

ISSN 2304-9081

Учредители:  
Уральское отделение РАН  
Оренбургский научный центр УрО РАН

**Бюллетень**  
**Оренбургского научного центра**  
**УрО РАН**  
(электронный журнал)



**2014 \* № 4**

On-line версия журнала на сайте  
<http://www.elmag.uran.ru>

© К.В. Мячина, 2014

УДК 502.1: 502.568: 504.1:528.854:528.88

*К.В. Мячина*

## **К АНАЛИЗУ ИЗМЕНЕНИЙ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия

Представлены результаты анализа таких факторов трансформации степных ландшафтов в районах нефтегазодобычи, как развитие дорожно-транспортной сети и изменение площади водных объектов. Использован ряд спутниковых изображений Landsat-TM, ETM, OLI.

*Ключевые слова:* нефтегазовые месторождения, спутниковые изображения, трансформация ландшафтов, дорожно-транспортная сеть, плотность, площадь водных объектов.

---

---

*K. V. Mjachina*

## **TO THE ANALYSIS OF CHANGES OIL AND GAS FIELDS STEPPE LANDSCAPES BY USING OF SATELLITE IMAGES**

Institute of Steppe UrB RAS, Orenburg, Russia

The results of the analysis of factors transformation of oil and gas fields steppe landscapes are proposed. This factors are the density of the road network and the area of water bodies. A several of satellite images Landsat TM, ETM, OLI are used.

*Key words:* oil and gas fields, satellite images, transformation of landscapes, road network, density, area of water objects.

### **Введение**

Ландшафты регионов нефтегазодобычи относятся к территориям, нуждающимся в постоянном мониторинге экологического состояния, инструментами которого должны являться как традиционные методы исследований, так и современные методы дистанционного зондирования (ДЗЗ). Настоящая статья является продолжением цикла работ автора по анализу ландшафтов нефтегазопромислов Оренбургской части степной зоны Заволжья, выполняемого с помощью традиционных геоэкологических методов, а также методов интерпретации данных ДЗЗ [1-4]. Нами предпринимаются попытки выявить закономерности техногенной модификации степных ландшафтов в районах нефтегазопромислов, предложить совокупность универсальных индикаторов их состояния, а также разработать алгоритм комплексной геоэкологической оценки таких зон.

Территория нефтегазоносной части Оренбургской области составляет

~ 90 тыс. км<sup>2</sup>, её большая часть расположена в границах степной зоны. Разработка основных месторождений в регионе началась в 60-70-е годы XX в., то есть в период, характеризующийся недостатком опытных специалистов и низким уровнем технического вооружения. В связи с этим для получения наиболее достоверных данных, отражающих всю полноту геоэкологической ситуации, необходимо обследование ландшафтов как староосвоенных нефтегазовых месторождений, так и месторождений, начало разработки которых относится к более поздним периодам, характеризующимся внедрением современных природоохранных технологий.

В качестве ключевых территорий исследования нами были выбраны участки Бобровского, Боголюбовского, Кодяковского и Смоляного месторождений. Бобровское нефтегазовое месторождение разрабатывается с 1970 г., к настоящему времени недра на его территории эксплуатируются более 40 лет. Месторождение является одним из самых крупных в области, занимает площадь более 160 км<sup>2</sup>, характеризуется высокой плотностью инфраструктуры, включающей более 200 скважин, ряд узловых сооружений, несколько трубопроводов, многочисленные полевые дороги, соединяющие объекты нефтегазопромысла. Таким образом, ландшафты Бобровского месторождения отличаются внушительным объемом техногенного вмешательства, способствующего значительной трансформации территории. Рельеф месторождения представляет собой холмистую равнину, частично расчлененную овражно-балочной сетью. Существенная часть объектов инфраструктуры расположена в пойме р. Домашка, что усугубляет возможные негативные последствия для компонентов природной среды.

В качестве территории нефтегазодобычи с относительно недавним периодом начала разработки выбран участок, занимающий около 170 км<sup>2</sup>, включающий объекты Кодяковского, Смоляного и Боголюбовского нефтяных месторождений, расположенных в непосредственной близости друг от друга. Разработка недр здесь ведется с 1994 г. Объекты инфраструктуры недропользования размещены в пределах различных типов степных ландшафтов: холмисто-увалистых равнин, плакоров, участков поймы реки Большой Уран и её притоков. Значительная часть объектов, как и по всей нефтегазодобывающей части области, находится в границах земель сельскохозяйственного назначения.

В достижении определенного уровня техногенной модификации ланд-

шафтов одну из основных ролей играет положительный синергетический эффект, выражающийся в усилении результата при совокупном воздействии нескольких факторов. В статье рассмотрены результаты количественной оценки таких показателей трансформации ландшафтов, как развитие дорожно-транспортной сети и изменение общей площади водных объектов в пределах территорий.

### **Материалы и методы**

В качестве исходных данных использовались многоспектральные снимки спутников Landsat-5TM, Landsat-7ETM, Landsat-8OLI с пространственным разрешением основных каналов ~30 м/пиксель, а также цифровая модель рельефа территории Боголюбовского, Кодяковского и Смоляного нефтяных месторождений. Для регистрации и анализа долговременных изменений ландшафтов Бобровского месторождения использованы два июньских снимка Landsat, выполненные в 1988 и 2009 гг. Недостатком исследований динамики ландшафтов Бобровского месторождения является то, что в свободном доступе отсутствуют снимки указанного спутника для данной территории на период, предшествующий началу разработки. Самый ранний доступный снимок, полученный с помощью сенсора MSS, имеет разрешение около 60 м и датирован 1975 г., когда месторождение уже находилось в разработке в течение пяти лет. Низкое разрешение снимка и функциональные характеристики сенсора MSS значительно ограничивают возможности получения с его помощью необходимой информации.

Для территории Боголюбовского, Кодяковского и Смоляного месторождений нефти использовались два июньских снимка, выполненные в 1987 и 2013 гг. В данном случае, значительным плюсом является то, что для анализа использовались как изображение территории, предшествующее внедрению объектов нефтедобывающей инфраструктуры, так и снимок, отражающий текущую ситуацию на объекте.

Дешифрирование и обработка спутниковых изображений осуществлялись в специализированном ПО ENVI 5.1 и среде ArcGIS 10.2. Предварительная подготовка снимков включала радиометрическую калибровку и атмосферную коррекцию, затем для каждого исходного снимка выполнялась оцифровка и расчеты параметров дорожно-транспортной сети, а также сети водных объектов. Кроме того проводилась аналитическая обработка цифровой модели рельефа территории Боголюбовского, Кодяковского и Смоляного

месторождений нефти для выявления геоэкологических особенностей водосборной площади.

### **Результаты и обсуждение**

Дорожная сеть достаточно хорошо выделяется при визуальном дешифрировании снимков, представленных в определенном сочетании каналов, оптимально отображающем необходимые элементы. Тем не менее, для получения максимально возможной точности в ходе оцифровки использовались изображения, полученные в результате спектральных преобразований исходных материалов методом независимых компонент, а также инструментом SPEAR LOC Road. Однако невысокое пространственное разрешение снимков может служить причиной погрешности при векторизации дорожно-транспортных объектов, составляющей, по-нашему мнению, около 10-15%.

Для оцифровки слоя водных объектов использовались изображения, полученные в ходе расчета водного индекса CEDEX, так как результаты расчета индекса NDWI в данном случае показывают недостоверный результат, захватывая в значимый диапазон значений многочисленные участки пашни, что, по-видимому, объясняется избыточным увлажнением почвы на указанных территориях.

Данные, полученные в результате обработки созданных векторных слоев, отражены в таблице.

*Таблица.* Динамика дорожной сети и площади водных объектов месторождений нефти и газа Оренбургской области

Ключевой участок	Год снимка	Характеристики дорожной сети		Общая площадь поверхностей водных объектов
		Длина, км	Плотность, км/км <sup>2</sup>	Площадь, км <sup>2</sup>
Участок Бобровского месторождения	1988	249,24	1,51	0,18
	2009	372,26	2,25	0,23
Участок Боголюбовского, Кодяковского и Смоляного месторождений	1987	121,4	0,71	1,33
	2013	174,9	1,02	0,97

Как видно из таблицы, за период в 21 год (1988-2009 гг.) на территории Бобровского месторождения значительно, более чем в 1,5 раза (на 49%), увеличилась плотность дорожной сети, что наглядно иллюстрирует рисунок 1.



Рис. 1. Основные элементы дорожной сети на территории Бобровского нефтегазового месторождения по состоянию на 1988 и 2009 гг.

Подобные изменения объясняются, вероятно, постоянным возникновением новых дорог, соединяющих объекты нефтегазопромыслов между собой и с объектами социальной инфраструктуры территории. Можно предположить, что эти дороги являются не только официально утвержденными и отраженными в проектах развития нефтегазопромыслов, но и стихийно возникающими в процессе передвижения ведомственного транспорта для субъективного удобства движения и сокращения пути (рис. 2).

К сожалению, как уже упоминалось выше, по имеющимся на текущем этапе исходным данным невозможно оценить изменение плотности дорожной сети по сравнению с периодом, предшествующим началу разработки Бобровского нефтегазового месторождения.



Рис. 2. Современное состояние дорожной сети на территории Бобровского нефтегазового месторождения (по материалам Google Earth).

Для участка Боголюбовского, Кодяковского и Смоляного нефтяных месторождений доступен космический снимок за период, предшествующий разработке, что позволило выявить увеличение плотности дорожной сети на 44% за период недропользования на указанной территории. Можно выделить следующие особенности распределения дорожной сети: в 1988 г. дороги, в основном, связывали населенные пункты и сельскохозяйственные угодья, а также были приурочены к водоемам, видимо, используемым в рекреационных целях; в 2013 г. отмечается резкое возрастание количества дорог, связывающих объекты нефтепромыслов.

С другой стороны, в процессе эксплуатации ландшафтов на территориях нефтегазовых месторождений прослеживается уменьшение общей площади водного зеркала. Если на территории Бобровского месторождения эти изменения незначительны (табл.), то на участке трех месторождений площади водных объектов сократились более чем в 1,3 раза (на 27,1%). Подобные негативные изменения, очевидно, можно объяснить комплексом причин: многочисленными атмосферными и почвенными засухами, отмечавшимися на территории за изучаемый период (1999, 2001, 2002, 2009, 2010, 2012 гг.), в результате которых могли уменьшиться площади малых водоемов; естест-

венной эвтрофикацией водоемов, происходящей в связи с тенденцией к сокращению финансирования их регулярных чисток; техногенным заиливанием и прямым забором воды в процессе функционирования объектов нефтегазовых промыслов. Основной причиной техногенного заиливания являются нарушения гидрологического режима, выражающиеся в загрязнении поверхностных водотоков химическими веществами и механическими частицами, изменениями микроформ гидрографической сети, изменением режима увлажнения и микроформ ландшафтов водосборной территории вследствие внедрения объектов нефтепромыслов. Подобные факторы часто приводят к перекрытию ложбин стока, ручьев и прочих мелких водотоков, следствием чего является снижение объема поверхностного стока с конкретного водосбора. В условиях степной зоны, отличающейся малой водностью, подобные процессы могут повлечь изменения всей структуры окружающих ландшафтных единиц.

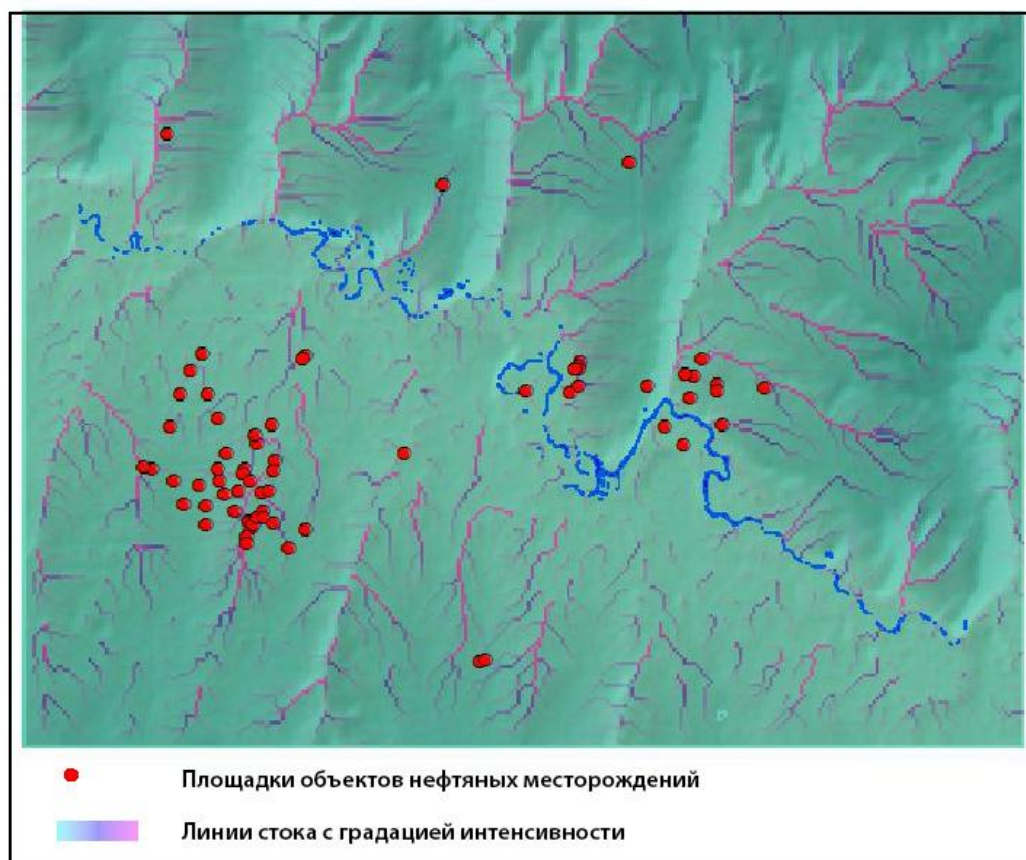


Рис. 3. Направления и интенсивность линий стока водосборной площади р. Большой Уран на территориях Боголюбовского, Кодяковского и Смоляного месторождений нефти.

На рисунке 3, выполненном на основе цифровой модели рельефа, вид-



но, что значительная часть направления основных потоков с водосборной площади р. Большой Уран проходит через агломерации объектов нефтепромыслов, что может привести либо к загрязнению вод поверхностного стока и основного водотока, либо, как уже указывалось, к сокращению питания водотока из-за перекрытия ложбин стока в ходе техногенных преобразований.

### **Заключение.**

В процессе функционирования нефтегазопромыслов отмечается значительное увеличение плотности дорожно-транспортной сети, что ведет к высокой степени фрагментации территории. Планируется дальнейшее изучение динамики, параметров, а также последствий фрагментации, являющейся одним из наиболее значимых показателей техногенной модификации ландшафтов.

Уменьшение площадей водных объектов, наблюдаемое на территориях месторождений, нельзя однозначно считать следствием недропользования. Однако неоспоримые нарушения естественного гидрологического режима поверхностных водотоков делают фактор функционирования нефтегазопромыслов весьма весомым в ряду причин, способствующих уменьшению площади водного зеркала.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Mjachina K.V., Baynard C.W., Chibilyev A.A. Oil and gas development in the Orenburg region of the Volga–Ural steppe zone: qualifying and quantifying disturbance regimes. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. 2014. 21 (2): 111-126.

2. Мячина К.В., Малахов Д.В. Опыт применения данных дистанционного зондирования среднего пространственного разрешения для выделения объектов нефтепромыслов в условиях техногенно-модифицированного ландшафта (на примере Оренбургской области). *Известия Самарского научного центра РАН*. 2013. Т.15, №3 (7): 2341-2345.

3. Мячина К.В., Токарева О.С. Геоэкологический анализ степных ландшафтов в районах нефтегазодобычи (на примере Оренбургской области). *Известия Томского политехнического университета*. 2014. 324 (1): 196-202.

4. Чибилёв А.А., Мячина К.В. Геоэкологические последствия нефтегазодобычи в Оренбургской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 132 с.

*Поступила 28.11.2014*

*(Контактная информация: Мячина Ксения Викторовна – кандидат географических наук, научный сотрудник Института степи УрО РАН; адрес: 460000, Оренбург, ул. Пионерская, 11; тел. (3532) 776247, факс (3532) 774432; e-mail: [orensteppe@mail.ru](mailto:orensteppe@mail.ru))*