

УДК 330.15+574/502.55+504.05

Оценка геоэкологических рисков в зонах влияния предприятий нефтегазовой промышленности в Российской Арктике



© **Башкин** Владимир Николаевич, доктор биологических наук, профессор, г.н.с. ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН. E-mail: V_Bashkin@vniigaz.gazprom.ru

© **Трубицина** Ольга Петровна, кандидат географических наук, с.н.с. Центра экологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В.Ломоносова.

E-mail: o.trubitsina@narfu.ru



© **Припутина** Ирина Владимировна, кандидат географических наук, доцент, в.н.с. Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Россия. E-mail:

v_35_6@rambler.ru



Аннотация. В статье рассматривается программа комплексных научных исследований, направленных на разработку мониторинга кислотных выпадений и количественную оценку геоэкологических рисков в российских полярных наземных и морских экосистемах в зонах влияния предприятий нефтегазовой промышленности.

Ключевые слова: Арктика, кислотные выпадения, критические нагрузки, геоэкологические риски, нефтегазовая промышленность

Evaluation of geo-environmental risks in the influence zones of oil and gas industry in the Russian Arctic

© **Bashkin, Vladimir N.**, Chief Researcher, Doctor of Biological Science, Professor, Ltd "Gazprom VNIIGAZ", Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil, RAS, Russia. E-mail: V_Bashkin@vniigaz.gazprom.ru

© **Trubitsina, Olga P.**, Senior Researcher, Candidate of Geographical Sciences, Centre for Environmental Research of NarFU named after M.V. Lomonosov. E-mail: o.trubitsina@narfu.ru

© **Priputina, Irina V.**, Leading Researcher, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil, RAS, Russia. E-mail: v_35_6@rambler.ru

Abstract. The article discusses the integrated scientific research program aimed at developing the acid deposition monitoring and geo-environmental risks evaluation in the Russian polar terrestrial and marine ecosystems in the areas of the oil and gas industrial influence.

Keywords: *Arctic, acid depositions, critical loads; geo-environmental risks, oil and gas industry*

Введение

Мониторинг кислотных выпадений в Российской Арктике важен как в связи с трансграничным загрязнением (циркумполярный перенос загрязняющих веществ с запада), так и в связи с планируемым и уже реально осуществляемым развитием программ по добыче углеводородов на континентальном шельфе, в частности, на платформе «Приразломная» «Газпром Нефти» — дочерней организации ОАО «Газпром». В ближайшей перспективе возможна добыча газа в Карском море и Обско-Тазовской губе, в Печорском море [1].

В более отдалённой перспективе нефтегазовыми компаниями ОАО «Газпром», «Роснефть» рассматривается и Баренцево море. При этом мониторинг кислотных выпадений, как следствие производственной активности при добыче и транспортировке углеводородов в арктических регионах должен сопровождаться количественной оценкой рисков подкисления и эвтрофирования наземных и морских экосистем на основе международных подходов по расчёту критических нагрузок (КН) с использованием уже наработанных международных методических подходов [2,3,4] и результатов проведённых исследований, часть из которых цитирована в приведённых источниках [5—18].

Следовательно, для управления рисками ухудшения экологического качества наземных и морских экосистем при расширении нефте- и газодобычи в полярных регионах становится особенно актуальной задача — изучение фундаментальных основ биогеохимической организации наземных и морских арктических экосистем при эмиссии кислотообразующих соединений в зонах влияния нефтегазовой промышленности [6].

Предлагаемые методы и подходы для реализации поставленной задачи: 1. Количественная оценка кислотных выпадений в арктических регионах зоны существующей и планируемой нефтегазодобычи. 2. Мониторинг изменения биогеохимических параметров в наземных и морских полярных экосистемах в зонах влияния нефтегазодобычи и транспорта углеводородов. 3. Расчёт величин КН подкисляющих и эвтрофирующих соединений кислотных эмиссий (оксиды азота) на экосистемы в зонах добычи и транспорта углеводородов. 4. Количественная оценка геоэкологических рисков (ГЭР) и прогноз геоэкологической ситуации с выделением факторов трансграничного переноса кислотных осадков и локальных эмиссий.

Концепция оценки ГЭР с использованием методологии КН поллютантов

В рамках предлагаемого подхода ГЭР определяется как двухмерный показатель, характеризующий вероятность развития негативных изменений в состоянии экосистем как реципиентов воздействия и величины таких изменений. Количественная оценка ГЭР основана на расчёте и пространственном анализе превышений КН поллютанта X ($E_x(X)$) в границах зоны влияния проектируемого объекта. Превышения КН отражают соотношение между величиной экспозиции (величиной актуальной или прогнозируемой нагрузки поллютанта) и безопасным уровнем воздействия (величиной критической нагрузки поллютанта). Величину воздействия на экосистемы предлагается рассчитывать как процент, который занимают выделы с превышениями КН, от общей площади рассматриваемой группы выделов (например, от площади санитарно-защитной зоны проектируемого или действующего объекта). Выбор критериев приемлемости ожидаемых изменений зависит от характера затронутых экосистем. Для экосистем, имеющих статус особо ценных или уязвимых, величины КН не должны быть превышены на 100% их территории. В остальных случаях предлагается следовать принципу «95% защищённости» экосистем, согласно которому допустимым считается такой уровень нагрузки приоритетных загрязняющих веществ, при котором для 95% исследуемой территории $E_x(X) \leq 0$.

Расчёт ГЭР предлагается осуществлять с помощью вероятностного моделирования величин превышений КН на основе метода Монте-Карло. В отличие от традиционного расчёта превышений КН входными данными для модельных расчётов служат не единичные значения биогеохимических параметров (значения по умолчанию или средние значения), а массивы их значений. Массивы входных данных могут быть подготовлены как на основе данных полевых исследований и по результатам анализа объектов-аналогов. В результате моделирования для каждого отдельно взятого рецепторного участка получают набор значений показателя $E_x(X)$. Частотное распределение этих значений позволяет рассчитать вероятность P (от 0 до 100%) достижения положительных величин $E_x(X)$ для каждого из выделов в пределах расчётной площадки. Каждому значению $P(E_x(X) > 0)$ будет соответствовать значение $M(E_x(X) > 0)$ — суммарная площадь выделов с превышениями КН. На основе массивов значений ($M; P$) выводится функция риска ($R(X)$):

$$R(X) = F\{M, P\} = F\{M(E_x(X) > 0, P(E_x(X) > 0)\},$$
 где M — площадь выделов с превышениями КН ($E_x(X) > 0$); P — вероятность превышения КН.

Функция ГЭР является функцией распределения. При большом количестве рецепторных участков массив значений ($M; P$) хорошо аппроксимируется непрерывной функцией

нормального распределения. Если число выделов невелико, то переход к нормальному распределению невозможен и функция будет иметь ступенчатый вид (рис. 1).

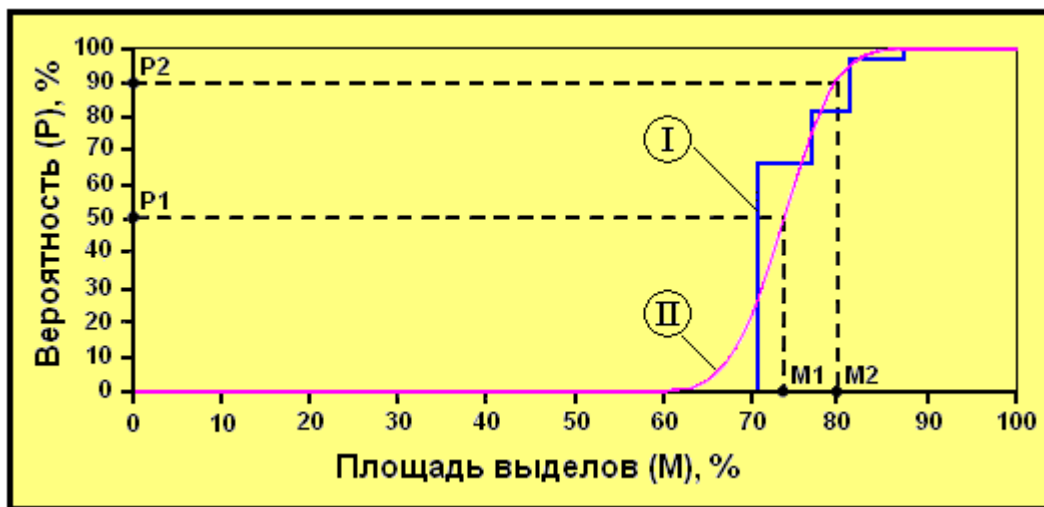


Рис. 1. Функции геоэкологического риска ($R(X)$) на основе ступенчатой функции распределения (I) и непрерывной функции нормального распределения (II).

Функция распределения позволяет вычислить вероятность превышения P_1 КН на территории, меньшей M_1 и для заданного интервала значений M ($M_1 \leq M_i \leq M_2$): $P = P_2 - P_1$.

2. Порядок оценки ГЭР на основе методологии КН

При проведении оценки ГЭР на основе КН загрязнителей предлагается следовать формальной процедуре оценки рисков. На этапе идентификации опасности следует установить источники выбросов, определить возможные сценарии техногенного воздействия и составить полный список загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах проектируемого предприятия. Кроме того, необходимо очертить круг потенциальных реципиентов воздействия (экосистем в границах зоны влияния проектируемого объекта) и провести их ранжирование. На основе имеющейся информации о факторах опасности и реципиентах необходимо провести качественную характеристику воздействий и определить список загрязнителей, для которых целесообразно проведение детальной оценки риска (приоритетных загрязняющих веществ). Оценка экспозиции должна включать детальную характеристику реципиентов (в том числе подразделение экосистем-реципиентов на рецепторные участки) с установлением фонового и расчётом прогнозируемого уровня нагрузки приоритетными загрязняющими веществами — величины выпадений загрязняющих веществ (г/га в год или экв/га в год). На этапе оценки геоэкологических эффектов следует провести картографирование и расчёт величин КН приоритетных загрязняющих веществ, характеризующий максимально допустимый уровень нагрузки на выделенные реципиенты. Характеристика ГЭР должна включать расчёт

величины изменений в состоянии реципиентов, вероятности их проявления, а также определение степени приемлемости таких изменений в соответствии с выбранными критериями. Предлагается проводить характеристику риска в два этапа. На первом этапе необходимо провести детерминистический расчёт превышений КН на основе усреднённых входных данных. В случае выявления рецепторных участков с $E_x(X) > 0$ на втором этапе целесообразно провести оценку ГЭР с использованием методов моделирования.

Исследования по оценке ГЭР должны завершаться анализом неопределённости полученных результатов. Для этого необходимо описать источники неопределённости на каждой стадии оценки рисков и оценить достоверность результатов расчётов. Результаты оценки ГЭР предлагается использовать для ранжирования отдельных проектных альтернатив и выработки подходов к смягчению воздействий на окружающую среду в рамках процедуры оценки воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной деятельности.

Заключение

Предлагаемая методика оценки рисков для экосистем, связанных с выбросами предприятий газовой промышленности, позволяет провести количественную оценку не только величины прогнозируемых изменений в состоянии экосистем, но и вероятности их наступления. В ней заложена возможность детальной характеристики экосистем как объектов техногенного воздействия. Кроме того, данная методика учитывает тесные взаимосвязи между отдельными компонентами наземных и водных экосистем, а также естественную вариативность параметров, характеризующих состояние этих компонентов. Проведение количественной оценки ГЭР целесообразно при подготовке экологического обоснования проектов в газовой промышленности, располагаемых в районах с низкой информационной обеспеченностью и высокой степенью неопределенности, включая арктический регион.

В настоящее время проведение этих исследований осуществляется в рамках творческого сотрудничества между Институтом физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН/ФАНО, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и Северным (Арктическим) федеральным университетом имени М.В. Ломоносова. В рамках этого сотрудничества уже разработаны методологические и методические подходы к мониторингу кислотных выпадений, оценке трансформации биогеохимической структуры полярных экосистем и количественной оценке ГЭР. Аналогичные исследования выполняются на территориях полярных экосистем в ряде скандинавских стран и Канады в рамках Конвенции ООН по трансграничному загрязнению воздуха на большие расстояния, в которой В.Н. Башкин длительное время был заместителем Председателя Научного комитета Конвенции.

Оценка геоэкологических рисков осуществляется в практике работы газодобывающих компаний ОАО «Газпром» [6], и её дальнейшее использование в практике работы других нефтегазовых компаний позволит оценить как вероятность проявления этих рисков при разработке полярных месторождений, так и определить пути управления этими рисками, в частности, через систему экологического страхования [1, 2, 5, 14, 16,18].

Литература

1. Сафонов В.С., Волков А.Н., Ковалев С.А., Лесных В.В. и др. Категорирование объектов ОАО «Газпром» по степени потенциальной опасности: теория и практика // Промышленная и экологическая безопасность объектов газовой промышленности. М.: ООО «ВНИИГАЗ», 2008. С. 151—163.
2. Башкин В.Н., Припутина И.В. Управление экологическими рисками при эмиссии поллютантов. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2010. 185 с.
3. Posch M., Hetteling J-P., Slootweg J. (2007) Critical loads and dynamic modelling of nitrogen // Critical loads of nitrogen and dynamic modeling. CCE Progress Report 2007. Bilthoven. The Netherlands. P. 41—51.
4. UBA, 2004 // Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping critical loads and levels and air pollution effects, risks and trends. Chapter 5.5. Электронный ресурс: www.icpmapping.org
5. Bashkin V. Modern Biogeochemistry. Environmental risk assessment. Springer, 2006, 400 p. (English Ed., Chinese Ed., 2009)
6. Markelov V.A., Andreev O.P., Kobylkin D.N., Arabsky A.K., Arno A.B., Tsybulsky P.G., Bashkin V.N., Kazak A.S., Galiulin R.V. Gas industry sustainable development. М.: Nedra. 2013. 211 pp.
7. Башкин В.Н., Арно О.Б., Арабский А.К., Барсуков П.А., Припутина И.В., Галиулин Р.В. Ретроспектива и прогноз геоэкологической ситуации на газоконденсатных месторождениях Крайнего Севера. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2012, 280 с.
8. Припутина И.В., Башкин В.Н. Экологические риски в связи с техногенным загрязнением окружающей среды: анализ подходов и методов оценки // Проблемы анализа риска. 2012. № 5. С. 12—25.
9. Башкин В.Н., Галиулин Р.В. Изменение климата и прогноз потребления природного газа // Газовая промышленность. 2013. № 1. С. 58—60.

10. Арно О.Б., Арабский А.К., Мурзагулов В.Р., Николаев Д.С., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Галиулина Р.А. Экологическая политика ООО «Газпром добыча Ямбург» // Трубопроводный транспорт [теория и практика]. 2013. № 2 (36). С. 38—42.
11. Башкин В.Н. Биогеохимия полярных экосистем в зонах влияния газовой промышленности. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. 301 с.
12. Трубицина О.П. Нагрузки кислотных выпадений на Севере Русской равнины // Вестник САФУ. Серия «Естественные науки». 2013. №4. С. 44—49.
13. Louvar J.T., Louvar B.D. Prentice Hall. Health and environment risk analysis. Fundamentals and applications. New Jersey: Prentice Hall PTR, 1998, 678 p.
14. Акимов В.А. Оценка и прогноз стратегических рисков России: теория и практика. // Материалы конференции «Стратегические риски чрезвычайных ситуаций: оценка и прогноз». М.: Триада ЛТД, 2003.
15. Быков А.А., Порфирьев Б.Н. Об анализе риска, концепциях и классификации рисков // *Проблемы Анализа Риска*, 2006. Т. 3, №4. С. 319—337.
16. Демидова О.А. Разработка методов оценки экосистемных рисков в зонах воздействия выбросов на объектах газовой промышленности// Дисс. канд. техн. наук. М.: ВНИИГАЗ, 2007.
17. Лесных В.В. Анализ риска и механизмов возмещения ущерба от аварий на объектах энергетики. Новосибирск: Наука, СО РАН, 1999. 251 с.
18. Мурзин Н. В., Лысцов В.Н., Быков А.А., Сарычев П.Д., Местечкин В.Б. Методика оценки экологического риска для биологических компонентов экосистемы (включая человека) и эколого-экономического ущерба природной среде в районах хранения и уничтожения химического оружия. М.: НИЦ «Экобезопасность», 2006.

Рецензент: Тоскунина Вера Эдуардовна,
доктор экономических наук, профессор САФУ