

## Обзорные статьи

УДК 574:551.5/556/551.2

Т.Ж. ЕРГАЛИЕВ

### МОНИТОРИНГ ГЕОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ КАСПИЯ

(Атырауский институт нефти и газа)

*Влияние Прикаспийского региона на состояние геосферы оказывают: повышение уровня Каспийского моря; пыльные бури; нагоны и сгоны, уменьшающие альбедо; просачивание нефти и газа в акваторию со дна моря из разломов и грифонов; техногенное ускорение процессов геодинамики на нефтегазовых месторождениях и индуцирование землетрясений. Наблюдение и оценка, контроль и прогноз перечисленных параметров является целью геосферного мониторинга.*

К казахстанской части Прикаспия относятся две области Казахстана - Атырауская и Мангистауская с общей площадью 284,27 тыс. кв. км, или 10.4% всей территории республики. Из общей численности населения двух областей 850,5 тыс. человек (5,3 % от населения республики), основная часть (650 тыс. человек) проживает в прибрежной зоне. Эксплуатация Каспийских природных ресурсов включает рыболовство, транспорт, сельское и лесное хозяйство и, самое главное, нефтегазодобычу. Более 90% от всей экономической деятельности осуществляется непосредственно в береговой зоне территории этих областей, а также в шельфовой зоне и на море, в пределах казахстанских территориальных вод.

Проблемы охраны окружающей среды в Прикаспии стоят остро не только в Казахстане. Перед остальными четырьмя прикаспийскими государствами актуальны те же самые проблемы и самыми главными из них является следствия нефтегазодобычи. Именно нефтегазодобыча экстенсивно воздействует на все компоненты окружающей среды. Воздействие нефтегазодобычи многоуровневое и многоаспектное. И уяснить характер и опасность всех этих воздействий возможно только на основе системы наблюдений и оценки, контроля и прогноза. Эта последовательность действий (наблюдение и оценка, контроль и прогноз) называется мониторингом.

Как считают большинство ученых, мониторинг окружающей среды является основным инструментом для разработки рекомендаций по управлению состоянием окружающей среды. Мировое сообщество начало принимать активные меры по ограничению хозяйственной деятельности во имя сохранения человечества как биологического вида. Специализированной природоохранной программой явилась ЮНЕП (Union Nation Environmental Program), в рамках которой и была внедрена в общественное сознание и утверждена в 1972 году концепция мониторинга. Глобальная система мониторинга была предложена и учреждена в 1975 г. в решениях программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Она состоит из пяти взаимосвязанных подсистем: исследования климата, отдаленного переноса загрязняющих веществ, гигиенических аспектов окружающей среды, океана и возобновимых ресурсов суши.

Все государства разрабатывают свои классификации и системы мониторинга. После распада СССР все постсоветские государства разработали единые системы государственного мониторинга (ЕГСМ). Причем в терминологии и классификации мониторинга существует большой разброс и несоответствие в понимании целей, задач и методологии мониторинга. В

советское время наиболее удачную классификацию системы мониторинга окружающей среды дал академик И.П.Герасимов /1/. Он выделил три блока мониторинга назвав их - биосферный, биоэкологический (санитарный) и геоэкологический (природно-хозяйственный). Развитие идеи И.П.Герасимова в практическом внедрении системы мониторинга не получили должного развития на территории постсоветских государств за исключением Казахстана /2/. Рассмотрение и уяснение понятия «мониторинг окружающей человека среды» как антропоцентрического, иерархии и многокомпонентности окружающей среды, выявления целей, задач и методологий различных природоизучающих и природопользующих организаций позволило Мирзадинову Р.А. разделить три блока мониторинга И.П.Герасимова на шесть блоков, оставив практически те же названия, одновременно добавив новый блок – геосферный /2-4/. Причем по иерархии они располагаются в следующем порядке: геосферный, биосферный; геоэкологический, биоэкологический; природно-хозяйственный, санитарно-гигиенический. В тоже время на государственном уровне данная классификация не принята, а принятая классификация и существующая система и структура мониторинга /5/ не устраивают ни правительство /6/ ни ученых /2-4/.

Как видим в терминологиях И.П.Герасимова и Р.А.Мирзадинова отсутствует понятие «экологический» мониторинг выделенный Ю.А.Израэлем /7. Р.А.Мирзадинов понятие «экологический» считает синонимом «санитарно-гигиенического» /3, 4/ и дает следующую классификацию мониторинга (таблица 1).

Директор департамента экологических проблем, науки и мониторинга Министерства охраны окружающей среды РК Б.К.Бекнияз, через шесть лет после принятия правительством постановления о создании ЕГСМ, признавая наличие других различных видов мониторинга, пришел к выводу, что «Реформирование национальной системы гидрометеорологического мониторинга и мониторинга окружающей среды является новым и необходимым этапом реализации экологической политики Республики Казахстан в целях устойчивого развития, отраженной в Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы, Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2014 годы и Экологическом кодексе Республики Казахстан» /6/.

Наши многолетние мониторинговые исследования /8-15/ полностью подтверждают правомерность классификации Р.А.Мирзадинова и в данной статье я рассматриваю проблемы мониторинга казахстанской части Прикаспия геосферного уровня.

Длина береговой линии Казахстанской части Каспийского моря составляет около 2320 км или примерно третью часть из общей протяженности береговой линии Каспийского моря (7000 км). Данная длина береговой линии является приблизительной, потому что она изменяется в зависимости от колебания уровня моря. Климат региона резко континентальный, но в узкой прибрежной полосе континентальность несколько смягчается, благодаря влиянию моря. Смягчающее влияние моря выражается в ослаблении положительных и отрицательных температур и повышении влажности воздуха на побережье в условиях морского бриза. Температура воздуха летом здесь на 1-2°C ниже, а зимой на 3-4°C выше, чем в удаленных от моря районах. В Атырауской области ветровая деятельность активно выражена в регионе Тенгиза и Прорвы. Здесь средние скорости ветра в течение периода с марта по май близки к 7 м/с, в остальные месяцы - не ниже 5,3-6,0 м/с. Для района Тенгиза и Прорвы число дней с сильным ветром - 42, для остальных районов оно колеблется от 30 до 37 дней. Активная ветровая деятельность является причиной развития пыльных бурь. Так, в районе города Атырау число дней с пыльными бурями составляет в среднем 26,5 дней, тогда как в районе Тенгиза и Прорвы - 54,4 дня. Небольшое количество пыльных бурь в Атырау связано со смягчающим влиянием Каспия. В Мангистауской области число дней с пыльными бурями составляют 90 дней.

Таблица 1 - Классификация мониторинга по Р.А.Мирзалинову /3,4/

Уровни	Блоки и объекты	Выраженность явлений и объектов	Масштабы явлений и процессов		Методы	Сроки и время	Направление мониторинга
			Природных	Социально-экономических			
Космический  Солнечной системы и околоземного пространства	Геосферный (геомагнетизм, неотектоника, вулканизм и др.)	Фоновый (базовый)	Глобальный	Межгосударственный	Прямые: Стационарный, Маршрутный, Рекогносцировочный, Инструментальный, Визуально-описательный	Оперативный	Научно – методический
	Биосферный (озон, кислород, двуокись углерода, глобальная биопродуктивность и т.д.);	Импактный (импакт воздействие)	Региональный	Государственный		Периодический	Методико – прикладной
	Геоэкологический (ландшафтная сфера, природно-технические геосистемы, сейсмичность, гидрографическая сеть, рельеф и т.д.);		Топологический	Областной		Постоянный	Прикладной
Планеты Земля	Биоэкологический (биоразнообразие, заповедники и т.д.); Природно-хозяйственный (ресурсы: топливно-энергетические, минеральные, лесные, водные, промышленные, продовольственные, земельные и т.д.) Санитарно-гигиенический = экологический (медицинский, санитарно-эпидемиологический, ветеринарный и т.д.)		Биогеоэкологический	Районный	Дистанционные: Авиационный, Аэровизуальный, Космический  Косвенные (опосредованные)	Краткосрочный	Информационно - технический
		Локальный (фациальный)	Внутрихозяйственный	Среднесрочный			
		Парцеллярный (точечный)	Участковый	Долгосрочный			

Как известно, пыльной или песчаной бурей называется перенос ветром, от сотен тысяч до нескольких миллионов тонн, пыли или песка на расстояние от сотен метров до тысячи километров и более. Запыленность атмосферы, по вертикали, может колебаться от 1—2 м (пыльные или песчаные поземки) до 6 — 7 км. Пыльные бури начинаются, как правило, при скорости ветра 10—12 м/с. Когда причины, непосредственно вызывающие пыльную бурю, исчезают, поднятая с земной поверхности пыль остается в воздухе на протяжении нескольких часов или даже суток. Большие массы пыли переносятся на сотни и тысячи километров, образуя явление адвективной мглы. При устойчивой стратификации воздуха, как это наблюдается, например, ранней весной в тропическом иранском воздухе в теплых секторах южнокаспийских циклонов, слой приземного перегрева воздуха ограничивается несколькими сотнями метров. Здесь часто наблюдаются сильные пыльные бури, распространяющиеся до высоты всего 200—300 м; на больших высотах воздух остается совершенно чистым.

Значительный приток солнечной радиации (до 120 ккал/см<sup>2</sup> в год) на фоне сравнительно высоких температур поверхности воды, обуславливает большое испарение с поверхности моря, до 1000 мм в год (т.е. до 1 м<sup>3</sup> воды с каждого квадратного метра). В то же время количество выпадающих атмосферных осадков над морем не превышает 200 мм в год, а у восточного побережья и того меньше - всего 90-100 мм за год. Несмотря на превышение испарения с поверхности моря над осадками уровень Каспия повышается и основной причиной повышения уровня является сток реки Волги.

За период с 1977 по 2000 гг. уровень Каспийского моря повысился с отметки минус 29 м до минус 26,8 м. При этом значительная часть побережья оказалась затопленной, включая различные сооружения, коммуникации, природные объекты. Последствия долговременного подъема уровня моря усугубляются влиянием ветровых (штормовых) нагонов, характерных для побережья Северного Каспия.

Сильные ветры над Каспием наблюдаются здесь достаточно часто (около трети годовых наблюдений). Они обуславливают нагоны воды на побережье различной высоты и длительности, зависящие от скорости, направления и продолжительности ветра. Опасные для хозяйствования нагоны и сгоны на Северном Каспии происходят в осенне-зимний и весенний периоды и могут наблюдаться до 1-2 раз в месяц. На Северо-Восточном Каспии лед препятствует распространению нагонов и зимой их там нет. Нагоны в восточных районах Северного Каспия наиболее часто случаются в июле и октябре, экстремальные - в апреле - мае. В результате нагонов уровень воды может подняться у восточного побережья более чем на 2 м. В зону затопления в таком случае попадает территория с отметками ниже - 24,5 м. Наиболее высокие нагонные волны в Мангистауской области наблюдаются в заливах Кочак (1,9 м), Комсомольский (2,0 м) и на пологих прибрежных участках полуострова Бузачи (2,16 м) и сора Мертвый Култук (2,6 м). При сильном нагоне побережье может быть затоплено на 20-30 км от постоянного уреза воды, а иногда на 50 км. Следствием нагонов может быть массовая гибель рыб, бентоса и растительности. На восточном побережье нагоны вызывают ветры северо-западные и юго-западные, на взморье реки Урал - юго-западные и северо-северо- западные. Сильные береговые ветры могут приводить к понижению уровня моря на 1,5 м (в 1952 г. отмечалось понижение на 2,5-3 м), что сопровождается осушением дна на расстоянии до 10-15 км от постоянного уреза воды. В более глубоких местах, колебания уровня моря, связанные с нагонами и сгонами, существенно меньше (1,3 м в шельфовой зоне и 0,8 м в Уральской бороздине). Средняя продолжительность сгонно-нагонных явлений составляет около 5 дней.

В 1930 году площадь Каспийского моря составляла 422 000 км<sup>2</sup>. Затем уровень Каспия постепенно падал и при уровне - 28,5 – 29 м (1970 г) площадь Каспийского моря была наименьшей и составляла примерно 371 000 км<sup>2</sup>, при уровне - 28 м площадь увеличилась до 378 400 км<sup>2</sup> и в последние годы уровень Каспия составляет около - 26,75 м а площадь его

поверхности - 392600 км<sup>2</sup>,. Объем вод Каспийского моря равен 78648 км<sup>3</sup> /16/. То есть с наименьшей площади в 371 тыс км<sup>2</sup> произошло увеличение на 21,6 тыс га и, в основном, именно в Казахстанской части Прикаспия произошло расширение акватории Каспия - более чем на 15 тысяч км<sup>2</sup>. Особенно далеко вглубь прибрежных территорий морская вода проникла на Северном и Северо-Восточном Каспии, где берега очень отлогие. В Северо-Восточном Каспии акватория моря продвинулась с 1977 г. на 70 км вглубь материка. И.В. Диваков /17/ рассчитал, что при повышении уровня моря с -28,0 до -26,0 м емкость затапливаемой территории восточной части Северного Каспия от устья Урала до м. Бурунчук составит 5,5 км<sup>3</sup>.

Увеличение площадей затапливаемых Каспием территорий, затопление многочисленных островков и шалыг, а также расширение площадей нагонно-сгонных явлений привело к уменьшению альбеда территории Казахстанского Прикаспия около 10%, и соответственному вкладу данной территории в глобальное потепление. Альбеда - это доля отраженного Землей солнечного излучения. Уменьшение значения альбеда свидетельствует об увеличении поглощения солнечной энергии земной поверхностью. Одним из важных факторов, влияющих на альбеда Земли, является разница типов поверхности как, например: почва - вода; влажный песок – сухой песок. С возрастанием влажности почвы альбеда снижается: светлый сухой песок имеет альбеда до 0,25-0,30 а темный влажный - 0,18, среднее альбеда водных поверхностей – 0,05 -0,1.

Считается что сейсмическая активность в Северном Каспии не велика. Северо-восточная часть Каспийского моря и примыкающие к ней территории, расположенные к северу от Туркменско-Предкавказского глубинного разлома, считаются относительно стабильными и согласно сейсмическому районированию по СНГ, отнесены к районам с сейсмичностью менее 6 баллов. Тем не менее, ложе Каспийского моря представляет тектоническую впадину. Каспий разделен границами плит, которые соответствуют порогам, отделяющим различные части Каспийского моря друг от друга. С тектонической точки зрения граница между Средним и Южным Каспием более активная. Большинство землетрясений отмечено вдоль швов по границе между Средним и Южным Каспием, где освобождается тектоническое напряжение. Отголоски этих землетрясений, происходящих на Кавказе и в южной части моря, доходят до Северного Каспия, в частности, до Тенгизского месторождения, силой в 1-2 балла.

Изменения напряженного состояния пород могут привести к образованию техногенных землетрясений, иногда катастрофических. Очаги таких землетрясений обычно приурочены к зонам сочленения глубинных разломов (Газли), к поясам вулканической активности (Сахалин), к зонам сочленения платформ и складчатых областей (Кавказ). Особенно велика вероятность возникновения таких землетрясений при нарушении равновесия в карбонатных коллекторах (Астраханское, Карачаганакское, Оренбургское газоконденсатные месторождения). Возникающие техногенные тектонические подвижки приводят к проседанию земной поверхности, которые могут достигать 5 -32 мм. По последней схеме сейсмического районирования Русская платформа, составной частью которой является Прикаспийская впадина, отнесена к территориям, где возможны 5-7 балльные техногенные землетрясения. Геодинамический мониторинг Астраханского ГКМ показал, что на участках месторождения, подвергнутых наиболее интенсивному отбору флюидов, зафиксированы максимальные концентрации эманации (радоновые и гелиевые аномалии), приуроченные к тектоническим нарушениям. За последние 6 лет наблюдаются оседание земной поверхности до 6-11 мм/год (скважина 104). Указанные миллиметры смещений это лишь начало возможного интенсивного деформирования пород. Оседание земной поверхности связывается и с современной активностью разломов. Не вызывает сомнения тот факт, что на фоне возможных неотектонических движений и увеличивающихся отборов пластового

флюида, наличие большого числа тектонических нарушений в продуктивной толще и надсолевых отложениях, будут усиливать инженерно-геологические процессы /18/.

На некоторых месторождениях проявляется тесная связь между изменениями во времени объема закачиваемой воды в пласты и изменениями режима сейсмической активности. Например на Кумдагском нефтяном месторождении (Туркменистан), произошло землетрясение с магнитудой 5,7 и с очагом на глубине 7-8 км (1984 г.). Сейсмические события происходят также при резком понижении давления в водонапорной системе в результате отбора большой массы углеводородов и снижения нагрузки на кристаллические породы фундамента, находившиеся в критически напряженном состоянии. Так, на Ромашкинском нефтяном месторождении (Татарстан), где продуктивные пласты залегают на глубине до 2 км, гипоцентры землетрясений находились в верхней части кристаллического фундамента, на глубинах 3-5 км. Техногенные землетрясения иногда бывают разрушительными. Так, сейсмические события, происшедшие в 1976 и 1984 годах на Газлинском газовом месторождении (Узбекистан) имели магнитуду 6,8-7,3 и силу 8-10 баллов. Землетрясения, инициированные разработкой месторождений нефти и газа, происходят как в сейсмоактивных районах, так и в платформенных областях. На платформах они вызывают повреждения на более значительных площадях, чем в сейсмоактивных районах и последствия от таких землетрясений иногда имеют катастрофический характер. Так, в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции техногенно-индуцированные землетрясения достигали силы 7 баллов. Геодинамические события, связанные с разработкой месторождений углеводородов, проявляются иногда в виде горизонтальных сдвигов массивов горных пород и приповерхностного разломообразования. Способствует этому явлению наличие в разрезе маломощных (десятки метров) регионально выдержанных глинистых слоев, играющих роль «смазки» для горизонтальных смещений вышележающих пластов. Анализ и обобщение обширного материала по развитию и проявлению геодинамических и сейсмических событий при разработке месторождений углеводородов позволил исследователям этой проблемы в России и за рубежом сделать следующие основные выводы /19/.

- землетрясения в нефтегазоносных районах по своей природе являются тектоническими, но проявление их инициировано разработкой месторождений нефти и газа. Возникают они как при интенсивном отборе углеводородов, так и при закачке жидкости для поддержания пластовых давлений с целью повышения нефтеотдачи;

- положение очагов техногенно-инициированных землетрясений определяется дизъюнктивными нарушениями;

- магнитуда сейсмических событий зависит не только от естественной напряженности недр, интенсивности и длительности разработки месторождения, но и от места и глубины расположения очага землетрясения. При нахождении его в водонефтяном резервуаре или в непосредственной близости от него магнитуда не превышает 3,5, а при расположении очага выше или ниже резервуара магнитуда может достигать 4- 4,5 и более.

В Татарии, например, где добыча нефти ведется уже долгое время, в районе Ромашкинского нефтяного месторождения с сентября 1986 г. по январь 1989 г. зарегистрировано 198 землетрясений силой до 10 класса /20/.

Тектоническая впадина Каспийского моря это наиболее погруженная часть гигантского Арало-Каспийского прогиба, который объединяет юго-восточный угол древней Восточно-Европейской платформы, область сочленения молодых Туранской и Скифской плит и Кавказо-Копетдагский сегмент пояса альпийской складчатости. Обособление прогиба в новейшее время еще не завершено, в результате чего имеет место напряженное состояние недр и высокая тектоническая активность. Напряженное состояние недр и тектоническая активность, сопровождающаяся перестройкой недр, порождают неустойчивость флюидодинамических систем и чувствительность их к разного рода возмущениям. В

Прикаспии в результате непрерывной откачки нефти и газа образовался пояс дестабилизации недр, связанный с воздействиями человека. Его развитие претерпело два этапа /20/.

Первый этап длился с 1847 по 1959 г. и начался с бурения первой скважины на Апшеронском полуострове. К концу XIX в. нефтяные разработки начались в приморской части Дагестана, в Западной Туркмении и в Северном Прикаспии. Уже тогда появились первые признаки последствий мощного вмешательства человека: начались просадки грунта, обводнение продуктивных пластов, выбросы песка из скважин. Глубины воздействия в это время не превышали 3 км, вскрывались, как правило, слабонапорные флюидодинамические системы, формировались воронки депрессии, истощались водоносные горизонты верхних гидрогеологических этажей, чему способствовало появление глубинных насосов, турбинного способа бурения и газлифта. Окончание первого этапа характеризовалось тем, что наряду с расширением площадей и объемов депрессионных воронок, началась разгерметизация высоконапорных флюидодинамических систем с аномально высоким пластовым давлением, поэтому конец первого этапа характеризовался резкими изменениями флюидодинамики недр.

С началом второго этапа (1960 г.) человек резко расширил масштабы техногенных воздействий. Фактором мощного воздействия на недра явились ядерные подземные взрывы. В Прикаспийском регионе и его обрамлении, начиная с середины 60-х годов, эти взрывы использовались для создания подземных емкостей в соляных куполах (Астраханский свод - 15 взрывов в 1980-1984 гг., купол Большой Азгир - 10 взрывов в 1966 - 1979 гг., 3 взрыва вблизи Оренбурга в 1970 - 1971 гг., 6 взрывов вблизи Уральска в 1983 - 1984 гг.), для создания провальных воронок (Мангышлак - 3 взрыва в 1969 - 1984 гг.) и для глубинного сейсмического зондирования - 6 взрывов в 1972 - 1987 гг. вдоль профилей Элиста-Бузулук, Камышин-Гурьев, Элиста-Жаркамыс-Эмба-Кушмурун. Таким образом, было произведено 47 подземных ядерных взрывов. Кроме того, производились взрывы и в военных целях. В результате таких мощных воздействий и уже не точечной, а местами площадной разгерметизации зон аномально высоких пластовых давлений, в 60-х годах начал повышаться уровень подземных вод в верхних горизонтах. Вслед за этим последовал рост сейсмической активности в западной части прогиба, участились выбросы грязевых вулканов, и зародилась волна деформаций, которая возникла на Апшероне - в самом старом районе нефтедобычи, и двигалась из области альпийской складчатости на северо-восток в сторону молодых и древних платформ со скоростью 50-60 км/год. Таким образом, масштабы техногенной дестабилизации недр Арало-Каспийского прогиба приобрели уже не локальный, а региональный характер, соизмеримый с природными тектоническими процессами /20/. Примером этому является землетрясение силы до 7 баллов, произошедшее в апреле 2008 года близ Карачаганака.

При активизации сейсмической активности из повышенно проницаемых разломных зон земной коры выходят литосферные воды и газы (радон, водород, углекислоты, метан, сероводород, пары ртути и др.). По наблюдениям /21/, активизация сейсмической активности в регионе приводит к залповым загрязнениям обширных районов моря - появлению пятен нефтепродуктов размерами свыше 30 км<sup>2</sup> на Апшеронском пороге и активизации грифонов на юго-западе моря. У восточного берега Среднего Каспия во время активного апвеллинга 13 июля 2004 г. специалистами КАСПНИРХа зафиксирован массовый замор кильки и повышенная мутность придонных слоев воды. Это совпало по времени и пространству с разломом земной коры, на котором в сотнях километров от района наблюдения 11 июля 2004 г. произошло землетрясение. Над разломами, идущими от очага землетрясения, наблюдались линияментные сейсмогенные облака, в водах над Апшеронским порогом по радиолокационной информации был большой слик, очень возможно, что это были нефтепродукты. Пятно нефти на Апшеронском пороге, зафиксированное в том же месте

13.05.1996 г., возможно, также было обусловлено активизацией грифонов, так как 08.05 и 12.05.1996 г. на Кавказе зарегистрированы землетрясения. На юго-западе Каспия 13.05.1996 г. вдали от судоходных путей и нефтепромыслов наблюдались слики в виде кругов, полос размером 5-20 км, шириной до 1 км. Аналогичные по форме слики в этом районе Каспия оказались приурочены по времени к зарегистрированным в регионе землетрясениям /21/.

Месторождения нефти и газа на восточном побережье Северного Каспия отличаются сложными условиями их добычи. Это глубокое залегание продукционных горизонтов, аномально высокое пластовое давление, содержание в нефти и газа, соединений серы (сероводород, меркаптаны, сульфиды и др.). Аномально высокое внутрипластовое давление является источником техногенных осложнений при эксплуатации этих нефтяных и газовых месторождений /22/, в том числе и Тенгизского.

Размеры залежи Тенгизского месторождения составляют 21x20 км с амплитудой порядка 1000 м. Глубина залегания продуктивного горизонта 4050-5300 м. Мощность нефтяного горизонта 300-1152 м. Пластовое давление 830-900 атм., пластовая температура 120-125°C. Высокое внутрипластовое давление привело к самой значительной в мировой практике техногенной катастрофе геосферного уровня воздействия на окружающую среду. Фонтан на скважине № 37 - Тенгиз возник при вскрытии продуктивного горизонта на глубине 4467 м. Факел газонефтяного выброса на скв. 37 (Тенгиз) горел 398 суток с 24 июня 1985г. по 27 июля 1986г. Высота столба пламени в первые 4-5 месяцев достигала 180-200 м, а затем постепенно снижалась, диаметр столба пламени достигал 50 м. Температура воздуха в районе устья горевшей скважины достигала 180-200°C. Температура почвы у устья горевшей скважины достигала 410°C, в среднем 260-380°C, иногда при дожде снижалась до 140°C.

Характеристика нефти скважины № 37: нефть сернистая (массовое содержание серы 0,45-1,00%), малосмолистая 0,5-1,5%, парафиновая 2,5-3,69%. Мольное содержание компонентов в смеси газов, выделившихся из нефти при дифференциальном разгазировании в рабочих условиях: сероводорода - 19,25%; углекислого газа - 3,6%; метана - 53,08%; этана - 12,99%; пропана - 6,85%; высших углеводородов (пропан + высшие) - 9,63%; гелия - 0,0195%.

При высокой температуре пламени и свободном доступе кислорода атмосферы сероводород и меркаптаны (тиоспирты), содержащиеся в выбросе, окислялись сразу до сернистого газа (синонимы: диоксид серы, сернистый ангидрид).

В районе, непосредственно примыкающем к устью горевшей скважины 37, определялась концентрация сернистого газа, превышающего ПДК до 1100 раз, в 300 м от устья - 60-100 ПДК, в 500 м - 46 ПДК и в более удаленных местах - от 20 до 42 ПДК (таблица 2). Предельно допустимая концентрация сернистого газа для населенных пунктов максимально разовая равна 0,5 мг/м<sup>3</sup> воздуха (ПДК<sub>м.р.</sub>), среднесуточная ПДК<sub>с.с.</sub> равна по санитарным нормам в десять раз меньше - 0,05 мг в 1 кубометре воздуха /23/.

Таблица 2 - Усредненные данные превышения ПДК сернистого газа в районе скважины № 37 за июль месяц 1985г.

№№	Наименование пункта и расстояние от места аварии	Июль, 1985г.		
		с 5 по 14	с 15 по 20	с 20 по 29
1.	На расстоянии 500 м	46	6	4
2.	Волгоградский комплекс (15 км)	42	8	16
3.	Промбаза (20 км)	32	8	8
4.	п. Сарыкамьс (25 км)	26	4	16
5.	п. Косчагыл	20	-	-
6.	п. Кульсары (35 км)	20	-	-
7.	п. Каратон (45 км)	24	6	18



Вблизи горевшего фонтана содержание сернистого газа было ниже, чем на удалении от него, что объясняется тем, что при очень большой температуре пламени раскаленные продукты полного сгорания (углекислый и сернистый газы) поднимаются в высокие слои атмосферы (200-500 м), а затем, постепенно охлаждаясь, в зависимости от скорости ветра и температуры воздуха, опускаются в нижние слои атмосферы и медленно распространяются по поверхности земли.

Даже на расстоянии до 100 км содержание сернистого газа превышало санитарную норму, а в пос. Сарыкамыс и в радиусе 15-30 км от факела ПДК по этому газу превышалась от 25 до 45 раз.

Кроме  $\text{SO}_2$  - главной составляющей продуктов горения газонефтяного факела на скважине 37, в загрязнении атмосферы и подстилающей поверхности, хоть и в меньшей степени, играли роль СО (угарный газ), сажа, несгоревшие остатки углеводородов и сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и другие соединения.

Таким образом, в результате аварии на скважине № 37 и загорания газонефтяного выброса в течение почти 14 месяцев происходило загрязнение геосферы выбросами - продуктами горения открытого фонтана в радиусе 100-150 км от устья скважины.

Большой ущерб нанес факел горячей скважины № 37 пролетным птицам. В ночное время факел на скважине № 37 как магнитом тянул к себе пролетающие стаи птиц... Они молниеносно втягивались в пламя. Птицы исчезали лишь на мгновение, тут же с другой стороны факела их горящие тела выбрасывало в темноту, словно сноп искр. Подсчитать общее количество пострадавших и сгоревших птиц не представлялось возможным.

На северо-восточном побережье Каспийского моря часто происходят массовая гибель птиц. Гибель птиц чаще происходит от отравления смертельными дозами нейротоксинов анаэробных бактерий, получивших название "птичьего ботулизма". В отдельные годы, особенно в 1982-1983гг. и 1987г., число погибших птиц достигало сотен тысяч особей, среди которых встречаются представители почти всех водоплавающих и околоводных птиц, характерных для данного региона. Однако не совсем исследованы донные выбросы сероводорода, которые также могут приводить к массовой гибели не только гидрофауны но и водоплавающих птиц.

Породы, слагающие продуктивную толщу месторождения Тенгиз, довольно жесткие и прочные и непродрапированы к значительной деформации. Поэтому в процессе длительного фонтанирования скважины № 37 у ее устья явления просадок, оседания земной коры не наблюдались. В радиусе около 300 м поверхность земли была изрыта техникой, участвовавшей в ликвидации аварии.

Влияние высокой температуры сказалось на приповерхностные грунты при горении скважины № 37. У устья скважины температура нагрева пород иногда достигала  $440^{\circ}\text{C}$ . Песчано-глинистые отложения хвалынского яруса, залегающие на поверхности земли у устья скважины и в непосредственной близости от нее, в результате постоянного перегрева превратились в стекловатую массу, почти в "вулканическое стекло". На некотором удалении от устья скважины влияние высокой ( $150-200^{\circ}\text{C}$ ) температуры на породы уменьшалось. На расстоянии порядка 300-350 м от скважины № 37 влияния высокой температуры на породы не наблюдалось.

По приблизительным подсчетам за время горения факела открытого фонтана с 24 июня 1985г. по 27 июля 1986г., т.е. более 13 месяцев, на скважине 37-Тенгиз выгорело около 1,7 миллиардов кубометров газа и 3,4 млн. тонн (или 4,25 млн.  $\text{м}^3$ ) нефти. Ориентировочно было выброшено в атмосферу 340 млн.  $\text{м}^3$  или более 516 тыс. тонн сероводорода, который превратился в горящем факеле в такой же объем сернистого ангидрида ( $\text{SO}_2$ ), весом почти в миллион тонн (точнее 972 тыс. т). Кроме того, в атмосферу было выброшено при 70% полноте сгорания более 1 млн. т углеводородов и не менее 900 тыс. т сажи.

## ВЫВОДЫ

В результате ранжирования геосферных процессов в Прикаспии, проведена оценка их вклада в динамику окружающей среды.

- количество дней с пыльными бурями в Казахском Прикаспии достигает до 90 дней, при котором поднимается в воздух и переносится на огромные расстояния миллионы тонн пыли:

- сильные ветры в Казахском Прикаспии наблюдаются достаточно часто и, кроме пыльных бурь, они обуславливают нагоны воды на побережье различной высоты и длительности, зависящие от скорости, направления и продолжительности ветра. Нагоны увлажняя территорию уменьшают альбедо территории и способствуют глобальному потеплению;

- увеличение площадей затапливаемых Каспием территорий, затопление многочисленных островков и шалыг, а также расширение площадей нагонно-сгонных явлений привело к уменьшению альбедо территории Казахского Прикаспия примерно на 10%, и соответственному вкладу данной территории в глобальное потепление. Всего увеличение акватории Каспия с 1970 года произошло на 21,6 тыс км<sup>2</sup> а в Казахской части Прикаспия - более чем на 15 тысяч км<sup>2</sup>;

- активизации сейсмической активности из повышенно проницаемых разломных зон земной коры приводят к выходу газов и нефти, и загрязняет акваторию Каспия, внося вклад в гибель морских животных и птиц;

- техногенное давление при разработках месторождений ускоряют процессы геодинамики и инициируют формирование просадок и землетрясений. Примером этому является землетрясение произошедшее в апреле 2008 года близ Карачаганака;

- техногенные аварии, подобные происшедшим 24 июня 1985г. на скважине 37-Тенгиз, оказали на окружающую среду воздействие геосферного уровня: выгорело около 1,7 миллиардов кубометров газа и 3,4 млн. тонн (или 4,25 млн. м<sup>3</sup>) нефти. Ориентировочно было выброшено в атмосферу 340 млн. м<sup>3</sup> или более 516 тыс. тонн сероводорода, который превратился в горящем факеле в такой же объем сернистого ангидрида (SO<sub>2</sub>), весом почти в миллион тонн (точнее 972 тыс. т). Кроме того, в атмосферу было выброшено при 70% полноте сгорания более 1 млн. т углеводородов и не менее 900 тыс. т сажи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды. Известия АН СССР, сер.геогр.,1975,с. 13-25.
2. Подольский Л.И., Мирзадинов Р.А., Лысенко Н.А и др. Научно-методические указания по мониторингу земель Республики Казахстан Алматы: Госкомзем, 1993, 109 с.
3. Мирзадинов Р.А., Подольский Л.И. Мониторинг земель в системе мониторинга окружающей среды. Вестник КазГУ, серия географическая,1995, № 4, вып.2, с.3-11
4. Есполов Т.И., Мирзадинов Р.А., Марамова С.С. Мониторинг Земли и мониторинг земель. Земельные ресурсы Казахстана, 2002, № 4. с. 13-20
5. Правила организации и ведения Единой государственной системы мониторинга окружающей среды и природных ресурсов. Утверждены постановлением Правительства РК от 27.06.2001. <http://www.faolex.fao.org/docs/texts/kaz50807.doc>
6. Бекнияз Б.К. Реформирование системы мониторинга / Газета "ЭКОЛОГ" 2007, № 22 от 4 июня
7. Израэль Ю.А., 1984. Экология и контроль состояния природной среды. - М.: Гидрометеиздат
8. Диаров М.Д., Кудайкулов А.К., Мардонов Б.М., Большов А.А., Сериков Т.П., Диарова Д.М., Ергалиев Т.Ж. Экология и нефтегазовый комплекс. Том 1. Тенгиз и Кашаган. Катастрофические выбросы: реальность и перспектива. Повышение уровня Каспийского

моря и его последствия. Самоочищение вод и способы ликвидации морских разливов нефти - Алматы: Фалым, 2003.

9. Диаров М.Д., Гиладжов Е.Г., Димеева Л.А., Большов А.А., Жмыхов А.А., Ергалиев Т.Ж., Диарова М.А. Экология и нефтегазовый комплекс. Том 2. Почвенно-растительный покров. Природно-заповедные зоны. Алматы: Фалым, 2003.

10. Диаров М.Д., Гиладжов Е.Г., Сериков Т.П., Диарова М.А., Ергалиев Т.Ж., Тимантеев О.А., Жандина Н.Ю. Экология и нефтегазовый комплекс Том 3.. Береговая зона Казахстанской части Каспийского моря. Влияние загрязнения воздушного бассейна на здоровье населения - Алматы: Фалым, 2003.

11. Гиладжов Е.Г., Диаров М.Д., Муликов Р.Р. Экология и нефтегазовый комплекс. Том 4. Состояние и меры оздоровления природной среды северного побережья Каспийского моря и северной части Атырауской области.. - Алматы : Фалым, 2003.

12. Курочкина Л.Я., Диаров М.Д., Шабанова Л.В., Карибаева К.Н., Макулбекова Г.Б., Сериков Т.П., Лысенко В.В. Экология и нефтегазовый комплекс. Том 5. Экологические ограничения природопользования на территории Северного Каспия (Атырауская область). – Алматы : Фалым, 2003г.

13. Диаров М.Д., Курочкина Л.Я., Шабанова Л.В., Гиладжов Е.Г., Ергалиев Т.Ж. Экология и нефтегазовый комплекс. Том 6. Экологическое состояние и мониторинг северо-восточной части побережья Каспийского моря. - Алматы: Арыс, 2004.– 276 с.

14. Диаров М.Д., Гиладжов Е.Г., Сериков Т.П., Диарова Д.М., Тимирханов С.Р., Ергалиев Т.Ж. Экология и нефтегазовый комплекс. Том 7. Экологическое состояние Каспийского региона Республики Казахстан и общегосударственные программы по его оздоровлению. Алматы: 2005.

15. Диаров М.Д., Большов А.А., Сериков Т.П., Ергалиев Т.Ж., Диарова Д.М. Экология и нефтегазовый комплекс. Том 8. Состояние биоразнообразия Северного Каспия и его побережья. Эвтрофикационные процессы в Северо-Восточном Каспии. Трансграничный перенос и расчеты выпадения загрязняющих веществ. Национальный Каспийский план действий по планированию и управлению прибрежной зоной. Алматы, 2006.

16. [http://www.azerbaijan.az/\\_Geography/\\_Caspian/caspian\\_02\\_r.html](http://www.azerbaijan.az/_Geography/_Caspian/caspian_02_r.html)

17. Диваков И.Б., 1991. Об оценке затопления прибрежных районов Северо-Восточного Каспия при повышении уровня моря. Тр. ГОИН, вып.183, с. 37-41.

18. Ушивцева Л.Ф. Инженерно-геологические особенности соляных массивов и их влияние на процесс освоения недр юго-западной части Прикаспийской впадины //Автореф канд. геол.-минерал. наук , Астрахань, 2004.

19. Вартанян Г., Куликов Г. Семенович В. Нефтедобыча - причина землетрясений?// Наука и техника, 2000, № 10,

20. Голубов Б.Н. Техногенная дестабилизация недр и аномальное изменение уровня Каспийского моря. // Изв. АН сер. геогр., 1992, №

21. Люшвин П.В, Егоров С.Н, Сапожников В.В. Сопоставление сейсмической активности в Каспийском регионе с изменениями численности кильки в Каспийском море // ArcReview № 1 (36) 2006.

22. [http://www.dataplus.ru/ARCREV/Number\\_36/20\\_kilka.html](http://www.dataplus.ru/ARCREV/Number_36/20_kilka.html)

23. Айтиалиев Ш.М., Алимжанов М.Т., Векслер Ю.А., Шакиров А.Т., 1991. Техногенные осложнения при разработке нефтегазовых пластов с аномально высоким давлением. // Тезисы докл. научно-практ. конфер. “Научно-технические проблемы Западного Казахстана” (г. Шевченко, май 1991г.). - Алма-Ата, изд. АН КазССР, с 3.

24. Беспямятнов Г.П., Богушевский К.К. и др., 1975. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе и воде. Изд-е 2-е. - Ленинград, “Химия”. - 456 с.

\*\*\*

*Каспий жағалауы аймағының геосфераға тигізіп жатырған негізгі әсерлері мыналар: Каспий теңізінің деңгейінің көтерілуі; шаңды борандар; теңіз суының жағалауды басуы мен қайтуы әсерлерінен күн сәулесінің жер бетінен шағылысуының бәсеңдеуі; теңіз қойнауының жарықтары мен қуыстарынан мұнай мен газдың су айдынына көтерілуі; мұнай және газ кеніштеріндегі техногендік әсерлерден геодинамикалық процестер жеделдеп және соның нәтижесінде жер қабаттары ығысып, жер сілкінісінің тууы. Геосфералық мониторингтің негізгі мақсаты жоғарыдағы айтылған әсерлерді қадағалау мен бағалау, бақылау және жобалау болып табылады.*

\*\*\*

*Impact of the Caspian area on the status of geosphere will derive from increase in the Caspian Sea level; dust storms; surges and retreats, reducing albedo; oil and gas penetration into aquatic area from fractures and griffons of seabed; man-caused acceleration of geo-dynamic processes in oil & gas fields and earthquakes induction. Monitoring, assessment, control and forecast of the listed factors are the objectives of geospheric monitoring.*

УДК 574.2+574.21;575.17

**А.Б. БИГАЛИЕВ, А.В. СИНТЮРИНА, З.М. БИЯШЕВА**

### **К ВОПРОСУ О ПАТОГЕННОМ ДЕЙСТВИИ БЕНЗАПИРЕНА, КАК ЗАГРЯЗНИТЕЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ОБЗОР)**

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

*Дано краткое описание физико-химических особенностей бензапирена и наиболее важных путей его поступления в окружающую среду. Представлены основные индикаторные характеристики рассматриваемого загрязнителя, его миграция в биосфере и особенности аккумуляции живыми организмами. Рассмотрены наиболее важные биологические эффекты бензапирена.*

**Основные характеристики бензапирена.** Развитие нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей является одним из приоритетных направлений для Казахстана в ближайшие десятилетия. Увеличение объемов добычи нефти при использовании устаревших технологий предопределяют большую степень загрязнения биосферы, высокий экологический риск для природных экосистем и значительную опасность для здоровья населения. На сегодняшний день нефтепродукты признаны одним из основных загрязнителей окружающей среды, оказывающим долговременное негативное влияние на экологическую обстановку в зоне воздействия /1,15,19/. Наибольшее распространение среди нефтепроизводных получили полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), обладающие ярко выраженным канцерогенным эффектом.

Под ПАУ понимают, как правило, соединения с числом конденсированных колец от двух до шести. Известно огромное количество соединений этой группы. Причем, они встречаются практически во всех сферах окружающей человека среды. ПАУ в составе отработанных газов промышленных предприятий и транспорта представлены бензапиреном, пиреном, антраценом и другими соединениями. Высокая чувствительность различных организмов к бензапирену (БП) определяет использование его в качестве индикатора состояния окружающей среды для всех ПАУ. Бензапирен - это полициклический