

А.З. Нафиков¹, Т.Е. Рузанова², Н.Н. Фахрутдинов², В.М. Федотов³

¹ОАО «Татнефть», Альметьевск

²НГДУ «Елховнефть», Альметьевск

³Татарское геологоразведочное управление, Казань

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НГДУ «ЕЛХОВНЕФТЬ»

Юго-восток Республики Татарстан можно смело отнести к региону, на территории которого техногенное загрязнение подземных вод перешло допустимый уровень задолго до того, как стали предприниматься действенные меры по его устранению. Техногенное изменение качества подземных вод в одних местах практически не оказало вредного влияния на действующие водозаборы, в других – привело к недопустимому ухудшению качества вод.

Среди прикладных направлений мониторинга подземных вод может выступить метод оценки интенсивности влияния антропогенной деятельности на экологическое состояние подземных вод по гидрогеоэкологическим показателям.

Оценку экологического состояния подземных вод проводили методом, разработанным в Татарском геологоразведочном управлении в центре «Гидромониторинг». В основу метода положены четыре показателя - это степень загрязнения вод, условия их защищенности, мощность техногенной нагрузки и интенсивность выноса загрязняющих веществ из водоносных структур. Ранжирование эколого-геологических показателей нами намечено в такой последовательности: загрязнение подземных вод ⇒

загрязнение подземных вод ⇒

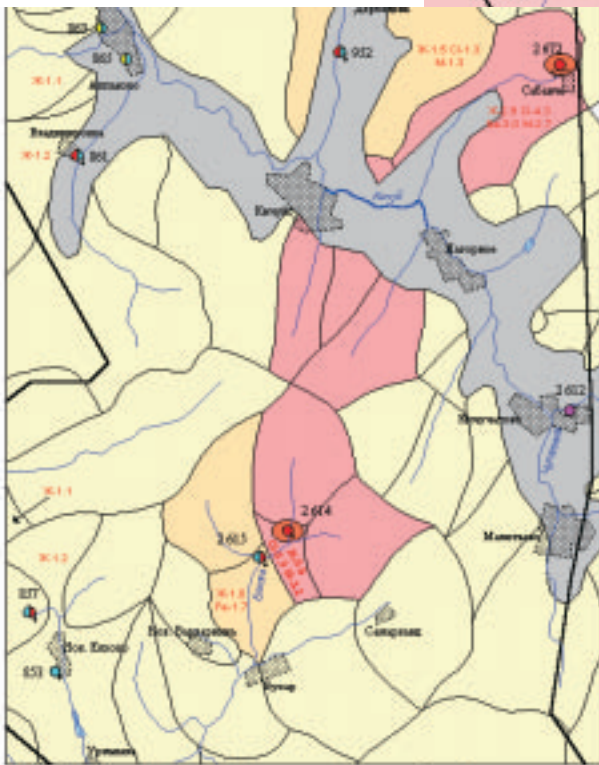


Рис. 1. Карта оценки степени загрязнения природных вод территории Ново-Елховского месторождения нефти по данным 1999 года (М : 100 000) (фрагмент).

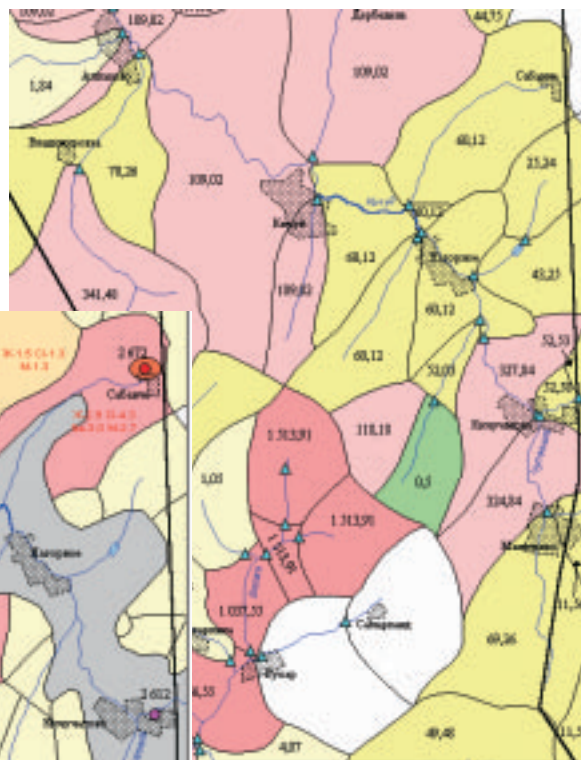


Рис. 2. Карта интенсивности выноса загрязняющих компонентов (хлоридов) территории Ново-Елховского месторождения нефти (М : 100 000) (фрагмент карты).

интенсивность выноса загрязняющих веществ ⇒ защищенность подземных вод ⇒ техногенная нагрузка ⇒ районирование.

Выделение площадей, участков и др. по степени экологического состояния подземных вод можно проводить разными путями: провести интегральную оценку по максимальным значениям частных показателей; оценить экологическое состояние с помощью системы оценочных баллов.

Первый путь считается наиболее простым, но не дает возможности использовать всю имеющуюся информацию (Буренков и др., 1993; Вартанян и др., 2001). Второй путь лишен этого недостатка, но здесь неизбежны субъективные оценки. Чтобы избежать субъективизма оценок при районировании, использовались следующие правила:

- Все имеющиеся показатели выстраиваются в ряд в предполагаемом порядке убывания экологических эффектов.

• Экспертным путем определяется количественное соотношение между смежными показателями, на основании чего в дальнейшем осуществляется бальная оценка отдельных показателей.

• На основании экспертных оценок определяются средние баллы, характеризующие экологическую ситуацию.

Чтобы избежать ненужного усложнения схемы гидрогеоэкологического районирования была сделана ориентация на содержание в подземных водах наиболее распространенного загрязнителя - хлоридов, с учетом показателя общей жесткости, минерализации, сульфатов и некоторых других (Гольдберг, Газда, 1984). Такой подход оправдан и потому, что хлориды относятся к наиболее подвижным компонентам.

Нами выделено несколько типов экологического состояния водоносных комплексов, перечисленных в таблице.

Ниже, на примере центральной части Ново-Елховского месторождения нефти, рассматриваются все выше изложенные вопросы.

В пределах нефтегазодобывающего промысла подземные воды всех основных водоносных свит зоны активного водообмена характеризуются четырьмя типами загрязнения, кроме пятой.

Участки первого типа независимо от того, к какой водоносной свите они принадлежат, располагаются преимущественно в местах практического отсутствия инженерных коммуникаций нефтедобывающей отрасли. В целом по территории месторождения, на долю таких участков приходится до 25 % от общей площади, причем для уржумской проницаемой локально водоносной карбонатно-терригенной свиты эта цифра самая минимальная, для верхнеказанской свиты она составляет около 30 %, а для нижнеказанской - она максимальная 35 % (рис. 1).

В поле развития уржумской проницаемой локально водоносной карбонатно-терригенной свиты обособляются три участка загрязнения подземных вод: два опасного и один умеренного загрязнения. Все они расположены в бассейне р.Кичуй. Наиболее крупный по площади участок опасного загрязнения находится в верховьях

руч. Аппаковский. Загрязнение выражено высокой минерализацией вод (1,2 ПДК), но основной вклад в загрязнение вносят хлориды (1,3 ПДК) и жесткость (1,6 ПДК). Второй участок опасного загрязнения занимает меньшую площадь - всего 1,4 км². Здесь загрязнение проявлено по минерализации (2,4 ПДК), а по хлоридам и жесткости соответственно: 4 и 4,5 ПДК. Третий участок умеренного загрязнения по площади не оконтурен, т.к. величина минерализации меньше 1 г/дм³. Основным видом загрязнения вод является превышение норм по жесткости (1,6 ПДК).

На площади распространения водоносной верхнеказанской карбонатно-терригенной свиты было установлено десять участков умеренного, опасного и запредельного загрязнения. Самый крупный участок опасного загрязнения воды расположен на междуречье Кичуя и Вятки. На этой площади установлено превышение норм по минерализации в 2,3 ПДК, а по хлоридам и жесткости соответственно - 3,6 и 5. Другой участок расположен на водоразделе Кичуя и Степного Зая. Величина минерализации воды составляет 1,9 ПДК. Превы-

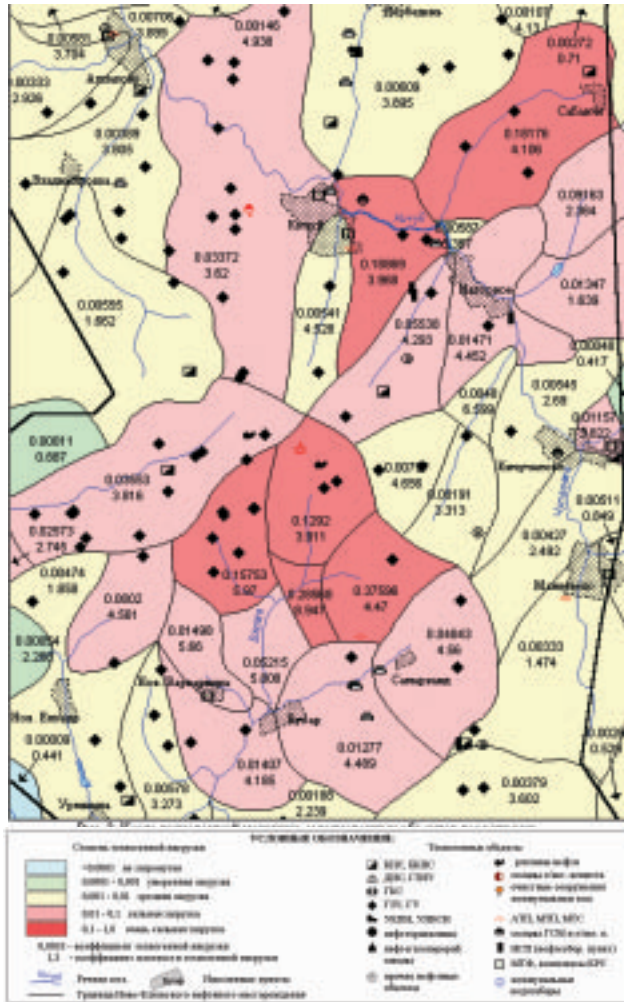


Рис. 3. Карта техногенной нагрузки и техногенных объектов территории Ново-Елховского месторождения нефти (М : 100 000) (фрагмент карты).

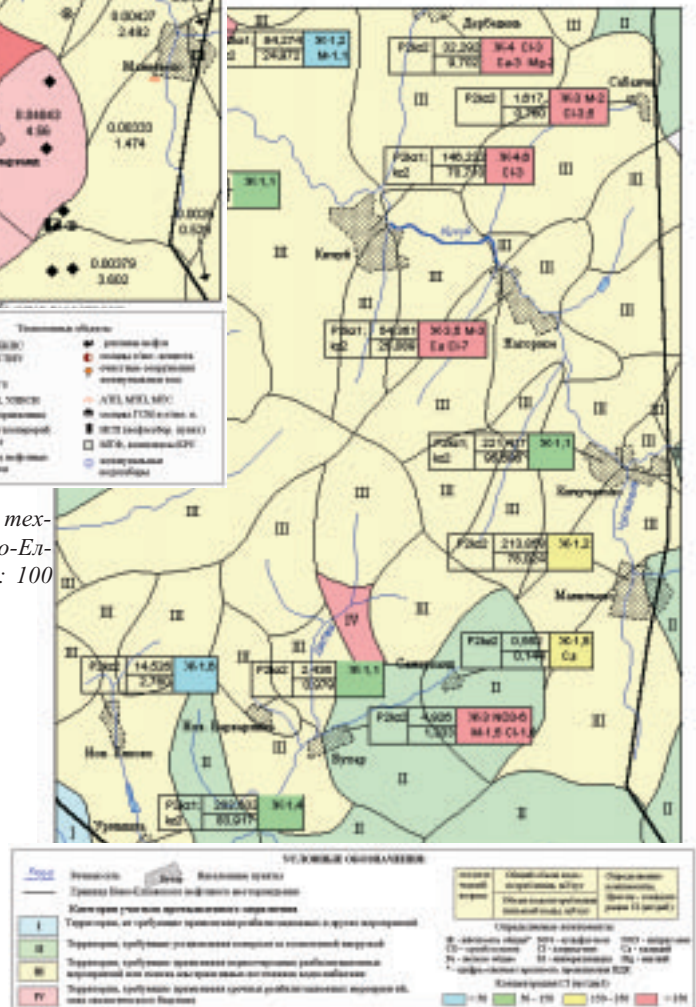


Рис. 4. Карта районирования по гидрогеоэкологическим показателям, совмещенная с данными местного водопотребления территории Ново-Елховского месторождения нефти (М : 100 000) (фрагмент карты).

шение по хлоридам достигает 2,8, по жесткости - 1,2, а по натрию - 3,3 ПДК. Третий участок также находится на водоразделе Степного Зая и Кичуя. Здесь выявлено несоответствие нормам по минерализации 2,5 ПДК, хлоридам (4,1), жесткости (4,5) и натрию (1,5). На правом борту р. Кичуй (д. Рождественка) расположен участок опасного загрязнения подземных вод. На площади в 1,2 км² зафиксировано превышение ПДК по минерализации и хлоридам 1,2, жесткости - в 2,2 раза.

Категория	Сумма баллов	Краткая характеристика участка загрязнения
I	19-24	Территория, незатронутая процессами промышленного и сельскохозяйственного загрязнения
II	13-18	Участки и территории умеренного загрязнения, требующие установления контроля за техногенным воздействием
III	6-12	Территории, подвергшиеся опасному загрязнению
IV	3-6	Участки с запредельной по санитарным нормам степени загрязнения подземных вод
V	0-3	Зоны экологического бедствия, исключенные из питьевого водопользования по санитарным нормам

Табл. Типизация участков для гидрогеоэкологического районирования.

Участки умеренного загрязнения выявлены около с. Савалеево, по левому берегу руч. Ляка, на правом и левом склонам долины р. Кичуй.

Воды водоносной (слабоводоносной) нижнеказанской карбонатно-терригенной свиты загрязнены на семи участках, причем установлены различные типы - от умеренного до запредельного.

Самый крупный участок загрязнения подземных вод обособляется в бассейнах ручьев Клатошный ключ и Безымянный). Он был образован, по крайней мере, еще в 1978 г. К настоящему времени его площадь составляет 25,4 км². Здесь фиксируется превышение ПДК по минерализации (2,8), хлоридам (3,8), жесткости (4) и натрию (1,7). В преобладающем количестве наблюдаемых источников в настоящее время воды имеют хлоридный магниевый-кальциевый-натриевый тип.

Воды источников, разгружающихся по правому берегу ручья Безымянный, имеют гидрокарбонатный-хлоридный магниевый-натриевый-кальциевый состав. Участки умеренного загрязнения находятся в бассейне р.Кичуй. Первый из них расположен в бассейне руч. Кичучатовский ключ. Он характеризуется тем, что превышения ПДК по минерализации и хлоридам не очень велики – соответственно 1,04 и 1,07 ПДК, зато по жесткости достигает 2,4 крат. По химическому составу воды гидрокарбонатные-хлоридные магниевые-кальциевые. Два других участка находятся вблизи устья руч. Ляка и р. Кичуй. Первый из них образован областью питания родника что на правом берегу руч. Ляка. Загрязнение поликомпонентное. Так, по минерализации зафиксировано 1,7 ПДК, по хлоридам 2,1 ПДК и жесткости 2,6 ПДК. Превышены нормы ПДК и по натрию (1,1). Воды имеют хлоридный натриевый химический состав. На правом берегу руч. Ляка участок имеет площадь 1,5 км². Он образован областью питания родника, воды которого характеризуются

величиной минерализации 0,97 г/дм³, но при этом отмечено превышение ПДК по хлоридам (1,2 раза) и жесткости (1,8 раза). Воды по химическому составу гидрокарбонатные-хлоридные магниевые-натриевые-кальциевые. Последний участок находится на правом берегу р.Кичуй (д.Рождественка). Здесь установлено превышение ПДК по минерализации в 2,1 раза, по хлоридам – в 2,4 раза и жесткости – в 1,8 раза. Воды имеют гидрокарбонатный-хлоридный кальциевый-натриевый химический состав.

По интенсивности выноса загрязняющих веществ (ЗВ) из водоносных структур можно судить о мощности очага загрязнения. На рис. 2 представлена карта по интенсивности выноса хлоридов. Нетрудно убедиться, что в бассейне руч. Вятка обособлены участки с наибольшей величиной: более 1000 тонн в год с км². Но таких участков мало – всего 5-10 %. Наиболее высокие значения подземного стока отмечены по руч.Бутинка (приток р.Кичуй) – 40,6 л/с с км². Таким участкам характерна высокая интенсивность выноса ЗВ (от 100 до 1000 тонн/год с км²).

В пределах рассматриваемой территории участки с высокой интенсивностью выноса ЗВ занимают 35 %. Поскольку преобладающая часть водосборных бассейнов имеет модули подземного питания от 0,5 до 2 л/с с км², то и интенсивность выноса ЗВ здесь не высокая – от 1 до 100 т/год с км². Доля таких бассейнов самая высокая – 55 %. Минимальные рассчитанные значения составляют 0-0,5 л/с с км². Количество таких участков – не более 1-2 %. При этом, исключая верховья руч.Кичучатовский Ключ, всегда отмечаются положительные величины модулей. При приближении к устью мелких ручьев р. Кичуй величины модуля, как правило, увеличиваются. Существенных различий в стоке лево- и правобережья р. Кичуй не наблюдается. Полоса относительно высокого подземного стока с правобережья р. Шешмы без перерыва переходит в долину Кичуя.

Важным условием формирования очагов загрязнения подземных вод является степень их защищенности от попадания загрязнения с поверхности. По условиям защищенности условно выделены три категории: не защищенные, условно защищенные и защищенные (Гольдберг, Газва, 1984).

Анализируя условия защищенности подземных вод по территории региона, следует отметить, что подземные воды на 17 % площади являются защищенными, на 35 % - условно защищены, и остальной площади 53 % - не защищены от поступления загрязняющих веществ с поверхности.

Незащищенные подземные воды прослеживаются в долинах рек, занимая низкие речные террасы (первая и вторая надпойменные террасы), и в низких частях склонов. Ширина участков колеблется от 0,1 до 3 км. На участках развития достаточно мощной толщи склоновых суглинков, описываемая категория защищенности подземных вод (ЗПВ) разрывается участками условно защищенных подземных вод.

Условно защищенные воды встречаются на всех невысоких водораздельных и высоких речных аллювиальных террасах (третья и четвертая надпойменная террасы). Конфигурация этой полосы защищенности в основном повторяет рисунки речной сети. Подземные воды приурочены к самым разнообразным отложениям от четвертичного, плиоценового и татарского возраста до ком-

плексов пород верхнеказанского возраста. Зона насыщения сложена трещиноватыми известняками и песчаниками, а в пределах погребенных палеодолин и высоких террас - различными фациями аллювиальных и аллювиально-озерных отложений.

Защищенные подземные воды распространены на высоких водораздельных пространствах рек.

По техногенной нагрузке на территории Ново-Елховского месторождения выделены участки незатронутые техногенной нагрузкой, которые занимают всего 1-3%. Здесь практически отсутствуют объекты нефтедобывающего комплекса, но имеются небольшие по размерам источники загрязнения сельскохозяйственной деятельности, автомагистрали и др. На участки со слабой степенью техногенной нагрузки приходится только 10-15% территории. Участки умеренной техногенной нагрузки занимают основную часть территории (55-70%), участки с сильной степенью техногенного воздействия 7-10%, а очень сильного 3-5% от общей площади. Наибольшую нагрузку обеспечивают объекты нефтедобывающего комплекса и, как правило, это крупные скопления, типа товарных парков, УПВСН и др. (рис. 3).

Карта районирования территории по гидрогеоэкологическим показателям составлена в условных баллах и совмещена с данными по водопотреблению. Совмещение дает такие преимущества как, с одной стороны, одновременно показана степень экологического состояния геологической среды, а, с другой стороны, показано качество подземных вод. Подобное соединение двух разнородных показателей позволяет более дифференцировано подходить к проблеме дальнейшего решения вопроса в водоснабжении населения питьевой водой, а также и по другим вопросам, требующим применения соответствующих реабилитационных и других мероприятий.

В пределах Ново-Елховского месторождения нефти на I категорию приходится менее 1% территории. Это два небольших участка, находящиеся на южной и юго-западной границе. Основная часть территории попадает под II и III категории, поделившись в почти равных долях по 45-48%. Участки запредельного загрязнения (IV категория) распространены локально (рис. 4).

На Ново-Елховском месторождении выделены два участка запредельного загрязнения. Первый - это в бассейне р. Кичуй около с. Аппаково, второй - в бассейне р. Вятка возле с. Старая и Новая Варваринки. Объясняется это разными причинами. Первому участку, где распространены отложения нижнеказанской свиты, воды имеют гидрокарбонатный-сульфатный натриевый тип, с минерализацией более 1,09 г/дм³ и содержанием сульфатов в количестве 364,1 мг/дм³, характерен высокий модуль подземного питания реки Кичуй (8,8 м³/с км²).

Коэффициент техногенной нагрузки на подземные воды равен 0,006. Область загрязнения распространена на площади 1,35 км² с превышением ПДК по минерализации в 1,1 раза. Оценка способности источника к самоочищению или наоборот - к загрязнению за время с 20.08.1996 г. по 17.07.1997 г. (365 дней или 7968 час.) показала, что за год как по минерализации, так и по сульфатам источник водоснабжения имеет тенденцию к росту загрязнения, поскольку степень самоочищения по минерализации равен минус 61%, по сульфатам - минус 64%.

Способность этого водного объекта принимать и перерабатывать за счет процессов самоочищения определенную массу загрязняющих веществ в единицу времени (в нашем случае, в час) без нарушения санитарных норм, дала также отрицательные результаты: по минерализации минус 51,9 мг/час, по сульфатам минус 2,9 мг/час, т.е. источник не в состоянии при современной интенсивности техногенного воздействия на него самостоятельно справиться с загрязнением.

В свете вышеизложенного, для сохранения первоначального качества воды в этом источнике требуется срочное вмешательство для предотвращения его дальнейшего загрязнения. В первую очередь требуется выявление источника загрязнения. Для чего в первоочередном порядке необходимо провести детальную эколого-геологическую съемку в этом районе, поскольку вероятный источник загрязнения расположен в отложениях верхнеказанского возраста.

На втором участке наблюдается иная картина. Причиной сильного загрязнения этого участка является интенсивное техногенное воздействие, коэффициент которого равен 0,306. Многолетний модуль подземного питания реки Вятка 3,93 м³/с км². На данном участке распространены воды хлоридного натриево-магниевый-кальциевого типа с минерализацией 4,498 г/дм³, концентрацией хлоридов 2199 мг/дм³ (6,3 ПДК). Степень самоочищения источника подземных вод за период с 17.06.1997 по 30.07.1997 г. составляет +2,8 % для минерализации и +3,3 % - для хлора. Способность этого водного объекта принимать и перерабатывать определенную массу ЗВ составила 80,2 мг/час и 56,5 мг/час соответственно. Другими словами несмотря на то, что источник сильно загрязнен, он имеет возможность к самоочищению и очистится, если прекратить на него негативное воздействие, даже без постороннего вмешательства. Для этого ему потребуется по меньшей мере около 8 лет, и это при условии, что расчеты сильно огрублены и требуют проведения детальных работ. Но для этого требуется постановка локальной сети мониторинга.

Таким образом, проведенная оценка позволила установить, что наибольшее распространение на территории промышленной деятельности НГДУ "Елховнефть" получили участки умеренного и опасного уровня загрязнения. Если в пределах участков умеренного загрязнения возможно применение активных реабилитационных мероприятий, эффективность которых будет опираться и определяться на естественный процесс "самоочищения" подземных вод, обладающих во многих случаях большим защитным потенциалом, то в пределах участков опасного загрязнения требуется отказаться от инженерных способов реабилитации в пользу локализационных мер в сочетании с системой ограничений на водопользование.

Литература

- Буренков Э.К., Головин А.А., Филатов Е.И. Методические аспекты геохимического и эколого-геохимического картирования. *Отчетственная геология*. 1993. № 7. 90-94.
- Вартанян Г.С., Голицын М.С., Островский В.Н., Островский Л.А., Шпак А.А. Экологическое картографирование: методология, опыт, направление развития. *Разведка и охрана недр*. 2001. № 5. 25-27.
- Гольдберг В.М., Газда С. *Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения*. М.: Недра. 1984.