

УДК 504.06;519.876.5

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЗОН ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕДОБЫЧИ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

Ю.М. Полищук, О.С. Токарева\*

Институт химии нефти СО РАН, г. Томск

\*Томский политехнический университет

E-mail: ostokareva@mail.ru

Рассматриваются вопросы оценки и картографирования зон экологического риска воздействия химического загрязнения атмосферы на растительный покров нефтедобывающей территории, связанного со сжиганием попутного газа. Оценка экологического риска основана на использовании критерия чрезвычайной экологической ситуации с учетом чувствительности различных растительных сообществ к загрязнению атмосферы и особенностей пространственной структуры растительного покрова, определяемой на основе космических снимков. Картографирование зон экологического риска показано на примере воздействия сжигания попутного газа на территории Приобского месторождения в Западной Сибири.

### Ключевые слова:

Растительный покров, экологический риск, воздействие, загрязнение атмосферы, космические снимки.

### Key words:

Vegetation cover, ecological risk, effect, air pollution, space image.

### Введение

Одним из наиболее опасных факторов воздействия нефтедобычи на растительный покров, как показано в [1, 2], является химическое загрязнение атмосферы, возникающее при сжигании попутного газа в факелах на нефтяных месторождениях. В практике оценки воздействий нефтедобычи на растительные экосистемы используют санитарно-гигиенические нормативы [3], которые не адаптированы к оценке воздействий на природную среду с ее совокупным биоразнообразием. Экологический риск, рассматриваемый как вероятность возникновения неблагоприятных ситуаций в состоянии окружающей среды в результате хозяйственной деятельности человека, позволяет более обоснованно оценивать степень воздействия негативных факторов на компоненты природной среды. Поэтому интерес представляет оценка экологического риска воздействия нефтедобычи на растительный покров нефтедобывающих территорий [4–6]. Однако в настоящее время недостаточно разработаны вопросы оценки экологического риска в зонах воздействия нефтедобывающих предприятий. В связи с этим целью работы является изложение методических вопросов оценки и картографирования зон экологических рисков, возникающих в результате воздействия нефтедобычи на растительные экосистемы с использованием космических снимков земной поверхности.

### Определение пороговых уровней загрязнения атмосферы, соответствующих разным зонам экологического риска

Принято рассматривать три уровня экологического риска: пренебрежимый, приемлемый и неприемлемый, в соответствии с чем на исследуемых территориях могут быть выделены зоны соответствующих рисков. Важным вопросом является определение концентраций загрязняющих веществ, соответствующих разным уровням риска.

Уровень загрязнения атмосферы в настоящее время обычно оценивают в долях ПДК (предельно допустимая концентрация). Учитывая инерционность проявлений воздействия химического загрязнения на растительные сообщества, необходимо при установлении уровня загрязнения атмосферы использовать не среднесуточные, а среднегодовые значения ПДК, которые могут быть определены на основе данных и методических материалов, изложенных в [7]. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе рассчитываются по 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 [7]. Согласно [7] среднегодовые значения  $ПДК_{с/г}$  связаны со среднесуточным значением ПДК соотношением:

$$ПДК_{с/г} = a ПДК, \quad (*)$$

где  $a$  — коэффициент, значение которого определяется в интервале 0,1...1,0 в зависимости от 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 (\*) получаем значения предельно допустимых концентраций, табл. 1.

**Таблица 1.** Предельно допустимые концентрации веществ в факельных выбросах

| Вещества       | $a$  | ПДК, мг/м³ | ПДК <sub>с/г</sub> , мг/м³ |
|----------------|------|------------|----------------------------|
| Сажа           | 0,30 | 0,05       | 0,015                      |
| Азота диоксид  | 1,00 | 0,04       | 0,04                       |
| Углерода оксид | 0,34 | 3,00       | 1,02                       |

Как показано в [7], если атмосферный воздух загрязнен несколькими веществами, относящимися к разным классам опасности, оценка уровня загрязнения воздуха может быть получена с использованием комплексного показателя среднегодового загрязнения атмосферного воздуха, введенного в [7] для классификации состояний окружающей среды в терминах «экологического бедствия», «чрезвычайной экологической ситуации» и т. п. Методика определения величины комплексного показателя изложена в [7]. ПДК здесь обозначает предельно допустимую концентрацию (среднесуточное значение), определяемую для здоровья человека [3].

В качестве зоны неприемлемого риска далее будем рассматривать участок территории, в пределах которого значение комплексного показателя среднегодового загрязнения атмосферного воздуха соответствует уровню чрезвычайной экологической ситуации [7] и выбирается равным 8. Заметим, что сажа, поступающая в атмосферу при сжигании попутного газа, является наиболее токсичным загрязняющим веществом по отношению к растительности. Поэтому далее в нашей работе определение пороговых уровней загрязнения, соответствующих границам зон разного уровня экологического риска, будет проведено по концентрации сажи. Переходя согласно (\*) к среднесуточным значениям ПДК для выбросов сажи, получим соотношение:

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

из которого следует, что в качестве границы зоны неприемлемого риска для человека можно принять пороговый уровень загрязнения атмосферного воздуха, равный 2,4 ПДК для сажи.

В связи с выше изложенным в качестве уровня пренебрежимого риска естественно выбрать пороговый уровень загрязнения, равный ПДК. Соответственно участок территории с пороговым уровнем загрязнения менее ПДК будем считать зоной пренебрежимого риска.

Приемлемым, согласно [6], 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 для человека будем считать участок территории с уровнем загрязнения атмосферы в интервале значений от 2,4 до 1 ПДК.

#### Анализ чувствительности растений к негативным воздействиям

Известно [1, 4], что большинство видов растений более чувствительны к воздействию вредных факторов, чем человек. А разные виды растений отличаются различной степенью чувствительности к негативным воздействиям. Так, согласно [1] таксономические группы растений по степени чувствительности к воздействию фитотоксичных газов располагаются в следующем порядке: мхи, лишайники и грибы; хвойные древесные породы; ли-

ственные древесные породы; травянистые растения. Необходимо отметить, 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 с учетом экологических нормативов, рекомендуемых сотрудниками Научно-исследовательского института охраны атмосферного воздуха [8].

На основе выше изложенного предлагается для оценки экологического риска использовать следующие величины коэффициентов чувствительности (по отношению к человеку): травянистая растительность — 1,0; мелколиственный лес — 0,75; хвойный лес — 0,5. Заметим, что чем выше чувствительность, тем меньшие концентрации загрязняющих веществ вызывают нарушение функционирования соответствующих видов растительности. С учетом указанных коэффициентов чувствительности определены пороговые уровни загрязнения атмосферы, соответствующие разным зонам экологического риска, для каждой группы растительных сообществ, табл. 2.

**Таблица 2.** Пороговые уровни загрязнения атмосферы

| Уровень экологического риска | Уровень загрязнения атмосферы, в долях ПДК |                     |                            |
|------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
|                              | Хвойный лес                                | Мелколиственный лес | Травянистая растительность |
| неприемлемый                 | >1,2                                       | >1,8                | >2,4                       |
| приемлемый                   | 1,2...0,5                                  | 1,8...0,75          | 2,4...1,0                  |
| пренебрежимый                | <0,5                                       | <0,75               | <1,0                       |

#### Картографическое отображение зон экологического риска

Наиболее удобной формой отображения уровней экологических рисков является картосхема зон экологического риска, для создания которой необходима информация о пространственной структуре растительного покрова на территории в зоне воздействия нефтедобывающего предприятия, т. е. информация о расположении и размерах (площадах) различных растительных комплексов. Пространственная структура растительного покрова определялась на основе дешифрирования космических снимков территории в зоне воздействия факелов для сжигания попутного газа на нефтяных месторождениях в соответствии с методикой [1].

Картосхемы зон экологического риска негативного воздействия загрязнения атмосферного воздуха строятся с использованием контуров зон загрязнения атмосферы, определяемых на основе методики [1, 2] с использованием данных из экологических паспортов нефтяных месторождений. При построении указанных картосхем экологического риска воздействий сжигания попутного газа в факелах учитывается чувствительность различных растительных сообществ к загрязнению атмосферы.

Процедура картографирования зон экологических рисков, реализованная в нашей работе средствами геоинформационной системы (ГИС) ArcGIS 9.2, включает следующие этапы:

- классификация и векторизация синтезированного космического снимка и создание в ГИС 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 зон загрязнения атмосферы для каждого типа растительности с учетом их чувствительности и пороговых уровней, определенных выше;
- построение итоговой картосхемы зон экологического риска воздействия нефтедобычи.

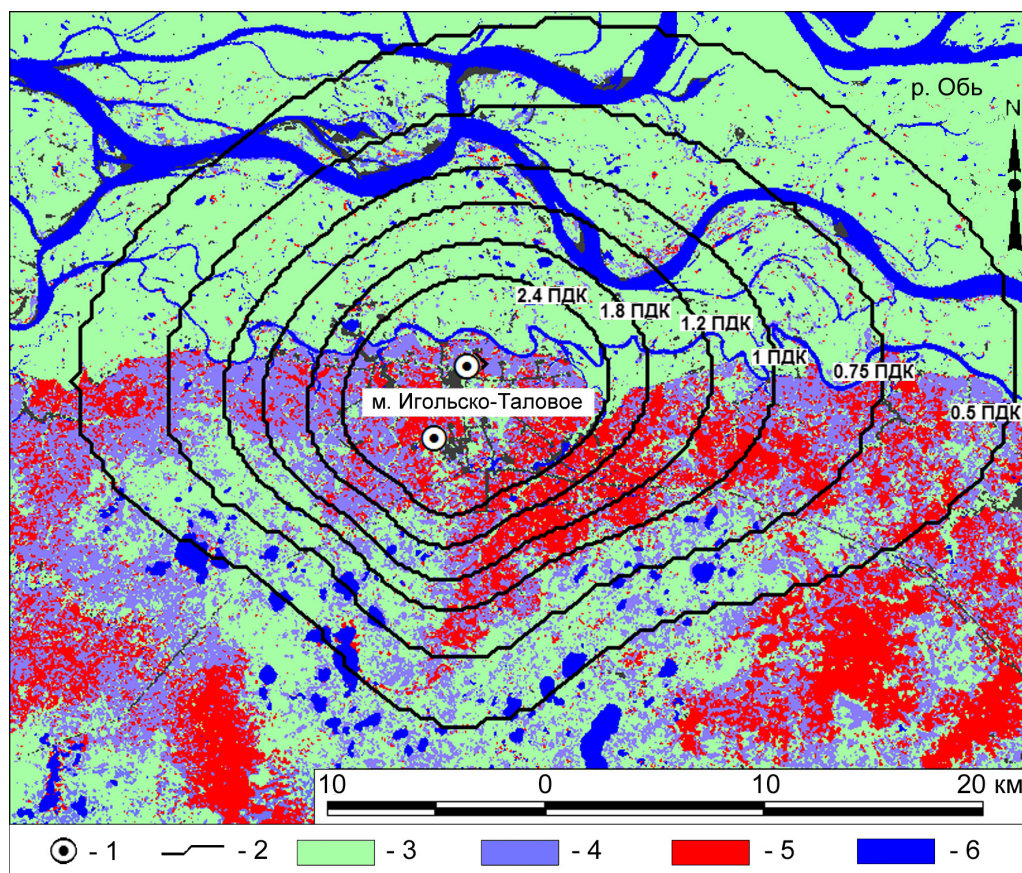
Для иллюстрации ниже приведены результаты картографирования зон экологического риска на участке нефтедобывающей территории, находящейся в зоне воздействия Приобского месторождения — одного из наиболее крупных месторождений Ханты-Мансийского автономного округа, разрабатываемых в последнее время. Добыча нефти на этом месторождении постоянно увеличивается, при этом в факелах сжигается ежегодно до 2...3 млрд м<sup>3</sup> попутного газа.

В работе использованы космические снимки со спутника Landsat-7 (пространственное разрешение 30 м). В результате дешифрирования космического снимка определены следующие классы: темнохвойные (ель, пихта, кедр) и светлохвойные насаждения (сосна), мелколистный лес (береза, осина, кустарники), болотные угодья, пойменная травянистая 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, на которую наложены границы зон различного уровня загрязнения атмосферного воздуха сажей (в долях ПДК).

На рис. 2 приведена картосхема зон экологического риска воздействия загрязнения атмосферы выбросами из газовых факелов на территории Приобского месторождения, полученная в соответствии с описанной выше методикой. Пятна зон приемлемого и неприемлемого экологического риска, рис. 2, обусловлены структурой растительного покрова.

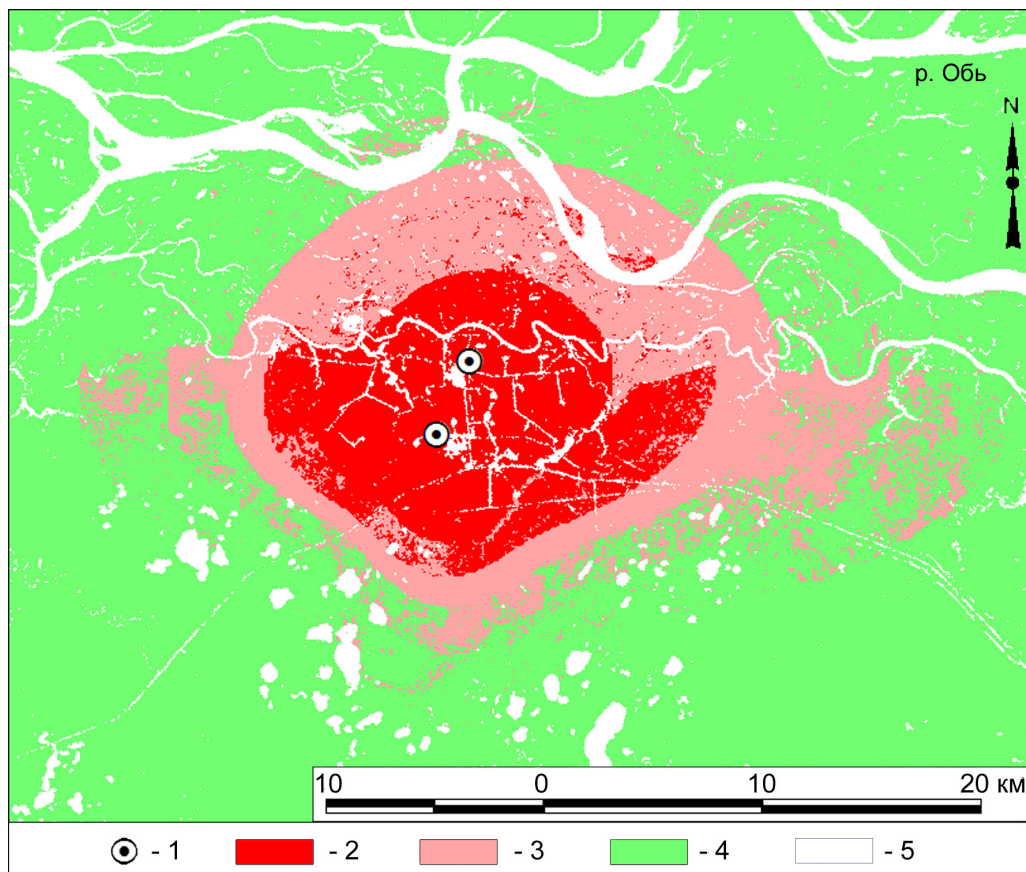
#### Заключение

Рассмотрены вопросы определения уровней неприемлемого, приемлемого и пренебрежимого экологического риска воздействия атмосферного за-



**Рис. 1.** Наложение зон загрязнения атмосферы факельными выбросами на карту чувствительности растительных сообществ на Приобском месторождении: 1) факелы; 2) границы зон загрязнения; 3) травянистая растительность (болото, пойма); 4) мелколистный лес; 5) хвойный лес; 6) водные объекты





**Рис. 2.** Картограмма зон экологического риска для территории в зоне воздействия сжигания газа в факелах на Приобском месторождении: 1) факелы; 2) неприемлемый, 3) приемлемый, 4) пренебрежимый риски; 5) участки суши без растительности и водные объекты, риск не оценивался

грязнения на растительный покров нефтедобывающих территорий, вызванного сжиганием попутного газа на нефтяных месторождениях. Оценка экологического риска проводится с учетом различной чувствительности к химическому загрязнению атмосферы разных видов растительности. Предлагается определять уровень неприемлемого риска на основе «критерия чрезвычайной экологической ситуа-

ции». Разработана методика картографирования зон экологического риска с их отображением на цифровых картах с использованием средств ГИС.

Приведен пример определения и картографирования зон экологического риска воздействия нефтедобычи на растительный покров на территории Приобского месторождения (Ханты-Мансийский автономный округ).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерохин Г.Н., Копылов В.Н., Полищук Ю.М., Токарева О.С. Информационно-космические технологии в задачах экологического анализа воздействий нефтедобычи на природную среду. – Новосибирск: Изд-во ГПНТБ СО РАН, 2003. – 98 с.
2. 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.
3. Гриценко А.И., Аكوпова Г.С., Максимов В.М. Экология, нефть и газ. – М.: Наука, 1997. – 598 с.
4. Закарян Э.А., Миркаримова Б.М., Дедова Т.В. Геоинформационные модели атмосферного загрязнения Арало-Каспийского региона Казахстана. – Алматы: Изд-во «СаJa», 2007. – 108 с.
5. Меньшиков В.В. Концептуальные основы оценки экологического риска. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 44 с.
6. Осипова Н.А. Техногенные системы и экологический риск. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 112 с.
7. 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. // Предпринимательское право. Законодательство РФ и Москвы. 2010. URL: [http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow\\_DocumID\\_10592.html](http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_10592.html) (дата обращения: 04.01.2010).
8. Коплан-Дикс В.А., Алехова М.В. К вопросу разработки экологических нормативов качества атмосферного воздуха // Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха. 2009. URL: <http://www.nii-atmosphere.ru/files/stKDiks.htm> (дата обращения 02.12.2009).

Поступила 27.08.2010 г.