

УДК 622.23:502.3:823.2.003.1

И.В. Круподеров, В.В. Мосейкин

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УТИЛИЗАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОСТРОГОЖСКОГО УЗЛА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗА

Оценены масштабы углеводородного загрязнения подземных вод альб-сеноманского водоносного горизонта и возможность утилизации газового конденсата. Установлены площади распространения линзы углеводородов, обоснованы пункты наблюдательной сети мониторинга и рекомендации по проведению защитных и реабилитационных мероприятий.

Ключевые слова: углеводородное загрязнение, гидрогеологическое обоснование, методические основы оценки, рекомендации по защитной откачке.

Загрязнение грунтов и грунтовых вод жидкими углеводородами в районе г. Острогожска Воронежской области установлено в 80-90-х годах прошлого столетия. Причина образования очагов загрязнения геологической среды (ГС) — долговременный сброс газового конденсата — газолена (по действующей на тот период времени технологии транспортировки газа) в земляные амбары и слив конденсата на поверхность.

Обнаруженные очаги загрязнения ГС и подземных вод до настоящего времени представляют, значительную экологическую опасность как для окружающей среды в целом, так и для граничащих с ними подземных и поверхностных водных объектов. В 1999г. Воронежским государственным университетом выполнен комплекс геолого-экологических исследований, позволивший предварительно выявить очаги загрязнения и наметить профилактические мероприятия по оздоровлению обстановки. Данные [1] свидетельствовали о существовании на территории г. Острогожска напряженной экологической ситуации и необходимости гидрогеологического обоснова-

ния специальных мероприятий по ограничению и постепенной ликвидации обнаруженных очагов загрязнения.

Участок работ расположен на ЮЗ окраине г. Острогожска и занимает площадь 6,5 км². Территория находится в центральной части Среднерусской возвышенности, в долине р. Тихая Сосна — правого притока р. Дона, в 100 км юго-западнее г. Воронежа. Северная граница участка проходит по промышленной площадке линейного производственного управления по обслуживанию узла магистрального газопровода (УМГ). Восточная и западная границы — по сельскохозяйственным угодьям, используемым для пастбища скота и растениеводства. Южная граница участка площадной газовой съемки проходила по пойменной заболоченной части долины р. Т.Сосна.

Задачи исследований. В соответствии с программой геолого-экологических работ по оценке масштабов загрязнения ГС газовым конденсатом и гидрогеологическому обоснованию необходимых защитных мероприятий основными задачами работ являлись:

1) установление реальных площадей распространения линзы углеводородов;

2) обоснование и сооружение первоочередных пунктов наблюдательной сети I-ой очереди для ведения мониторинга очага загрязнения грунтовых вод;

3) обоснование рекомендаций по проведению первоочередных защитных и реабилитационных мероприятий.

Научно-методической основой исследований являлась разработанная в секторе охраны подземных вод ВСЕГИНГЕО комплексная методика [7—10] выявления, оценки, картирования и локализации углеводородного загрязнения, составной частью которой является опытно-эксплуатационный подход к проведению исследований. Комплекс работ включал: поинтервальную газогеохимическую (газовую) съемку; опробование почв, грунтов, грунтовых вод и линзы газа; проведение полевых и стационарных лабораторных и камеральных работ; создание баз данных для картосоставительских работ.

Использование этой методики позволило в 2002 г. предварительно оценить масштабы загрязнения грунтовых вод, оконтурить подземную линзу газа, рекомендовать схему размещения наблюдательной сети скважин I очереди для ведения объектного мониторинга, а также расположение первой, опытно-эксплуатационной скважины для обоснования и начала реабилитационных работ.

Орография участка работ.

Участок принадлежит к Правобережному Донскому геоморфологическому району [1]. Рельеф участка образуют две местные геоморфологические структуры. Северо-западная его часть представляет собой выраженный во-

дораздельный склон юго-восточной экспозиции, со значительным перепадом высот (абс.от. 115-90 м). Юго-восточная часть участка расположена в пределах первой, второй надпойменных террас и поймы р. Т.Сосна и представляет пологую болотистую равнину. Абсолютные отметки поверхности этой части участка работ изменяются плавно в пределах 90 — 85 м. Такое строение территории является ведущим фактором, определяющим как естественное направление поверхностного стока и грунтового потока вод, так и особенности миграции углеводородов.

Северо-западная часть разведываемой территории, где высотный, а, следовательно, и гидравлический уклоны грунтовых вод значительные, является областью транзита поверхностного и подземного водного стока.

В пределах юго-восточной, равнинной части территории сток затруднен, что способствует активному заболачиванию и загрязнению этой территории. Заболоченная пойменная часть территории, с развитыми в его пределах торфянистыми отложениями является естественным литохимическим и гидравлическим барьером, препятствующим миграции углеводородов в русло р. Т.Сосна, которая течет в северо-восточном направлении. Градиент потока составляет 0.0002; средняя скорость течения — 0.1—0.2 м/с; среднегодовой расход — 8 м³/с. Ширина русла находится в пределах 20—80 м, меженные глубины реки составляют 1.5—2.5 м.

Геолого-экологическая характеристика очага загрязнения.

В границах изученной площади распространены гидравлически взаимосвязанные современный и верхнечетвертичный аллювиальные, турон-коньякс-

кий и альб-сеноманский водоносные горизонты, испытывающие негативное техногенное воздействие Острогожского УМГ.

В пределах суммарного контура загрязнения установлены три локальных очага загрязнения подземных вод:

I — в левобережной части долины р. Т.Сосна (участок «Пойма»);

II — в правобережной около х. Сибирский (участок «Сибирский»);

III — на промплощадке предприятия (участок «Промплощадка»).

Уровни нефтепродуктового загрязнения подземных вод наконец 1999 г. составляли:

- в четвертичном водоносном горизонте: в I очаге загрязнения — $38115,6 \text{ мг/дм}^3$; в III очаге загрязнения — $16019,6 \text{ мг/дм}^3$; на остальной территории в пределах контура загрязнения — $0,1\text{--}0,42 \text{ мг/дм}^3$;

- в турон-коньякском горизонте: в III очаге — 147581 мг/дм^3 ; на остальной территории в пределах контура загрязнения — $2,3 \text{ мг/дм}^3$;

- в альб-сеноманском горизонте содержание нефтепродуктов в районе III очага загрязнения достигало $0,34\text{--}0,73 \text{ мг/дм}^3$.

Концентрация нефтепродуктов в поверхностных водах (р. Т.Сосна и озеро) в конце 1999 г. находилась в пределах $0,05\text{--}0,35 \text{ мг/дм}^3$.

Площадное загрязнение нефтепродуктами подземных вод до альб-сеноманского водоносного горизонта включительно возникло за счет сброса и утилизации газового конденсата на трех участках. Помимо этого существуют многочисленные дополнительные потенциальные источники углеводородного загрязнения (нефтебаза, ведомственные склады ГСМ, АЗС, свалка и др.), степень воздействия которых на ГС количественно не оценивалась.

Загрязняющее углеводородное вещество по ряду водопунктов, включая разведочные скважины, идентифицировано как окисленный газовый конденсат. Помимо растворенной формы, зафиксирована и нерастворенная (линза) миграционная форма углеводородного продукта. Площадь распространения и мощность линзы газового конденсата на поверхности грунтовых вод не установлены.

Углеводородное загрязнение ГС до настоящего времени недостаточно изучено, трудноустранимо, и при выполнении работ по оценке масштабов, обоснованию защитных мер требует опытно-эксплуатационного подхода. Для обоснования и ведения объектного мониторинга области загрязнения, специальных локализационных мер по снижению уровня и предотвращению углеводородного загрязнения водных объектов необходимо поэтапное выполнение комплекса гидрогеологических и геоэкологических работ.

Гидрогеологические условия водозабора. На исследуемой территории для хозяйственно-питьевого водоснабжения используются следующие водоносные горизонты:

1. Водоносный современный аллювиальный горизонт (aIV).

2. Водоносный верхнечетвертичный аллювиальный горизонт (aIII).

3. Локально водоносный средневерхнечетвертичный перигляциальный горизонт (prII-III).

4. Водоносный турон-коньякский карбонатный горизонт (K_{2t-k}).

5. Водоносный альб-сеноманский терригенный горизонт (K_{2al-s}).

Водоносный современный аллювиальный горизонт (aIV) приурочен к русловым, пойменным и аллювиально-делювиальным отложениям. В долине

р. Т.Сосна протягивается полосой, ширина которой изменяется от 1,7 до 4 км, в балках значительно сужается и составляет 300-500 м.

Водовмещающими породами являются пески, реже супеси, суглинки с прослоями торфа. Водопроницаемость пород различна и изменяется в пределах от 3,5 до 10 м/сут для разнотернистых песков, для суглинков, супесей от 0,03 до 2,5 м/сут, торфа — 12,8—0,1 м/сут. Мощност обводненной части пород в балках 3-7 метров, в пойме р. Т.Сосны 8—10 м.

Водоносный горизонт первый от поверхности. Воды безнапорные. Зеркало грунтовых вод устанавливается на глубине от 0,3 до 1,48 м. Глубина залегания уровня грунтовых вод снижается в сторону русла реки, тылового шва поймы, в котловинных понижениях рельефа, что приводит к заболачиванию территории. Для борьбы с процессами заболачивания на пойме р. Т.Сосна проведены мелиоративные работы по осушению территории в виде сети водоотводящих каналов с разгрузкой в реку. Нижний водоупор отсутствует. Водоносный горизонт гидравлически взаимосвязан с нижележащим (K_2t-k) водоносным горизонтом. Повсеместно прослеживается его боковое контактирование с (aIII) горизонтом.

Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных вод, паводковых вод и подтока из других водоносных горизонтов. Водоносный горизонт используется местным населением в виде копанок, колодцев для полива огородов.

Водоносный горизонт (K_2al-s) развит повсеместно. Водовмещающими породами являются разнотернистые пески с коэффициентом фильтрации от 3,2 до 33,7 м/сут. Мощност го-

ризонта колеблется от 20 до 30 м. Глубина кровли горизонта изменяется от 18 до 77 м с максимальным погружением на водоразделах. Горизонт не имеет верхнего водоупора, гидравлически взаимосвязан с вышележащими турон-коньякским и четвертичными аллювиальными горизонтами. Нижний водоупор — верхнедевонские глины. На исследуемой территории он является основным эксплуатационным горизонтом для промышленного и питьевого водоснабжения населения.

Анализом гидрогеологических условий установлено, что воды, приуроченные к аллювиальным четвертичным и карбонатным верхнемеловым отложениям, гидравлически взаимосвязаны между собой и формируют единый горизонт грунтовых вод.

Общее направление потока грунтовых вод обусловлено дренирующим влиянием р. Т. Сосна. Уклоны грунтового потока от водоразделов к долине изменяются от 0,003 до 0,001. Разгрузка вод происходит в пойму в виде родников, заболоченных участков по обеим сторонам долины и непосредственно в русло реки.

Основной эксплуатационный горизонт из-за отсутствия разделяющих водоупоров, может быть подвергнут загрязнению через вышележащие (aIV, aIII, K_2t-k) водоносные горизонты. Первые от поверхности водоносные горизонты не имеют перекрывающего водоупора, характеризуются слабыми условиями защищенности и подвержены проникновению нефтепродуктов в пределах основных источников загрязнения (площадка, станции перекачки, участок подключения, бывший накопитель в ур. Гнилое).

Техногенные условия. Острогское линейное производственное

управление магистральных газопроводов действует с 1961 г. и предназначено для поддержания необходимого давления и обслуживания магистральных газопроводов (МГ) протяженностью более одной тыс. км. Основная производственная площадка УМГ, на которой расположены производственные мощности по обслуживанию МГ, занимает площадь около 0,7 км² и включает компрессорную станцию, участок МГ, а также ряд вспомогательных производств и сооружений.

С середины 80-х годов технологический цикл, помимо основных операций, включал очистку и осушку магистрального газа от газового конденсата. Удаление газового конденсата осуществлялось с помощью пылеуловителей и поршневанием газопровода. Очистка пылеуловителей от газолина производилась практически ежедневно. Поршневание газопровода — один раз в два месяца [1].

Газовый конденсат сливался в земляные амбары (амбары), которые согласно СНиП 2.05.06-85 являлись составной частью магистрального газопровода. То есть, существовавшая на рассматриваемый период технология транспортировки газа явно или завуалированной форме предусматривала сброс газолина в неэкранированные земляные котлованы. Период с 1961 по 1980 гг. характеризовался максимальным и систематическим образованием газолина [1]. То же, по-видимому, касается и утилизации газолина путем сброса в аварийные амбары.

В пределах участка подобный земляной амбар для сброса газолина располагался в ЮВ части промплощадки и имел линейные размеры около 100×50 м. По состоянию на июль 2002г. амбар был ликвидирован, а территория амбара рекультивирована.

Образование газового конденсата обусловлено фазовым перераспределением газообразных углеводородов в процессе их транспортировки по трубам.

Газовый конденсат (газолин) представляет собой смесь жидких углеводородов, с углеродным числом более 4. Содержание газолина в газах различных месторождений колеблется от 12 до 700 см³ на 1 м³ газа.

По физическим свойствам газолин — бесцветная жидкость, имеющая плотность 700—800 кг/м³ и температуру начала кипения 30—70°С. По способности мигрировать в пористой среде, этот углеводородный продукт примерно соответствует бензиновой фракции нефти [7, 8, 9, 10]. Вследствие этого, газолин (при равных условиях) обладает значительно большей по сравнению с водой скоростью фильтрации в грунтах зоны аэрации и имеет потенциальную возможность распространяться на значительные расстояния как по направлению, так и на некоторое расстояние — против потока грунтовых вод (при значительных поступлениях в пористую среду до 100—300 м).

Для представления об объемах образования газолина при перекачке газа, выполним некоторые ориентировочные расчеты.

Будем считать, что при перекачке одного м³ газа образовывалось минимальное количество газолина — 1,2 см³ (или 0,012 л). То есть, образование газолина принимается равным 10 % от минимального количества приведенного выше (от 12 см³). Тогда суточный объем образовавшегося газолина, при расходе магистрального газа 10⁶ м³/сут составит: 0,012×10⁶= 12000(л) = 12 м³. Соответственно годовой объем образования и сброса в амбар газолина составил бы около 4000 м³.

Даже при условии, что инфильтрационное питание газOLIном горизонта грунтовых вод составляло 10 % от приведенного объема, то есть — 400 м³, то и этого количества достаточно было бы для образования подземной пленки газOLIна мощностью 1 мм, и загрязнения грунтовых вод, на площади 0,4 км².

Приведенный ориентировочный расчет показывает, что основное загрязнение грунтовых вод произошло в первые годы начала сброса газOLIна в незкранированный земляной амбар и, вероятно, на рельеф. То есть очаг загрязнения ГС образовался еще в 60-е годы. В дальнейшем по мере продолжения сброса газOLIна происходило увеличение интенсивности и площади загрязнения подземных вод. При этом, как следует из опыта работ, площадь загрязнения, ввиду существования в восточной и южной частях участка гидравлического и геохимического барьеров — болот, росла, по-видимому, несоизмеримо медленнее, нежели интенсивность загрязнения.

В этой связи при оценке масштабов загрязнения следует ожидать значительных приграничных градиентов концентрации углеводородов. Кроме того, с учетом приповерхностных условий (аэробные условия, наличие природных веществ, снижающих межфазное натяжение в системе «вода-газOLIн») весьма вероятно образование миграционноспособных устойчивых эмульсий.

Несмотря на то, что в 1988 г. образование газOLIна прекратилось, а в 1990 г. введена и поныне действует термоустановка для утилизации газOLIна, аккумулированных в ГС углеводородов вполне достаточно для существования очага загрязнения многие

десять лет. Кроме того, полупродукты естественной деградации жидких углеводородов, как правило, многократно более токсичны исходного загрязняющего вещества. Техногенное воздействие на ГС на участке предприятия не ограничивается только ее загрязнением. Для водоснабжения предприятия, вверх по потоку подземных вод, на расстоянии около 0,5 км от амбара имеется ведомственный водозабор, эксплуатирующий меловой водоносный комплекс.

Учитывая, что грунтовый водоносный горизонт с меловым комплексом имеет прямую гидравлическую связь [1], линза углеводородов имеет возможность продвигаться вверх по потоку подземных вод [7], выполним прогнозный расчет радиуса захвата водозабора. Согласно [2,17] радиус области захвата (R) при расчете III пояса зоны санитарной охраны водозабора определяется выражением:

$$R = \sqrt{\frac{Q \times T_p}{\pi \times n \times m}},$$

где Q — суммарный расход ведомственного водозабора Острогжского УМГ, равный (данные ВТЦ ГМГС) — 138,7 м³/сут; T_p — расчетное время подтягивания химического (в данном случае — углеводородного) загрязнения к водозабору, равное 10⁴ сут [17]; n — коэффициент пористости карбонатных пород, равный 0,05 [18]; m — суммарная мощность турон-коньякского и альб-сеноманского водоносных горизонтов, равная 50 м [1].

С учетом приведенных параметров значение радиуса захвата будет равно:

$$R = \sqrt{\frac{138.7 \times 10000}{3.14 \times 0.05 \times 50}} = 420(\text{м}).$$

Следовательно, вниз по потоку подземных вод область питания водо-

забора потенциально взаимодействует с контуром загрязнения. Это подтверждается ранее выполненными исследованиями, Фактические данные [1] свидетельствуют об ухудшении качества подземных вод мелового водоносного комплекса рассматриваемой территории по растворенным углеводородным соединениям.

Таким образом, геологическая среда и подземные воды рассматриваемой территории испытывают значительное негативное техногенное воздействие.

Научно-методические основы оценки и локализации углеводородного загрязнения. Образование очагов углеводородного загрязнения грунтовых вод на территориях расположения нефтебаз, фильтрующих накопителей промышленных стоков содержащих углеводородные продукты, сооружений нефте-, газопроводов обусловлено многолетним суммированием утечек из емкостей и коммуникаций и аварийными ситуациями. Под углеводородным загрязнением подземных вод понимается поступление и нахождение в подземных водах жидких углеводородов в одной или нескольких (нерастворенной, водорастворенной, эмульгированной, газообразной, адсорбированной) миграционных формах в количествах, превышающих естественный фон или допустимый уровень.

Попадая в водоносные горизонты, товарные нефтепродукты, газовый конденсат, индивидуальные углеводородные жидкости (нефтепродукты или НП) распространяются с потоком подземных вод в следующих формах: как несмешивающаяся с водой жидкость — в виде слоя или линзы НП; в виде истинного раствора с водой — водорастворенные углеводороды; в

эмульгированном и парообразном состоянии.

Первые две миграционные формы — линза нефтепродуктов и водорастворенные углеводороды, определяют основные масштабы и интенсивность углеводородного загрязнения подземных вод.

Линза нефтепродуктов, растекающаяся в верхней части водоносного горизонта вначале за счет собственного напора, а затем перемещающаяся под действием градиента подземного потока, обуславливает загрязнение грунтов зоны аэрации, водовмещающих пород, подземных и поверхностных вод, а также загазованность аэрированных пород и подземных сооружений. Скорость растекания линзы нефтепродуктов зависит от ее фракционного состава и геологическо-геологических условий. Применительно к насыщенным водой пористым коллекторам этот параметр в большинстве случаев составляет метры — первые десятки м в год. При значительных уклонах «зеркала» грунтовых вод скорость растекания линз может возрастать на порядок. Скорость продвижения водорастворенных углеводородов и мелкодисперсной эмульсии в водоносном горизонте определяется в основном скоростью потока грунтовых вод.

Необходимо отметить, что даже после ликвидации источника загрязнения и откачки подземной линзы углеводородных продуктов, остаточная насыщенность углеводородами грунтов зоны аэрации и насыщенных пород обеспечивает длительное загрязнение подземных вод. Удаление остаточных нефтепродуктов из геологической среды продолжается длительное время — десятки лет [7-13]. В этой связи реальным является постоянная локализация очага загрязнения.

Методические положения производства работ. Нормативной и методической основой проведенных исследований по оценке уровня и масштабов углеводородного загрязнения грунтов и подземных вод являлись работы [2—6, 10, 11, 13—17].

Комплексная методика оценки масштабов нефтепродуктового загрязнения ГС разработанная в лаборатории охраны подземных вод ВСЕГИНГЕО апробирована на многочисленных объектах. Методика опирается на выявление всех миграционных форм нефтепродуктового загрязнения подземной пористой среды и реализуется посредством проведения газовой, почвенно-грунтовой, специализированной гидрохимической съемок, полевых и лабораторных газохроматографических исследований, инфракрасной спектрометрии, а также других сопутствующих видов работ.

Основные результаты исследований. На Острогожском УМГ оконтурен очаг загрязнения ГС и грунтовых вод газовым конденсатом, который представлен в недрах газообразной, нерастворенной (линза газового конденсата), эмульгированной и водорастворенной миграционными формами.

Геолого-гидрогеологические и техногенные условия объекта и прилегающей территории (отсутствие перекрывающих и разделяющих водоупоров, прямая гидравлическая связь эксплуатируемых меловых водоносных горизонтов с грунтовыми водами, высокие объемы сброса, а также миграционная способность загрязняющего вещества — газового конденсата, и другие факторы) обусловили образование и длительное существование значительного очага углеводородного загрязнения геологической среды.

Работы проведены в соответствии с комплексной методикой оценки нефтепродуктового загрязнения геологической среды [10]. В составе работ наибольший объем принадлежал газогеохимической съемке, которая выполнена в ограниченном объеме в основном для заверки аномалий углеводородных газов и паров в зоне аэрации. Почвенно-грунтовая съемка в полном объеме также не проводилась.

Основной источник загрязнения ГС газовым конденсатом является к настоящему времени рекультивированный земляной амбар (ангар). Этот фактический источник загрязнения, согласно действующей в 60-е годы прошлого века СНиПов входил в состав сооружений МГ как один из объектов утилизации газового конденсата. Причиной образования очага загрязнения ГС послужил сброс газового конденсата в ныне рекультивированный земляной амбар, его инфильтрация и растекание в пористой среде.

Масштабы очага загрязнения геологической среды и грунтовых вод газовым конденсатом (по состоянию на июль 2002 г.) составляли:

- площадь очага загрязнения геологической среды — 3,8 км²;
- площадь очага загрязнения грунтовых вод — 3,5 км²;
- уровень и интенсивность загрязнения верхней части горизонта грунтовых вод соответственно — 484 мг/дм³ и 4840 отн. ед. ПДК;
- площадь линзы газового конденсата на поверхности грунтовых вод — 2,0 км²;
- средняя мощность линзы газового конденсата — 0,04 м;
- ориентировочный объем газового конденсата в подземной линзе — 4000 м³.

Установленные параметры очага загрязнения грунтовых вод газовым конденсатом требуют организации объектного мониторинга масштабов загрязнения подземных вод.

Дальнейшими необходимыми работами на объекте являются: бурение специализированной наблюдательной сети I очереди, состоящей из 14

скважин; бурение одной-двух разведочно-эксплуатационных скважин для оценки гидрогеологических параметров и ведения опытной защитной откачки; разработка технического задания на проектирование реабилитационных мероприятий по ограничению и постепенной ликвидации очага загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бунеева В.Г. и др. Отчет о проведении геолого-экологических исследований по оценке качества подземных вод территории г. Острогожска в связи с их загрязнением. Воронеж, ВГУ, 1999.
2. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. — М.: «Недра», 1984, 262 с.
3. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. Госстандарт России, 2000.
4. ГОСТ 17.1.3.05-82 (СТСЭВ 3078-81). Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнений нефтью и нефтепродуктами.
5. ГОСТ 17.1.4.01-80 — Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах.
6. ГОСТ 12071-84 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов». М.: Издательство стандартов, 1985.
7. Лукьянчиков В.М. Техногенное загрязнение грунтовых вод нефтепродуктами. / Автореферат канд. диссертации. М.: ВСЕГИНГЕО, 1986, 21 с.
8. Лукьянчиков В.М. Опыт локализации крупного очага нефтепродуктового загрязнения подземных вод. Отечественная геология. №8, 2000.
9. Лукьянчиков В.М., Кубасов В.В., Рябоконеv Н.Н. Результаты локализации очага нефтепродуктового загрязнения подземных вод в Орловской обл. Разведка и охрана недр, №9. 1998.
10. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод. Второе изд./авторы: Гольдберг В.М., Лукьянчиков В.М./Утвержд. Управлением гидрогеологических работ Мингео СССР 31.03.88 г. М.: ВСЕГИНГЕО, 1990.
11. Методические рекомендации по отбору, обработке и хранению проб подземных вод./Утверждены Управлением гидрогеологии и геоэкологии Мингео СССР 18.07.90 г. М.: ВСЕГИНГЕО, 1990.
12. Мироненко В.А., Петров И.С. Загрязнение подземных вод углеводородами. Геоэкология №1, 1995 г.
13. Мироненко В.А. О постановке гидроэкологических исследований на участках реабилитации загрязненных подземных вод. ЭКВАТЭК-98. Тез. докладов, М., 26-30 мая 1998 г.
14. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (№ 2932-83). М.: Минздрав СССР, 1986.
15. СанПИН 2.1.4.559-96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Утв. и введ. в действие Постановлением ГК СЭН РФ от 24.10.96 г., № 26.
16. Санитарные правила СП 2.1.5.1059-01. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения. Минздрав РФ, 2001.
17. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. Российская газета, №81, 2002.
18. Справочное руководство гидрогеолога. Т.1. М., Недра, 1979 г. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Круподеров Илья Владимирович — аспирант,
Мосейкин Владимир Васильевич — доктор технических наук, профессор,
Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru