

## **Изучение динамики площадей гарей в зоне воздействия объектов нефтегазовой отрасли на примере освоения Юрубченского месторождения**

*Софронова А.В., Лопатин А.П.*

В настоящее время в Красноярском крае развивается нефтегазовый комплекс (НГК). Месторождения нефти и газа расположены в зонах тундры, лесотундры, северной и средней тайги [7].

Воздействие нефтегазовых объектов на окружающую среду отличается масштабностью, интенсивностью и разнообразием [3]. Основной ущерб лесному хозяйству от воздействия нефтедобычи на лесной фонд заключается в уменьшении лесопродуцирующих площадей, сокращении общего запаса насаждений, захламлении и загрязнении прилегающих к объектам участков, повышении пожарной опасности.

Цель работы – изучение процессов изменения лесных территорий в зоне воздействия объектов нефтегазовой отрасли (НГО) методом картографирования. Для исследования было выбрано Юрубченское месторождение, расположенное в среднетаёжной подзоне и являющееся крупнейшим по запасам ресурсов в Красноярском крае.

Для достижения цели были применены методы дистанционного зондирования и картографирования, являющиеся наиболее эффективными при оценке масштабов воздействия объектов НГО. Дешифрирование космических снимков было проведено визуально-инструментальным методом [1, 2].

Для выполнения работы был подобран материал космической и топографической съёмки [9, 10], позволяющий отследить процессы изменения лесного покрова с 1977 по 2011 гг. на картографируемой территории площадью 2000 км<sup>2</sup>, включающей вахтовый посёлок месторождения и участок наибольшего сосредоточения буровых площадок.

Были использованы широко применяемые для изучения природных ресурсов летние снимки спутников Landsat-4, Landsat-7, Landsat-5 с различными комбинациями каналов. Наиболее удобными для дешифрирования объектов НГО, лесного покрова являются комбинации 321 и 543 [8]. Комбинация 752 была использована для распознавания гарей на склонах рек, имеющих сходный цвет на снимках с комбинацией «естественные цвета» с лиственным редколесьем. Снимок Landsat-4 (11.08.1989) имеет облачность 20%, поэтому был использован снимок этого же года с меньшей облачностью (18.08.1989), но покрывающий меньший участок.

Осенний снимок сверхвысокого разрешения спутника QuickBird, представленный в GoogleEarth, был использован в качестве эталона дешифрирования растительного покрова. Отнесение эталона к тому или иному классу пород деревьев проводилось с использованием информации топографических карт и литературных данных [2, 5, 6] (табл. 2, рисунок 1).

Топографические карты были привлечены с целью определения площадей гарей до освоения месторождения. Характеристика материалов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика материалов исследования

№ п/п	Вид съёмки	Дата съёмки	Комбинация	Покрытие исследуемого участка
1	Landsat-4	18.08.1989	«естественные цвета»	60%
2	Landsat-4	11.08.1989	«естественные цвета»	100%
3	Landsat-7	05.08.2001	«естественные цвета»	90%
4	Landsat-7	05.08.2001	752	90%
5	Landsat-5	17.09.2011	543	100%
6	QuickBird	20.09.2005	«естественные цвета»	5%
7	Топографические карты на основе аэрофотосъёмки (М 1:200 000)	1977	-	100%

В результате дешифрирования на основе векторных карт рельефа и гидрографии масштаба 1:100 000 в проекции Гаусса-Крюгера была составлена тематическая карта «Изменение растительного покрова на территории Юрубченского нефтегазового месторождения» (М 1:100 000), отражающая динамику растительного покрова с 1977 г. по 2011 г. (приложение 1).

Надёжность результатов дешифрирования снимков со спутника Landsat 1989 г. и 2011 г. была оценена по снимку QuickBird с помощью матрицы ошибок дешифрирования (табл. 3, 5). Были рассчитаны дополнительные показатели, позволяющие судить о степени дешифрируемости каждого класса породы [2] (табл 4, 6). Так же был вычислен карра-коэффициент [11], для снимка № 1 (Landsat-4, «естественные цвета») он составил 0,70, для снимка №2 (Landsat-5, комбинация 543) – 0,75.

Достоверность распознавания по снимкам практически одинаково высока у кедра, берёзы и ёрника, но ошибка включения у ёрника и елового редколесья, например, достаточно высокая, относительно низкая у кедра, берёзы, лиственного редколесий. Из этого можно сделать вывод, что наиболее распознаваемыми на снимках Landsat являются берёза и кедр. Невысокий процент распознавания лиственницы обусловлен повсеместным присутствием этой породы в составе древостоя в различной степени преобладания.

Таблица 2 – Эталоны дешифрирования растительного покрова территории Юрубченского месторождения по снимку QuickBird

Лес по преобладающей породе	Изображение на снимке	Характеристика
Кедровые (с примесью лиственницы, берёзы)		Форма крон округлая, создаёт зернистую структуру, цвет зелёный с оттенком коричневого
Лиственничные		Форма крон звёздчатая, создаёт зернистую структуру, цвет зеленовато-жёлтый, жёлтый
Лиственничное редколесье		Отдельно стоящие деревья, цвет жёлтый с присутствием коричневого оттенка почвы
Еловые		Форма крон узкая, создаёт вертикально исчерченную структуру, цвет зелёный
Еловое редколесье		Форма крон узкая, создаёт более редкую вертикально исчерченную структуру, цвет зелёный, с присутствием коричневого оттенка почвы
Берёзовые		Форма крон округлая, создаёт мелкозернистую структуру, цвет жёлтый
Ёрник		Однородная структура зеленовато-жёлтого оттенка

А



Б



В



Г



Рисунок 1 – Изображение преобладающих пород деревьев на снимках QuickBird (А), Landsat-4 (Б) и Landsat-5 (В) и результат дешифрирования.

Анализ и расчёты велись с использованием карты.

Основными лесообразующими породами являются лиственница (56%), кедр (10%), ель (8%), берёза (15%).

Значительное воздействие на леса оказали объекты НГО и лесные пожары. Прямое воздействие объектов НГО на лесные территории проявляется в изъятии земель. Наибольший уровень изъятия земель приходится на период 1989-2001 гг. (табл. 7).

Воздействие пожаров на лесные территории огромное. Удельный вес площадей гарей составляет 94,7% от всего воздействия (табл.7). В период с 1977 г. по 2001 г. площадь гарей возросла в 4 раза. Резкое увеличение пожаров приходится на период 1989-2001 гг.

Площадь, покрытая лесом, с 1989 г. по 2011 г. сократилась на 192 км<sup>2</sup> (на 11,5%). Кедровые леса сократились на 26%, лиственничные – на 11%, еловые – на 6%, берёзовые – на 5% (на основе данных табл. 8).

Исследования показали, что на изменение лесопокрытой площади исследуемого района Юрубченского нефтегазового месторождения наибольшее влияние оказывают пожары, а размещаемые объекты НГО занимают незначительную площадь. Резкое возрастание площадей гарей в период 1989-2001 гг. совпадает с наиболее интенсивным периодом освоения месторождения.

Актуальным является проведение предварительной пирологической экспертизы лесопокрытых районов нефтегазовых месторождений. На территорию Юрубченского месторождения планируется составить карту растительных горючих материалов, отражающую пирологическую характеристику растительности. На основе этой карты можно будет проводить прогнозирование поведения пожаров, что позволит разработать рекомендации по уменьшению воздействия объектов НГК на окружающую среду месторождений.

Таблица 3 – Матрица ошибок дешифрирования снимка Landsat-4 («естественные цвета»)

Эталонные данные	Результат дешифрирования							
	Кедровые	Лиственничные	Листв. редколесье	Еловые	Еловое редколесье	Берёзовые	Ёрник	Всего
Кедровые	21	2		2				25
Лиственничные	3	20		2	1	3		29
Листв. редколесье		1	5			1	1	8
Еловые	2	1	1	12				16
Еловое редколесье			1	1	10	1	4	17
Берёзовые		2				19	1	22
Ёрник					1		5	6
Всего	26	26	7	17	12	24	11	123

Таблица 4 – Достоверность результатов дешифрирования снимка Landsat-4 («естественные цвета») по снимку QuickBird

Порода	Достоверность распознавания, %	Ошибка включения, %	Ошибка пропуска, %
Кедровые	84	16	19
Лиственничные	69	21	23
Листв. редколесье	63	17	29
Еловые	75	25	29
Еловое редколесье	59	41	17
Берёзовые	86	14	21
Ёрник	83	17	55
Общая достоверность	75		

Таблица 5 – Матрица ошибок дешифрирования снимка Landsat-5 (комбинация 543)

Эталонные данные	Результат дешифрирования							
	Кедровые	Лиственничные	Листв. редколесье	Еловые	Еловое редколесье	Берёзовые	Ёрник	Всего
Кедровые	36	5	0	2	0	0	0	43
Лиственничные	4	35	1	6	2	4	0	52
Листв. редколесье	0	1	14	0	0	2	0	17
Еловые	1	2	1	17	0	0	0	21
Еловое редколесье	0	1	1	0	24	1	5	32
Берёзовые	0	4	1	0	1	47	2	55
Ёрник	0	0	0	0	1	0	14	15
Всего	41	48	18	25	28	54	21	235

Таблица 6 – Достоверность результатов дешифрирования снимка Landsat-5 (комбинация 543) по снимку QuickBird

Порода	Достоверность распознавания, %	Ошибка включения, %	Ошибка пропуска, %
Кедровые	84	12	16
Лиственничные	67	25	23
Листв. редколесье	82	11	18
Еловые	81	32	19
Еловое редколесье	75	11	25
Берёзовые	85	13	15
Ёрник	93	33	7
Общая достоверность	80		

Таблица 7 – Динамика и удельный вес НГО и площадей гарей в воздействии на лесные территории

Наименование площадного объекта	Площадь объектов по периодам, кв. км				Итого, %
	До 1977	1977-1989	1989-2001	2001-2011	
Буровые скважины	–	2,9	6,4	0,07	2,37
Вырубки	–	0,3	1,9	0,9	0,86
Вахтовый посёлок	–	0,07	1,25	–	0,34
Сейсмопрофили, дороги	–	2,1	4,5	0,1	1,73
Гари	92,4	38,9	193,7	49,1	94,7
Итого, %	23	11	53	13	100

Таблица 8 – Изменение площадей лесов по преобладающей породе

Леса по преобладающей породе	Площадь на 1989 г., кв.км	Площадь на 2011 г., кв.км
Кедровые	207,4	154,1
Лиственничные	1118,2	993,6
Еловые	159,3	150,2
Берёзовые	305,2	292,3



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Аковецкий В.И.* Дешифрирование снимков. М: Недра, 1983.
2. Аэрофотосъёмка и картографирование лесов Сибири/ Под ред. Г. П. Мотовилова – М.: «Наука», 1966. – 176 с.: с ил. и карт.
3. *Лабутина, И. А.* Дешифрирование аэрокосмических снимков: Учеб. пособие для студентов вузов/И. А. Лабутина. – М.: АспектПресс, 2004. – 184 с.
4. *Захаров А. И., Гаркунов Г. А., Чижов Б. Е.* Виды и масштабы воздействий нефтедобывающей промышленности на лесной фонд Ханты-Мансийского автономного округа//Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Вып. 6. - Тюмень: Изд-во ТГУ, 1998. – С. 149-160.
5. Альбом эталонов дешифрирования космических снимков/ФГУП Госцентр «Природа» – Красноярск, 1993. – 28 с.
6. Результаты геокриологических, гидрогеологических и геохимических нефтегазопроисловых работ в юго-западной части Сибирской платформы: отчет Северной геолого-поисковой партии по комплексной геохимической и мерзлотно-гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 на Юрубченской площади в 1989-1992 гг./ Копылов И.С., Баландин А.П., Гилько О.П. [и др.]/ - п. Буровой, 1992 г.
7. Оценка современного состояния природной среды и ожидаемого воздействия на нее объектов нефтегазового комплекса для задач территориального планирования Красноярского края: отчет о выполнении работ по объекту (окончательный)/ НП «ЭЦ РОПР»; ответств. испол.: Сибгатулин В. Г. ; испол.: С.А. Перетокин, В.Г. Суховольский [и др.]. – Красноярск, 2008 г. – 220 с. - инв. № 7/2007.
8. Географические информационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gis-lab.info/>
9. Данные Landsat [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://glovis.usgs.gov/>
10. Топографические карты [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.afanas.ru/mapbase/](http://www.afanas.ru/mapbase/)
11. Stehman, V. Estimating the kappa coefficient and its variance under stratified random sampling Stephen [Электронный ресурс]/V. Stehman. – PE&RS, 1996. – p. 401-407/ - Режим доступа: [http://www.asprs.org/publications/pers/96journal/april/1996\\_apr\\_401-402.pdf](http://www.asprs.org/publications/pers/96journal/april/1996_apr_401-402.pdf)