

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТОВ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ЮЖНО-УРАЛЬСКОЙ АЭС

С.М. Абдуллаев, О.Ю. Ленская, И.В. Грачева

Челябинский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 7 февраля 2010 г.

Аннотация: Представлена методика ландшафтного картографирования 30-километровой зоны влияния проектируемой Южно-Уральской АЭС (ЮУАЭС), основанная на дешифрировании космических снимков видимого диапазона с географической привязкой дополнительной информации. По результатам экологического ранжирования отдельных ландшафтных контуров количественно оценен уровень антропогенной нагрузки на экосистемы.

Ключевые слова: оценка воздействия на окружающую среду, Южно-Уральская АЭС, ландшафты, классификация.

Abstract: The method of landscape mapping of the 30-km zone of influence of the projected South Ural Nuclear Electric PowerStation has been presented. The method is based on deciphering of satellite images in the visible range of geo-referenced for more information. According to the results of environmental ranking of individual landscape units the level of anthropogenic pressure on ecosystems has been estimated.

Key words: assessment of environmental impact, the South Ural Nuclear Electric PowerStation, landscapes, classification.

Развитие атомной энергетики сопряжено с серьезной потенциальной угрозой для жизни человека не только из-за возможного возникновения аварий на АЭС, но и вследствие масштабных изменений ландшафтов, а также последующего неизбежного отклика в наземных и водных экосистемах. Проведенное в конце лета 2008 года исследование степени изученности природной среды в 30-ти километровой зоне влияния проектируемой Южно-Уральской АЭС (ЮУАЭС) показало, что описание ландшафтов территории с детальностью, необходимой для оценки воздействия АЭС, отсутствует. Предполагалось, что такая работа будет проводиться традиционным методом крупномасштабного ландшафтного картирования территории, включающим дешифрирование контуров по данным специального дистанционного зондирования с последующим их уточнением и описанием ландшафтов в ходе маршрутных исследований [2]. Предварительную оценку состояния ландшафтов в зоне воздействия альтернативных площадок

ЮУАЭС, условно называемых нами Каслинская и Метлинская, требовалось произвести осенью 2008 года. Вследствие ограниченности сроков и средств для полевых исследований и камеральной обработки нами разработана и апробирована методика классификации природных и природно-антропогенных ландшафтов региона, которая включает дешифрирование ландшафтных контуров по имеющимся в открытом доступе космоснимкам, а также по топографическим и тематическим картам различного масштаба.

В соответствии с государственными стандартами ГОСТ 17.8.1.01-86 и ГОСТ 17.8.1.02-88, разработанными с целью рационального использования и охраны ландшафтов при хозяйственном освоении территорий, установлена следующая последовательность классификации ландшафтов: а) классификация основана на сочетании антропогенных и природных факторов их формирования; б) по антропогенным факторам формирования на основе социально-экономической функции ландшафта их подразделяют на сельскохозяйственные, лесохозяйственные, водохозяйственные, промыш-

Характеристики ландшафтов в 30-ти километровой зоне ЮУАЭС

№ ландшафта	Класс	Род (подрод)	Биоклиматический тип	Подтип с описанием доминирующего почвенно-растительного покрова	Доля площади 30-ти км зоны Каслинской (Метлинской) площадок ЮУАЭС, %
I	Горные	Низкогорья	Лесной	Южнотаежный со светлохвойными травяными лесами на дерново-подзолистых и горных серых лесных почвах	20 (5)%
II		Межгорные депрессии		То же, что и II	2 (0)%
III		Увалистые и горногорные мелкосопочные предгорья		Южнолесной подтип с сосново-лиственничными и березовыми лесами на подзолистых и серых лесных почвах	28 (23)%
IV	Равнинные	Подгорная возвышенная равнина слаборасчлененная	Лесостепной	Северный лесостепной с преобладанием сосновых и березовых комплексов на серых лесных почвах и меньшим развитием луговых степей на выщелоченных черноземах и черноземнолуговых почвах	32 (41)%
V		Подгорная возвышенная равнина слаборасчлененная		То же, что и IV, но в сочетании с озерами блюдцами и займищами (пойменными лугами)	6 (5)%
VI		Подгорная возвышенная равнина денудационная с древней корой выветривания		То же, что и IV	13 (27)%

ленные, ландшафты поселений, рекреационные, заповедные, и ландшафты, не используемые в настоящее время; в) для классификации ландшафтов по природным факторам формирования устанавливают следующие признаки по степени убывания таксономического ранга: степень континентальности климата, принадлежность к морфоструктурам высшего порядка (равнинные, горные), особенности макрорельефа (низкогорные, предгорные, возвышенных равнин и др.); расчлененность рельефа (расчлененные, нерасчлененные); биоклиматические различия (лесные, лесостепные, степные и др.); г) по типу геохимического режима ландшафты подразделяют на элювиальные, субаквальные, супераквальные; д) классификация по совокупности природных и антропогенных факторов дается в виде матриц наложения соответствующих факторов формирования.

В качестве рабочей картографической основы для дешифрирования были использованы растровые изображения топографической карты масштаба 1:100 000 (листы N41), изданные с 1987 по 1994 год. С учетом подхода, изложенного выше, очевидно, что ландшафтное дешифрирование космоснимков необходимо сопровождать созданием отдельных слоев, что наиболее удобно произвести с помощью геоинформационной системы. Для оценки состояния природно-антропогенных систем методически обоснован следующий порядок работ.

1. Совмещение электронных копий карт в единое растровое изображение и его векторизация в ГИС MapInfo 7.8. Выделение следующих площадных объектов ландшафта: озера, заболоченные территории, залесенные территории, земли поселений и промышленные зоны. Слои, образованные этими элементами, являются основой для класси-

Площадь природно-антропогенных ландшафтов (кв. км) в 10-ти км радиусе и их доля от общей площади площадок (%)

№ ландшафта Тип антропо- генного воздействия	Каслинская						Метлинская					
	III		IV		VI		III		IV		VI	
	кв.км	%	кв.км	%	кв.км	%	кв.км	%	кв.км	%	кв.км	%
Площадь, занятая ландшафтом	156	100	65	100	100	100	4.3	100	150.7		166	100
Сельскохозяйственный ландшафт (поля)	16.0	10.3	23.8	36.6	12.3	12.3	–		50.2	33.3	26.5	15.9
Сельскохозяйственный ландшафт (лес)	5.4	3.4	1.0	1.5	2.9	2.9	–		11.8	7.8	3.2	1.9
Лесохозяйственный ландшафт	19.6	12.5	–		6.7	6.7	–		27.1	18.0	0.7	0.4
Водохозяйственный ландшафт	59.0	37.8	10.5	16.2	–		–		13.7	9.1	3.6	2.2
Промышленный ландшафт (СЗЗ ПО «Маяк»)	10.7	6.8	–		2.4	2.4	4.2	98.4	56.0	37.1	88.4	53.3
Ландшафты поселений	21.3	13.7	–		–		–		14.8	9.8	1.5	0.9
Рекреационный ландшафт (охота и рыболовство)	108.0	69.2	31.9	49.1	25.6	25.6	–		101.9	67.6	41.0	24.7
Неиспользуемый ландшафт (ВУГЗ Минатома)	6.6	4.3	30.3	46.6	69.5	69.5	2.9	66.3	7.4	4.9	69.1	41.6

фикации природно-антропогенных ландшафтов в радиусе 30 км влияния проектируемой АЭС.

2. Географическая привязка к топооснове космоснимков в видимом диапазоне (разрешение 10-30 м) и нанесение контуров городских поселений, ближайших к площадке, а также ряда удаленных контуров озер, для совмещения их положения на слоях топоосновы и космоснимков. Приемлемое качество привязки и сравнительно медленное изменение динамичных элементов карт (контуров растительности, береговой линии и др.), позволило выделить ландшафты селитебных территорий и промобъектов, сельскохозяйственных угодий, отсутствующих на топокарте.

3. Географическая привязка почвенных карт среднего масштаба, мелкомасштабных картосхем ландшафтов, растительности к созданной топооснове и ориентировочное выделение основных родов и биоклиматических типов ландшафтов. Это позволило сузить поиски фондовых материалов и текстовых описаний.

4. Выделение уровней высот рельефа в отдельные селективные слои. Это позволило уточнить контуры родов ландшафта и создать карту геохимических рядов ландшафтов.

5. Математическая обработка отдельных слов и межслоевых комбинаций и анализ пространственного распределения различных элементов. Это, в частности, позволило достаточно объективно провести экологическое ранжирование территории.

С учетом характерной формы рельефа, его расчлененности, биоклиматического типа (подтипа) восстановленной растительности в 30-ти километровой зоне ЮУАЭС были выделены три рода горных лесных и три рода (подрода) равнинных лесостепных природных ландшафтов (таблица 1). Исходными текстовыми источниками для характеристики сопряженных геохимических ландшафтов послужили описание ландшафтов А. А. Макуниной [3] и классификация типов леса и лесорастительных условий Е. М. Фильрозе [6].

На фоне основных природных выделены природно-антропогенные ландшафты и рассчитаны общие характеристики их распределения относительно альтернативных площадок (таблица 2).

Оценки экологического состояния урбанизированных территорий обычно основаны на измерении концентраций химических элементов в средах, а для оценки антропогенного воздействия на растительность и животный мир используют структурные и функциональные показатели популяций и биоценозов. Поскольку такие исследования требуют продолжительного времени, то для оценок текущего состояния экосистем, часто используется экологическое ранжирование территории, включающее балльные оценки и матричные подходы [1]. В частности, А. Г. Емельянов [1] применял такой метод для оценки состояния экосистем в пятикилометровой зоне влияния Калининской АЭС. В первом приближении в качестве кри-

Площади земель, входящих в альтернативные площадки, ранжированные по степени антропогенной нагрузки

Степень антропогенной нагрузки	Балл	Виды и категории земель	Каслинская	Метлинская
			Площадь, км ²	
Высшая, S ₆	6	Земли промышленности, транспорта, городов, поселков, инфраструктуры, нарушенные земли	66.3 (20.7%)	187.5 (58.4%)
Очень высокая, S ₅	5	Орошаемые и осушаемые земли	–	–
Высокая, S ₄	4	Пахотные земли, ареалы интенсивных вырубок, пастбища и сенокосы, используемые нерационально	56 (17.4%)	76.7 (23.9%)
Средняя, S ₃	3	Многолетние насаждения, рекреационные земли	–	–
Низкая, S ₂	2	Сенокосы, леса ограниченного использования	41.5 (12.9%)	45.5 (14.2%)
Очень низкая, S ₁	1	Природные и неиспользуемые земли	–	–
Коэффициент относительной экологической напряженности				
$K_o = \frac{S_4 + S_5 + S_6}{S_1 + S_2 + S_3}$			2.9	5.8

терия «степени природности» ландшафтов можно оценить уровень антропогенной нагрузки по методике, разработанной в Институте географии РАН И.Б. Кочуровым [4]. Им предлагается использовать коэффициент K_o относительной экологической напряженности, как отношение площади земель с высокой и низкой степенью нагрузки. Снижение величины K_o указывает на то, что экологическое состояние улучшается. При K_o=1 можно говорить об относительном равновесии между величиной антропогенной нагрузки и потенциалом ландшафта. Результат оценки по методике [4] представлен в таблице 3. Из таблицы можно видеть, что 38% территории в радиусе 10 км от центра Каслинской площадки относится к землям высшей и высокой степени антропогенной нагрузки. Для Метлинской площадки, где значительный вклад вносят земли Восточно-Уральского заповедника, радиационно загрязненного, и зоны ПО «Маяк», этот показатель равен 82%. В соответствии с этим в 10-ти километровом радиусе Каслинской (Метлинской) площадки относительная напряженность территории составляет K_o=2,9(5,8).

Ю.П. Демаковым [5] предложена более детальная 20-ти балльная шкала оценки антропогенной нагрузки по видам использования земель (табли-

ца 4). Основным критерием здесь является интегральный показатель нарушенности земель I, зависящий от ранга нарушенности и площади нарушенных земель.

Результаты экологического ранжирования земель по методике, предложенной Ю.П. Демаковым, представлены в таблице 4. Сравнивая значения показателя нарушенности земель с соответствующей шкалой оценок нагрузок геосистем лесной зоны России (таблица 5), качественно мощность антропогенного воздействия на рассматриваемые территории в радиусе 10 км от центра Каслинской и Метлинской площадках можно оценить, соответственно, как *сильную* и *очень сильную*.

Работы, связанные с экологической оценкой альтернативных вариантов размещения значительных по масштабу воздействия объектов, таких как АЭС, требуют обработки большого массива информации, касающейся степени антропогенного воздействия на ландшафты и анализа их устойчивости. Опыт показал, что оптимальным решением в этом случае является дешифрирование космоснимков с сохранением в базе пространственных данных всех индивидуальных контуров, а также одновременное выделение геохимических ландшафтов и географической привязкой разного рода

Экологическое ранжирование земель альтернативных площадок в радиусе 10 км

Вид использования земель	Ранг нарушенности R_i	Площадь земель S_i км ²	
		Каслинская	Метлинская
Неиспользуемые земли	0	–	–
Защитные леса, заказники	1	–	–
Нац. парки, памятники природы, леса зеленых зон	2	–	–
Леса II группы	3	41.5	45.5
Интенсивно разрабатываемые леса III группы	4	–	–
Луга, сенокосы, пастбища (естественные и культурные)	5	6.67	22.3
Объекты интенсивной рекреации	6	–	–
Сады и индивидуальные садово-огородные участки	7	4.42	–
Интенсивно обрабатываемые пахотные земли	8	49.33	53.58
Возделываемые земли с осушительными системами	9	–	–
Возделываемые земли с оросительными системами	10	–	–
Сельская и пригородная усадебная застройка	11	0.15	5.4
Железные и автомобильные дороги, включая полосы отчуждения	12	4.1	2.36
Водохранилища и пруды	13	–	–
Малопромышленные города и рабочие поселки	14	9.34	1.09
Зоны разработок минерального сырья	15	–	–
Свалки бытовых отходов	16	0.18	–
Индустриальные центры (ИЦ) металлургического производства	17	0.24	–
ИЦ химического производства	18	–	–
ИЦ горно-обогатительного производства	19	–	–
Радиационно загрязненные территории (ВУЗ и СЗЗ Маяка)	20	48	178.6
Полигоны промышленных и радиоактивных отходов (СЗЗ Маяка)	20	–	116.7
Интегральный показатель нарушенности земель	$I = \frac{\sum_{i=1}^{20} R_i \times S_i}{\sum_{i=1}^{20} S_i}$	10.57	14.09

тематической информации. Комбинация контуров природных и антропогенных компонентов ландшафта в различных сочетаниях позволяет не только детально классифицировать ландшафты, но и произвести экологическое ранжирование территорий по степени антропогенной нагрузки. В дан-

ном исследовании показано, что относительная экологическая напряженность территории Метлинской площадки в 1,5-2 два раза выше, чем на Каслинской. Аналогичным образом суперпозиция основных и переходных геохимических типов ландшафтов и типов растительности позволила нам

Шкала антропогенных нагрузок [1]

Мощность антропогенного воздействия	Средний балл нарушенности	Тип геосистемы
Незначительная	0 – 4.0	Условно коренной неэксплуатируемый
Слабая	4.1 – 7.0	Лесохозяйственный
Средняя	7.1 – 10	Аграрно-лесохозяйственный
Сильная	10.1 – 13.0	Индустриально-аграрный
Очень сильная	Более 13	Индустриальный

оценить геохимическую устойчивость лесных ландшафтов к органическому и минеральному загрязнению и обосновать разновидности ландшафтов, наиболее подходящих для мониторинга воздействия планируемой для возведения АЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов А.Г. Основы природопользования / А.Г. Емельянов. – М.: Академия, 2006. – 304 с.
2. Жучкова В.К. Методы комплексных физико-географических исследований / В.К. Жучкова, Э.М. Раковская. – М.: Академия, 2004. – 368 с.
3. Макунина А.А. Ландшафты Урала / А.А. Макунина. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 158 с.

Абдуллаев Санжар Муталович
кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой природопользования Челябинского государственного университета, E-mail: ecolcsu@gmail.com

Ленская Ольга Юрьевна
кандидат географических наук, доцент кафедры природопользования Челябинского государственного университета, E-mail: ecolcsu@gmail.com

Грачева Ираида Викторовна
зав. учебной лабораторией экологического мониторинга, старший преподаватель кафедры природопользования Челябинского государственного университета, E-mail: ecolcsu@gmail.com

4. Районирование территории России по степени экологической напряженности / Б.И. Кочуров [и др.] // Изв. РАН. Сер. География. – 1994. – № 1. – С. 61-67.

5. Теоретические и практические аспекты устойчивого природопользования: управление, принципы организации природно-хозяйственных систем, ландшафтное планирование / Ю.П. Демаков [и др.]. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 404 с.

6. Фильрозе Е.М. Схема генетической классификации типов леса тайги восточного макросклона Южного Урала и северной лесостепи Восточноуральского пенепплена / Е.М. Фильрозе // Тр. ин-та экологии растений и животных. – Свердловск: УФ АН СССР, 1967. – Вып. 53. – С. 119-155.

Abdullayev Sanjar Mutalovitch
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the chair of management of nature of the Chelyabinsk State University, E-mail: ecolcsu@gmail.com

Lenskaya Olga Yur'yevna
Candidate of Geography, assistant professor of the chair of management of nature of the Chelyabinsk State University, E-mail: ecolcsu@gmail.com

Gracheva Iraida Victorovna
Head of the learning laboratory for environmental monitoring, senior lecturer of the management of nature of the Chelyabinsk State University, E-mail: ecolcsu@gmail.com