

Картографирование экологических рисков воздействия нефтедобычи на растительный покров с использованием спутниковых данных

Ю.М. Полищук^{1,2}, О.С. Токарева^{1,3}

¹*Институт химии нефти СО РАН,
634021 Томск, проспект Академический, 4*
E-mails: yuri@ipc.tsc.ru;

²*Югорский НИИ информационных технологий,
628011 Ханты-Мансийск, ул. Мира, 151*
E-mails: yupol@uriit.ru;

³*Томский политехнический университет,
634050 Томск, проспект Ленина, 30*
E-mails: ostokareva@mail.ru

Разработаны методические вопросы оценки и картографирования экологических рисков в результате воздействия нефтедобычи. Оценка экологического риска воздействия химического загрязнения атмосферы проведена с учетом чувствительности различных растительных сообществ к загрязнению атмосферы. Пространственная структура растительного покрова определялась на основе космических снимков территории в зоне воздействия факелов для сжигания газа на нефтяных месторождениях. Карты риска негативного воздействия загрязнения атмосферного воздуха созданы с использованием математического моделирования и данных о выбросах в атмосферу загрязняющих веществ.

Ключевые слова: растительный покров, экологический риск, воздействие, загрязнение атмосферы, геоинформационная система, космические снимки, картографирование.

Введение

Одним из наиболее опасных факторов воздействия нефтедобывающего комплекса на природную среду Западной Сибири является химическое загрязнение атмосферы в результате сжигания попутного газа в факелях нефтяных месторождений. Современная практика оценки воздействий нефтедобычи на лесоболотные комплексы основана [1-3] на использовании санитарно-гигиенических нормативов (ПДК, ПДВ и др.), которые не адаптированы к оценке воздействий на природную среду с ее совокупным биоразнообразием. Поэтому интерес представляет оценка экологического риска воздействия нефтедобычи на растительный покров нефтедобывающих территорий.

В настоящее время недостаточно разработаны вопросы оценки экологического риска. Экологический риск – количественная или качественная оценка экологической опасности неблагоприятных воздействий на природную среду [4, 5]. Экологический риск рассматривается как вероятность возникновения неблагоприятных ситуаций в состоянии природной среды, разрушения экосистем или гибели популяций и отдельных видов под воздействием хозяйственной деятельности человека.

Наиболее разработаны два направления оценки рисков: первое – связано с оценкой возможности потери жизни или причинения ущерба здоровью населения [5], второе – с определением среднего риска ущерба, причиняемого выбросом загрязнений в атмосферу. Во втором случае удельный экономический ущерб рассчитывается по формуле [2]:

$$Уатм = \gamma \sigma f M,$$

где γ – константа, численное значение которой определяется в руб./ усл.т и меняется в зависимости от изменения цен,

σ – коэффициент относительной опасности, зависящий от типа территории (для лесов = 0,2-0,0025),

f – безразмерный множитель, учитывающий характер рассеивания примеси в атмосфере,

M – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника в атмосферу, усл.т/год.

Целью работы является разработка методических вопросов оценки и картографирования экологических рисков, возникающих в результате воздействия нефтедобывающего комплекса на природную среду с использованием космических снимков и геоинформационных технологий.

Определение уровней загрязнения атмосферы для определения степени экологического риска

Постоянное присутствие в окружающей среде потенциально вредных химических веществ создает определенную степень экологического риска. Принято рассматривать три уровня экологического риска: пренебрежимый, приемлемый, неприемлемый, с учетом которых на исследуемых территориях могут быть выделены зоны пренебрежимого, приемлемого и неприемлемого рисков. Важным вопросом при этом является определение значений концентраций загрязняющих веществ, соответствующих разным уровням риска.

Уровень загрязнения атмосферы в долях ПДК (предельно допустимая концентрация), соответствующий зоне неприемлемого риска, устанавливается на основе данных и методических материалов, изложенных в [6]. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе рассчитываются согласно ГОСТ 17.2.3.01-86 "Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных мест". Степень загрязнения воздуха рассчитывается с учетом кратности превышения среднегодового значения ПДК веществ, их класса опасности, допустимой повторяемости концентраций заданного уровня, массы веществ, одновременно присутствующих в воздухе [6]. Среднегодовые значения ПДК_{с/г} связаны согласно [6] со среднесуточным значением ПДК_{с/с} соотношением:

$$\text{ПДК}_{\text{с/г}} = a \text{ ПДК}_{\text{с/с}}, \quad (1)$$

где a - коэффициент, значение которого определяется согласно [6] в интервале 0,1 - 1 в зависимости от класса опасности вещества.

Известно, что основными химическими веществами, выбрасываемыми в атмосферу при сжигании попутного газа в факелах на нефтяных месторождениях, являются сажа, оксид углерода и диоксид азота, для которых в соответствии с (1) получаем значения предельно допустимых концентраций, приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Предельно допустимые концентрации веществ в факельных выбросах

Вещества	Коэффициент «а»	ПДК_{с/с}, мг/м³	ПДК_{с/г}, мг/м³
Сажа	0,3	0,05	0,015
Азота диоксид	1	0,04	0,04
Углерода оксид	0,34	3	1,02

Как показано в [6], если атмосферный воздух загрязнен несколькими веществами, относящимися к разным классам опасности, оценка уровня загрязнения воздуха проводится с использованием комплексного показателя P , определяемого по методике, изложенной в [6].

Зоной неприемлемого риска будем рассматривать участок территории, в пределах которого значение комплексного показателя среднегодового загрязнения атмосферного воздуха P соответствует уровню чрезвычайной экологической ситуации [6] и выбирается равным 8. Переходя согласно (1) к среднесуточным значениям ПДК_{с/с} для выбросов сажи, получим соотношение:

$$8 * \text{ПДК}_{\text{с/г}} = 8 * (0,3 * \text{ПДК}_{\text{с/с}}) = 2,4 \text{ ПДК}_{\text{с/с}},$$

из которого следует что, границей зоны неприемлемого риска можно принять уровень загрязнения атмосферного воздуха, равный 2,4 ПДК_{с/с} для сажи, выбрасываемой в атмосферу из газовых факелов.

Приемлемым, согласно [5], принимается уровень риска, с которым общество может смириться из-за отсутствия у него необходимых материальных ресурсов для осуществления в полном объеме защитных мероприятий. Зоной приемлемого риска будем считать территорию с уровнем загрязнения атмосферы от 2,4 ПДК до 1 ПДК. За пределами данной зоны уровень риска пренебрежимый.

Известно [3, 7], что большинство видов растений оказываются более чувствительными к воздействию вредных факторов, чем человек. Таксономические группы растений по степени чувствительности к воздействию фитотоксичных газов располагаются в следующем порядке [7]: мхи, лишайники и грибы; хвойные древесные породы; лиственные древесные породы; травянистые растения. Необходимо отметить [3], что экологические нормативы качества атмосферного воздуха по уровню химического загрязнения носят рекомендательный характер и в настоящее время определены не для всех загрязняющих веществ. В нашей работе чувствительность групп растений определялась на основе анализа экологических нормативов, рекомендуемых сотрудниками Научно-исследовательского института охраны атмосферного воздуха [<http://www.nii-atmosphere.ru/files/stKDiks.htm>].

Для картографирования экологических рисков предложены следующие значения коэффициентов чувствительности: травянистая растительность - 1; мелколистственный лес - 0,75; хвойный лес - 0,5. Чем выше чувствительность, тем меньшие концентрации загрязняющих веществ вызывают повреждения соответствующих видов растительности. В соответствии с коэффициентом чувствительности для каждой группы растительных сообществ выбираются зоны с определенным уровнем загрязнения атмосферы.

Для лесных комплексов с преобладанием хвойной растительности получено:

- неприемлемый уровень риска – в зоне с уровнем загрязнения более 1,2 ПДК;
- приемлемый – в зоне с уровнем загрязнения от 1,2 до 0,5 ПДК;

– пренебрежимый – в зоне с уровнем загрязнения менее 0,5 ПДК.

Для мелколиственных лесов принимается:

- неприемлемый уровень риска – в зоне с уровнем загрязнения более 1,8 ПДК;
- приемлемый – в зоне с уровнем загрязнения от 1,8 до 0,75 ПДК;
- пренебрежимый – в зоне с уровнем загрязнения менее 0,75 ПДК.

Результаты картографирования зон экологического риска воздействия

Разработанная методика картографирования экологических рисков в результате воздействия нефтедобывающего комплекса предполагает оценку экологического риска воздействия химического загрязнения атмосферы с учетом чувствительности различных растительных сообществ к загрязнению атмосферы. Пространственная структура растительного покрова определялась на основе дешифрирования космических снимков территории в зоне воздействия факелов для сжигания попутного газа на нефтяных месторождениях. Карты риска негативного воздействия загрязнения атмосферного воздуха строятся путем моделирования рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере с использованием данных из экологических паспортов нефтяных месторождений о выбросах в атмосферу загрязняющих веществ.

Процедура картографирования экологических рисков в нашей работе реализована средствами геоинформационной системы ArcGIS 9.2 и включает следующие этапы:

- классификация и векторизация синтезированного космического снимка и создание тематического векторного слоя пространственной структуры растительного покрова на исследуемой территории;
- построение векторных слоев цифровой карты, содержащих границы зон с разными уровнями загрязнения атмосферы в долях ПДК соответствующего загрязняющего вещества;
- выбор зоны загрязнения атмосферы для каждого типа растительности с уровнями загрязнения в зависимости от чувствительности соответствующего типа растительности;
- построение итоговой карты зон экологического риска воздействия нефтедобычи.

Для исследований был выбран участок на территории левобережного Приобья, находящийся в зоне воздействия Приобского месторождения - одного из наиболее крупных месторождений Ханты-Мансийского автономного округа, разрабатываемых в последнее время. Добыча нефти на этом месторождении постоянно увеличивается, при этом в факелах сжигается ежегодно до 2-3 млрд. куб. м попутного газа.

В работе использованы космические снимки (КС) со спутника Landsat-7 (пространственное разрешение 30 м). В результате обработки КС определены следующие классы: темнохвойные (ель, пихта, кедр) и светлохвойные насаждения (лиственница, сосна), мелколиственный лес (береза, осина, кустарники), болотные угодья, пойменная растительность, водные объекты, открытые минерализованные поверхности и объекты инфраструктуры. На рис. 1 приведена карта пространственной структуры растительного покрова в зоне влияния газовых факелов на Приобском месторождении с наложенными зонами загрязнения атмосферного воздуха сажей с различными уровнями загрязнения (в долях ПДК).

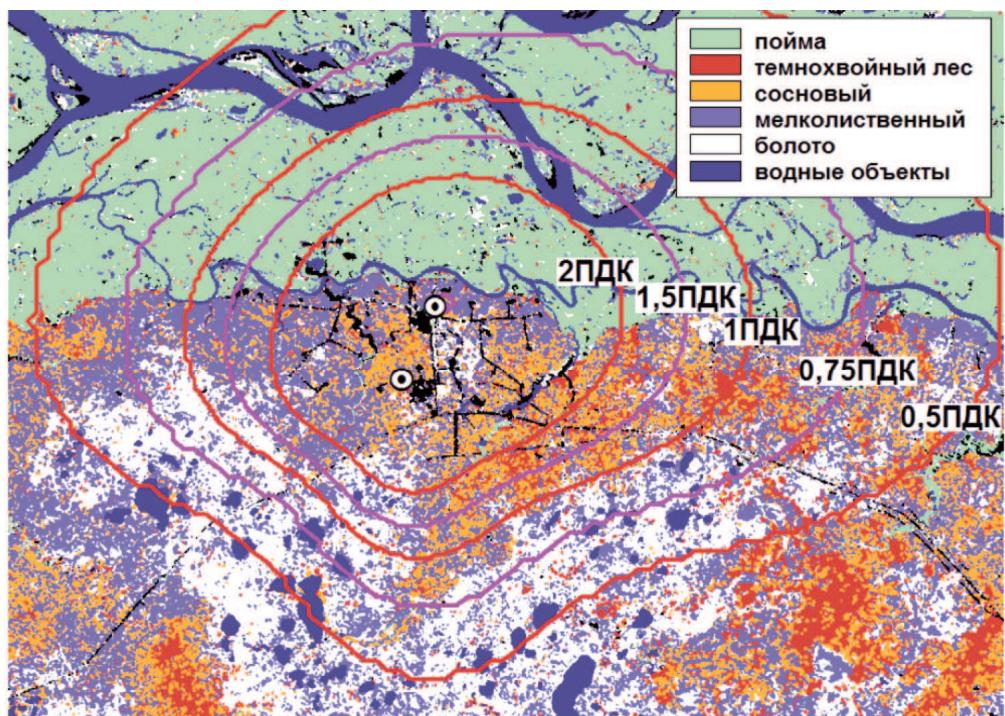
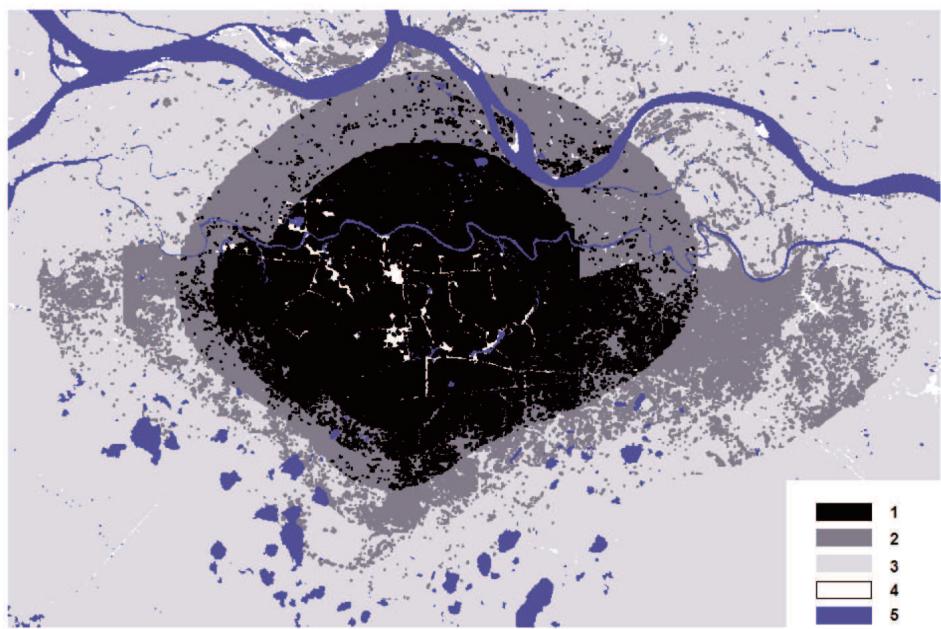


Рис. 1. Сопоставление зон загрязнения атмосферы с картой чувствительности растительных сообществ

На рис. 2 приведен фрагмент итоговой карты оценки экологических рисков воздействия загрязнения атмосферы выбросами из газовых факелов на территории Приобского месторождения, полученной в соответствии с описанной выше методикой.



Риски: 1 - неприемлемый, 2 - приемлемый, 3 – пренебрежимый; 4 - участки суши без растительности, 5 - водные объекты, риск не оценивался

Рис. 2. Карта зон экологического риска для территории в зоне воздействия факторов нефтедобычи на Приобском месторождении

Литература

1. Полищук Ю.М., Березин А.Е., Дюкарев А.Г., Токарева О.С. Экологическое прогнозирование воздействия нефтегазового комплекса Западной Сибири с использованием ГИС-технологий // География и природные ресурсы, 2001. № 2. С. 44-49.
2. Гриценко А.И., Акопова Г.С., Максимов В.М. Экология, нефть и газ // М.: Наука, 1997. - 598 с.
3. Закарин Э.А., Миркаимова Б.М., Дедова Т.В. Геоинформационные модели атмосферного загрязнения Арало-Каспийского региона Казахстана // Алматы, 2007. 108 с.
4. Меньшиков В.В. Концептуальные основы оценки экологического риска // М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 44 с.
5. Осипова Н.А. Техногенные системы и экологический риск // Томск: Изд-во ТПУ, 2005. 112 с.
6. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия // Методика Министерства природных ресурсов РФ от 30 ноября 1992 г.
7. Ерохин Г.Н., Копылов В.Н., Токарева О.С., Полищук Ю.М. Информационно-космические технологии в задачах экологического анализа воздействий нефтедобычи на природную среду // Новосибирск: Изд-е ГПНТБ СО РАН, 2003. 98 с.

Mapping of ecological risk of oil production effect on growth with space image

Yu.M. Polishuk^{1,2}, O.S. Tokareva^{1,3}

¹*Institute of Petroleum Chemistry SB RAS
6340213 Tomsk, 4 Akademichesky ave.
E-mails: yuri@ipc.tsc.ru;*

²*Ugra Research Institute of Information Technologies
628011 Khanty-Mansiysk, 151 Mira str.
E-mails: yupol@uriit.ru;*

³*Tomsk Polytechnic University
634050 Tomsk, 30 Lenin ave.
E-mails: ostokareva@mail.ru*

Methodical problems of assessing and mapping ecological risks under oil production impact were carried out. Risk assessment of air chemical pollution was completed accounting sensitiveness of different vegetation for air pollution. Spatial structure of vegetation cover was determined on base of space images of territory in impact zone of torches for burning gas in oil fields. Risk maps of negative effect of air pollution has been created using mathematical modeling and data on air releases of chemical contaminants.

Keywords: vegetation cover, ecological risk, effect, air pollution, geoinformation system, space image, mapping.