МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выявлению и оценке загрязнения подземных вод

gost.e-ecolog.ru

УДК 556.388.001.8

Методические рекомендации m выявлению и оценке загрязнения подземных вод. Составителя: В.М.Гольдберг, С.Г. Мелькановицкая и В.М.Лукьянчиков М.: ВСЕГИНГЕО, 1988.

В рекомендациях изложены методические вопросы выявления областей загрязнения подземных вод в районах техногенных объектов; оценки уровня загрязнения подземных вод на участках промышленных предприятий, централизованных водозаборных сооружений, по скважинам региональной наблюдательной сети; проведения газовой съемки для изучения загрязнения подземных вод; обобщения данных о качестве подземных вод. по территории деятельности производственной геологической организации..

Методические рекомендации предназначены для производственных геологических организаций системы Мингео СССР.

Табл. - 17, список использ. источ. - 30 назв.

Составители: В.М. Гольдберг, С.Г. Мелькановицкая,
В.М. Лукьянчиков.

Одобрено Управлением гидрологических работ Мингео СССР
31 марта 1988г.

Редактор В.И. Кузнецова
Корректор Н.В. Меркушенкова

Введение

Для решения природоохранных задач и обоснования водоохранных защитных мер, изучения ресурсов пресных подземных вод, оценки масштабов загрязнения подземных вод, рассмотрения вопросов охраны подземных вод на Комиссии Президиума Совета Министров СССР по охране окружающей среды к рациональному использованию природных ресурсов (КОС), а также для ежегодного выпуска бюллетеня о состоянии качества подземных вод на территории СССР необходимы наиболее полные и систематические сведения об уровне их загрязнения. Дня этого необходимо выявление и изучение основных очагов загрязнения подземных вод, создание на них специализированной наблюдательной сети скважин и проведение систематических наблюдений. Изучение очагов загрязнения подземных вод становится одним из важных и самостоятельных направлений гидрогеологических исследований в системе Министерства геологии СССР и входящих в состав работ по охране подземных вод.

Министерство геологии СССР включило в план работ производственных геологических организаций изучение основных очагов загрязнения подземных вод с завершением этих работ в 1969-1990 гг. и последующей передаче» их результатов во ВСЕГИНГЕО для систематизации и обобщения. Методическое руководство этими работами осуществляет, ВСЕГИНГЕО.

Работы по изучение основных очагов загрязнения подземных вод должны включать:

– характеристику основных источников загрязнения в пределах территории деятельности ПГО;

– приведение на отдельных объектах, приуроченных к наиболее крупным источникам загрязнения, полевых работ с бурением и опробованием скважин;

– создание и развитие наблюдательной сети скважин на известных и вновь разведанных основных очагах загрязнения подземных вод на наиболее крупных и грязеемких промышленных и сельскохозяйственных объектах, а также по необходимости на крупных централизованных водозаборных сооружениях, где имеется опасность загрязнения подземных вод;

– обобщение фондовых материалов по загрязнению подземных вод, качеству воды на водозаборных сооружениях и скважинах опорной наблюдательной сети;

– обобщение материалов о загрязнении подземных вод го результатам ранее выполненных и ведущихся в настоящее время разведочных работ разного назначения.

Бурение скважин предусматривается только на первый от поверхности водоносный горизонт, т.е. горизонт грунтовых вод.

По выявленным областям загрязнения подземных вод производится оценка масштабов загрязнения. Проводимое в ПГО изучение загрязнения подземных вод относится, главным образом, к пресным подземным водам, используемым для питьевых целей.

Решение этих вопросов с целью выявления и изучения очагов

загрязнения подземных вод рассматривается в настоящих методических рекомендациях. Они предназначены для производственных геологических организаций системы Мингео СССР, где эти работы должны проводиться. Вместе с тем эти рекомендации носят общий характер в отношении работ по выявлению и оценке загрязнения подземных вод.

Методические рекомендации подготовлены д-ром геол.-мин. наук В.М. Гольдбергом, 5-ый раздел написан канд. хим. наук С.Г. Мельковицкой, 6-й раздел - канд. геол.-мин. наук В.М.Лукьянчиковым.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

1.1. Понятие загрязнения подземных вод

Под загрязнением подземных вод понимается такое изменение их свойств (химических, физических и биологических) по сравнению с фоновым состоянием, которое делают эту воду полностью или частично непригодной для использования по хозяйственному назначению.

Количественными критериями, относительно которых характеризуется изменение качества воды, являются показатели ее фонового качества и показателе качества хозяйственного использования.

Фон подразделяется на естественный и техногенный. К первому относится качество подземных вод, практически не подверженное техногенному воздействию, ко второму - качество подземных вод в условиях техногенного воздействия, но при этой меняющееся медленно и в небольшое пределах и не превышающее допустимых норм.

В зависимости от того, какой фон (естественный или техногенный) известен на исследуемой территории, он используется для отсчета изменения качества воды в основных очагах загрязнения.

Фоновое качество подземных вод характеризуется показателями (сухой остаток, общая жесткость, концентрация отдельных веществ и др.), которые свойственны этим водам до начала интенсивного техногенного воздействия. Например, качество подземных вод до строительства и эксплуатации промышленного или агропромышленного объекта или качество воды на водозаборном сооружении до начала подтягивания к нему некондиционных вод.

Показатели качества (допустимые норны), определяющие возможность хозяйственного использования подземных вод по тону или иному назначению, характеризуются специальными требованиями. Качество питьевых вод определяется требованиями ГОСТ 2874-82. "Вода питьевая". Допустимые нормы для питьевых вод включают предельно допустимые концентрации (ПДК) отдельных химических веществ в подземных водах, предельно допустимые значения микробиологических показателей (коли-титр, коли-индекс), предельно допустимые значения органолептических показателей.

Обозначим показатели фонового и предельно допустимого качества соответственно через $C_ф$ и $C_п$,. где обычно $C_ф < C_п$.

Выделяется две степени загрязнения /3/:

I – допредельная, концентрация с загрязняющего вещества больше $C_ф$, но меньше $C_п$, т.е.

$$C_ф < C < C_п. \text{ или } \overline{C}_ф < \overline{C} < C,$$

где $\overline{C}_ф = \frac{C_ф}{C_п}$, $\overline{C} = \frac{C}{\overline{C}}$;

П - запредельная концентрация загрязняющего вещества больше $C_п$, т.е.

$$C > C_п \text{ или } C > I.$$

Первая степень соответствует начальной стадии загрязнения. Во второй степени выделяются следующие градации (подстепени):

IIа. $I < \overline{C} < 10$; IIб. $10 < \overline{C} < 100$; IIв. $\overline{C} > 100$.

Градация IIв характеризует экстремальное загрязнение.

При изучении загрязнения подземных вод выделяется, в основном, вторая степень с указанием градаций IIа, IIб и IIв. Это относится к участкам промышленных и других объектов, являющихся источниками загрязнения, а тагане к выделению областей загрязнения по скважинам региональной опорной наблюдательной сети. На участках водозаборных сооружений выделяются степени I и IIа.

1.2. Показатели загрязнения подземных вод

Участки загрязнения подземных вод выделяются по общим и специальным показателям качества воды. К общим показателям относятся: минерализация (М), общая жесткость (Ж), окисляемость перманганатная (0), температура (t), величина pH, содержание хлоридов (Cl^-), сульфатов (SO_4^{2-}), нитратов (NO^-_3), фтора (F^-), железа (Fe), марганца (Mn), меди (Cu^{2+}), цинка (Zn^{2+}), свинца (Pb^{2+}), содержание нефтепродуктов (н/п).

Специальные показатели включает набор определений, выполняемых при полном химическом анализе; содержание хлорорганических пестицидов, бенз(а)пирена, СПАВ, фенола, специфические вещества, характерные для конкретных объектов.

При характеристике качества воды обязателен учет органолептических и микробиологических показателей.

Определение общих показателей производится согласно нормативным документам: сухой остаток - ГОСТ 18164-72, общая жесткость - ГОСТ 4151-72, хлориды - ГОСТ 4245-72, сульфаты - ГОСТ 4389-72, нитраты - ГОСТ 18826-73, фтор - ГОСТ 4386-81, железо - ГОСТ 4011-72, цинк и свинец - ГОСТ 18293-72, медь - ГОСТ 4388-72, марганец - ГОСТ 4974-72.

Методика определения окисляемости перманганатной и содержания нефтепродуктов изложена в работах /11,12,17/, величины pH в работе /IV/, температуры - в работе /14/.

Характеристика очагов загрязнения подземных вод дается, прежде всего, по общим показателям; дополнительной является характеристика по

специальным показателях.

1.3. Типы загрязнения подземных вод

Основными типами загрязнения подземных вод является химическое и тепловое. Особенно распространено химическое. Нередко химическое и тепловое загрязнения проявляются совместно.

Главными признаками химического загрязнения является повышенные значения показателей качества воды по сравнению с фоновыми; появление я водах несвойственных им в природных условиях веществ антропогенного происхождения. Химическое загрязнение может сопровождаться изменением температуры, появлением окраски и запаха воды, образованием техногенной газовой составляющей.

Химическое загрязнении подразделяется на следующие основные виды (характеризуемые показателем качества воды иди содержанием в ней преобладающего загрязняющего компонента): по минерализации, общей жесткости, хлоридное, нитратное, сульфатное, фторное, тяжелометалльное (медью, цинком, свинцом), углеводородное, ядохимикатное (главным образом, хлорорганическое), общее органическое (характеризуемое окисляемостъ перманганатной).

Главным признаком теплового загрязнения является повышенная по сравнению с фоновой температура воды.

Перечисленные виды химического загрязнения и тепловое загрязнение должны быть отражены при изучении основных очагов загрязнения подземных вод.

1.4. Оконтуривание области загрязнения

Область загрязнения оконтуривается по линии минерализации I г/л или по линии предельных значений других обобщенных показателей (общей жесткости, окисляемости перманганатной), или по линии ПДК для наиболее характерного загрязняющего компонента, или по линии ПДК группы основных загрязняющих компонентов. В последнем случае (например, для трех загрязняющих веществ) контур области загрязнения должен проходить через точки, в которых соблюдается условие

$$\frac{C_1}{C_{1n}}+\frac{C_2}{C_{2n}}+\frac{C_3}{C_{3n}}=1, \qquad (1)$$

где C_1, C_2 и C_3 – фактические содержания трех выделенных загрязняющих веществ в подземных водах;

$C_{1п}$, $C_{2п}$ и $C_{3п}$ – предельно допустимые концентрации (ПДК) этих веществ.

Точки, в которых сумма относительных концентраций ($C/C_п$) загрязняющих веществ больше 1, попадают в область загрязнения.

Значение ПДК для указанных показателей загрязнения согласно ГОСТ

2874-82 «Вода питьевая» составляют: сухой остаток 1000 мг/л, общая жесткость 7 моль/м^3, хлориды 350 мг/л, сульфаты 500 мг/л, нитраты 45 мг/л (или 10 мг/л в пересчете на азот), фтор 0,7-1,5 мг/л (в зависимости от климатического района), медь 1 мг/л, цинк 5 мг/л, свинец 0,03 мг/л, железо мг/л, марганец 0,1 мг/л. Предельная величина окисляемости перманганатной согласно ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» составляет 2 мг 0/л для источника первого класса качества и 5 мг 0/л для источника второго класса качества.

Например, область загрязнения оконтуривается по величине минерализации, существенно превышающей фоновую. В загрязненной воде содержатся в значительных количествах по сравнению с фоком хлориды, нитраты, тяжелы» металлы (медь, цинк, свинец). В этом случае область загрязнения характеризуется величиной минерализации (сухим остатком), концентрациями хлоридов, нитратов, тяжелых металлов. Другой пример. Область загрязнения оконтуривается по величине общей жесткости, в воде в повышенных количествах содержатся фтор и нефтепродукты. В этом случае область загрязнения характеризуется величиной общей жесткости, концентрациями фтора и нефтепродуктов.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Загрязняющие вещества поступают в подземные воды из различных хозяйственных объектов, а также из природных сред.

Источники загрязняющих веществ южно разделить на две группы - антропогенные (или техногенные) и природные. К антропогенным относятся промышленные и агропромышленные предприятия (заводы, горно-обогатительные, фабрики, нефтепромыслы, животноводческие комплексы, птицефабрики и др.); поверхностные приемники жидких и твердых отходов; автозаправочные и моечные станции; склады горячего, ядохимикатов и химических продуктов; различного рода могильники; автотранспорт и др.

Среди природных источников загрязнения могут быть выделены естественно некондиционные и антропогенно некондиционные, К первым относятся природные подземные и поверхностные водные объекты (водоносные горизонты, моря, соленые озера и реки), содержащие естественные некондиционные воды, ко вторым - природные среды (атмосфера, поверхностные и подземные воды, почвы), загрязненные вследствие хозяйственной деятельности.

Основную роль в загрязнении подземных вод играют антропогенные источники и в первую очередь земляные приемники промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных отходов.

Приемники отходов являются причиной наиболее интенсивного загрязнения. К ним относятся бассейны промышленных сточных вод (накопители, отстойники, испарители), пламонакопители и хвосто-хранилища, хранилища твердых отходов (солеотвалы, золоотвалы, мусоросвалки), шля орошения сточными водами, поля фильтрации.

По территории деятельности производственной геологической

организации составляется описание основных техногенных объектов, являющихся или могущих быть источником загрязнения подземных вод. К ним относятся промышленные и агропромышленные предприятия, которые вырабатывают большие количества отходов, выбрасываемых в окружающую среду, и земляные приемники отходов.

Приемники отходов могут быть производственными и коммунальными. Первые находятся на балансе предприятия и предназначены для приема отходов данного предприятия. Но нередко приемник отходов какого-либо предприятия принимает отходы Других предприятий. Коммунальные приемники отходов (мусоросвалки, приемники отходов городских очистных сооружений и др.) находятся на балансе коммунального хозяйства населенного пункта (города).

Основой для получения сведений по промышленным и агропромышленным (сельскохозяйственным) предприятиям, приемникам отходов являются материалы инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и материалы инвентаризации накопителей отходов, выполненных в I979-I965 гг.

Дополнительные сведения собираются в районных и областных исполнительных комитетах, на самих предприятиях во время их обследования.

Сведения по крупным промышленным и агропромышленным предприятиям заносятся в табл.1, а сведения по приемникам отходов в табл.2. Таблицы составляются по территории деятельности ПГО. Если в эту территорию входит несколько областей, то таблицы составляются по каждой области в отдельности; название области и ПГО указывается в заголовке таблиц.

Порядок заполнения табл. 1 и 2 следующий (по отдельным графам он указан непосредственно в этих таблицах).

Таблица 1

№ п/п	Название объекта, местоположение, ведомство, год создания	Кол-во отходов за год, млею т		Минерализация стоков М, г/л, концентрация основных компонентов, мг/л, температура (t), pH	Виды приемников отходов и их кол-во	Глубина уровня грунтовых вод h, м, их минерализация фоновая М, г/л, мощность грунтовых вод m, м	Наличие наблюдат. Скважин и их кол-во
		жид-ких	твер-дых				
1	2	3	4	5	6	7	8
				M=	Накопители,	h=	
				SO_4=	поля фильтрации	M=	
				NO_3=		m=	
				t=			
				pH=			

Таблица 2

Каталог приемников отходов (название ПГО и области)

№ п/п	Вид приемника, местоположение, кому принадлежит, год создания, наличие экрана	Площадь, F, га емкость V, $м^3$, глубина H, м	Предприятия, сбрасывающие отходы	Кол-во отходов за год, млн. т		Минерализация стоков М, г/л, концентрация основных компонентов, мг/л, тем-ра t, pH воды в накопителе	Глубина уровня грунтовых вод h, м, их минерализация фоновая М, г/л, мощность грунтовых вод m, м	Наличие набл. скважин и их кол-во
				жид-ких	твер-дых			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	F=					М=…, Ж=	h=	Нет
	V=					Cl=…,Pb=	M=	
	H					t=…, pH=	m=	

Таблица 1. В графе 2 дается полное официальное название предприятия; указывается населенный пункт или район, где находится предприятие; министерство или ведомство, к которому относятся предприятия и с какого года оно создано. В графах 3 и 4 указывается количество жидких и твердых отходов, сбрасываемых этим предприятием за год. В графе 5 приводятся сведения, относящиеся к жидким отходам; приводятся показатели качества сточных вод из числа указанных в разд. 1.2 и других специфических показателей, наиболее характерам для этих точных вод. В графе 6 отмечается, какие виды приемников отходов имеются в данном предприятии и количество каждого из них. Например, два соленакопителя и два поля фильтрации или один шламонакопитель и один золоотвал и т.д. Содержание графы 7 ясно из её названия; необходимо подчеркнуть, что минерализация грунтовых вод указывается фоновая, т.е. соответствующая грунтовым водам за пределами зоны влияния предприятия. В графе 8 проставляется количество действующих наблюдательных скважин на грунтовые воды, расположенных на промышленной площадке и в непосредственной близости от неё.

Таблица 2. Эта таблица тесно связана с предыдущей, поскольку в ней приводятся сведения по приемникам отходов, часть из которых относится к предприятиям, указанным в табл.1. В графе 2 отмечается вид приемника отходов, местоположение (район, населенный пункт, город), кому принадлежит (предприятию или городскому коммунальному хозяйству), когда этот приемник отходов был сооружен (начал действовать), наличие или отсутствие экрана в основании приемника-накопителя стоков. Если приемник отходов принадлежит предприятию, то оно должно быть названо точно так же, как оно записано в табл.1, а вид приемника отходов должен соответствовать виду, указанному в графе 6 табл.1. В графе 3 записываются занимаемая приемником площадь, его емкость и средняя глубина. В графе 4 указываются предприятия, которые сбрасывают отходы в данный приемник. В графе 7 приводятся сведения о качестве сточных вод в накопителе или о качестве сточных вод, сбрасываемых на поля фильтрации и поля орошения.

Сведения об источниках загрязнения по территории ПГО затем обобщаются по республикам (РСФСР, УССР, КазССР., УэССР и др.).

3. ВЫЯВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ОЧАГОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

К важнейшему виду работ в области охраны подземных вод относится выявление очагов их загрязнения /4/.

Под очагом загрязнения подземных вод понимается приуроченная к антропогенному объекту область водоносного горизонта, содержащая воды существенно иного качества по сравнению с фоновым качеством вод этого горизонта и сформировавшаяся вследствие утечек стоков с поверхности земли.

К основным очагам загрязнения относятся те из них, которые отличаются значительными размерами и интенсивности) загрязнения и обусловлены воздействием наиболее крупных и грязеемких промышленных, агропромышленных предприятий и приемников отходов.

Поэтому изучение областей загрязнения подземных вод должно

начинаться с анализа техногенной ситуации на поверхности для выявления фактических и потенциально возможных источников их загрязнения. Из установленных на территории деятельности ПГО источников загрязнения, о которых шла речь в п.2 табл.1, выбираются несколько самых крупных предприятий, выбрасывающих в окружающую среду наибольшие количества жидких, а также твердых и газообразных отходов. Примерное количество таких объектов 5-7, но их в зависимости от конкретных условий может быть меньше или больше. Этими объектами могут быть химические, горнодобывающие, нефтеперерабатывающие, фармацевтические, энергетические, целлюлозно-бумажные и другие промышленные предприятия, агропромышленные комплексы (животноводческие, свиноводческие, птицеводческие), крупные приемники отходов и, прежде всего бассейны промышленных и коммунальник сточных вод.

При выборе этих объектов должны быть установлены все относящиеся к ним признаки, о которых говорится в п.2 табл.1 и 2. Для более наглядного представления техногенной ситуации целесообразно составление крупномасштабной карты с нанесением на неё источников загрязнения, водозаборных и наблюдательных скважин.

Поступающие с поверхности земли загрязняющие вещества попадают, прежде всего, в горизонт грунтовых вод. Поэтому при изучении загрязнения подземных вод первоочередное и основное внимание должно быть уделено грунтовым водам.

При выявлении области загрязнения в грунтовых водах необходимо иметь в виду следующие обстоятельства. Область загрязнения грунтовых вод обычно совпадает с площадью источника загрязнения и приурочена к месту утечки стоков. Фильтрующиеся с поверхности стоки, прежде чем достичь уровня грунтовых вод, проходят через зону аэрации. Накапливающиеся загрязняющие вещества могут служить вторичным источником загрязнения грунтовых вод. Изучение загрязнения горизонта грунтовых вод должно сопровождаться изучением по площади загрязнения почвенного слоя и пород зоны аэрации путем изучения водных вытяжек из пород.

Размеры загрязненной площади почвогрунтов могут быть ориентировочным показателем области размеров загрязнения водоносного горизонта.

Над поверхностью загрязненных подземных вод может формироваться "облако" газообразных веществ, испаряющихся с поверхности загрязненных подземных вод. В особенности это относится к грунтовым водам, загрязненным нефтепродуктами.

Поэтому полезным может оказаться проведение газовой съемки для изучения состава подпочвенного воздуха в зоне аэрации. Такая съемка по аномалии состава воздуха в зоне аэрации может выявить область загрязнения подземных вод, которая в дальнейшем может быть уточнена по данным бурения и опробования скважин.

Загрязненные сточные воды и чистые подземные воды образуют систему неоднородных жидкостей, различающихся по своим химическим свойствам, минерализациям, температурам. Различие химического состава к минерализации обуславливает различие электропроводимостей загрязненных и

чистых подземных вод, что является предпосылкой использования геофизических (электроразведочных) методов для оконтуривания области загрязнения.

Таким образом, при выявлении и изучении очагов загрязнения подземных вод, наряду с бурением скважин, проведением опытных гидрогеологических работ (включая опытно-миграционные работы) и непосредственным опробованием подземных вод целесообразно использование комплекса методов: ландшафтно-техногенной (выявление источников загрязнения), почвенной (изучение загрязненности почво-грунтов) и газовой съемок, а также геофизических методов. Применение этих методов должно способствовать повышению информативности разведочных работ, снижению объема бурения.

Следует провести обследование всех водозаборных и наблюдательных скважин и колодцев в радиусе 5+10 км от площади объекта и основных его источников загрязнения (приемников отходов, системы промышленной канализации).

Результаты обследования водозаборных сооружений в увязке с расположением источников загрязнения и направлением штока подземных вод позволяют наметить площадь полевых работ и расположение скважин.

До бурения скважин или одновременно с ним целесообразно провести площадные геофизические исследования, изучить загрязненность почвенного слоя в окрестностях промышленной площадки и хранилищ отходов, в случае нефтяного загрязнения подземных вод осуществить газовую съемку подпочвенного воздуха с двумя-тремя точками отбора проб газа по глубине.

На характер загрязнения подземных вод, размеры и форму области загрязнения влияют свойства загрязняющих веществ, фильтрационная неоднородность пород по площади и слоистость разреза, направление и расход естественного штока подземных вод, граничные условия пласта. Эти обстоятельства необходимо учитывать при размещении разведочных скважин.

Так, при попадании в водоносный горизонт нефтяных углеводородов, которые по удельному весу легче воды, загрязняется преимущественно верхняя часть горизонта.

При загрязнении подземных вод высококонцентрированными растворами с удельным весом, значительно превышающим удельный вес воды, растворы будут оседать к подошве водоносного горизонта, и перемещаться по ней.

Наличие естественного штока подземных вод определяет несимметричное распространение загрязняющих веществ по водоносному горизонту. Область загрязнения развивается вниз по штоку и ограничена вверх по штоку. Кроне того, движение загрязненных вод происходит в сторону близлежащих участков крупного отбора подземных вод (водозаборные сооружения для водоснабжения, осушения, шахтного водоотлива и др.). Поэтому разведочные скважины следует располагать по направлению естественного штока подземных вод и в сторону участков интенсивного отбора подземных вод.

На перемещение загрязняющих веществ в подземных водах существенно влияет плановая фильтрационная неоднородность

водовмещающих пород и слоистость разреза. Так, наличие в пласте локальных участков слабопроницаемых пород вызывает образование "языков" фронта загрязнения по периферии этих участков. И, наоборот, если эти участки обладают повышенной водопроводимость», то "языки" фронта загрязнения формируется внутри этих участков. Неравномерно перемещаются загрязняющие вещества в условиях слоистого разреза (наиболее быстро перемещение происходит по высокопроницаемым прослоям).

Таким образом, исследование очагов загрязнения требует знания гидрогеологических условий исследуемой территории.

На каждом из выбранных для изучения участков промышленных и агропромышленных предприятий, бурятся скважины на грунтовые воды. Количество разведочных скважин определяется конкретными гидрогеологическими и техногенными условиями. В среднем на одном объекте разбуривается 20-25 скважин. Этими скважинами должна быть охарактеризована площадь, прилегающая к промышленной площадке и в первую очередь площадь в районе производственных приемников отходов.

Разведочные скважины должны располагаться по профилям, идущим от источника (или группы источников) загрязнения по потоку подземных вод и направлениям к участкам интенсивного отбора подземных вод с учетом указанных факторов. Скважины на профилях должны последовательно пересекать участок интенсивного загрязнения, переходную зону и область незагрязненных вод.

Обязательным условием изучения области загрязнения и контроля за её состоянием является то, что часть скважин должна располагаться в пределах области загрязнения, а часть скважин - в области незагрязненных вод. Это необходимо для наблюдений за динамикой развития области загрязнения.

При размещении и оборудовании разведочных скважин следует предусмотреть возможность их максимального использования в дальнейшей в качестве наблюдательных скважин. Поэтому расположение разведочных скважин должно удовлетворять требованиям к расположению наблюдательных скважин (см. разд. 4),

При большой мощности водоносного горизонта необходимо его поинтервальное опробование в верхней, средней и нижней частях.

По участку исследования должна быть построена карта, изогипс водоносного горизонта, определено направление движения подземных вод. Целесообразно также построить карту мощности водоносного горизонта (при наличии исходных данных).

Во всех скважинах должны быть выполнены пробные откачки продолжительности) до суток, а в отдельных скважинах - опытные откачки продолжительностью 5-7 сут. При опытных откачках в качества наблюдательных скважин следует максимально использовать соседние разведочные скважины. Составной частью опытных откачек должны служить индикаторные исследования для определения пористости и других миграционных параметров водовмещающих пород. При этой индикатор запускается в наблюдательную скважину и ловится в центральной скважине. Могут быть другие варианты проведения опытно-миграционных исследовании /15/.

Но Материалам пробных и опытных откачек определяются фильтрационные свойства пород водоносного горизонта и строится карта коэффициента фильтрации (водопроводимости). Данные откачек и значения коэффициентов фильтрации или водопроводимостей приводится по форме табл.3, .8 графе 3 указывается вид откачки и время её проведения. Если в скважине выполнялись пробная и опытная откачки, то в последующих графах 4-10 даются сначала сведения по пробной откачке, а затем по опытной. В графе 4 приводится продолжительность откачки (если откачка длилась меньше суток, то продолжительность указывается в часах; если откачка длилась больше суток то - в сутках). При пробных и одиночных откачках, т.е. при отсутствии наблюдательных скважин, графы 7 и 8 не заполняются (делается прочерк). Если опытная откачка велась из куста с одной наблюдательной скважиной, то в 7-й и 8-й графах проставляются значения r_1 и S_1 если же откачка велась из куста с двумя наблюдательными скважинами, то в графе 7 проставляются значения r_1 и r_2, а в графе 8 соответствующие значения S_1, и S_2

Из скважин отбираются S_1 пробы подземных вод на анализ, по результатам которых определяются общие и специальные показатели качества воды (разд. 1.2).

По результатам разведки участка загрязнения составляется крупномасштабная гидрохимическая карта-схема области загрязнения водоносного горизонта двух видов: карта минерализации воды и карта концентрации характерного вещества в воде в изолиниях по площади области загрязнения. В зависимости от конкретных условий эти карты могут быть совмещены или построена одна на них.

Масштабы выбирается в зависимости от размеров области загрязнения и может варьировать от 1:5000 до 1:50 000.

Итак, основными картами, которые должны быть построены по каждому крутому очагу загрязнения подземных вод после проведения на нем разведочных работ, являются: карта фактического материала, гидрогеологическая карта, карта изогипс горизонта грунтовых вод, карта фильтрационных свойств город, гидрохимическая карта области загрязнения (в изолиниях минерализации и концентрации основного вещества).

Конечным итогом изучения области загрязнения является оценка масштабов загрязнения согласно методике, изложенной в равд.7.

Помимо разведки на участках крупных промышленных предприятий с их производственными приемниками отходов, должны быть разбурены скважины на отдельных наиболее значительных по размерам и давно существующих городских, районных и областных приемниках отходов - промышленных свалках, мусоросвалках, поляк фильтрации и орошения сточными водами. Имеется в виду разбуривание скважин не непосредственно на площади приемников отходов, а вблизи них. Выбирается 7-10 таких приемников отходов, расположенных в разных условиях. На каждом из выбранных приемников отходов бурятся 4-6 скважин.

Таблица 3

Данные откачек и значения коэффициента фильтрации К (или водопроводимости, Km)

№ п/п	Номер скважин	Вид откачки (пробная, опытная)	Продолжит. откачки, сут. (или часы)	Дебит, $м^3$, сут	Понижение в центр. скважине, м	Расстояние до наблюд. скважины r, м	Понижение в наблюд. скважине S, м	К, м/сут или Km, $м^2$ сут	Расчетная зависимость
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 4

Сведения о качестве подземных вод приемников отходов

№ п/п	Приемник отходов, ведрмствен. принадл., местоположение, с какого года	Индекс водоносного горизонта, литология, мощность m, м фоновая минерализация М г/л	Номера скважин и их расстояния, r, м от приемника отходов	Площадь приемника отходов в F, га, его длина, L, м и ширина d, м	Основные показатели загрязнения и их средние величины	Приближенные размеры площади загрязнения, га
1	2	3	4	5	6	7

Назначение скважин - выявить качество подземных вод и степень их загрязнения вследствие влияния приемника отходов. Из-за небольшого количества скважин здесь не ставится задача оценки масштабов загрязнения, как это предусмотрено в раад.7, а лишь возникает необходимость выявить загрязнение подземных вод. В дальнейшей эти скважины должны стать наблюдательными. Скважины располагаются на двух профилях, ориентированных m потоку подземных вод; на каждом профиле по 2-3 скважины. Вместо двух профилей может быть оборудован один со всеми скважинами, расположенными на этом профиле. В последней случае расстояние между скважинами, а, следовательно, и длина профиля, должен быть такими, чтобы скважины контролировали переход от загрязненных подземных вод к незагрязненным.

Сведения по результатам опробования скважин представляется по форме табл.4, в графе 4 которой указывается номера наблюдательных скважин и их расстояния от периметра приемника отходов; условными знаками обозначается её расположение по потоку (→), против потока (←), вкрест потока (⊣⊢)подземных вод. В графе 6 записываются основные показатели загрязнения подземных вод, характерные для данного объекта, и их осредненные значения (среднеарифметические по скважинам). Например, минерализация воды, общая жесткость, концентрация отдельных веществ, температура и др. В графе 7 указываются приближенные размеры площади загрязнения, которые складываются из площади самого накопителя и площади области за пределами накопителя, на которой находятся разбуренные скважины, показывающие загрязнение подземных вод.

4. СОЗДАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА ОЧАГАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Для контроля за состоянием подземных вод и, прежде всего за их загрязнением необходимо создание наблюдательной сети скважин, охватывающей крупные промышленные и сельскохозяйственные объекты, с деятельностью которых связано загрязнение подземных вод, и крупные централизованные водозаборные сооружения подземных вод, где существует опасность их загрязнения. Из объектов сельскохозяйственной мелиорации такая сеть обязательно должна сооружаться на площадях орошения сточными водами.

Загрязнение подземных вод в значительной степени обусловлено загрязнением атмосферы и атмосферных осадков, поверхностных вод, почвы. Поэтому контроль за загрязнением подземных вод должен быть увязан с контролем за загрязнением указанных компонентов природной среды.

Задачами наблюдательной сети в связи с охраной подземных вод являются:

– своевременное обнаружение загрязнения в подземных водах (в особенности это имеет значение на участках водозаборов);

– изучение размеров и динамики области загрязнения подземных вод во времени и по площади, т.е. определение скорости и направления

распространения загрязнения;

– изучение движения загрязненных веществ в подземных водах с учетом физико-химических процессов взаимодействия этих веществ с подземными водами и породами и природных процессов самоочищения загрязненных подземных вод;

– корректировка прогнозов распространения загрязненных вод в пласте по результатам наблюдений за их фактическим движением и на этой основе совершенствование «годики прогноза.

Сеть наблюдательных скважин размещается с учетом местоположения, характера и размеров (формы) источников загрязнения; конфигурации области загрязнения подземных вод; строения водоносного горизонта (мощность, неоднородность) и его граничных условий; направления естественного движения подземных вод; скорости движения загрязненных подземных вод; местоположения водозаборных сооружений и путей поступления к ним загрязненных или природных некондиционных вод.

Количество наблюдательных скважин и их расположение должны быть "скользящий" во времени, т.е. наращивание такой сети должно определяться характером (неравномерное или равномерное перемещение фронта загрязнения) и скорости) перемещения загрязненных вод, которые устанавливаются по результатам начального этапа наблюдений.

Поскольку в процессе режимных наблюдений необходимо уловить изменение гидрохимической обстановки, то одним из основных факторов, определяющие расположение наблюдательных скважин, является скорость продвижения по пласту загрязненных вод.

В районе источника загрязнения наблюдательная сеть наращивается от него вине по потоку подземных вод; в районе водозабора - от границы области загрязненных или некондиционных вод по направлению к, участку расположения водозаборных скважин.

В районе промышленных и сельскохозяйственных объектов основная нагрузка, поступающими с поверхности земли загрязняющими веществами падает на грунтовые воды. Поэтому наблюдательные скважины оборудуется преимущественно на горизонт грунтовых вод.

Анализ проб воды производится не только на общие и стандартные показатели, но и на характерные для данного объекта.

Наблюдательная сеть должна включать как скважины, находящиеся в зоне влияния источника загрязнения, так и фоновые скважины. Оборудование наблюдательных скважин зависит от гидрогеологических условий водоносного горизонта (мощности, неоднородности, разреза) и свойств загрязняющих; веществ. При большой мощности водоносного горизонта целесообразно создание куста из двух-трех наблюдательных скважин, оборудованных фильтрами на его верхнюю, среднею и нижнюю части. Подробно вопросы размещения наблюдательных скважин для контроля за загрязнением поддетых вод изложены в работах /3,13,15/.

Сведения об имеющихся и вновь разбуренных наблюдательных скважинах, находящихся на основных очагах загрязнения, приуроченных к участкам промышленных и агропромышленных предприятий и участкам приемников отходов, вносятся в табл.5. В графе 4 при выделении пунктов

наблюдений с ярусно расположенными скважинами указывается количество скважин в каждом пункте (кусте). Например, имеется 10 наблюдательных точек, из них в пяти точках по одной наблюдательной скважине, в двух точках - по две наблюдательные скважины, в трех точках - по три наблюдательные скважины; записывается это так: 10, 5(1), 2(2), 3(3). В графе 5 сведения о расстоянии наблюдательных скважин от источника загрязнения, их ориентировка относительно наставления потока подземных вод дается по пунктам наблюдения, например: № 3, (→), r=200 м. В графе 6 указываются глубины установки фильтров в наблюдательных скважинах по пунктам наблюдения. Если в пункте наблюдения две или три скважины, то указывается глубина установки фильтра каждой из скважин.

5. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

5.1. Определение нефтепродуктов

Ввиду сложности систем нефти и нефтепродуктов аналитическое понятие нефтепродуктов при их определении в водах ограничивается суммой углеводородов. Под термином "нефтепродукты" подразумевают неполярные и малополярные углеводороды (алифатические, ароматические, алициклические), составляющие главную и наиболее характерную часть нефти и продуктов её переработки.

Методы, используемые в настоящее время для определения нефти и нефтепродуктов в природных водах, южно разделить на три основные группы:

– неспецифические;

– обладающие групповой специфичностью по отношению к тем или иным нефтяным углеводородам;

– высокоспецифические по отношению к индивидуальным компонентам нефтей, подходящие для идентификации источника загрязнений и количественной оценки.

Как правило, все методы являются "гибридными", включают процедуру выделения нефтепродукта из образца (экстракция, адсорбция и др.) в сочетании с тем или иным способом конечного измерения.

Неспецифические методы имеют ограниченное применение и низкую чувствительность. Например, весовой метод может быть использован для определения углеводородов нефти с температурой кипения более 200 °С, при содержаниях более 5-10 мг/л. Трудность получения воспроизводимых результатов в области низких концентраций (менее 1 мг/л) связана с возможными ошибками на стадиях удаления растворителя высушивания экстракта и определения "конечной точки" взвешивания.

Таблица 5

Сведения о наблюдательных скважинах на основных очагах загрязнения

№ п/п	Наименование очага загрязнения и его источника, местоположение	Индекс водоносного горизонта, литология, мощность, m, м фоновая минерализация М, г/л	Общее кол-во наблюдательных пунктов, в том числе пунктов наблюдений с ярусными скважинами	Номера пунктов наблюдений, их расстояния r, м, от объекта ориентировка относительно потока (→), (←), (⇉)	Глубина установки фильтров в наблюдательных скважинах по пунктам наблюдения	Примечания
1	2	3	4	5	6	7

К методам, обладающим групповой специфичностью, можно отнести спектрофотометрические методы, основанные на поглощении в инфракрасной (ИКС), ультрафиолетовой (УФС) области спектра или на флуоресценции.

Фотометрические методы используют для количественной оценки, в меньшей степени - для идентификации. Метод инфракрасной спектрофотометрии регистрирует, главным образом, парафиновые и циклопарафиновые углеводороды, метод ультрафиолетовой спектрофотометрии - всю группу ароматических углеводородов, метод видимой флуоресценции - полициклические ароматические углеводороды. Отличительной особенностью фотометрических методов является необходимость построения градуировочной кривой для количественной оценки нефтепродуктов, причем правильность результатов в значительной степени определяется составом калибровочной смеси. В конечном счете, чем больше доля углеводородов, определяемых данным методом, тем надежнее метод. Ввиду того, что парафиновые и циклопарафиновые углеводороды преобладает в нефтях и нефтепродуктах; метод ИКС принципиально более, пригоден для оценки суммарного содержания нефтепродуктов. Чувствительность, различных вариантов метода составляет 0,02-0,1 кг/л. Для калибровки используют трех компонентную смесь: н-гексадекан-изооктан-бензол, измерения проводят в области 2700-3100 $см^{-1}$.

Среди высокоспецифических методов наиболее информативными являйся газохроматографические методы (ГХ), так как они позволяет решать задачи, как количественной оценки, так и идентификации источника загрязнений нефтепродуктами. Большим преимуществом ГХ методов является возможность проводить количественный анализ без градуировки по образцу. Чувствительность большинства применяемых вариантов ГХ методов составляет 0,01-0,1 мг/л.

Разнообразные нефтепродукты и миграционные формы могут быть проанализированы при использовании разных вариантов ГХ методик, позволяющих учитывать низкокипящие и высококипящие углеводороды. Обычным условием реализации высокочувствительного анализа является применение пламенно-ионизационного детектора (ПИД) в сочетании с различными способами обогащения пробы. Для выделения высококипящих углеводородов наиболее часто применяют экстракцию, для выделения низкокипящих наряду с экстракцией используют анализ равновесной фалы или обогащение путем "выдувания" током инертного газа с улавливанием на сорбент.

Методологический подход к контролю нефтяных загрязнений в подземных водах основывается на данных об особенностях миграции и рассеяния нефтяных углеводородов в подземной гидросфере. Основными физическими факторами рассеяния нефтепродуктов в окружающей среде являются процессы их испарения, растворения, адсорбции, главными факторами разрушения - химическое и биохимическое окисление. Соотношение этих факторов для различных сред, в частности для поверхностных и подземных вод существенно различно, что важно учитывать при использовании разных методов исследования. В поверхностных условиях состав нефтепродуктов под влиянием испарения и интенсивно протекающих

процессов химической и биохимической деструкции претерпевает за короткий срок быстрые изменения. В подземной среде наиболее существенна роль процессов растворения и адсорбции, процессы разрушения заторможены, и нефтяное загрязнение может длительно сохраняться. В силу этого выбор аналитических методов при изучении нефтяного загрязнения подземных вод определяется в первую очередь общими закономерностями существования и миграции углеводородов в подземных водах.

Ввиду особенностей движения нефтяных загрязнений в пористых средах особенную опасность для загрязнения подземных вод нефтяными углеводородами представляют нефти и нефтепродукты, обладающие малой вязкостью и заметной растворимостью. В первую очередь это бензины, керосины, также дизельные топлива и сама нефть.

Согласно данным, полученным ГХ методом, растворенная форма нефти и различных нефтепродуктов представлена одним и тем же набором моноядерных ароматических углеводородов, главным образом C_6-C_{10}, доля которых от суммы углеводородов, перешедших в раствор, составляет от 80 % для бензинов и до 99 % для дизельных топлив, при растворимости бензинов - 98-129 мг/л, керосинов -6-11 мг/л, дизельного топлива - около 4 мг/л нефтей - до 20 мг/л.

В настоящее время является очевидным, что нет универсального метода или процедуры подготовки пробы, подходящих для определения разных видов нефтепродуктов во всех областях концентраций углеводородных загрязнений в различных природных условиях. Для решения частных вопросов пригодны отдельные методы. В то же время для количественного учета нефтепродуктов на уровне ПДК, когда вид загрязняющего топлива не известен, а также для идентификации источника загрязнения необходимо рациональное комплексирование методов.

В наиболее общем виде задача количественного анализа для водных сред связана с определением суммы углеводородов в двухфазной системе, т.е. растворенных; и эмульгированных углеводородов разных классов, выкипающих в широком интервале температур. Таким образом, методы выделения и конечного измерения должны предусматривать определение низкокипящих и высококипящих углеводородов и фиксировать все их классы, т.е. парафины, циклопарафины и ароматические углеводороды. При выборе методов для анализа нефтяных углеводородов, в подземных водах необходимо учитывать, что в истинном растворе преобладают легколетучие ароматические углеводороды, а диспергированные нефтепродукты более близки по составу к исходным.

Учитывая возможности и ограничения различных методов, для количественной оценки можно рекомендовать:

– метод ИК спектрофотометрии в варианте, предусматривающем экстракционное выделение без последующего концентрирования /18, 21/ и метод ГХ;

– для идентификации источника загрязнения - метод ГХ. Например, целесообразно сочетание двух ГХ методик, одна из которых предусматривает возможность регистрации высококипящих углеводородов путем экстракционного выделения низкокипящим растворителем, другая -

регистрацию низкокипящих углеводородов путем экстракционного выделения высококипящим растворителем /11,12/ (или для этой цели применить метод ГХ парофазного анализа или газовую экстракцию).

При отборе проб и хранении проб воды и экстрактов следует руководствоваться ГОСТ 17.1.4.01-80 /30/.

Аппаратура:

1. Инфракрасный спектрофотометр, позволяющий регистрировать спектры поглощения в интервале длин волн 2700-3100 $см^{-1}$.

2. Газовые хроматографы, укомплектованные дифференциальным пламенно-ионизационным детектором, например, серии ЛХМ-80, серии "Цвет-500" (6-5Е 1.550,141 ТУ-84).

5.2. Определение пестицидов

Наиболее распространенными группами пестицидов являются: хлорорганические (ХОП), фосфорорганические (ФОС) сим-триазины, производные феноксиалканкарбоновых кислот, карбаматы и др. Представители разных групп пестицидов овладеют различной токсичностью и устойчивостью во внешней среде. К глобально распространенным пестицидам относятся ХОП, они обнаруживаются во всех объектах окружающей среды, в то время как другие фиксируются только в местах их применения.

Для определения указанных групп пестицидов описаны методы тонкослойной и газовой хроматографии. Для большинства пестицидов их ПДК лежат на микрограммовом уровне, а для некоторых хлорорганических соединений - на нанограммовом. В природных водах могут присутствовать сложные смеси пестицидов, принадлежащих к одной или разным химическим группам. Многие пестициды подвергается в природных условиях различным превращениям (окисление, гидролизу и т.д.), а результате чего образуются новые химические соединения, которые могут быть токсичнее, чем исходный продукт, В силу указанных причин способы определения пестицидов в водах должны отличаться высокой селективностью и чувствительностью. Этим требованиям отвечают методы, позволяющие осуществлять индивидуальный анализ. Поэтому наиболее эффективны хроматографические методы в сочетании с различными способами концентрирования и предхроматографической очистки. При этом на первом этапе исследований преобладало развитие методов тонкослойной хроматографии.

В настоящее время предпочтение отдается методам ГХ как наиболее селективным, чувствительным и информативным.

Как правило, методы определения пестицидов в природной воде включают стадии:

- выделения и концентрирования;
- очистки концентратов и предварительного фракционирования;
- количественного измерения и идентификации.

Для ГХ анализа пестицидов наиболее широкое применение находят селективные высокочувствительна детекторы:

ДЭЗ - детектор по захвату электронов ("классический" вариант);

ДПР - детектор постоянной скорости рекомбинации (новый вариант

детектора по захвату электронов);

ДТИ - детектор термоионный;

ДТА - детектор термоаэрозольный;

ДПФ - детектор пламенно-фотометрический,

ДЭЗ и ДПР - применяют для определения хлорорганических пестицидов;

ДТИ, ДТА - для определения фосфорорганических, триазиновых пестицидов;

ДДФ - для определения фосфорорганических, также серосодержащих пестицидов.

Всеми типами Детекторов комплектуются отечественные хроматографы.

ГХ методики определения таких групп пестицидов как ХОП, ФОС, симтриазины в воде, разработанные авторскими коллективами ВНИИГИНТОКСС, ВНИИХСЗР, ВИЗР, ВИЭВ, ИЭМ и прошедшие апробацию группой экспертов Госкомиссии по химическим средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при МСХ СССР, описаны в руководстве /29/.

Подробное описание ГХ методики определения ХОП по материалам ИЭМ дано в работе /16/.

Имеются государственные стандартные образцы состава гамма-ГХЦГ (линдана) и метафоса:

ГСО № 1855-80 линдан (99,8 %);

ГСО) № 1854-80 метафос (96,5 %).

За информацией о СО следующих пестицидов в растворах: 4,4′-ДДТ, 4,4′-ДДЕ, рогора, фозалона прометрина, атразина, севина, симазина, пропазина, α - β - ГХЦГ следует обращаться по адресу: 270080 г. Одесса, Черноморская дорога, дом 80, Физико-химический. ин-тут АН УССР. Беленькая И.А.

Аппаратура: газовые хроматографы, укомплектованные ДЭЗ, ДПР, ДТА, например, серии ЛХИ-80, серии "Цвет-500".

6. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ГАЗОВОЙ СЪЕМКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Вследствие процессов испарения и диффузии с поверхности грунтовых вод над загрязненными грунтовыми водами может образоваться в зоне аэрации газовое облако из наиболее летучих загрязняющих компонентов. Особенно интенсивно газовое облако образуется над поверхностью грунтовых вод, загрязненных нефтепродуктами. Наличие газового облака обусловливает применение газовой съемки /3,10,13/. Наряду с исследованием чисто газовой фазы над поверхностно грунтов целесообразно изучение содержания газа в загрязненных грунтовых водах. Таким образом, при изучении загрязнения подземных вод, в особенности нефтяного загрязнения, весьма полезным может оказаться проведение газовой съемки, которая позволяет повысить информативность исследований и удешевить их. Данное физическое явление может быть использовано для исследования нефтяного загрязнения путем проведения газовой съемки, как по неводонасыщенной части разреза горных пород, так и водонасыщенной.

Задачами газовой съемки являются:

По аэрируемой зоне:

– идентификация источников загрязнения нефтью и нефтепродуктами;

– оконтуривание линз нефти и нефтепродуктов, приуроченных к первому от поверхности водоносному горизонту или зоне аэрации;

– установление распространения линз нефти и нефтепродуктов по поверхности водоносного горизонта;

– приближенная оценка масштабов нефтяного загрязнения.

По водонасыщенной части:

– определение площади области загрязнения водорастворимыми углеводородами нефтяного происхождения;

– установление наличия линз нефти и нефтепродуктов на динамическом уровне эксплуатационных на воду скважин.

При проведении съемочных работ основными информативными газами служат: парафиновые углеводороды (метан, этан, пропан, бутан, пентан, гексан); непредельные и циклические углеводороды (этилен, пропилен, бутилены, ацетилен, аллилен, циклобутан, циклопропан и др.); углекислый газ, водород, кислород. Последний следует использовать в качестве индикатора герметичности отбора пробы подпочвенного воздуха.

6.1. Газовая съемка в зоне аэрации

Основными методическими вопросами проведения съемки являются: расположение и количество точек отбора проб в плане и разрезе, глубинность проведения съемки; метод отбора и анализа проб подпочвенного воздуха.

Период проведения съемочных работ делится на два этапа: предварительный и основной (съемочный). На первом этапе должны быть изучены основные условия района (строение зоны аэрации, её литологический состав, глубина залегания уровня). Затем, зная примерные параметры загрязняющего вещества и пористой среды, необходимо рассчитать время формирования газового облака в ненасыщенных породах /10,18/. Заканчиваться этот этап должен составлением схематической карты, пунктов отбора проб подпочвенного воздуха.

До начала основного этапа съемки следует провести рекогносцировочные работы, в ходе которых следует уточнить строение зоны аэрации и глубину отбора проб, откорректировать расположение на местности основных профилей съемки, отработать методику отбора проб подпочвенного воздуха, предварительно выяснить состав и концентрацию углеводородных газов, присутствующих в подпочвенном воздухе. Рекогносцировочный отбор целесообразно проводить не только на различных участках предполагаемой области загрязнения грунтовых вод, но и на соседствующих с ними фоновых участках. Число точек для пробного проведения съемки - 5-10 % от запланированных.

На миграцию газообразных углеводородов к поверхности земли влияет ряд факторов /1,18/, но определяющее действие на отчетливость фиксирования аномалий химического состава подпочвенного воздуха имеет строение и

литологический состав грунтов зоны аэрации, В связи с тем, то в почве происходят биохимические процессы, результатом которых является образование, главным образом, метана и углекислого газа /16,21/, концентрации, которых могут исказить получаемые данные, за верхнею границу проведения съемки следует принимать подошву почвенного слоя. Нижней границей проведения съемки служит поверхность уровня грунтовых вод.

Конкретно глубина проведения съемки устанавливается с помощью рекогносцировочного отбора проб (в случае, если есть возможность хроматографического определения содержания углеводородных газов в полевых условиях) или расчетный путем. Для ориентировочных оценок глубин проведения съемки можно использовать следующий расчет. Приближенно расстояние максимального пути диффузии x углеводородных газов за время t (при условии, что содержание углеводородных газов и паров в линзе нефтепродуктов C_o намного больше их содержания в паровом пространстве зоны аэрации C) будет равно $x=\sqrt{\pi Dt}$, где D – коэффициент диффузии, $м^2$/сут. При малых значениях t глубина проведения съемки определяется значением x. Если x больше мощности зоны аэрации, то глубина проведения съемки должна быть минимально, но обязательно ниже подошвы почвенного слоя.

Важный методическим вопросом является размещение точек отбора проб газа в плане. Этот вопрос необходимо решать, исходя из задач исследований. В том случае; если необходимо установить, является ли тот или иной хозяйственный объект источником загрязнения (ИЗ), пункты отбора проб газа располагается по профит, который состоит из 6-7 точек. Из этого количества две точки отбора располагаются вине по потоку грунтовых вод от ИЗ (одна в непосредственной близости от ИЗ, примерно в 10-30 м, вторая – на расстоянии 500-1000 м, т.е. она является фоновой). Две точки отбора внутрипочвенного воздуха размещаются на территории ИЗ (одна выше по потоку грунтовых вод от места предполагаемой утечки нефтепродукта, вторая - непосредственно на месте утечки), остальные – ниже по потому грунтовых вод от ИЗ. Расстояние между точками следует выбирать с учетом местных гидрогеологических условий, эксплуатации подземных вод и пр. Однако последнею точку отбора следует располагать или близ дрен (т.е. река и др.), или вблизи водозаборных скважин (при условии, что последние находятся на расстоянии от ИЗ не более 1-3 км).

При задаче выявления площади области нефтяного загрязнения газовая съемка должна иметь площадной характер. Обычно участок загрязнения покрывается равномерной сеткой точек отбора проб. Шаг сетки устанавливается с учетом условий района работ и объема утечки. Если утечки небольшие, до 3-5 т, то шаг сетки принимается равным около 50 м, при средних утечках (5-10 т) шаг сетки – 100 м, при значительных утечках (>10 т) – 200-500 м. При площадных исследованиях все основные профили, составляющие равномерную сетку, должны выходить на фон.

Проводя как площадную, так и профильную съемку, нужно предусмотреть и пункты поинтервального отбора проб. Располагать их следует вблизи источников загрязнения, на расчетной траектории движения линзы

нефтепродуктов с потоком грунтовых вод и на фоновых участках. Поинтервальные исследования позволяют отбить наиболее загрязненные слои грунтов зоны аэрации и по форме кривой с большей уверенностью утверждать о наличии линзы нефтепродуктов. Особенно необходимы подобные исследования при значительной мощности (более 10 м) зоны аэрации и неоднородности её строения. Количество пунктов поинтервального отбора проб следует планировать в зависимости от количества источников загрязнения, шага съемки, мощности и неоднородности строения зоны аэрации. По опыту работ пунктов поинтервального отбора проб должно быть не менее 10-15 % от общего числа планируемых. Так как поинтервальный отбор осуществляется от подошвы почвенного слоя до уровня грунтовых вод, то эти скважины следует также использовать как заварочные, т.е. гонимо отбора проб подпочвенного воздуха необходимо отобрать пробу грунтовых вод (с уровня) и аналитически установить уровень нефтяного загрязнения.

Бурение скважин для отбора проб подпочвенного воздуха наиболее производительно осуществлять с помощью мотобура Д-10 М. Основные параметры бурения: максимальная глубина – 15 м, диаметр бурового инструмента – 76 мм бурение возможно щековое и колонковое.

Скважина, для проведения газовой съемки бурится шнеком без обсадки. Поинтервальный отбор проб предусматривает поинтервальное бурение. Отбор пробы подпочвенного воздуха проводится сразу после окончания бурения.

Рассмотрим методы отбора проб подпочвенного воздуха. Один из них используется наиболее часто при геохимических работах для поисков нефти и газа. Он заключается в том, что отбирает керн породы, после чего этот керн герметизируют и доставляют к месту дегазации, где отделяют внутрипоровый воздух от породы /18/. Другой метод используется почвоведами /6/. Он заключается в механическом вдавливании в почву специального стакана и подогреве его вместе с почвой. При этом внутрипочвеннНй воздух расширяется и переходит по трубе из пробоотборника в емкость для хранения.

Однако эти методы достаточно неудобны, а порой и невозможны при газовой съемке в породах зоны аэрации.

Наиболее целесообразно при проведении газовой съемки в зоне аэрации использовать метод разряжения в опробуемом интервале скважины. Он заключается в том, что часть скважины перекрывается от атмосферного воздуха и из интервала откачивается воздух. Приток подпочвенного воздуха в этот интервал происходит за счет разности давлений в скважине и поровом пространстве участков породы, соседствующих со стволом вакуумируемого интервала скважины. Поступивший в опробуемый интервал подпочвенный воздух с помощью специального зонда и приспособлений перекачивается в пробоотборник. Опыт применения этого метода показал, что он дает хорошие результаты, прост и достаточно экспрессивен /9,10/.

Дня отбора пробы подпочвенного воздуха методом разряжения используется следующие материалы и оборудование: мотобур Д-10 М, вакуумный насос (например, насосы Шинца, Комовского и др.); специально сконструированный зонд с пакером, соединительные вакуумные шланги; емкости для отбора проб (бутылки 0,5 л или специальные пробоотборники, емкость 10 л; насыщенный раствор NaCl подкисленный до pH = 3+4; резиновые

пробки № 16; пробка с врезанными двумя медными трубками (одна трубка прорезает пробку и обрезается заподлицо с её краем, вторая - должна доставать дно бутылки). Зонд с пакером представляет собой трубку из нержавеющей стали, один конец которой перфорирован на высоту 0,25 и. Выше перфорации установлен резиновый пакер, который для подачи в него воздуха имеет отдельный отвод. Длина пакера составляет 0,4 м. Высота трубки пакером не лимитируется и составляет около I м.

Процесс отбора пробы представляет собой ряд последовательных операций. Прежде всего, с помощью мотобура бурится скважина, в которую вставляется зонд. С помощью насоса пакер зонда наполняется воздухом и перекрывает нижнюю часть скважины от атмосферного воздуха. Затем вакуумный насос соединяется с зондом, и опробуемый интервал скважины прокачивается. Целью прокачки является удаление атмосферного воздуха, который шпал в скважину в процессе её бурения, и интенсификация притока внутрипорового воздуха, насыщенного углеводородными газами, из стенок скважины в опробуемый интервал. Объем прокачки воздуха составляет 5-6 столбов воздуха, заключенного в опробуемом интервале скважины.

После проведения прокачки скважина готова к отбору пробы подпочвенного воздуха. Далее емкость объемом 10 л заполняется насыщенным раствором хлористого натрия, в неё опускается пробоотборник (обычно это бутылка 0,5 л) и также наполняется этим раствором. После этого бутылка под слоем жидкости закрывается пробкой с трубками и переворачивается вверх дном. В таком положении в бутылке не должно быть пузырьков воздуха. Затем к выходному штуцеру вакуумного насоса подсоединяется вакуумный шланг и опускается в емкость с раствором NaCl , скважину вновь прокачивают для того, чтобы удалить из шланга атмосферный воздух и промыть его отбираемым подпочвенным газом. Повторная прокачка составляет 5-6 качков насоса, по окончании её шланг необходимо присоединить к длинной трубке пробки (т.е.к той трубке, которая достает дно бутылки). Собственно отбор пробы заключается в выдавливании из пробоотборника раствора поваренной соли подпочвенным воздухом, подаваемым в него вакуумным насосом. После того, как проба подпочвенного воздуха займет в пробоотборнике 90-95% пространства, работа насоса прекращается. Насос отсоединяется, пробка с врезанными трубками заменяется на глухую пробку. Все эти операции с пробками необходимо проводить под слоем жидкости. Транспортное положение емкости с пробой - пробкой вниз. Оставшийся в емкости раствор NaCl является водяным затвором, препятствующим смешению отобранного воздуха с атмосферным воздухом.

В целом по опыту работ время отбора одной пробы подпочвенного воздуха, включая бурение скважины глубиной до 3 м, составляет около 20 мин.

Хранение пробы без доступа света в атмосферных условиях допускается не более 1 сут, в холодильнике - не более недели. Большие периоды хранения приводят к снижению содержания углеводородных газов в пробе на 15-25 % /8/,

В связи с этим весьма важным аспектом газовой съемки является определение концентраций и видов углеводородных газов, присутствующих в пробе подпочвенного воздуха. Ранее говорилось о том, что определение углеводородных газов необходимо проводить хроматографическим методом.

Для этого возможно использование различных хроматографов (ЛХМ-80, Цвет и др.). Однако наиболее целесообразно применять хроматографы марки ХПМ-2 или ХПМ-4, конструкция которых позволяет проводить определения в полевых условиях. Их основные технические данные: электрическое питание - от сети и автономное; газовое питание - от встроенного баллона с водородом емкостью 0,4-1,0 л, давление в баллоне до 15 МПа (до 150 атм); режим работы - изотермический, температура в термостате - 50-200°С; детекторы: ионизации в пламени и по теплопроводности, предел фиксации тока ионизации до $5 \cdot 10^{-12}$ мА, время непрерывной работы - 8 ч, среднее время анализа пробы до C_6- включительно -10-12 мин.

Результаты проведения газовой съемки представляются в виде карт (профилей), колонок изменения содержания углеводородных газов в плане и разрезе. На эти же материалы наносятся данные заверочного бурения.

По совокупности всех материалов выделяются участки существования линз нефтепродуктов на поверхности водоносного горизонта или в зоне аэрации и оцениваются масштабы загрязнения.

6.2. Газовая съемка по водонасыщенной зоне

Газовая съемка по водонасыщенной зоне проводится по всем имеющимся в пределах предполагаемой области нефтяного загрязнения скважинам, вскрывающим какие-либо водоносные горизонты.

На подготовительном этапе необходимо установить количество и конструкцию скважин, расположение их по площади съемки, какой водоносный горизонт они вскрывают, глубину установки фильтров и назначение скважин.

На основе этих материалов, а также с учетом геолого-гидрогеологического строения намечаются основные погоризонтные профили съемки. Помимо этого, в связи с различной методикой отбора проб, все скважины делят на две группы: эксплуатационные на воду и остальные.

Во всех скважинах, отнесенных к разряду остальных, отбор проб производят в два этапа. Для определения наличия слоя нефтепродуктов в скважине вначале отбирают пробу с уровня подземных вод. Для этого используются пробоотборники открытого типа (пробоотборник Симонова, желонки и др.). Пробу для определения газового состава подземных вод отбирают лишь после предварительной прокачки скважины герметичным пробоотборником.

Проведение газовой съемки по эксплуатационный на воду скважинам позволяет решить следующие вопросы: какова концентрация растворенных в воде углеводородных газов, какие газы мигрируют вместе с водой, и имеется ли на динамическом уровне воды в скважине слой нефтепродуктов (в чистом или эмульгированном виде).

Методика отбора проб воды для последующей дегазации и анализа отделенной смеси газов подробно приведена в методических пособиях /2,7,19/. Отметим лишь, что, если эксплуатационная скважина оборудована оголовком с краном, то проба отбирается из крана. Для этого один конец вакуумного шланга одевается на кран, а второй опускается до дна бутылки после троекратной

смены объема воды шланг из бутылки медленно вынимается и бутылка закрывается глухой пробкой таким образом, чтобы в ней не было пузырька воздуха. Транспортное положение бутылки с пробой - пробкой вниз. В том случае, если по техническим причинам пробу из крана невозможно отобрать, то её отбор производится с помощью герметичных пробоотборников.

Отбор пробы внутрискважинного воздуха производится только по скважинам, оборудованным оголовками, так как при их наличии невозможно визуально убедиться, имеется или нет в скважине слой нефтепродуктов.

Непосредственно отбор осуществляется следующим образом. Если скважина работает, то её за 2-3 ч до отбора пробы останавливают. Перед пуском скважины на имеющийся на оголовке кран одевают вакуумный Талант, второй конец шланга присоединяют к бутылке, предварительно заполненной насыщенным раствором хлористого натрия. Затем эту бутылку пробкой вниз (конструкция пробки такая же, как и при тазовой съемке по зоне аэрации) опускают в сосуд, также наполненный раствором хлористого натрия. После проверки герметичности всех соединений запускают насос скважины. В первый момент после запуска из крана на оголовке идет не вода, а водовоздушая смесь, именно она и перекачивается в бутылку. После того, как из бутылки на 90-95 % выдавится раствор поваренной соли, отбор прекращают. Транспортное положение пробы – пробкой вниз.

Хранение недегазированных проб воды в положении пробкой вниз (горлышко бутылки опущено в насыщенный раствор хлористого натрия) допустимо не более 10 сут /2,7/. в защищенном от света месте.

Пробы газа, извлеченные из воды, могут храниться в стеклянных пробоотборниках не более 3 сут.

Анализ содержания углеводородных газов проводят газохроматографическим методом. Полученные данные сводят в погоризонтные карты (профили) изоконцентраций суммы или индивидуальных углеводородных газов, соотношения концентраций непредельных и предельных углеводородов. На картах или профилях полезно также выделить зоны распространения тяжелых углеводородных газов (пропана, бутана, пентана, гексана, их изомеров). Присутствие этих газов, в связи с их более слабой миграционной способности по сравнению с метаном, этаном свидетельствует о соседстве со скважиной источников, загрязнения, а также о том, что источник загрязнения находится в области питания скважины.

По результатам, сведенным в картографический материал, с учетом гидродинамических построений выделяются аномальные участки содержания растворенных в воде углеводородных газов для каждого водоносного горизонта, В первом приближении эти участки южно считать областью загрязнения подземных вод растворимыми углеводородами. Кроме этого, на основе сопоставления состава углеводородных газов по хроматограммам (по наличию каких-либо маркирующих углеводородных компонентов) сулят о взаимосвязи загрязненных водоносных горизонтов между собой и с различными источниками загрязнения. По аномально высокому содержанию углеводородных газов во внутрискважинном воздухе идентифицируют расположение линз нерастворимых углеводородов.

7. ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА УЧАСТКАХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Масштабы загрязнения подземных вод, вызванного антропогенными (техногенными) источниками, оцениваются через следующие показатели: размеры (площадь) области загрязнения, интенсивность загрязнения, скорость перемещения границы области загрязнения /3.13/.

Площадь области загрязнения. Определяется величиной, площади, заключенной внутри границы предельной минерализации 1 г/л или внутри границы ЦДК типичного для данных условий загрязняющего компонента. Градации размеров площадей загрязнения представлены в табл.6.

Таблица 6

Градации площадей (F) загрязнения подземных вод

Градации	I	II	II	IV	V	VI	VII	VIII
Площадь F, км^2	<1	1-5	5-10	10-20	20-50	50-100	100-200	>200

Интенсивность загрязнения. Интенсивность загрязнения подземных вод характеризуется следующими относительными величинами:

– средней минерализацией ($\overline{M}$) внутри области загрязнения, ограниченной контуром 1 г/л (если область загрязнения выделяется по минерализации);

– средними величинами других обобщенных показателей качества воды (общей жесткости, окисляемости перманганатной);

– средними концентрациями отдельных веществ внутри области загрязнения;

– температурой подземных вод внутри области загрязнения.

Относительная средняя величина минерализации воды (или других показателей её качества) определяется как отношение средней минерализации воды (или средних величин других показателей качества воды) к предельно допустимой минерализации воды (к предельно допустимым значениям других показателей качества воды), т.е. $\overline{M} = \dfrac{M}{M_n}$

Относительная средняя температура воды определяется как отношение средней температуры воды внутри области загрязнения к фоновой температуре воды (за пределами области загрязнения).

Средняя минерализация воды (M) приближенно может быть определена как среднеарифметическая величина отдельных значений минерализации (M_1, M_2,…M_n) по скважинам внутри области загрязнения

$$M = \frac{M_1 + M_2 + ... + M_n}{n}, \qquad (2)$$

где, n – количество точек (скважин, колодцев).

Если внутри области загрязнения выделяется n участков с разными минерализациями воды M_1, M_2,…M_n и известны площади F_1, F_2,…F_n этих участков, то средняя минерализация определяется как средневзвешенная по площади:

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + ...M_nF_n}{F_1 + F_2 + ...F_n} \quad (3)$$

В случае группы характеристик загрязняющих веществ (например, три вещества) интенсивность загрязнения равно сумме относительных концентраций этих веществ:

$$C = \frac{C_1}{C_{1n}} + \frac{C_2}{C_{2n}} + \frac{C_3}{C_{3n}} \quad (4)$$

Градации интенсивности загрязнения полезных вод характеризуемой величиной относительной минерализации M или величинами относительных значений других показателей качества $\overline{Ж} = \frac{Ж}{Ж_n}$, $\overline{0} = \frac{0}{0_n}$, $\overline{C} = \frac{C}{C_n}$, представлены в таблице 7.

Таблица 7

Градации интенсивности загрязнения

Градации	А	Б	В	Г	Д	Е
Величина $\overline{M}$	1-5	5-10	10-30	30-50	50-100	>100

Приведенные в табл. 7 градации интенсивности относятся ко второй (запредельной) степени загрязнения.

Величина относительной средней минерализации совпадает с абсолютной средней минерализацией, так как предельно допустима минерализация для питьевых вод равна 1 г/л.

Если область загрязнения выделяется не только по минерализации, то кроме величины $\overline{M}$ приводятся значения других показателей качества воды, указанных ранее.

Отдельные показатели могут отсутствовать в подземных водах; в этом случае они не приводятся.

Таким образом, интенсивность загрязнения подземных вод характеризуется относительными средними величинами следующих показателей: $\overline{M}, \overline{Ж}, \overline{0}$.

В атом перечне t - относительная средняя температура; одновременно должна быть указана фоновая температура ($t_ф$).

Сверх этого перечня могут быть приведены сведения о других компонентах загрязнения подземных вод, если они содержатся в значительных количествах. При этом должны быть указаны и ПДК этих веществ.

Наряду с указанием относительных средних минерализации ($\overline{M}$) и средних концентраций веществ ($\overline{C}$) целесообразно указать относительные максимальные значения $\overline{M}_{max}$ и $\overline{C}_{max}$, и площади $\overline{M}_{max}$ и $\overline{C}_{max}$

Скорость перемещения границы области загрязнения. Скорость V перемещения границы области загрязнения находится по данным режимных наблюдений и оценивается по формуле

$$V = \frac{x}{t}, \qquad (5)$$

где x - расстояние, на которое сместилась граница области загрязнения за период времени t . Оценки V следует производить по створам наблюдательных скважин, которые ориентируются по направление естественного штока подземных вод, а также по направлению к ближайшему водозаборному сооружению.

Запись области загрязнения. На основе используемых показателей качества воды, градаций площади и интенсивности загрязнения подземных вод дается унифицированная запись области загрязнения. Рассмотрим это на примерах.

Пример 1. Область загрязнения подземных вод характеризуется повышенной минерализацией, содержанием Ck, SO_4 Cr(хрома), F и повышенной температурой. Площадь области загрязнения по контуру минерализации 1 г/л равна 17 км^2. Средние относительные значения минерализации, загрязняющих веществу температуры внутри области загрязнения составляет: $\overline{M}$ = 16, Cl = 8, SO_4 = 6, $\overline{Cu}$ = 12, $\overline{F}$ = 9, $\overline{t}$ =1,5 при $t_ф$ = 12°C; величина pH варьирует от 6,5 до 6,5.

Область загрязнения записывается следующим образом:

$\overline{M}$ - IV (17) - B (16);

$\overline{Cl}$ -B(8); $\overline{SO_4}$ -B (6); $\overline{Cu}$ -B(12);

$\overline{F}$ -B (9); $\overline{t}$ ($t_ф$) = 1,5 (12°C); pH =6,5-6,5.

Пример 2. Показатели области загрязнения $\overline{M}$ = 23, $\overline{Ж}$ = 2,7, $\overline{Cl}$=17, $\overline{SO_4}$=2, $\overline{\text{НЛП}}$=6, $\overline{NO_3}$=2. Площадь области загрязнения по контуру минерализации 1 г/л равна 28 км^2. Температура воды внутри области загрязнения $\overline{t}$ =1,3 при $t_ф$= 14°C. Величина pH изменяется по площади от 6,5 до 5.

Область загрязнения записывается:

$\overline{M}$ - V (28) – B(23);

$\overline{Ж}$ - A (2,7); $\overline{Cl}$ - B (17); $\overline{SO_4}$ - A (2); $\overline{\text{НЛП}}$ - Б (6);

$\overline{NO_3}$ - A (2); $\overline{t}$ ($t_ф$) = 1,3 (14°C); pH =5-6,5.

Эта унифицированная запись областей загрязнения подземных вод полезна при обобщении материалов по территории деятельности ПГО, республике и стране в целом.

Сведения о масштабах загрязнения подземных вод по всем основным источникам загрязнения в пределах исследуемой территории вносятся в табл.8.

Название источника загрязнения, указываемого в графе 2 этой таблицы, должно быть идентичным его названию в табл.1 и 2. В графе 4 приводятся основные показатели загрязнения подземных вод и их средние значения (с. з) или средневзвешенные по площади значения (c_B э) в пределах области

загрязнения. Порядок записи основных показателей следующий: первым записывается и подчеркивается показатель, по которому оконтуривается область загрязнения; затем следуют остальные характерные для данного объекта показатели загрязнения подземных вод. В графе 6 приводится унифицированная (формализованная) запись (характеристика) области загрязнения. В графе 7 указывается количество действующих наблюдательных скважин, по которым приводятся сведения в графах 4-6.

Таблица 8

Масштабы основных очагов (областей) загрязненных подземных вод

№ п/п	Источник области загрязнения, местоположение	Индекс водоносного горизонта, литология, мощность (m, м)	Основные показатели загрязнения и их средние величины	Площадь области загрязнения (F, га), длина (L, км), ширина (d, км)	Формализованная запись области загрязнения	Кол-во наблюдательных скважин
1	2	3	4	5	6	7

Отметим, что записи в графах 4-6 сначала делаются па результатам разведочных работ, а затем на основе режимных наблюдений. Поэтому в этих графах указывается время, которому соответствуют приводимые сведения о масштабах загрязнения подземных

8. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Масштабы загрязнения подземных вод на водозаборном сооружении оцениваются по двум показателям: интенсивности загрязнения отбираемых подземных вод и соотношению расхода загрязненных вод к общему дебиту водозаборного сооружения.

Такие оценки производятся по водозаборным сооружениям, на которых расход составляет свыше 5 тыс. $м^3$/сут, и наблюдается ухудшение качества отбираемых подземных вод.

Загрязненные воды на водозаборном сооружении подразделяются на две категории:

I - условно-загрязненные, когда качество воды превышает фоновое (естественное), но остается меньше ПДК;

II - загрязненные, когда качество воды превышает ПДК. Характеристика качества дается по минерализации М или по концентрации С какого-либо определяющего компонента.

Обозначим дебит водозаборного сооружения через Q , расход условно-загрязненных вод 0_I , загрязненных вод Q_{II}. Тогда доля вод ухудшенного качества, в общем дебите водозабора оценивается следующими величинами; Q_I/Q, Q_{II}/Q и $(Q_I + Q_{II})/Q$.

Другой показатель - интенсивность загрязнения - определяется по минерализации (или концентрации компонента) вод ухудшенного качества и дается раздельно для условно-загрязненных вод (1 категория) и загрязненных вод (II категория).

Этот показатель представляет собой средневзвешенную (по расходу скважин, дающих условно-загрязненную и загрязненную воды минерализацию воды или концентрацию загрязняющего компонента:

$$M_I = \frac{M_{I(1)}Q_{I(1)} + M_{I(2)}Q_{I(2)} + ... + M_{I(n)}Q_{I(n)}}{Q_{I(1)} + Q_{I(2)} + ... + Q_{I(n)}}; \qquad (6)$$

$$C_I = \frac{C_{I(1)}Q_{I(1)} + C_{I(2)}Q_{I(2)} + ... + C_{I(n)}Q_{I(n)}}{Q_{I(1)} + Q_{I(2)} + ... + Q_{I(n)}}; \qquad (7)$$

$$M_{II} = \frac{M_{II(1)}Q_{II(1)} + M_{II(2)}Q_{II(2)} + ... + M_{II(n)}Q_{II(n)}}{Q_{II(1)} + Q_{II(2)} + ... + Q_{II(n)}}; \qquad (8)$$

$$C_{II} = \frac{C_{II(1)}Q_{II(1)}C_{II(2)}Q_{I(2)} + ... + C_{I(n)}Q_{I(n)}}{Q_{I(1)} + Q_{I(2)} + ... + Q_{I(n)}}. \quad (9)$$

Индекс в скобках относится к отдельным скважинам с их расходом и минерализацией (концентрацией).

Показатели интенсивности загрязнения удобно выражать в относительных величинах:

$$\overline{M}_I = \frac{M_I}{M_g},\ \overline{M}_{II} = \frac{M_{II}}{M_g}, \overline{C}_I = \frac{C_I}{C_g},\ \overline{C}_{II} = \frac{C_{II}}{C_g},$$

где Mg и Cg - предельно допустимые минерализация и концентрация, для питьевых вод Mg= 1 г/л, поэтому величины M_I и $\overline{M}$ g (или MII и $\overline{M}$ g) численно равны.

Данные, отражающие масштабы загрязнения подземных вод на водозаборных сооружениях, а также некоторые другие исходные сведения сводятся по форме в табл.9. В таблицу вносятся названия и номера всех водозаборных сооружений на территории деятельности геологической организации, на которых отмечается ухудшение качества подземных вод. Водозаборные сооружения группируются по районам, а затем обобщенные данные по районам вносятся в сводные таблицы по областям (республикам).

В графе 2 указывается название водозаборного сооружения, его местоположение (город, населенный пункт), ведомственная принадлежность (коммунальное хозяйство населенного пункта; предприятие и министерство или ведомство, к которому относится это предприятие). В графе 3 приводится фактический дебит (Q) водозаборного сооружения (в тыс. $м^3$/сут), количество (n) действующих эксплуатационных скважин, геологический индекс экспедируемого водоносного горизонта (если их несколько, то указываются геологические индексы каждого горизонта). В графе 4 указывается фоновые (естественные) показатели качества вод M_0 и C_0 (из числа общих и специальных показателей), по которым фиксируется загрязнение воды. В тексте или в данной же графе табл.9 следует указать предельно допустимые значения (M_g и C_g) этих показателей. Отметим, что значение минерализации дается в г/л, а концентрации отдельных компонентов в мг/л, Концентрации тех или иных веществ обозначаются: C_{Cl}, C_{SO4} или C(Cl), C ($S0_4$) и т.д. В графе 5 записываются расход Q_I условно-загрязнённых вод и количество скважин (n_I), дающих эту воду. В графе 6 делается аналогичная запись для загрязненных вод. В графе II приводится время начала эксплуатации водозаборного сооружения ($T_э$) и время начала ухудшения качества воды (T_v); пример записи $T_э$ = 1956 г., T_v = 1967 г.

Таблица 9

Масштабы загрязнения подземных вод на водозаборных сооружениях по территории деятельности геологической организации

№ п/п	Водозабор, местопол., ведомств. принадлеж.	Q (тыс. $м^3$/сут), n кол-во действующих скважин, геол. Индекс горизонта	M_0(г/л), C_0 (мг/л), C_g(мг/л)	Q_I, n_I	Q_{II}, n_{II}	Q_I/Q	Q_{II}/Q	$\overline{M}_I$, $\overline{C}_I$	$\overline{M}_{II}$, $\overline{C}_{II}$	$T_э$, $T_у$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Q=	M_0=	Q_I=				$\overline{M}_I$ =	$\overline{M}_{II}$	$T_э$
		n=	C_0=	n_I=				$\overline{C}_I$	$\overline{C}_{II}$	$T_у$
			C_g=							

Таким образом, масштабы загрязнения подземных вод на участке водозаборного сооружения оцениваются количественно через величины Q_I/Q , Q_I/Q, Q_{II}/Q, $\overline{M}_I$ и $\overline{C}_I$, $\overline{M}_{II}$, и $\overline{C}_{II}$. На основе этих величин может быть определена по водозаборному сооружению в целом осредненная минерализация воды или осредненная концентрация загрязняющего вещества в воде:

$$\overline{M} = \overline{M}_0 + \frac{Q_I}{Q}(\overline{M}_I - \overline{M}_0) + \frac{Q_{II}}{Q}(\overline{M}_{II} - \overline{M}_0) \qquad (10)$$

или

$$\overline{C} = \overline{C}_0 + \frac{Q_I}{Q}(\overline{C}_I - \overline{C}_0) + \frac{Q_{II}}{Q}(\overline{C}_{II} - \overline{C}_0) \qquad (11)$$

где $\overline{M}$ =M/M_g, $\overline{C}$ =C/C_g , $\overline{M}$ =M_0/M_g., $\overline{C}_0$=C_0/C_g; M_o - минерализация пресных подземных вод эксплуатируемого горизонта в естественных условиях (фоновая);

C_o - концентрация вещества в пресных подземных водах эксплуатируемого горизонта в естественных условиях.

По всем выделенным в табл.9 водозаборным сооружениям даются в тексте краткие пояснения глубины залегания эксплуатируемого горизонта, его литологии и мощности, литологии и мощности перекрывающего водоупора, разности уровней эксплуатируемого (H_1) и вышележащего (H_2) горизонтов ($\Delta H= H_1 - H_2$), откуда и с какого расстояния поступает загрязненные воды к водозаборному сооружению. Текстовое пояснение дополняется крупномасштабной врезкой участка водозаборного сооружения с указанием скважин, дающих воду C_I и C_{II}, и нанесением контура области некондиционных вод, подтягивающихся к участку водозаборного сооружения. На врезке показывается линейный масштаб.

При обработке данных по водозаборным сооружениям строятся рабочие графики изменения качества води по отдельным компонентам и расхода по годам за весь период работы, если он меньше 20 лет) и за последние 20 лет (если он больше 20 лет). Если водозаборное сооружение работает с более или менее постоянным расходом, мало меняющимся so времени, то график расхода по годам можно не строить, достаточно указать его величину. То же относится к снижению уровня на участке водозаборного сооружения (имеется в виду снижение уровня в центре водозаборного сооружения). Если изменение качества воды на участке водозаборного сооружения началось в последние годы, то можно строить укороченный во времени график изменения качества, захватывающий период с начала ухудшения качества воды го сегодняшний день и предшествующие этому периоду 3-4 года. Каждому году соответствует своя точка значения качества (если в течение года производилось несколько определений, то в качестве годового значения берется средняя величина).

9. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА СКВАЖИНАХ ОПОРНОЙ НАБЛЮДАТЕЛЕЙ СЕТИ (ФОНОВОЕ КАЧЕСТВО)

По скважинам опорной наблюдательной сети оценивается фоновое качество подземных вод. Как уже отмечалось (разд. 1.1), фон подразделяется на техногенный и естественный. К естественному фону пресных подземных вод относится такое состояние вод, когда значения показателей их качества близки или равны значениям данных показателей в естественных условиях, т.е. отличаются от них не более, чем на 10 %,К техногенному фону относится такое состояние подземных вод, когда значения показателей качества превышают естественные более, чей на 10 %, и продолжат оставаться на этом уровне или растут во времени.

Естественный фон в пределах исследуемого водоносного горизонта устанавливается по скважинам, удаленным от источников загрязнения, или же по литературным фондовым данным. В тех случаях, когда первоначальный фон по скважинам или литературным источникам установить не удается, фактический фон принимается в качестве естественного.

Фоновое качество подземных вод оценивается по скважинам опорной наблюдательной сети, находящимся вне пределов гидрохимических аномалий подземных вод, обусловленных непосредственным влиянием техногенных источников загрязнения, т.е. за контуром области техногенного загрязнения.

Фоновое качество характеризуется по горизонту грунтовых вод и основным эксплуатируемым напорным водоносным горизонтам.

Для характеристики фонового качества подземных вол сначала анализируется состояние наблюдательной сети: количество скважин на исследуемые водоносные горизонты и их распределение по площади; глубины наблюдательных скважин; с какого времени наблюдаются; техническое состояние скважин (пригодна или не пригодна для наблюдений). Результаты этого анализа вносятся в табл.10. Сведения относятся к тем скважинам, из которых отбираются пробы на химический состав подземных вод.

Обработка материалов наблюдений за качеством воды в наблюдательных скважинах осуществляется по отдельным горизонтам. По каждой скважине определяются средние за год значения величин М, Ж, О, Cl^-, SO^{2-}_4, NO^-_3, Fe^-, Mn^{2+}, F^-, Zn^{2+}, Pb^{2+}, t (температуры). Строятся рабочие графики величин этих показателей по годам.

Сведения за период 1960-1990 гг. (I960, 1985 и 1990 гг.) представляются в виде табл.11. Такие таблицы составляются по каждому водоносному горизонту, название горизонта указывается в подзаголовке таблицы. Изменение качества воды дается по наблюдательным скважинам на этот горизонт. В табл.11 могут быть внесены дополнительные компоненты, характеризующие качество воды, например, содержание нефтепродуктов (н/п), кадмия, хрома и т.д. Эти данные представляются не по всем наблюдательным скважинам, а лишь по тем из них, по которым отмечается ухудшение качества воды во времени. Если таких скважин много, то в табл.11 вносятся

Таблица 10

Сведения о существующем (на 1990 г.) состоянии опорной наблюдательной сети

Водоносный горизонт, индекс	Общее кол-во скважин	Кол-во непригодных скважин	Глубина скважин, м	Кол-во наблюдательных скважин с периодом наблюдений				
				До 5 лет	5-10 лет	10-15 лет	15-20 лет	>20 лет
1	2	3	4	5	6	7	8	

Таблица 11

Сведения о качестве подземных вод по скважинам опорной наблюдательной сети за период 1980-1990 гг.

Горизонт.....

№ п/п	Номер скважины и ее местопол., (город, район)	Годы	Химические показатели												t, градус
			М, г/л	Ж, мг/экв.	О, мг0/л	Cl, г/л	SO_4 г/л	NO_3, мг/л	Fe, мг/л	Mn, мг/л	F, мг/л	Cu, мг/л	Zn, мг/л	Pb, мг/л	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		1980													
		1985													
		1990													

отдельные скважины, характеризующие изменение качества воды данного водоносного горизонта в различных точках его области распространения.

Сводные данные об изменении качества воды по всем наблюдательный скважинам, горизонтам за период 1980-I990 гг. представляются по форме табл.12. Эти данные является осредненными по всем наблюдательный скважинам на каждый водоносный горизонт. Под средней величиной того или иного показателя качества воды понимается среднеарифметическая величина из величин по всем скважинам на этот горизонт. В табл.12 указывается общее количество действующих наблюдательных скважин на этот горизонт (по состоянию на 1960, 1965 и 1990 гг.) и количество скважин, в которых отмечается заметное изменение качества воды. Табл.12 для удобства (если много водоносных горизонтов) может быть трансформирована в несколько таблиц по каждому горизонту в отдельности.

На обнове данных, приведенных в табл.12, составляются сведения об осреднению относительных показателях качества воды по горизонтам за период 1960-1990 гг. Эти относительные показатели двух видов: первый - отношение осредненной абсолютной величины показателя качества к его допустимому значению; второй - отношение осредненной абсолютной величины показателя к его величине в естественных условиях. Первый относительный показатель обозначается черточкой наверху, второй относительный показатель - черточкой и штрихом наверху: например, $\overline{M}$ и $\overline{M}'$ или $\overline{Cl}$ и $\overline{Cl}'$. Величины относительных показателей качества воды по горизонтам вносятся в табл.13. На основании этой таблицы можно сделать выводы о том, насколько фоновое качество воды отличается от показателей качества в первоначальных естественных условиях и от допустимых значений качества воды.

Следует отметить, что установление естественного фона может оказаться весьма сложным и неопределенным. Кроме того, естественный гидрохимический фон в одном и том же горизонте может меняться по площади. Поэтому, если определение показателей естественного фона окажется затруднительным, то в табл.13 дается только первый относительный показатель качества воды.

Таблица 12

Сведения о качестве воды по наблюдательным скважинам в отдельных горизонтах за период 1980-1990 гг.

Водоносный горизонт, индекс	Кол-во набл. скважин		Годы (1980, 1985, 1990)	Осредненные данные о качестве воды по показателям					
	общее	изм. качества		М, г/л Ж, мг/экв О, мг0/л	Cl, г/л SO_4, г/л	NO_3, мг/л F, мг/л	Fe, мг/л Mn, мг/л	Cu, мг/л Zn, мг/л Pb, мг/л	t, градус
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			1980	M=	Cl=	NO_3=	Fe=	Cu=	
				Ж=	SO_4=	F=	Mn=	Zn=	
				O=				Pb=	
			1985	M=	Cl=	NO_3=	Fe=	Cu=	
				Ж=	SO_4=	F=	Mn=	Zn=	
				O=				Pb=	
			1990	M=	Cl=	NO_3=	Fe=	Cu=	
				Ж=	SO_4=	F=	Mn=	Zn=	
				O=				Pb=	

Таблица 13

Осредненные относительные показатели качества воды по водоносным горизонтам по скважинам опорной сети за период 1980-1990 гг.

Водоносный горизонт, индекс	Годы (1980, 1985, 1990)	Относительные показатели качества воды				
		$\overline{M}$, $\overline{M'}$ $\overline{Ж}$, $\overline{Ж'}$ $\overline{O}$ $\overline{O'}$	$\overline{Cl}$, $\overline{Cl'}$ $S\overline{O_4}$, $S\overline{O_4}'$	$\overline{NO_3}$, $\overline{NO_3}'$ $\overline{F}$, $\overline{F'}$	$\overline{Fe}$, $\overline{Fe'}$ $\overline{Mn}$, $\overline{Mn'}$	$\overline{Cu}$, $\overline{Cu'}$ $\overline{Zn}$, $\overline{Zn'}$ $\overline{Pb}$, $\overline{Pb'}$
1	2	3	4	5	6	7
	1980	$\overline{M}=$, $\overline{M'}=$	$\overline{Cl}=$, $\overline{Cl'}=$	$\overline{NO_3}=$, $\overline{NO_3}'=$	$\overline{Fe}=$, $\overline{Fe'}=$	$\overline{Cu}=$, $\overline{Cu'}=$
		$\overline{Ж}=$, $\overline{Ж'}=$	$S\overline{O_4}=$, $S\overline{O_4}'=$	$\overline{F}=$, $\overline{F'}=$	$\overline{Mn}=$, $\overline{Mn'}=$	$\overline{Zn}=$, $\overline{Zn'}=$
		$\overline{O}=$, $\overline{O'}$				$\overline{Pb}=$, $\overline{Pb'}=$
	1985	$\overline{M}=$, $\overline{M'}=$	$\overline{Cl}=$, $\overline{Cl'}=$	$\overline{NO_3}=$, $\overline{NO_3}'=$	$\overline{Fe}=$, $\overline{Fe'}=$	$\overline{Cu}=$, $\overline{Cu'}=$
		$\overline{Ж}=$, $\overline{Ж'}=$	$S\overline{O_4}=$, $S\overline{O_4}'=$	$\overline{F}=$, $\overline{F'}=$	$\overline{Mn}=$, $\overline{Mn'}=$	$\overline{Zn}=$, $\overline{Zn'}=$
		$\overline{O}=$, $\overline{O'}$				$\overline{Pb}=$, $\overline{Pb'}=$
	1990	$\overline{M}=$, $\overline{M'}=$	$\overline{Cl}=$, $\overline{Cl'}=$	$\overline{NO_3}=$, $\overline{NO_3}'=$	$\overline{Fe}=$, $\overline{Fe'}=$	$\overline{Cu}=$, $\overline{Cu'}=$
		$\overline{Ж}=$, $\overline{Ж'}=$	$S\overline{O_4}=$, $S\overline{O_4}'=$	$\overline{F}=$, $\overline{F'}=$	$\overline{Mn}=$, $\overline{Mn'}=$	$\overline{Zn}=$, $\overline{Zn'}=$
		$\overline{O}=$, $\overline{O'}$				$\overline{Pb}=$, $\overline{Pb'}=$

10. СВОДНЫЕ ДАННЫЕ О КАЧЕСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПО АДМИНИСТРАТИВНОМУ РАЙОНУ И ТЕРРИТОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Сведения о масштабах загрязнения подземных вод на участках источников загрязнения, водозаборных сооружений и сведения о качестве подземных вод по скважинам опорной наблюдательной сети обобщаются по территории административного района, области и территории деятельности геологической организации в целом.

10.1. Участки источников загрязнения

По участкам загрязнения представляется следующие обобщенные данные: количество участков загрязнения подземных вод, их суммарная площадь, загрязняющие вещества, средняя интенсивность загрязнения подземных вод. Последний показатель определяется по средней относительной минерализации загрязненных подземных вод или по средней относительной концентрации загрязняющего компонента:

$$\overline{M} = \frac{\overline{M}_1 + \overline{M}_2 + ...\overline{M}_n}{n},\ \overline{C} = \frac{\overline{C}_1 + \overline{C}_2 + ...\overline{C}_n}{n}, \qquad (12)$$

где n - количество участков загрязнения подземных вод, приуроченных к источникам загрязнения;

$\overline{M}_n$, $\overline{C}_n$ - Средняя относительная минерализация подземных вод иди средняя относительная концентрация загрязняющего компонента в подземных водах на n -ом участке.

Среди общего числа очагов загрязнения подземных вод выделяются случаи экстремального загрязнения, для которого характерно превышение показателей качества воды более чем в 100 раз. Указывается количество участков, на которых отмечается экстремальное загрязнение подземных вод, местоположение этих участков, общая площадь экстремального загрязнения (по всем участкам), загрязняющие вещества и интенсивность загрязнения подземных вод. Последний показатель определяется го формулам (12).

Распределение участков загрязнения подземных вод в целом и участков экстремального загрязнения дается по горизонтам.

Следует отметить, что один и тот же источник загрязнения может вызвать загрязнение подземных вод не только в горизонте грунтовых вод, но и в нижезалегающих водоносных горизонтах. Так, в долине Северского Донца под влиянием крупных промышленных объектов происходит загрязнение не только верхнего аллювиального горизонта, но и нижезалегающего напорного верхнемелового.

Таким образом, на участке источника загрязнения образуются две области загрязнения: одна в аллювиальном горизонте, другая в верхнемеловом. Бели загрязнены три разных водоносных горизонта, то в каждом из них выделяется своя область загрязнения.

Перечисленные сведения по участкам и областям загрязнения подомных вод вносят в табл. 14 и 16. Необходимо подчеркнуть, что понятия участок и область загрязнения подземных вод различаются. Под участком понимается территория, в пределах которой расположен техногенный источник и обусловленные им области загрязнения подземных вод в водоносных горизонтах. Под областью загрязнения понимается часть площади водоносного горизонта, загрязненная данным техногенным источником. Таким образом, на одном участке загрязнения может быть одна или несколько областей загрязнения

В табл. 14 и 15 в графах I и 2 указывается общее количество участков и областей, а графы 4-II заполняется по горизонтам.

10.2. Участки водозаборных сооружений

По участкам водозаборных сооружений обобщенные сведения о загрязнении подземных вод включают: количество водозаборных сооружений, на которых отмечается ухудшение качества подземных вод; общий отбор Σ ($Q_I + Q_{II}$) подземных вод ухудшенного качества, в том числе отбор (ΣQ_{II}) условно-загрязненных вод и отбор (ΣQ_{II}) загрязненных вод; отношение отбора вод ухудшенного качества Σ ($Q_I + Q_{II}$) к суммарному расходу ($\Sigma Q'$) водозаборных сооружений, в том числе отношение $\Sigma Q_X/SQ$ и $\Sigma Q_{II}/\Sigma Q$, относительные показатели качества вод $\overline{M}_I$, $\overline{C}_I$, $\overline{M}_{II}$, $\overline{C}_{II}$.

Таблица 14

Сведения об участках и областях загрязнения подземных вод по территории деятельности геологической организации по состоянию на год завершения работ (1990 г.)

Кол-во участков	Кол-во обладателей	Водоносн. горизонты, индекс	Кол-во областей по горизонтам	Площади областей по горизонтам, га	Относительные значения показателей качества воды					Температура, град
					$\overline{M}$, $\overline{Ж}$, $\overline{O}$	$\overline{Cl}$, $\overline{SO_4}$,	$\overline{NO_3}$, $\overline{F}$,	$\overline{Fe}$, $\overline{Mn}$,	$\overline{Cu}$, $\overline{Zn}$, $\overline{Pb}$,	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица 15

Сведения об участках и областях экстремального загрязнения подземных вод по территории деятельности геологической организации по состоянию на год завершения работ (1990 г.)

Кол-во участков	Кол-во обладателей	Водоносн. горизонты, индекс	Кол-во областей по горизонтам	Площади областей по горизонтам, га	Относительные значения показателей качества воды					Температура, град
					$\overline{M}$, $\overline{Ж}$, $\overline{O}$	$\overline{Cl}$, $\overline{SO_4}$,	$\overline{NO_3}$, $\overline{F}$,	$\overline{Fe}$, $\overline{Mn}$,	$\overline{Cu}$, $\overline{Zn}$, $\overline{Pb}$,	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Последние показатели определяются следующим образом:

$$\overline{M}_I = \frac{\overline{M}_I}{M_g} = \frac{1}{M_g} \frac{M_{I(1)}Q_{I(1)} + M_{I(2)}Q_{I(2)} + ... + M_{I(n)}Q_{I(n)}}{Q_{I(1)} + Q_{I(2)} + ...Q_{I(n)}}, \quad (13)$$

$$\overline{C}_I = \frac{C_I}{C_g} = \frac{1}{C_g} \frac{C_{I(1)}Q_{I(1)} + C_{I(2)}Q_{I(2)} + ... + C_{I(n)}Q_{I(n)}}{Q_{I(1)} + Q_{I(2)} + ...Q_{I(n)}}, \quad (14)$$

где n – количество водозаборных сооружений, на которых имеются условно-загрязненные воды;

$Q_{I(n)}$ – расход этих вод на n-ом водозаборном сооружении;

$M_{I(n)}$ – минерализация условно-загрязненных вод на n-ом водозаборном сооружении;

$C_{I(n)}$ – концентрация вещества в условно-загрязненных водах на n-ом водозаборном сооружении;

M_g – допустимая минерализация (для питьевых вод она равна 1 г/л);

C_g – допустимая концентрация вещества в условно-загрязненных водах.

Аналогично определяется величины $\overline{M}_{II}, \overline{C}_{II}$ для загрязненных вод.

Зная расходы ΣQ_I и ΣQ_{II} по всем n водозаборным сооружениям, их суммарный расход ΣQ, показатели качества $\overline{M}_I$ и $\overline{M}_{II}$ (или $\overline{C}_{II}$ и $\overline{C}_{II}$), можно оценить осредненную относительную минерализацию подземных вод:

$$\overline{M} = \frac{\overline{M}_0 \sum^n Q_0 + \overline{M}_I \sum^n Q_I + \overline{M}_n \sum^n Q_n}{\sum^n Q}, \quad (15)$$

где $\sum^n Q_0$ - суммарный расход незагрязненных вод по всем n водозаборным сооружениям $\sum^n Q_0 = \sum^n Q - \sum^n (Q_I + QI_I)$; $\overline{M}_0 = M_0 / M_g$;

M_0 - минерализация незагрязненных пресных подземных вод.

Для определения относительной средней концентрации ($\overline{C}$) какого-либо компонента в суммарном расходе всех n – водозаборных сооружений используется формула (15), только вместо $\overline{M}_0$, $\overline{M}_I$ и в формулу (15) подставляются соответственно $\overline{C}_0$, $\overline{C}_I$ и $\overline{C}_{II}$

Сводные данные о качестве подземных вод на водозаборных сооружениях, на которых отмечается загрязнение подземных вод, вносятся в табл. 16. Сведения приводятся по состоянию на год завершения работ (например, на 1990 г.). Сначала таблица заполняется (первая строка) по всем водозаборный сооружениям без разбивки го горизонтам, затем идет разбивка по горизонтам. Например, на территории деятельности геологической

организации эксплуатируются четвертичный водоносный горизонт и верхнемеловой. Из 14 водозаборных сооружений, на которых фиксируется изменение качества, 10 эксплуатируют верхнемеловой горизонт, остальные - четвертичный. В этом случае сначала приводятся данные по всем 14 водозаборным сооружениям безотносительно горизонтов; затем, записываются данные по четвертичному горизонту (по 4 водозаборным сооружениям) и по верхнемеловому горизонту (по 10 водозаборным сооружениям).

Следует привести сведения о количестве централизованных водозаборных сооружений, на которых не отмечается ухудшения качества подземных вод, об эксплуатируемых горизонтах, суммарном расходе водозаборных сооружений ΣQ (без разбивки и с разбивкой по горизонтам), качестве (M_0 или C_0) отбираемых подземных вод.

В зависимости от размеров территории, занимаемой геологической организацией, количества водозаборных сооружений табл.16 составляется или сразу по территории деятельности геологической организации, или по её административным районам, а затем, но территории организации в целом.

10.3. Скважины опорной наблюдательной сети

По скважинам опорной наблюдательной сети сведения о качестве подземных вод (фоновое качество) даются по горизонтам. Для этого все наблюдательные скважины, находящиеся за пределами локальных техногенных гидрохимических аномалий, распределяется по водоносным горизонтам. Анализируется их размещение по области развития водоносного горизонта, насколько равномерно они расположены. Наблюдательные скважины внутри каждого водоносного горизонта разбиваются на две группы: скважины, характеризующие естественный фон, и скважины техногенного фона. Для каждой группы скважин находятся средние относительные показатели качества воды:

$$\overline{M} = \frac{M_{ср}}{M_0}\ ,\ \overline{C} = \frac{C_{ср}}{C_0}, \tag{16}$$

$$M_{ср} = \frac{M_1 + M_2 + ...M_n}{M_0},\ C_{ср} = \frac{C_1 + C_2 + ...C_n}{C_0}, \tag{17}$$

Таблица 16

Сводные данные о качестве подземных вод на водозаборных сооружениях по территории деятельности геологической организации по состоянию на год завершения работ

Кол-во водозаборных сооружений	Суммарный расход ΣQ, тыс. $м^3$/сут	Водоносный горизонт, индекс	Расход ΣQ_I, тыс. $м^3$/сут	Расход ΣQ_{II}, тыс. $м^3$/сут	$\sum \frac{(Q_I + Q_I I)}{\sum Q}$	$\overline{M}_I$ или $\overline{C}_I$	$\overline{M}_{II}$ или $\overline{C}_{II}$	$\overline{M}$ или $\overline{C}$	M_0, г/л, или C_0, мг/л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

где M_0 или C_0 – минерализация воды или концентрация вещества в воде в естественных условиях;

M_1, M_2,…M_n – минерализация подземных вод в наблюдательных скважинах;

C_1, C_2,...C_n – концентрация вещества в подземных водах в наблюдательных скважинах.

Осредненные относительные показатели качества воды для каждой группы скважин (на техногенный и естественный фон) по данному горизонту приводятся по состоянию т I960, 1965 и 1990 гг. (табл.17). Такие таблицы составляются для горизонта грунтовых вод и основных эксплуатируемых Напорных горизонтов. В графе 3 указывается количество наблюдательных скважин на отмеченные годы. В графе 6 приводятся значения минерализации и содержания, указанных в предыдущих графах веществ в подземных водах в естественных условиях.

Вели выделение естественного и техногенного фонов затруднительно, то по всем наблюдательным скважинам на данный водоносный горизонт оценивается общий фон. Эти данные вносятся в табл. 17 с подзаголовком "Общий фон". Введение такого обобщенного фона является вполне оправданным. Наиболее сложным является установление величин M_0 и C_0, соответствующих естественному фону, не затронутому техногенным влиянием. Но естественный фон может меняться по площади развития водоносного горизонта в силу чисто природных факторов независимо от техногенного влияния. Это природное изменение естественного гидрохимического фока водоносного горизонта, во-первых, трудно выявить, а во-вторых, трудно учесть при оценке естественного фона, так как в этом случае придется районировать область распространения водоносного горизонта по его естественному гидрохимическому фону и устанавливать показатели этого фона для каждой из площадей, различающихся по своему естественному фону. Это в свою очередь усложнит выделение техногенного фона. Поэтому во многих случаях, по крайней мере, в промышленных районах, в качестве фона следует принимать единый обобщенный и осредненный фон.

Таблица 17

Характеристика фонового (техногенного и естественного) качества подземных вод по территории деятельности геологической организации

Водоносный горизонт……..

Фон	Кол-во скважин, n	Годы	Осредненные относительные показатели качества					Абс. Показатели качества воды в естествен. условиях (M_0, C_0)	Тем-ра воды, град
			$\overline{M}$, $\overline{Ж}$, $\overline{O}$	$\overline{Cl}$, $\overline{SO_4}$,	$\overline{NO_3}$, $\overline{F}$,	$\overline{Fe}$, $\overline{Mn}$,	$\overline{Cu}$, $\overline{Zn}$, $\overline{Pb}$,		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Техногенный	n_1=1980								
	n_2=1985								
	n_3=1990								
Естественный	n_1=1980								
	n_2=1985								
	n_3=1990								

11. СОСТАВ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ ВО ВСЕГИНГЕО

Общее содержание отчета

После завершения работ по изучению загрязнения подземных вод (разведки основных очагов загрязнения, анализа качества вода на водозаборных сооружениях и по скважинам опорной наблюдательной сети, обобщения фондовых материалов) составляется отчет, который направляется во ВСЕГИНГЕО. Отчет состоит из трех томов: I том - текст отчета, II том - текстовые приложения, III том - графические приложения. Отчет по возможности делается открытым. Содержание отчета должно отражать рассмотренные вопросы изучения загрязнения подземных вод по территории деятельности производственной геологической организации. Название отчета: Отчет о результатах работ по изучению загрязнения подземных вод на территории деятельности ПГО (название организации), выполненных за период с 1967 г. по 1969 г.

Содержание первого тома текста отчета. Текст отчета состоит из трех разделов: раздел I. Характеристика природных и техногенных условий исследуемой территории; раздел II. Результаты выполненных работ; раздел Ш. Предложения по дальнейший работам в области охраны подземных вод от загрязнения.

ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПЕРВОГО ТОМА

Введение.

Раздел I. Характеристика природных и техногенных условий исследуемой территории

1. Сведения о физико-географических условиях.
2. Характеристика геолого-гидрогеологических условий.
3. Сведения об источниках загрязнения.
5. Сведения о централизованных водозаборных сооружениях.
6. Состояние наблюдательной сети.

Раздел П. Результаты выполненных работ

6. Общая характеристика выполненных работ (виды и объемы).
7. Разведка крутых очагов загрязнения и создание опытно-производственных полигонов
8. Качество воды на централизованных водозаборных сооружениях.
9. Качество воды по скважины опорной наблюдательной сети.
10. Обобщение фондовых материалов о загрязнении подземных вод.
11. Сводные данные о масштабах загрязнения подомных вод по исследуемой территории.

Раздел Ш. Предложения по дальнейшим работай в области охраны подземных вод от загрязнения

Разведка новых очагов загрязнения подземных вод.

Развитие специализированной сети.

Развитие работ на опытно-производственных полигонах.

Развитие опорной наблюдательной сети для контроля за качеством подземных вод.

Развитие химико-аналитической базы.

Список использованной литературы (опубликованная и фондовая).

Ниже дастся краткие пояснения по содержании текста отчета.

Во введении указываются: территории и сроки проведения работ, состав работ (кратко), кто выполнял работы, и кто писал отчет.

В параграфах 3, 4 и 5 раздела I приводятся сведения об источниках загрязнения, о централизованных водозаборных сооружениях и состоянии наблюдательной сети в соответствии с требованиями данных рекомендаций. Основные сведения по этим вопросам представляются в соответствующих таблицах и дополняются кратким текстом. Таблицы, если они небольшие, вставляются в первый тон, если же таблицы громоздкие, то они помещается во второй тоне (текстовые приложения).

Второй раздел отчета целиком содержит материалы выполненных работ, налагаем» в форме, предусмотренной настоящими рекомендациями, В параграфе б дается общая характеристика всех видов выполненных работ, а в параграфах 7, 8 и 9 - подробная характеристика этих работ по их видан. Представление результатов работ дается, в основной, в табличной форме. Результаты работ по изучению крупных очагов загрязнения, качества воды на централизованных водозаборных сооружениях и качества воды по скважинам опорной наблюдательной сети должны завершаться оценкой состояния загрязнения подземных вод и масштабов загрязнения согласно методике такой оценки, изложенной в настоящих рекомендациях и в других работах /3,13/. Особо следует отметить, что по каждому разведанному очагу загрязнения подземных вод должны быть представлены следующие графические материалы: карта области загрязнения, карта изогипс по участку области загрязнения, карта фильтрационных свойств водоносных пород (коэффициент фильтрации или коэффициент водопроводимости) по участку области загрязнения. Карты составляются в масштабе 1:50000 или более крупном и помещаются в третьей томе отчета (графические приложения). Кроме того, в графическом виде представляются материалы откачек (листы откачек). В параграфе 10 излагаются результаты обобщения имеющихся фондовых материалов различных видов работ (разведка подземных вод, съемка, разведка полезных ископаемых, режимные наблюдения и др.), в которых приводятся сведения о загрязнении подземных вод, полученные в процессе проведения этих работ.

В третьем разделе даются предложения, направленные на дальнейшее развитие работ в области охраны подземных вод от загрязнения и повышение эффективности работ по контролю за охраной подземных вод.

В списке использованной литературы приводятся опубликованные и фондовые материалы. Объем первого тома не должен превышать 70-80 с. машинописного текста. Второй том отчета включает необходимые текстовые приложения и часть таблиц (наиболее громоздких) из числа указанных в рекомендациях.

Третий том отчета включает:

– карту, фактического материала (источники загрязнения,

централизованные водозаборные сооружения, наблюдательные скважины);

- карту основных водоносных горизонтов;
- карту защищенности грунтовых вод;
- карту защищенности напорных вод;
- материалы по участкам разведочных работ (листы откачек, карты областей загрязнения в горизонте грунтовых вод, карты изогипс по горизонту грунтовых вод карты водопроводимости горизонта грунтовых вод).

Карта. фактического материала составляется в масштабе 1:200000 или 1:500000 (в зависимости от размеров территории и наличия бланковок), а для таких больших территорий, как Красноярский край или Иркутская область, карта может быть составлена в масштабе 1:1000 000.

На карте показываются земляные приемники отходов, централизованные водозаборные сооружения (расход свыше 1 тыс. $м^3$/сут) с признаками загрязнения подземных вод, наблюдательные скважины опорной сети.

К приемникам отходов относятся: хранилища, сточных вод и пульты (отстойники, накопители, испарители, "белые моря", шламо-накошпели м др.); хранилища твердых отходов (солеотвалы, волоотвалы, хвостохранилища, городские, районные и областные мусоросвалки, участки складирования шлама очистных сооружений и др.); поля фильтрации; поля орошения сточными водами. Объекты, на которых поставлены разведочные работы, выделяются на карте красным цветем. Помимо указанных источников загрязнения, на карту могут быть вынесены также и другие объекты.

Приемники отходов обозначаются: накопители сточных вод - разносторонним треугольником; свалки твердых отходов - квадратом; поля фильтрации - ромбом; поля орошения сточными водами -ромбом с двойным контуром.

Централизованные водозаборные сооружения с признаком загрязнения обозначаются кружком, закрашенные изнутри черным цветом. Около водозаборного сооружения указывается геологический индекс эксплуатируемого водоносного горизонта.

Наблюдательные скважины опорной сети обозначаются кружком. Указывается индекс наблюдаемого горизонта. На карту могут быть вынесены также ведомственные наблюдательные скважины (или часть из них); обозначается двойным кружком.

Все источники загрязнения нумеруются, номера на карте совпадают с номером в таблице или в каталоге. Точно так же нумеруются отдельно водозаборные сооружения и наблюдательные скважины.

Из каталогов (таблиц) может быть получена дополнительная информация об интересующем источнике загрязнения, водозаборном сооружении и наблюдательной скважине.

Карта основных водоносных горизонтов. Составляется в тех же масштабах, что и карта фактического материала. На карте показываются границы распространения пресных подземных вод внутри горизонта грунтовых вод и первых от поверхности эксплуатируемых водоносных горизонтов.

На карту выносятся также централизованные водозаборные сооружения и наблюдательные скважины на эти горизонты.

Карты защищенности грунтовых вод. Масштабы те же, что и для указанных карт. Методика оценки защищенности грунтовых вод изложена в работах /3,13/. В данной работе требуется выполнение качественной оценки защищенности и построение соответствующей карты.

Качественная оценка защищенности грунтовых вод производится по трем показателям: глубина H залегания уровня грунтовых вод (мощность зоны аэрации); мощность m_0 слабопроницаемых отложений (коэффициент фильтрации менее 1 м/сут); обобщенная литология слабопроницаемых отложений, подразделенная на три группы: а - супеси, легкие суглинки (коэффициент фильтрации 0,1-0,01 м/сут), б - суглинки, песчаные глины (коэффициент фильтрации 0,01-0,001 м/сут), с - тяжелые суглинки, глины (коэффициент фильтрации менее ,0,001 м/сут).

Сумма баллов, обусловленная глубиной залегания уровня грунтовых вод, мощности) слабопроницаемых отложений и их литологией, отражавшей фильтрационные свойства, определяет степень защищенности грунтовых вод.

На карте защищенности грунтовых вод отображаются: глубины H - равным крапом; мощности m_0 - изолиниями (через 2 м); виды литологии а, б и с - сплошными линиями равной ориентации (соответственно горизонтальными, вертикальными, диагональными); категории защищенности - цветом (I - светло-желтый, П - желтый, III - светло-оранжевый, IV - оранжевый, V - светло-коричневый, VI - коричневый). На карту выкосятся скважины, использованные для ее построения.

В зависимости от конкретных условии исследуемого района интервалы глубин H могут быть изменены, например: -5, 5-10, 10-15, 15-20, > 20. При этом изменится балльная оценка каждого интервала (0,5; 1; 1,5; 2; 2,5) и соответственно балльная оценка жаждой категории защищенности (I< 4,5; П – 9-13,5; IV -13,5-18; V>18

Карта защищенности напорных вод. Составляется для первого от поверхности эксплуатируемого напорного горизонта. Условия защищенности характеризуются по двум показателям: мощности водоупора m_0 и соотношению уровней исследуемого напорного горизонта (H_2) и вышележащего горизонта (H_I). По совокупности этих двух показателей выделяются три категории защищенности: I - защищенные (нагорные воды перекрыты выдержанным по площади и без нарушения сплошности водоупора m_0>10 м и H_2>H_I); П - условно-защищенные (напорные воды перекрыты выдержанный по площади водоупором и без нарушения при а) 5 м<m_0<10 м; H_2>H_1 и б) m_0>10 м; H_2>H_I); III - незащищенные (при а) m_0 <5 м; $H_2 \leq H_1$ и б) водоупор невыдержанный по площади, имеются нарушения сплошности и литологические окна, H_2< H_1. В категориях П и III подкатегории а по условиям защищенности выше, чем подкатегории б.

На карте показывается: категории условий защищенности - цветом (I - коричневый, IIа - оранжевый, IIб - светло-оранжевый, IIIа - желтый, IIIб – светло-желтый); мощность водоупора - изолиниями (сечение изолиний зависит от мощности водоупоров и пределов её изменения); перепад уровней – крапом (ΔH>0 знак «v»; ΔH=0 знак «+»; ΔH<0 знак «-», где $\Delta H = H_2 - H_1$).

На карту выносятся скважин, по которым строится мощность водоупора, и кусты скважин (скважина на исследуемый напорный горизонт и скважина на

вышележащий горизонт), по которым контролируется соотношение уровней. Около кустовых скважин указывается геологический индекс вскрываемого жми водоносного горизонта.

Масштаб карты такой же, как и карты грунтовых вод.

К карте прилагается таблица, в которой приводятся характерные кустовые скважины по исследуемой территории, их номера, геологические индексы, глубины, высота уровней H_2 и H_1 значение ΔH и мощность m_0.

Карты по участкам очагов загрязнения. Масштаб карт от 1:50000 и крупнее в зависимости от размеров области загрязнения.

Составляется следующие три карты: области загрязнения в горизонте грунтовые вод, изогипс по участку области загрязнения и фильтрационных свойств пород по участку области загрязнения.

Концентрация вещества внутри области загрязнения или минерализация воды (или другой показатель качества) показывается в изолиниях; сечение изолиний определяется интервалом изменений показателей качества.

12. ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОЛИГОНЫ

Крупномасштабный и комплексный характер техногенного воздействия на геологическую среду и подземные воды определяет необходимость его изучения в натурных и производственных условиях путем организации опытно-производственных полигонов (ОПП). Это позволяет учесть многообразие природных и техногенных факторов, влияющих на поступление загрязняющих веществ в подземные воды и их миграцию по водоносному горизонту.

Опытно-производственным полигоном называется гидрогеологический стационар, расположенный в типовых природных и техногенных условиях в районе крутого хозяйственного объекта или населенного пункта и предназначенный для проведения стационарных детальных наблюдений за загрязнением подземных вод, оценки современного состояния загрязнения и прогноза его развития и другими видами техногенного воздействия.

ОПП может представлять собой отдельный локальный участок или несколько таких участков, каждый ив которых рассматривается как филиал полигона; наконец, полигоном монет быть территория населенного пункта и даже небольшой регион. Опытно-производственный полигон является составной частью системы мониторинга подземных вод, которая в свою очередь входит в общую систему "Литомониторинг СССР".

Особенное значение опытно-производственные полигоны приобретают в связи с изучением одного на наиболее сложных вопросов подземной гидродинамики - миграция загрязняющих веществ по водоносному горизонту.

Другое важное направление работ, которое может успешно решаться на ОПП, это определение миграционных параметров на основе анализа динамики области загрязнения подземных вод. Сформировавшиеся под техногенными объектами области загрязнения подземных вод могут дать ценнейший фактический материал для анализа и характеристики процесса миграции вещества в подземных водах и оценки миграционных параметров (действительная скорость движения подземных вод, пористость, коэффициент дисперсии и др.).

Основой полигона является хорошо оборудованная стационарная наблюдательная сеть скважин, которая должна охватывать как источники загрязнения (промплощадки, шламонакопителя, пруды-отстойники, пруды-испарители и другие приемники отходов, промышленно-канализационную сеть), так и участки водозаборных сооружений подземных вод, находящиеся в зоне влияния промышленного или сельскохозяйственного объема, Методика размещения наблюдательных скважин наложена в работах /3,13,15/.

При создании ОПП должно быть предусмотрено, оборудование стационарных опытных кустов для определения фильтрационных свойств пород исследуемого водоносного горизонта. Если этот горизонт перекрыт разделяющим слоем, а выше залегают водоносный горизонт (например, горизонт грунтовых вод), из которого загрязняющие вещества поступают или могут поступать в исследуемый горизонт, то опытный куст должен быть оборудован таким образом, чтобы на нем определялись фильтрационные свойства основного горизонта, разделяющего слоя и вышележащего горизонта. По этим же кустам должно контролироваться соотношение уровней этих водоносных горизонтов в связи с оценкой защищенности основного водоносного горизонта.

Наряду с определением фильтрационных свойств пород должно быть предусмотрено определение миграционных параметров водоносного горизонта на основе анализа динамики облает загрязнение и путем постановки опытно-миграционных работ. Для выполнения опытно-миграционных работ необходимо создание специальных опытных кустов. Эти кусты по возможности следует совместить с опытными кустами для определения фильтрационных свойств пород.

Методика определения фильтрационных и миграционных параметров изложена в публикациях /8, 15/.

Итак, примерный состав работ на опытно-производственном полигоне в связи с проведением мониторинга подземных вод и их охраной включает: производство наблюдений за качеством подземных вод; изучение очагов загрязнения подземных вод; прогноз изменения качества подземных вод, в особенности на водозаборных сооружениях; характеристика источников загрязнения подземных вод; изучение миграции загрязняющих веществ в подземных водах; изучение влияния загрязнения атмосферных осадков, поверхностных вод и почв на качество подземных вод; изучение динамики области загрязнения; определение фильтрационных миграционных параметров; изучение защищенности подземных вод и составление карт защищенности; гидрогеологическое обоснование водоохранных мероприятий и мер по охране водозаборных сооружении в особенности. В этот перечень не вошли работы, связанные с выявлением и оконтуриванием области загрязнения, комплексированием методов ее изучения и др.

Ввиду большого количества загрязняющих веществ и показателей качества воды необходим выбор оптимального ограниченного числа приоритетных показателей. Целесообразно выделение двух групп показателей - общих и специальных, которые соответственно объедаются в общую (А) и специальную (В) программы наблюдений.

Общая программа в своп очередь подразделяется на две программы A_1 и

A_2.

Программа A_1 сокращенная, включает: минерализацию (электропроводность), величину pH, температуру, содержание кислорода, общую жесткость, хлориды, сульфаты, нитраты, фтор, железо, марганец, перманганатную окисляемость (при невысоком уровне загрязнения), ХПК и общий органический углерод (при высоком уровне загрязнения), медь, свинец, цинк.

Программа A_2, полная, включает стандартные показатели качества воды и наиболее распространенные загрязняющие вещества /24, 28/.

Специальная программа включает некоторые общие показатели качества подземок вод (минерализацию, общую жесткость, окисляемость пермакганатнув, ХПК, общий углерод), наиболее распространении загрязняющие вещества (нитрат, хлориды, сульфаты, фтор, общее железо, свинец, цинк, медь, ртуть, никель, хром, нефтепродукты, фенолы, бенз(а)пирен, хлорорганическне пестициды), характерные для района ООП специфические загрязняющие вещества.

Может быть рекомендована следующая частота наблюдений: программа A_1 - ежемесячно, программа A_2 - два раза в год, программа В - ежеквартально.

На каждый опытно-производственный полигон составляется паспорт, содержащий краткие основные сведения о природных и техногенных условиях участка ОПП. На титульном листе паспорта указывается название полигона и геологическая, организация, к которой он относится.

Паспорт включает следующие разделы: 1. Общие данные; 2. физико-географические и гидрогеологические условия; 3. Источник загрязнения; 4. Водозаборные сооружения подземных вод; 5. Наблюдательные скважины; 6. Область загрязнения подземных вод. Далее приводится краткая характеристика каждого ив этих разделов.

Раздел 1. Общие данные: название полигона; местоположение (республика, область, район, город); геологическая организация - владелец ОПП; площадь полигона, км^2; промышленные или агропромышленные объекты, к которым приурочен ОПП.

Раздел 2. Физико-геофизические и гидрогеологические условия: орогидрография; меженный и среднегодовой расходы реки, в которую сбрасываются сточные воды; среднегодовая норма осадков; мощность зоны аэрации на участке полигона и её литология; глубина залегания горизонта грунтовых вод его возраст, мощность, водопроводимость, минерализация воды (или концентрация характерного природного вещества - железа, фтора и т.д.); возраст, мощность и литология водоупора, отделяющего горизонт грунтовых вод от нижележащего водоносного горизонта; возраст, глубина залегания, мощность, водопроводимость и минерализация нижележащего водоносного горизонта; значения уровней H_1 (горизонта грунтовых вод) и H_2 (нижележащего горизонта), и величина $\Delta H=H_2-H_1$; основные эксплуатационные (для целей водоснабжения) водоносные горизонты. -

Раздел 3. Источник загрязнения: названия предприятия или предприятий, загрязнявших подземные воды на участке полигона, и их ведомственная принадлежность; среднесуточное (или среднегодовое) количество сбрасываемых жидких, твердых и газообразных отходов; основные

сведения о минерализации и составе сточных вод; виды земляных приемников отходов (накопители, отстойники, испарители, водохранилища, хвостохранилища, поля фильтрации, поля орошения сточными водами и др.); местоположение, площадь, глубина и год ввода в действие земляных приемников отхода; среднегодовое количество отходов, сбрасываемое в каждый приемник отходов.

Раздел 4. Водозаборные сооружения подземных вод: централизованные водозаборные сооружения подземных вод в радиусе до 10 км от источников загрязнения на полигоне, возраст эксплуатируемого горизонта, с какого года эксплуатируется, среднегодовой расход (тыс. $м^3$/сут) на текущий год, количество скважин; водозаборные сооружения, на которых отмечается ухудшение качества воды; возраст эксплуатируемого водоносного горизонта, с какого года отмечается ухудшение качества, показатели ухудшения качества и их величина на текущий год.

Раздел 5. Наблюдательные скважины: их общее количество, в том числе наблюдаемых, и их распределение по горизонтам на текущий год; определяемые в подземных водах показателей воды (в том числе обусловленные влиянием источников загрязнения); значения характерного показателя качества воды в наблюдательных сирийках на текущий год.

Раздел 6. Область загрязнения подземных вод: показатель качества, по которому оконтуривается область загрязнения; размеры площади области загрязнения, $км^2$, и средняя минерализация воды или концентрация вещества в воде внутри области загрязнения (эти данные приводятся по состоянию на конец каждого года); размеры площади и концентрации вещества области экстремального загрязнения (приводятся по состоянию на конец каждого года).

К паспорту прилагаются графические иллюстрации: 1) крупномасштабная схема с нанесением на ней площади участка полигона, объектов загрязнения, централизованных водозаборных сооружений, наблюдательных скважин, контуров области загрязнения (по годам), линий гидрогеологических разрезов; на схеме приводятся условные обозначения и линейный масштаб; 2) гидрогеологические разрезы, захватывающие горизонт грунтовых вод, и основные эксплуатационные горизонты.

Список использованных источников:

1. Антонов П.Л., О масштабах диффузионного проникновения газов из залежей в перекрывающие толщи. – В сб.: Прямые геохимические методы поисков нефти и rasa. М.: Недра, 1970, с. 52-68.

2. Временные инструкции указания по технике и методике отбора проб, дегазации вод и пород, транспортировке проб и анализу газов в связи с разработкой прямых методов поясков нефти и газа. М.: ОНТИ, 1964, - 212 с.

3. Гольдберг В.М., Гавда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984, - 262 с.

4. Гольдберг В.и. Выявление областей загрязнения подземных вод. М.: Разведка и охрана недр, 1935, №11, с. 35-38.

5. Голубев В.С., Гарибянц А.А. Гетерогенные процессы геохимической миграции. М.: Недра, 1968, - 192 с.

6. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Колос. 1977, - 368 с.

7. Левит А.М. Анализ газа и дегазации при разведке нефтяных, газовых и угольных месторождений. М.: Недра, 1974, - 222 с.

8. Лукнер Л., Шестаков В.М. Моделирование миграции подземных вод. М.: Недра, 1966, - 206 с.

9. Лукьянчиков В.М. Использование газовой съемки в изучении углеводородного загрязнения подземных вод. Тезисы докладов: Проблемы изучения, охраны и рационального использования водных ресурсов. М.: ИВП АН СССР, 1983, с. 263-265.

10. Лукьянчиков В.М. Техногенное загрязнение грунтовых вод нефтепродуктами. Автореферат кандидатской диссертации. М.: 1966, - 20 с.

11. Мельковицкая С.Г., Горячева Н.В. Определение нефтепродуктов в подземных водах методом газовой хроматографии. Экспресс-информация. ВИЭМС. Гидрогеол. и инж. геология, 1977, № 2, с. 1-11

12. Мельковицкая С.Г., Козлова Д.Н. Газохроматографический анализ нефтепродуктов в подземных водах. Гидрохимические материалы, 1962, т. 81, с. 60-91.

13. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод (составитель В.Н.Гольдберг). и,: ВСЕГИНГЕО, 1980, - 66 с.

14. Методические указания по производству наблюдений за режимом температуры подземных вод. М.: ВСЕГИНГЕО), 1962, - 44 с.

15. Мироненко В.А., Румынии В.Г. Опытно-миграционные работы в водоносных пластах. М.: Недра, 1966. - 240 с.

16. Мельковицкая С.Г. Органические вещества подземных вод по данным газохроматографических исследований. М.: Геохимия, 1980, №2, с. 272-285.

17. Узников А.А., Куликовская Е.А., Соколов И.Ю. Методы химического анализа природных вод. М.: Недра, 1970, - 480 с.

18. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. ЛМ.: Гидрометеоиздат, 1977, - 541 с.

19.Соколов В.Н. Миграция газа и нефти. М.: АН СССР, 1956, -352 с.

20. Старобинец И.С., Ломейко Н.Н. Извлечение и анализ газов при геохимических поисках залежей углеводородов. М.; Недра, 1977.

21. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. I. Методы химического анализа вод (СЭВ). Изд. 3-е. М., 1977, - 831 с.

22. Фейзуллаев А.А., Котов М.И. Об информативности метана при проведении поверхностной и нефтепоисковой газовой съемки. ДАН Аэ.ССР, т.39, №12, 1983, с. 68-70.

23. Бочевер Ф.М., Лапшин Н.Н., Орадовская А.Е. Защита подземных вод от загрязнения. М.: недра, 1979.

24. Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод (составители Л.П. Лапшова, В.М. Гольдберг, С.Г. Мельковицкая и др.). М.: ВСЕГИНГЕО, 1985.

25. Боревский В.В., Самсонов Б.Г. Методика определения параметров в водоносных горизонтов по данным откачек. М.: недра, 1983-303 с.

26. Крайнов С.Р., Швец В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначении. М.: Недра, 1987-237 с.

27. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. М.: недра, 1978.

28. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. Л.: Гидрометеоиздат, 1987-211 с.

29. Лурье Ю.Ю Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984, - 447 с.

30. ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных сточных водах.

gost.e-ecolog.ru