнения из вышележащего горизонта грунтовых вод, распространены преимущественно на западе рассматриваемой территории. Это обусловлено наличием отрицательного градиента напора и незначительной мощностью перекрывающих водоупорных отложений (5–10 м).

Таким образом, на большей части площади исследований средне-верхнефаменский водоносный комплекс является слабо защищенным или относительно защищенным от поступления загрязнения из вышележающих горизонтов. Для подземных вод нижнемеловых отложений характерна зональность условий защищенности: в речных долинах – незащищенные, на водоразделах – слабо защищенные и относительно защищенные.

Изложенные выше результаты исследований свидетельствуют о необходимости учета естественной защищенности подземных вод от поступления загрязнения при решении вопросов, связанных с размещением скважин проектируемых водозаборов и разработкой природоохранных мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдберг В. М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения / В. М. Гольдберг, С. Газда. – М. : Недра, 1984. – 266 с.
2. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод / сост. В. М. Гольдберг. – М. : ВСЕГИНГЕО, 1980. – 46 с.
3. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1 : 200 000–1 : 100 000 / Сост. Л. А. Островский, В. Н. Островский. – М. : ВСЕГИНГЕО, 1998. – 62 с.
4. Смирнова А. Я. Грунтовые воды и их естественная защищенность от загрязнения на территории Воронежской области / А. Я. Смирнова, Л. В. Умнякова, В. М. Гольдберг. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1986. – 108 с.
5. Пасмарнова С. П. Геологическое строение зоны аэрации как фактор защищенности грунтовых вод от техногенного загрязнения / С. П. Пасмарнова, Ю. М. Зинюков // Научно-методические основы и практика регионального гидрогеологического изучения и картографирования : материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции. – М. : ВСЕГИНГЕО, 2001. – С. 68–70.
6. Смольянинов В. М. Подземные воды Центрально-Черноземного региона: условия их формирования, использование / В. М. Смольянинов. – Воронеж : Истоки, 2003. – 239 с.

*Воронежский государственный университет  
С. П. Пасмарнова, кандидат географических наук,  
преподаватель кафедры гидрогеологии, инженерной  
геологии и геоэкологии  
pasmarnova\_sp@mail.ru  
Тел. 8 (473) 220-89-80*

*П. А. Панарин, ведущий инженер НИИ Геологии  
panarin\_pa80@mail.ru  
Тел. 8 (473) 253-04-20*

*Voronezh State University  
S. P. Pasmarnova, Candidate of Geographic Science,  
teacher of Chair of Hydrogeology, Engineering Geology  
and Geoecology  
pasmarnova\_sp@mail.ru  
Tel. 8 (473) 220-89-80*

*P. A. Panarin, the leading engineer of NII Geology  
panarin\_pa80@mail.ru  
Tel. 8 (473) 253-04-20*