

*М.А. Галиев*

(Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
Уфимский институт (филиал); e-mail: g.mars2016@yandex.ru)

## **ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РАЙОНОВ НЕФТЕПРОМЫСЛОВ**

*Представлена программа долговременных режимных наблюдений за качеством водных ресурсов районов нефтедобычи, позволяющая установить источники, причины и уровень загрязнения природных вод.*

*Ключевые слова: нефтедобывающая деятельность, загрязнение природных вод, программа мониторинга состояния водных ресурсов.*

*М.А. Galiev*

## **PROGRAM OF MONITORING OF WATER RESOURCES POLLUTION IN THE REGIONS OF OIL FIELDS**

*The program of long-term regime observations of water resources quality of oil production areas allowing determining sources, the reasons and the level of natural waters pollution are presented.*

*Key words: oil-extracting, pollution of natural waters, monitoring program of water resources condition.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 26 января 2016 г.

В современных условиях развитие нефтедобывающей промышленности является одной из важнейших движущих сил, предопределяющих возможность развития многих отраслей для повышения благосостояния населения России.

В настоящее время добыча нефти обеспечивает почти половину бюджета страны. При этом, ускоренное развитие нефтедобывающих производств характеризуется рядом особенностей: открытие новых континентальных (глубокое и сверхглубокое бурение) и шельфовых месторождений (экстенсивный путь), осуществление комплекса мер по повышению нефтеотдачи пластов на действующих месторождениях (интенсивный путь).

Однако, ускоренный рост добычи и транспортировки нефти, объёмов разведывательного и эксплуатационного бурения скважин значительно повысили экологическую опасность воздействия нефтедобывающих производств, в первую очередь, на природные водные объекты.

На всём пути от скважины до потребителя нефть и нефтепродукты являются потенциальными загрязнителями природных вод. Кроме того, в последние годы на нефтепромыслах широко используются различные химреагенты (деэмульгаторы нефти, ингибиторы и бактерициды коррозии, ингибиторы парафино- и солеотложения, диспергенты нефти и т.д.), которые при хранении, дозировке и перекачке со сточными водами также могут загрязнять водоисточники.

Поэтому нефтедобывающие производства в настоящее время вполне справедливо относят к тем отраслям, которые в наибольшей степени ответственны за загрязнение водных ресурсов районов нефтедобычи.

Все сказанное обуславливает необходимость пристального внимания, серьезного отношения и специального изучения проблемы охраны водных ресурсов и анализа влияния нефтедобывающих предприятий на состояние воды водоисточников районов нефтедобычи.

Для этого представляется необходимым решение следующих задач:

1. Анализ современного состояния уровня загрязнения водных ресурсов регионов размещения нефтедобывающих предприятий.

2. Разработка и организация системы долговременных режимных наблюдений за уровнем загрязнения водных ресурсов районов размещения нефтепромыслов.

3. Установление причин, источников и путей попадания загрязняющих веществ в поверхностные водоемы и подземные воды нефтедобывающих районов.

4. Выбор приоритетных оценочных (индикаторных) показателей для характеристики уровня загрязнения водных ресурсов районов размещения нефтедобывающих предприятий.

С целью выявления источников, причин и путей загрязнения на нефтепромыслах необходима организация систематического лабораторного контроля по специально разработанной программе за качеством поверхностных водоемов и подземных вод [1].

Контроль за загрязнением природных вод автор рекомендует начинать с предварительного гидрологического обследования водопунктов и рекогносцировочного осмотра нефтепромысловых площадей в контуре нефтеносности каждого разрабатываемого месторождения с обязательным опросом местного населения об изменениях вкусовых и других органолептических показателей питьевой воды.

На основании анализа материалов предварительного обследования и контроля за прошлые годы необходимо создать специальную сеть контрольных пунктов наблюдения за загрязнением поверхностных водоемов и подземных вод нефтяных районов.

В связи с возникновением загрязнения водных ресурсов на новых участках территории нефтепромыслов или с прекращением загрязнения вод на определенных участках сеть пунктов должна быть динамичной и ежегодно пересматриваться с учётом данных химических анализов природных вод и жалоб местных жителей.

Для создания сети контрольных пунктов составляются в одинаковом масштабе следующие материалы: выкопировка с гидрологической карты с нанесением линий водоразделов, ограничивающих бассейны рек и напряжения движения подземных вод, схема промысловых коммуникаций и сооружений с нанесением всех возможных источников загрязнения пресных вод.

С целью охвата контролем всех основных водоносных горизонтов пресных подземных вод и поверхностных водоемов в сеть контрольных пунктов необходимо включить места отбора проб воды на реках, ручьях, озерах, родниках, колодцах и скважинах.

Контрольные пункты сети наблюдений следует подразделять на режимные и эпизодические. На режимном водопункте наблюдения пробы воды следует отбирать 1 раз в месяц, на эпизодическом пункте – по необходимости (авария с разливом нефти и сточных вод, жалобы населения на изменение и ухудшение качества питьевых вод и т.д.). Под эпизодическим понимается пункт отбора проб воды для уточнения конкретного источника загрязнения водных ресурсов регионов нефтепромыслов.

На поверхностных водоёмах должно быть не менее двух контрольных водопунктов, расположенных вблизи внешних контуров нефтеносности – в верховьях (у истоков) и устьевой части. Если водоем (пруд, озеро, водохранилище) берет начало на этой площади, на данном водоеме должно быть не менее одного контрольного пункта отбора проб воды, расположенного у берега со стороны возможного источника загрязнения. В сеть контрольных пунктов включаются также скважины, пробуренные на водоносные горизонты, залегающие выше и непосредственно над кунгурским водоупором и не имеющие на территории месторождения очагов разгрузки.

После обнаружения загрязнения вод сеть контрольных пунктов отбора проб воды уточняется, для чего необходимо провести исследование (по зонам) подземных вод и осмотр территории месторождений по участкам с целью выявления причин загрязнения и его масштабов. Уточненная сеть пунктов наблюдения должна позволять фиксировать изменения по времени загрязнения пресных вод как по площади, так и по разрезу. Дополнительно в уточненную сеть включаются эпизодические пункты для отбора проб воды поверхностных водоемов и подземных вод.

Наряду с контролем сети водопунктов необходимо проводить (не менее одного раза в квартал) систематический учёт герметичности эксплуатационных колонн, насосно-компрессорных труб, пакеров нагнетательных скважин и обследование состояния устьев как названных, так и скважин с незацементированными кондукторами или некачественными цементными кольцами. Следует также систематически учитывать аварийные разливы минерализованных вод, нефтепродуктов и химических реагентов, происходящие на нефтепромыслах, с фиксированием их в специальных журналах.

Для регулярного контроля качества подземных пресных вод и своевременного обнаружения признаков загрязнения территорий нефтяных месторождений следует заложить специальные наблюдательные скважины. При этом для обоснования их глубины, числа и мест расположения необходимо географическое, геологическое и гидрогеологическое изучение района нефтепромысла.

Глубина заложения наблюдательных скважин зависит от глубины залегания подошвы пресноводных горизонтов в зоне активного водообмена и колеблется от десятков до нескольких сотен метров.

Заложение сети наблюдательных скважин рекомендуется проводить поэтапно. Первый этап – бурение наблюдательных скважин по редкой сетке на основании имеющегося фактического материала с проведением на них полного комплекса геолого-гидрологических исследований. Вторым этапом – заложение наблюдательных скважин по материалам первого этапа. Здесь возможен перевод нагнетательных, эксплуатационных и других скважин в наблюдательные. Третьим этапом – заложение дополнительных наблюдательных скважин на основе уточненных данных фактического материала первого и второго этапов и по результатам эксплуатации сети наблюдательных скважин.

Число наблюдательных скважин и их размещение на территории зависят от площади возможного загрязнения, объёмов, степени опасности и характера загрязнения (нефтепродукты, минерализованные вещества, химические реагенты и др.), физико-географических условий данного района, геолого-гидрологической характеристики района как по площади, так и по разрезу.

Для получения гидрогеологической характеристики района необходимо ознакомиться с литературными и фактическими данными и при необходимости, обеспечить проведение специальных гидрогеологических исследований. При этом должны быть представлены следующие картографические материалы района: обзорная схематическая карта, карта четвертичных отложений, геологическая карта, геологические разрезы, гидрогеологические профили, карта гидроизогипс, карта гидроизопьез и т.д.

Геолого-гидрогеологическое определение числа, глубины и мест расположения наблюдательных скважин проводится на основании:

- уточнённых данных о глубине залегания надёжного водоупора на границе раздела пресная вода – минерализованная вода;
- наличия водоносных пластов и пропластков (их числа, литологического состава, толщины и коллекторских свойствах);
- характеристики водоупоров (толщина, литологический состав, плотность, пористость, проницаемость и трещиноватость);
- площади водоносных пластов;
- уточнённых направлений движения грунтовых и артезианских пресных вод и скоростей их движения;
- наличия движения вод по вертикали (нисходящее или восходящее);
- качественного состояния и химического состава вод по разрезу;
- изменений химического состава вод по разрезу и их сравнительной характеристики.

При определении числа и мест заложения наблюдательных скважин определяющими являются направление и скорость движения подземных пресных вод, а также ширина возможно загрязненного потока.

Располагать наблюдательные скважины рекомендуется на границе очага возможного загрязнения по направлению движения подземных пресных вод с расстоянием между ними по перпендикуляру до 1,5 км. Данные скважины целесообразно размещать трехступенчато по направлению движения подземных пресных вод. За первую ступень условно принимается очаг возможного

загрязнения. Граница второй ступени условно проводится на расстоянии 3-5 км от очага возможного загрязнения, в зависимости от скорости естественного потока (при большей скорости большее расстояние). Условной границей третьей ступени принимается линия зоны разгрузки (река, болото, пруд, овраг и др.).

Для определения расстояния между наблюдательными скважинами по перпендикуляру, рекомендуется использовать формулу В.М. Гольдберга [2]:

$$\Delta l = l \frac{C_d - C_o}{C_1 - C_o} \cdot K,$$

где  $\Delta l$  – расстояние между скважинами, м;

$l$  – ширина фронта возможного загрязнения потока, мг/л;

$C_d$  – минерализация воды выше предельно допустимой концентрации, мг/л;

$C_o$  – минерализация пресных вод, мг/л;

$C_1$  – средняя минерализация сточных вод, мг/л;

$K$  – поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент учитывает скорость естественного потока, мощность водоносного горизонта, коэффициент фильтрации, активную пористость, расстояние от источника загрязнения до наблюдательной скважины и др. Этот коэффициент в среднем равен 3 в первой зоне и 10 во второй и третьей зонах.

Число наблюдательных скважин ( $m$ ) для каждой зоны рекомендуется определять по формуле В.М. Гольдберга:

$$m = \frac{l}{\Delta l} + 1.$$

Дополнительное число наблюдательных скважин ( $m_d$ ), с учётом ранее пробуренных ( $m_0$ ), следующее:

$$m_d = m - m_0.$$

Во второй и третьей зонах необходимо пробурить дополнительно по одной скважине по обоим крыльям возможно загрязнённого потока, сверх расчётного:

$$m = \frac{l}{\Delta l} + 3.$$

При незначительной скорости движения подземных пресных вод и большой площади очага возможного загрязнения необходимо пробурить дополнительные скважины в очаге с перекрытием пути движения возможно загрязнённого потока.

Заложение наблюдательных скважин по самой площади очага возможного загрязнения осуществляется для своевременного обнаружения загрязнения (в том числе, его источника и путей попадания загрязняющих компонентов в водные объекты), так как движение загрязнённого потока до границы очага возможного загрязнения может продолжаться долгие годы и будут загрязняться значительные площади.

При расположении зоны разгрузки на расстоянии не более 3 км от очага возможного загрязнения нет необходимости ступенчатого расположения наблюдательных скважин.

В сеть наблюдения за качеством подземных пресных вод, кроме наблюдательных скважин, должны быть включены также родники и колодцы, находящиеся в зоне размещения нефтепромыслов.

Экологические исследования, проведенные автором на предприятиях по добыче нефти Башкортостана и Западной Сибири, показали, что основными загрязнителями водных ресурсов районов добычи нефти могут быть:

1. Пресная вода и сточные воды, содержащие добавки химреагентов и закачиваемые в пласты.

2. Пластовые воды, образующиеся при обезвоживании и обессоливании нефти.

3. Сточные воды, образующиеся при промывке резервуаров, скважин, оборудования и при ремонтных работах на скважинах.

4. Промывные сточные воды и буровой шлам, сбрасываемые в неэкранированные земляные амбары и котлованы в процессе бурения и освоения скважин.

5. Добываемая нефть, содержащая остаточные количества химреагентов, и др.

В ходе бурения на территории буровых в земляных амбарах скапливается значительное количество буровых сточных вод (до нескольких тыс. м<sup>3</sup>), что требует огромных площадей, загрязняет поверхностные и подземные воды, а также атмосферный воздух и почву.

При ремонтных работах на скважинах загрязнение водных ресурсов и почвы происходит при разливах, при обогреве паром устьевой арматуры, при депарафинизации насосно-компрессорных труб и штанг и т.д. Несмотря на наличие в данном случае обваловок, нефтепродукты, фильтруясь через грунт и обваловку, поступают в грунтовые, ливневые и паводковые воды и распространяются на значительные расстояния.

При освоении нагнетательных скважин и заводнении пластов загрязняющие вещества попадают в поверхностные водоемы при разрывах трубопроводов, в подземные водоносные горизонты – через неплотности колонн скважин, нефтеловушек и сборных резервуаров.

После использования в установках подготовки нефти (где происходит отделение нефти от пластовой воды) образующиеся сточные воды становятся одним из основных загрязнителей поверхностных водоемов и подземных пресных вод. Это обуславливается тем, что для нефтепромысловых сточных вод характерны повышенная минерализация, высокое содержание в них нефти и нефтепродуктов, механических примесей и химических реагентов, используемых в технологических процессах.

Накопленный автором опыт по исследованию качества сточных вод предприятий нефтедобычи и природных вод районов нефтепромыслов показал, что к наиболее информативным оценочным показателям, характеризующим уровень загрязнения поверхностных и подземных вод, относятся: запах, биохимическое потребление кислорода, химическое потребление кислорода, общая минерализация и содержание основных компонентов солевого состава, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества и другие химические реагенты, используемые на каждом конкретном месторождении.

Перечень оценочных показателей проб воды, отбираемых на анализ, на эпизодических пунктах (сокращенный анализ воды), должен включать в себя запах, общую жёсткость, содержание нефтепродуктов, хлоридов и сульфатов.

Вышеизложенная программа организации контроля за состоянием водных объектов районов нефтепромыслов оказалась весьма действенной. Использование данных подходов к организации долговременных режимных наблюдений и оценки степени загрязнения водных ресурсов позволило во многих случаях лишь по показателям изменений состояния водных объектов установить и устранить возникшие ранее различные аварийные ситуации (порывы нефтепроводов, нарушение герметичности скважин и оборудования и т.д.), которые не были выявлены нефтяниками с использованием технических средств.

#### **Литература**

1. **Байков У.М., Галиев М.А.** Охрана природы на нефтепромыслах Башкирии. Уфа: Башкнигоиздат, 1987. 267 с.
2. **Гольдберг В.М.** Гидрологические прогнозы качества подземных вод на водозаборах. М.: Наука, 1976. 172 с.