

Геоэкологические оценка и мониторинг территории: технология на основе ландшафтного картографирования антропогенных геокомплексов*

С. В. Осипов, А. А. Гуров

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
Российская Федерация, 690041, Владивосток, ул. Радио, 7

Для цитирования: Осипов, С. В., Гуров, А. А. (2022). Геоэкологические оценка и мониторинг территории: технология на основе ландшафтного картографирования антропогенных геокомплексов. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле*, 67 (4), 631–651. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2022.405>

Цель исследования — оформить методологию оценки состояния и мониторинга территории на основе ландшафтного картографирования антропогенных геокомплексов/геосистем. Алгоритм и технологическая схема оценки состояния и мониторинга территории предполагают выполнение следующих действий: 1) определение территориального уровня и примерного масштаба картографирования антропогенных геокомплексов; 2) выбор классификации антропогенных геокомплексов и ее доработка; 3) разработка геоинформационной системы и подготовка слоя (картографирование) антропогенных геокомплексов выбранного уровня; 4) характеристика и оценка состояния заданной территории на основе анализа карты и спектров антропогенных геокомплексов; 5) сравнительный анализ состояния территории в разные моменты времени — мониторинг — повторяет блоки 3 и 4 на другой момент времени. Развита структурно-функциональная классификация антропогенных геокомплексов. Разработана геоинформационная система «Антропогенные геокомплексы Приморского края». Ее основное содержание образует набор слоев «антропогенные урочища», выполненный для всей территории Приморского края, а также «антропогенные фации», «антропогенные местности» и «антропогенные ландшафты», которые подготовлены для ключевых районов. Карта антропогенных геокомплексов/геосистем — важнейшая составляющая рассматриваемой технологии. Незаменимость карты техноприродных, природно-технических и технических фаций, урочищ, местностей или ландшафтов в том, что она дает разноплановое, комплексное представление о наиболее преобразованных деятельностью человека геокомплексах, их разнообразии, динамике, соотношении, распространении. Эта карта позволяет оценивать состояние и отслеживать изменения важнейших комплексных характеристик территории, прежде всего характера и степени освоенности. Такая карта хорошо дополняет любую технологию оценки состояния и мониторинга территории. При картографировании антропогенных (технических, природно-технических и техноприродных) геокомплексов, когда природные геокомплексы не затрагиваются, требуются существенно меньшие трудовые и временные затраты на создание геоинформационной системы и подготовку карты. В этом случае картографирование только антропогенных геокомплексов является очень информативным экспресс-методом оценки, анализа, мониторинга.

Ключевые слова: техногенный геокомплекс, мониторинг, геосистема, ландшафт, урочище, структура, освоенность территории, фрагментация ландшафтов, геоинформационная система.

* Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-05-00086).

1. Постановка проблемы

Геоэкологическая оценка и мониторинг состояния природной среды — интенсивно развивающаяся область науки и технологии (Грин и Мухина, 1989; Зяткова и Лесных, 2004; Groom, 2004; Hurford and Schneider, 2006; Mueller et al., 2016; др.). Точнее, это область пересечения многих научных дисциплин (гео- и гидрохимии, ботаники, зоологии, микробиологии, радиобиологии, почвоведения и др.) и целого ряда технологий (ГИС- и ГИАС-технологий, дистанционного зондирования, биотестирования и др.). Немало методов (химических, биологических, геологических) составляют основу современного геоэкологического мониторинга. При этом ландшафтное картографирование играет явно недостаточную роль, и с таким положением дел трудно согласиться.

Существующее многообразие промышленных, сельскохозяйственных, селитебных, отвальных и других антропогенных геокомплексов (в особенности фаций, урочищ и местностей) в настоящее время необозримо из-за неразработанности вопросов их систематизации. Существующая неразвитость и недостаточность классификаций антропогенных геокомплексов является существенным сдерживающим фактором, ограничивающим содержание различных (универсальных и специализированных) географических карт и геоинформационных систем, в особенности для полностью антропогенно измененных и фрагментированных природно-антропогенных территорий.

Приморский край и Дальний Восток России — развивающиеся регионы. Налицо интенсивное и экстенсивное освоение территории, при котором быстро происходят фрагментация и поляризация ландшафтов. В такой динамичной ситуации комплексный ландшафтный мониторинг особенно актуален.

Цель данной работы — оформить методологию оценки состояния и мониторинга территории на основе ландшафтного картографирования антропогенных геокомплексов/геосистем.

Задачи — представить геоинформационную систему «Антропогенные геокомплексы Приморского края»; изложить результаты классификации и картографирования антропогенных геокомплексов; показать приемы анализа геоэкологического состояния территории на основе карты и спектров антропогенных геокомплексов; наметить алгоритм и технологическую схему оценки состояния и мониторинга территории.

2. Материалы, подходы, методы

«Мониторинг — слежение за какими-то объектами или явлениями в приложении к среде жизни» (Реймерс, 1990, с. 289). Развиваемое в настоящей работе направление геоэкологических оценки и мониторинга состояния территории в качестве своей методологической основы использует прежде всего разделы ландшафтоведения, посвященные антропогенным, техногенным, геотехническим и подобным им комплексам или системам (Ретеюм и др., 1972; Мильков, 1973; 1986; Преображенский, 1978; Федотов, 1985; Тютюнник, 1991; 2017; Николаев, 2005; др.).

Экспедиционные исследования проведены в Приморском крае в 2010–2012 и 2018–2020 гг. на основе классических методов полевых исследований ландшафта.

шафтов, почвенного и растительного покровов. Охвачены мозаичные природно-антропогенные территории с развитыми промышленными, селитебными, транспортными, сельскохозяйственными, рекреационными и другими антропогенными геокомплексами, довольно слабо изученными в регионе и мире. Выполнено описание более 600 основных и картировочных точек, организованных в ландшафтные трансекты (профили). Составлены полевые картосхемы 11 ключевых районов. Выполнена заверка разномасштабных ландшафтных карт.

В пакете программ ArcGIS 10 подготовлена геоинформационная система «Антропогенные геокомплексы Приморского края». Основные картографические слои созданы на основе оригинальных материалов полевых исследований, космических снимков, опубликованных карт и литературных данных. Набор слоев «Фации» ориентирован на масштаб 1 : 5000, набор слоев «Урочища» — 1 : 50 000, набор слоев «Местности» — 1 : 200 000, набор слоев «Ландшафты» — 1 : 1 000 000. Главное внимание при картографировании уделено антропогенным (техноприродным, природно-техническим и техническим) геокомплексам. В то же время авторы уделили значительное внимание сплошному картографированию природно-антропогенных территорий, охватывая все разнообразие не только антропогенных, но и природных геокомплексов (Осипов и Гуров, 2018; Гуров и др., 2022). Мозаики космических снимков взяты из общедоступных источников — «Google maps» и «Яндекс Карты». При картографировании городов широко задействованы приложения «Яндекс Карты» и «2ГИС». Использованы топографические карты масштабов 1 : 100 000, 1 : 50 000 и 1 : 25 000. Для ключевых районов на основе разновременных космических и аэрофотоснимков проведен картографический анализ изменений ландшафтного покрова. Предложена группа показателей геоэкологического состояния, характера и степени освоенности территории, которая основана на разнообразии и соотношении разных классов геокомплексов.

Уже в начале исследования стало очевидным, что вопросы классификации антропогенных геокомплексов проработаны явно недостаточно, и это создаст проблемы при картографировании и мониторинге. Поэтому классификационным вопросам уделено самое пристальное внимание. Хотя в систематике геокомплексов наиболее широко используется генетический подход, задачам геоэкологического мониторинга больше соответствует структурно-функциональное направление. Структурно-функциональные классификации геокомплексов, ставшие классическими, предложены многими учеными (Глазовская, 1964; Мильков, 1986; 1990; Перельман, 1975; Перельман и Касимов, 1999; Исаченко, 1985; Николаев, 2005; и др.). Новые разработки структурно-функциональных классификаций в основном связаны с развитием геоинформационных технологий картографирования ландшафтного покрова (Groom, 2004; Gregorio and Jansen, 1998; Mûcher et al., 2010; Giri, 2012; Van der Zanden et al., 2016). Разработки авторов частично опубликованы (Осипов и Гуров, 2018; 2019).

Огромное разнообразие геокомплексов предопределяет иерархическую форму классификации. Так как более или менее признанная система классификационных рангов отсутствует, в особенности в структурно-функциональном подходе и для антропогенных геокомплексов, нами приняты цифровые обозначения классификационных рангов. Термин «класс» используется как безранговый, применимый к классификационным единицам любого ранга.

3. Результаты и их обсуждение

Авторами разработана геоинформационная система «Антропогенные геокомплексы Приморского края». В настоящее время ее основное содержание составляют следующие наборы слоев: «Антропогенные фации» (более 600 полигонов); «Антропогенные урочища» (около 25 300); «Антропогенные местности» (около 400); «Антропогенные ландшафты» (около 100 полигонов). «Фации», «Местности» и «Ландшафты» подготовлены для ключевых районов, «Урочища» — для всей территории Приморского края (рис. 1, 2)¹. Также в геоинформационную систему входят слои с космоснимками, речной сетью, транспортной сетью, населенными пунктами, административным делением Приморского края.

В табл. 1 приведена классификация урочищ, отображенных на карте антропогенных (техноприродных, природно-технических и технических) урочищ Приморского края (рис. 1).

Карта антропогенных урочищ Приморского края, отображая состояние территории на 2017–2019 гг., служит важнейшей основой для сравнительного анализа и с более поздними, и с предыдущими состояниями. На основе сравнения ландшафтных карт, подготовленных по аэро- и космоснимкам разного времени, проведен ретроспективный мониторинг антропогенных геокомплексов и динамики ландшафтного покрова ключевых районов (рис. 3, табл. 2).

Для ключевого района «Дальнегорск» общая площадь антропогенных геокомплексов за рассматриваемый период немного увеличилась. Наиболее заметно возросла площадь отвалов поверхностных горных пород (№ 40). Также расширилась среднеэтажная производственная (№ 5) и жилая (№ 10) застройка на покатых участках, во многом за счет пригородов на покатых участках (№ 32). Увеличилась площадь долинно-речных водохранилищ (№ 50). Типологический набор урочищ почти не изменился (табл. 2, рис. 3).

Карта антропогенных геокомплексов и ландшафтный спектр дают весьма разноплановое представление об особенностях воздействия народонаселения на природу региона, о характере и степени освоенности рассматриваемой территории. На основе карты и спектра целесообразно ввести ряд показателей освоенности территории. Наглядным качественным показателем может быть соотношение площадей четырех категорий геокомплексов/геосистем разной степени искусственности — естественности: технических — природно-технических — техноприродных — природных (Осипов и Гуров, 2019). Так, для Приморского края (его площадь 164 673 км²) показатель имеет вид 13:929:11793:151938. Это означает, что технические урочища занимают 13 км², природно-технические — 929 км², техноприродные — 11 793 км² и природные — 151 938 км². Сделать показатель более наглядным можно, разделив его составляющие на наименьшее значение (в данном случае на 13), которое становится равным единице, а показатель принимает вид: 1:71:907:11 688. Причем характер освоенности территории может быть легко детализирован с необходимыми содержательными подробностями, если использовать подобные соотношения более дробных классов геокомплексов. В отличие от многих других показателей (таких, как плотность населения, доля обрабатываемых

¹ На рисунках карты (картографические слои) воспроизведены в системе координат Pulkovo 1942.

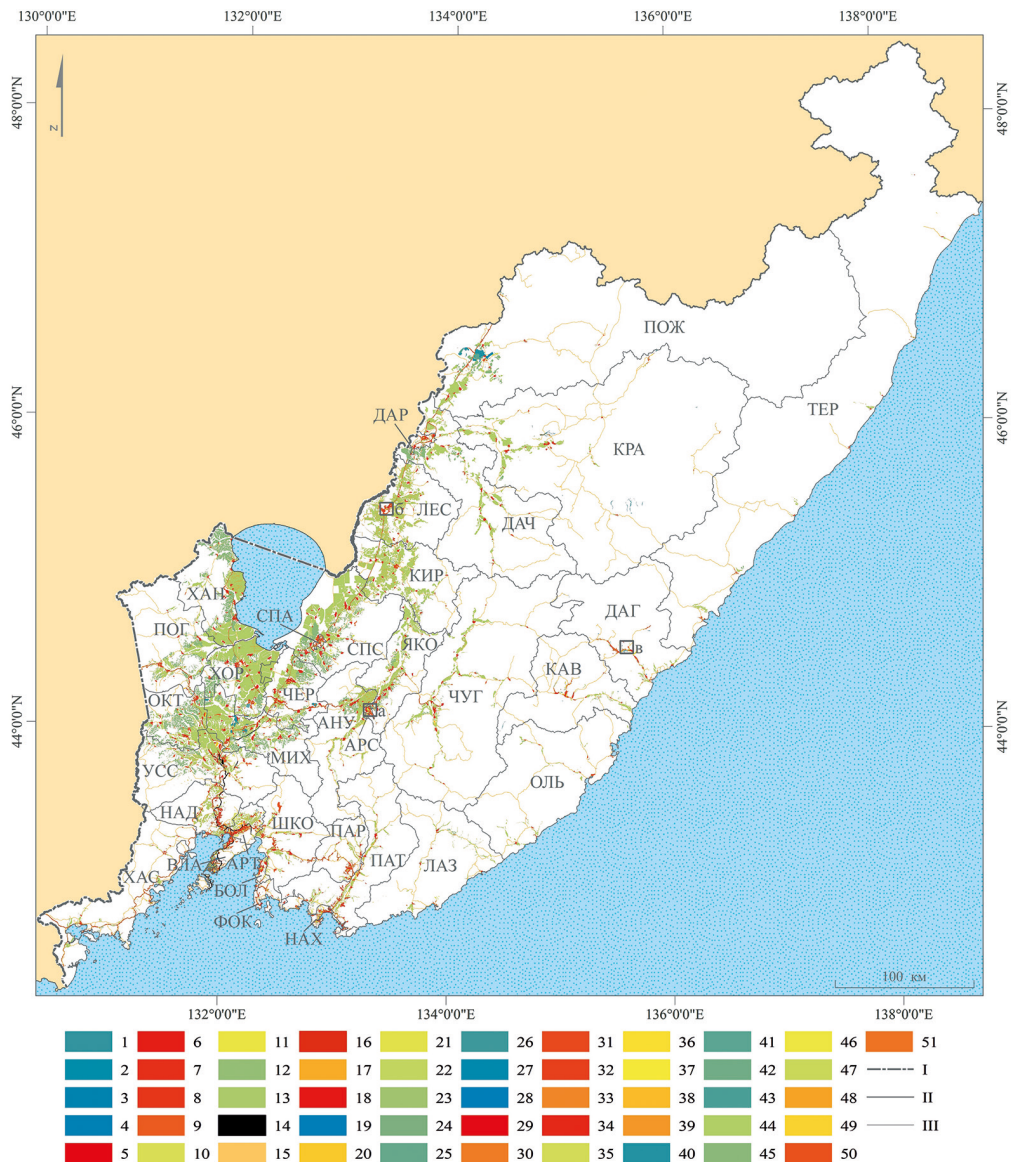


Рис. 1. Уменьшенное изображение карты (картографического слоя) антропогенных (техноприродных, природно-технических и технических) урочищ Приморского края

Муниципальные образования — городские округа (ГО), муниципальные округа (МО) и муниципальные районы (МР): АНУ — МО Анучинский; АРС — ГО Арсеньевский; АРТ — ГО Артёмовский; БОЛ — ГО Большой Камень; ВЛА — ГО Владивостокский; ДАГ — ГО Дальнегорский; ДАР — ГО Дальнереченский; ДАЧ — МР Дальнереченский; КАВ — МР Кавалеровский; КИР — МР Кировский; КРА — МР Красноармейский; ЛАЗ — МО Лазовский; ЛЕС — ГО Лесозаводский; МИХ — МР Михайловский; НАД — МР Надеждинский; НАХ — ГО Находкинский; ОКТ — МО Октябрьский; ОЛЬ — МР Ольгинский; ПАР — ГО Партизанский; ПАТ — МР Партизанский; ПОГ — МО Пограничный; ПОЖ — МР Пожарский; СПА — ГО Спасск-Дальний; СПС — МР Спасский; ТЕР — МО Тернейский; УСС — ГО Уссурийский; ФОК — ГО Фокино; ХАН — МО Ханкайский; ХАС — МР Хасанский; ХОР — МО Хорольский; ЧЕР — МР Черниговский; ЧУГ — МО Чугуевский; ШКО — МР Шкотовский; ЯКО — МР Яковлевский. Ключевые районы: а — «Арсеньев»; б — «Лесозаводск», в — «Дальнегорск». Границы: I — государственная Российской Федерации; II — субъекта Российской Федерации Приморского края; III — муниципальных образований Приморского края. Легенда карты дана в табл. 1. Состояние территории на 2017–2019 гг.

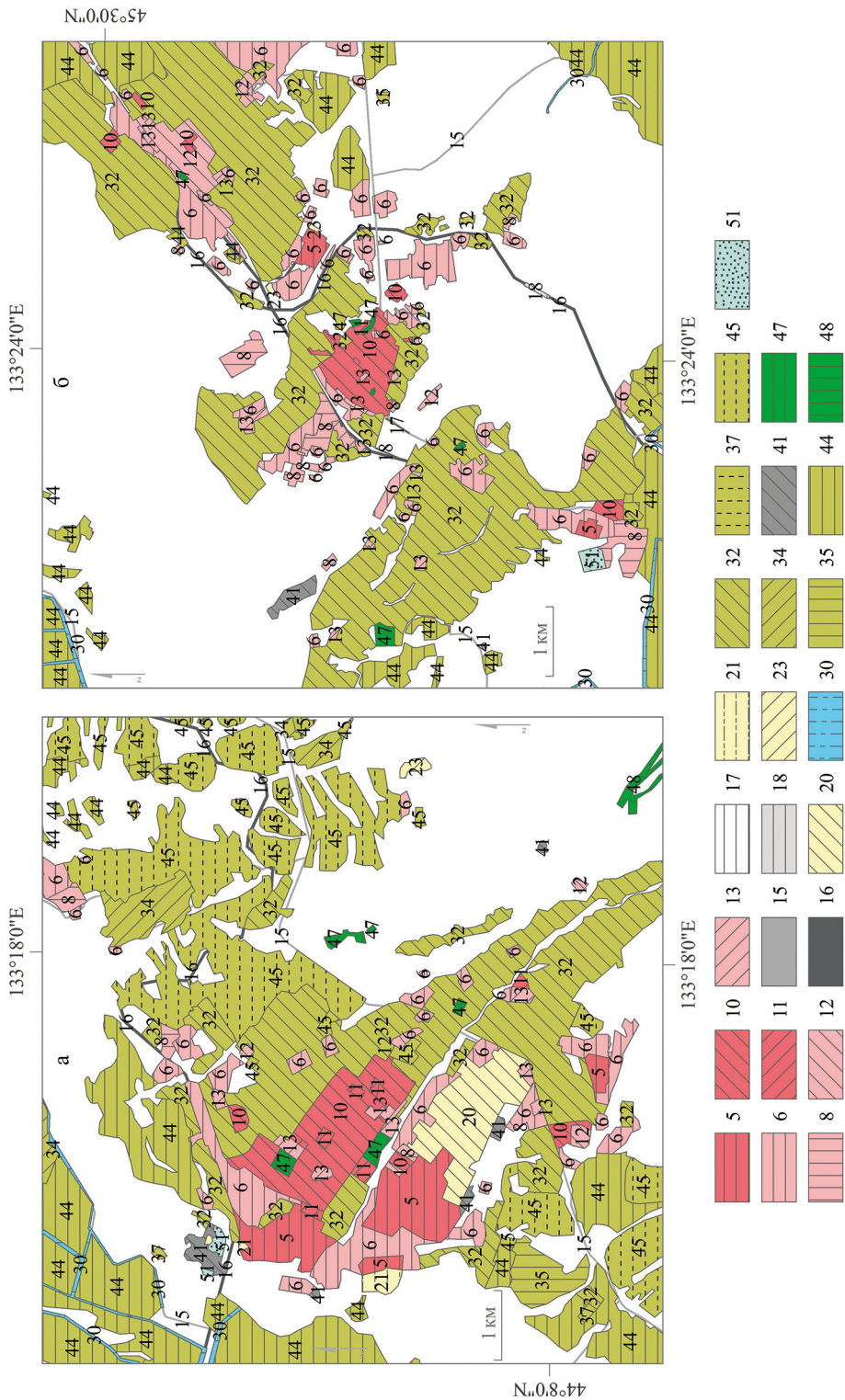


Рис. 2. Фрагменты карты (картографического слоя) антропогенных (техноприродных, природно-технических и технических) урочищ Приморского края. Ключевые районы: а — «Арсеньев»; б — «Лесозаводск» (см. рис. 1). Легенда карты дана в табл. 1. Ряд фрагментов карты приведен в других работах авторов (Осипов и Гуров, 2019; Гуров и др., 2022)

Таблица 1. Классификация антропогенных урочищ Приморского края (легенда к карте на рис. 2), площадь и число выделов (полигонов)

Классы II ранга	Классы III ранга	Классы IV ранга	Классы V ранга	Площадь, км ²	Число, шт.
Технические наземные	Промышленные зоны с плотной технической инфраструктурой	Промышленные зоны с многоэтажной застройкой	1. Многоэтажная производственная застройка на покатах участках	1	8
			*Многоэтажная застройка с действующими строениями на покатах участках	0	1
	Городские районы с высотной и многоэтажной застройкой	Городские районы с многоэтажной застройкой	3. Многоэтажная жилая застройка на покатах участках	11	342
			4. Многоэтажная застройка общественными зданиями на покатах участках	0	32
	Промышленные зоны с разреженной технической инфраструктурой	Промышленные зоны со средне- и малоэтажной застройкой	5. Среднеэтажная производственная застройка на покатах участках	25	146
			6. Малоэтажная производственная застройка на покатах участках	228	2580
			7. Среднеэтажная застройка с действующими строениями на покатах участках	1	13
			8. Малоэтажная застройка с действующими строениями на покатах участках	64	525
			*Форты	0	8
			*Форты	39	483
Природно-технические наземные	Городские районы со средне- и малоэтажной застройкой	Городские районы со среднеэтажной застройкой	10. Среднеэтажная жилая застройка на покатах участках	5	200
			11. Среднеэтажная застройка общественными зданиями на покатах участках	88	1166
	Городские районы с малоэтажной застройкой	Городские районы с малоэтажной застройкой	12. Малоэтажная жилая застройка на покатах участках	37	1353
			13. Малоэтажная застройка общественными зданиями на покатах участках	10	8
	Транспортные магистрали	Наземные магистрали	14. Автодороги I категории	178	2440
			15. Автодороги II-V категорий	59	509
			16. Железные дороги	1	74
			17. Мосты автодорожные	0	65
			18. Мосты железнодорожные	0	5
			19. Тоннели железнодорожные	34	40
20. Аэродромы					

Классы II ранга	Классы III ранга	Классы IV ранга	Классы V ранга	Площадь, км ²	Число, шт.			
Природно-технические земноводные	*Отвалы и разливывы промышленных и бытовых отходов	Отвалы шламовые	21. Отвалы шламовые	14	25			
		Золоотвалы	22. Золоотвалы	6	2			
		Отвалы бытовых отходов	23. Отвалы (свалки) бытовых отходов	2	39			
Природно-технические земноводные	* Водотоки технологические	Плотины	24. Плотины малые	2	42			
		Причалы	25. Причалы морские	3	228			
		Водоёмы технологические	26. Причалы речные и озерные	0	3			
		* Водотоки технологические	Водоёмы-охладители	27. Водоёмы-охладители	10	2		
			Отстойники	28. Отстойники	1	2		
		* Водотоки технологические	*Канализованные русла рек	Каналы гидротехнические	29. Каналы гидротехнические	0	10	
				Водоводные траншеи	30. Ирригационные траншеи	120	305	
		Техноприродные наземные	Природные, сельские и дачные районы	Сельские поселения	31. Канализованные русла рек	3	26	
					Пригороды	32. Пригороды на покатах участках	279	621
					Пригородные, сельские и дачные районы	33. Пригороды на покатах участках	7	75
34. Сёла и деревни на покатах участках	757					1262		
Площадки	Пустыри и площадки с отдельными недействующими строениями				35. Дачи на покатах участках	96	302	
					36. Дачи на покатах участках	6	120	
					37. Сельскохозяйственные строения на покатах участках	29	418	
Площадки	Насыпи и отвалы горных пород				Производственные площадки	38. Производственные площадки	16	703
					Обнажения горных пород	39. Площадки покаты с отдельными недействующими строениями	1	72
						40. Отвалы поверхностных горных пород	112	179
		Обнажения горных пород	Обнажения горных пород	41. Обнажения рыхлых горных пород покаты	60	411		
				42. Обнажения рыхлых горных пород крутые	7	86		
				43. Обнажения скальных горных пород крутые	5	31		

	Сельскохозяйственные земли	Сельскохозяйственные поля	44. Сельскохозяйственные поля в речных долинах	7950	6524
	* Сакральные места	Кладбища и мемориалы	45. Сельскохозяйственные поля на покатых склонах	2377	3078
	* Рекреационные и тренировочные комплексы на местности	Парки и скверы	46. Кладбища	7	50
		Спортивные и тренировочные комплексы на местности	47. Парки и скверы на покатых участках	5	174
		Пляжные зоны	48. Спортивные и тренировочные комплексы на местности	3	63
			49. Пляжи морские	1	28
Техноприродные земноводные	Водоёмы мелководные антропогенные	Мелководные водохранилища и мелководья водохранилищ	50. Долинно-речные водохранилища	51	78
		Водоёмы в карьерах, котлованах и т. п.	51. Водоёмы в карьерах и котлованах	24	323
Всего выделов (полигонов):					
в том числе					
технических					
природно-технических					
техноприродных					
				12735	25280
				13	383
				929	10 299
				11 793	14598

* Переходные классы (Осипов, 2020).

Примечание. Средний размер выдела (полигона) на карте антропогенных урочищ Приморского края 0.5 км². Площадь антропогенных (технических, природно-технических и техно-природных) урочищ составляет 7.7 % территории Приморского края.

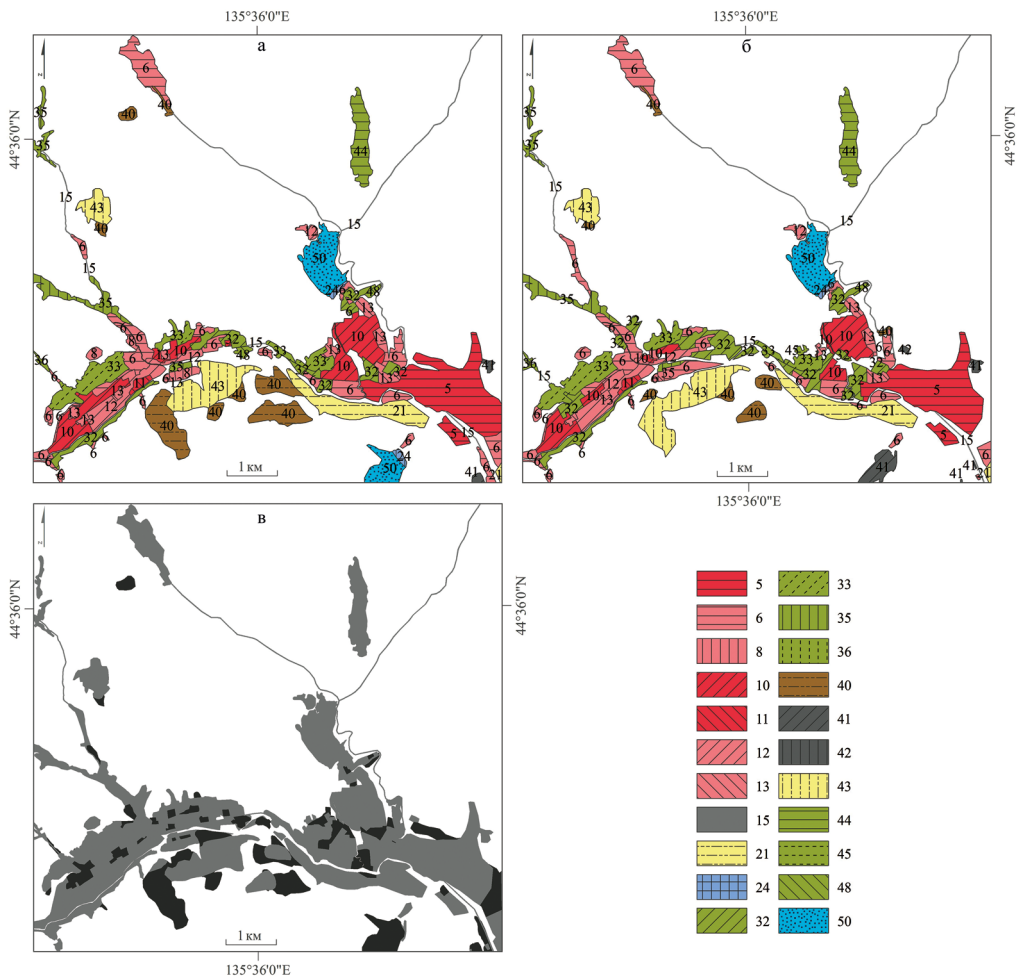


Рис. 3. Карты (картографические слои) антропогенных (техноприродных, природно-технических и технических) урочищ ключевого района «Дальнегорск» в 2017 г. (а) и 1982 г. (б) (Гуров, 2019). Легенда карты дана в табл. 1 и 2. Изменения в ландшафтном покрове ключевого района за период 1982–2017 гг. (в) отражают урочища, изменившие свою классификационную принадлежность, они показаны темно-серым цветом; светло-серым цветом показаны антропогенные урочища, не изменившие свою классификационную принадлежность

земель, стоимость продукции на единицу площади, объем производства и т.д.), ландшафтный спектр и ландшафтная карта ясно отражают и положительные итоги преобразования территории, и результаты негативного воздействия на геокomплексы, показывая наличие и площади различных непреднамеренно трансформированных и постхозяйственных ландшафтов (Николаев, 2005): опустошенных, загрязненных и им подобных.

Приведем четыре элементарных и при этом весьма информативных количественных показателя освоенности территории (табл. 3): 1) доля антропогенных геокomплексов — отношение площади антропогенных геокomплексов к площади рассматриваемой территории; 2) доля искусственных геокomплексов — отношение площади искусственных геокomплексов к площади рассматриваемой

Таблица 2. Ландшафтные спектры антропогенных урочищ ключевого района «Дальнегорск» в 1982 и 2017 гг.

Класс урочищ	Площадь, км ²	
	2017	1982
5. Среднеэтажная производственная застройка на покатых участках	2.3	1.9
6. Малоэтажная производственная застройка на покатых участках	2.4	2.4
8. Малоэтажная застройка с недействующими строениями на покатых участках	0.2	–
10. Среднеэтажная жилая застройка на покатых участках	1.7	1.3
11. Среднеэтажная застройка общественными зданиями на покатых участках	0.1	0.1
12. Малоэтажная жилая застройка на покатых участках	0.7	0.7
13. Малоэтажная застройка общественными зданиями на покатых участках	0.5	0.4
15. Автодороги II–V категорий	0.2	0.2
21. Отвалы шламовые	1.1	1.1
24. Плотины малые	0.1	0.0
32. Пригороды на покатых участках	1.0	1.7
33. Пригороды на крутых участках	1.1	1.1
35. Дачи на покатых участках	0.9	0.9
36. Дачи на крутых участках	0.1	0.0
40. Отвалы поверхностных горных пород	1.6	0.5
41. Обнажения рыхлых горных пород покатые	0.1	0.3
42. Обнажения рыхлых горных пород крутые	0.1	0.0
43. Обнажения скальных горных пород крутые	1.3	1.4
44. Сельскохозяйственные поля в речных долинах	0.5	0.5
45. Сельскохозяйственные поля на покатых склонах	0.0	0.0
48. Спортивные и тренировочные комплексы на местности	0.1	0.0
50. Долинно-речные водохранилища	1.1	0.7
Итого	16.9	15.3

Примечание. Ландшафтным спектром называется набор и соотношение классов геокомплексов. Обозначение 0.0 указывает на то, что класс занимает площадь менее 0.05 км²

территории; 3) отношение площади антропогенных геокомплексов к площади природных; 4) отношение площади искусственных геокомплексов к площади естественных. Площади и соотношения площадей дают корректные количественные оценки, абсолютные и относительные. Диапазон значений первого и второго показателей изменяется от 0 до 1, значение 1 соответствует максимальной освоенности территории. Диапазон значений третьего и четвертого показателей изменяется от 0 до бесконечности, большее значение соответствует большей освоенности территории. Третий показатель не может быть использован, если $N = 0$, четвертый — если $tN + N = 0$. Показатели 1–4 являются показателями об-

щей освоенности территории. Показатели 5–7 отражают доли крупных категорий антропогенных геокомплексов: технических, природно-технических и техноприродных. Их значения показывают, что среди антропогенных урочищ Приморского края доля технических составляет 0.1 %, природно-технических — более 7 %, техноприродных — около 93 % (см. табл. 3).

Таблица 3. Элементарные показатели (коэффициенты) освоенности территории и их значения для Приморского края (на основе карты и спектра антропогенных геокомплексов)

Показатель (индекс)	Формула	Значение
I_1	$(T+nT+tN)/(T+nT+tN+N)$	0.0773
I_2	$(\frac{T}{T+nT+tN}) / (\frac{T}{T+nT+tN} + \frac{nT}{T+nT+tN} + \frac{tN}{T+nT+tN})$	0.0057
I_3	$(T+nT+tN)/N$	0.0838
I_4	$(T+nT)/(tN+N)$	0.0058
I_5	$T/(T+nT+tN)$	0.0010
I_6	$nT/(T+nT+tN)$	0.0729
I_7	$tN/(T+nT+tN)$	0.9261

Примечание. Ряд геокомплексов/геосистем по степени искусственности — естественности: T (technical) — технические, nT — природно-технические, tN — техноприродные, N (natural) — природные. $T+nT$ — искусственные, $tN+N$ — естественные, $T+nT+tN$ — антропогенные геокомплексы/геосистемы.

На основе карты антропогенных урочищ (см. рис. 1) для всех муниципальных образований, формирующих административно-территориальное деление и слагающих территорию Приморского края, построен спектр площадей, занимаемых урочищами каждого класса. В табл. 4 из 51 класса в легенде карты отобраны 13 ведущих классов урочищ, входящих в первые десятки (top-10) по площади или по числу контуров, и из 34 муниципальных образований отобраны 16 ведущих, входящих в первые десятки по значениям показателей освоенности I_1 или I_2 .

Среди антропогенных геокомплексов в Приморском крае существенно преобладают два класса сельскохозяйственных полей (№ 44 и 45): в речных долинах и на покатых склонах, а также сельские поселения — сёла и деревни на покатых участках (№ 34) (табл. 1 и 4). Ведущий класс V ранга составляет 62 % от площади антропогенных геокомплексов Приморского края, три первых класса V ранга — 87 %. То есть преобладание (доминирование) ведущих классов (одного и трех) выражено весьма сильно. В то же время ясно выражен «хвост» спектра: из 49 классов V ранга 37 имеют площадь 0 % и еще 6 классов — 1 % (округление проведено до целых значений). В более обобщенном виде, основываясь на классах III ранга (см. табл. 1), отметим, что в спектре преобладают те же сельскохозяйственные земли (10 327 км²), за ними следуют пригородные, сельские и дачные районы (1 174 км²), промышленные зоны с разреженной технической инфраструктурой (317 км²). Ведущий класс III ранга составляет 81 % от площади антропогенных геокомплексов Приморского края, три первых класса — 93 %.

Среди муниципальных образований максимальная доля антропогенных геоконплексов (I_1) — у Арсеньевского городского округа, 75 % (табл. 4), минимальная — у Тернейского муниципального района, 0 %. Максимальная доля искусственных геоконплексов (I_2) также у Арсеньевского городского округа, 29 %, минимальная — у Тернейского муниципального округа, 0 %. Среди десяти первых по показателю I_1 представлены как городские округа (главным образом небольшие, но с застроенной территорией), так и муниципальные округа и районы (также не самые большие, но с высокой долей сельскохозяйственных угодий) (табл. 4). По показателю I_2 в ведущую десятку попадают 9 (из 12) городских округов и Надеждинский муниципальный район, являющийся частью Владивостокской агломерации.

Столичный Владивостокский городской округ по показателю I_1 занимает 12-е место, по показателю I_2 — 3-е место. Значение показателя I_1 невысокое (24 %) и показывает, что в границах городского округа площадь природных геоконплексов примерно в три раза больше площади антропогенных. Обращает внимание, что большое число классов геоконплексов во Владивостокском городском округе представлены максимальными среди муниципальных образований Приморского края значениями площадей (табл. 4). Это многоэтажная застройка на покатых участках: жилая (№ 3) и общественными зданиями (№ 4); среднеэтажная застройка на покатых участках: жилая (№ 10) и общественными зданиями (№ 11); малоэтажная застройка на покатых участках: производственная (№ 6), жилая (№ 12) и общественными зданиями (№ 13); автодороги I категории (№ 14); производственные площадки (№ 38); парки и скверы на покатых участках (№ 47); отвалы бытовых отходов (№ 23); др. Пожарский муниципальный район, один из малоосвоенных (по показателям I_1 и I_2 он занимает 30 место), также характеризуется значительным числом классов геоконплексов с максимальными для муниципальных образований значениями площадей. Это отвалы поверхностных горных пород (№ 40), обнажения рыхлых горных пород покатые (№ 41), водоемы-охладители (№ 27), др.

Вообще табл. 4 дает разноплановое представление о структуре ландшафтного покрова и позволяет использовать разнообразные приемы качественного и количественного анализа, в частности группировать муниципальные образования по отдельным геоэкологическим параметрам и спектрам в целом.

Карта антропогенных геоконплексов и ландшафтный спектр весьма полно отражают характер и степень антропогенной фрагментации ландшафтного покрова. Так, в Приморском крае горные ландшафты в основном сохранились как природные, они представляют собой обширные территории и слабо фрагментированы. В общий фон горных природных ландшафтов вкраплены техноприродные, природно-технические и технические геоконплексы: населенные пункты, отвалы и обнажения горных пород, сельскохозяйственные поля. Более заметный эффект фрагментации связан с наземными транспортными магистралями. В настоящее время хорошо изучено разноплановое влияние автодорог на биоту и окружающую среду (Coffin, 2007; Benítez-López et al., 2010; Santos et al., 2016). Но при малой, а также средней частоте движения автотранспорта врезанные в природные ландшафты автодороги не являются непреодолимыми преградами для животных. В отличие от горных, преимущественно природных, равнинные ландшафты в основном превратились в техноприродные и природно-технические, они преобразованы сельским хозяйством, развитием поселений, строительством транспортных магистралей, добычей минеральных ресурсов. Высо-

Таблица 4. Спектры площадей антропогенных урочищ Приморского края: 13 ведущих классов урочищ по площади и/или по числу контуров и 16 муниципальных образований, имеющих наиболее высокие значения показателей освоённости I_1 и/или I_2

Головная часть спектров: 13 ведущих классов по площади или числу контуров	Площадь, км ² (ранг)	Число контуров (ранг)	Муниципальные образования (головная часть спектров с наиболее высокими значениями показателей освоённости I_1 или I_2)															
			ТО Арсеньевский	МО Хорольский	ТО Спасск-Дальний	МО Октябрьский	ТО Артёмовский	МО Ханкайский	МР Михайловский	МР Черниговский	МР Спасский	ТО Большой Камень	ТО Владивостокский	ТО Находкинский	ТО Фокино	ТО Дальнереченский	МР Надеждинский	ТО Уссурийский
44. Сельскохозяйственные поля в речных долинах	7950 (1)	6524 (1)	1	834	2	264	81	550	602	340	790	5	1	0	0	6	142	349
45. Сельскохозяйственные поля на покатах склонах	2377 (2)	3078 (2)	5	226	0	309	0	399	242	195	308	1	0	0	1	10	4	166
34. Села и деревни на покатах участках	757 (3)	1262 (6)	0	44	0	38	2	36	54	43	71	6	0	0	2	6	44	35
32. Пригороды на покатах участках	288 (4)	634 (9)	12	8	6	0	36	0	3	10	7	8	21	16	4	11	10	11
6. Малоэтажная производственная застройка на покатах участках	228 (5)	2580 (3)	4	4	6	6	12	7	5	15	16	5	25	14	6	5	9	24
15. Автодороги II–V категорий	178 (6)	2440 (4)	0	5	0	5	2	6	6	4	7	1	2	2	1	1	3	8
30. Ирригационные траншеи	120 (7)	305 (17)	0	8	0	0	3	7	1	2	1	0	0	0	0	0	8	6
40. Отвалы поверхностных горных пород	112 (8)	179 (21)	0	7	1	0	1	0	30	6	0	0	0	0	0	0	1	0

35. Дачи на покатах участках	103 (9)	320 (18)	0	0	0	0	0	0	16	0	1	0	8	3	1	2	2	1	8	14
12. Малоэтажная жилая застройка на покатах участках	88 (10)	1166 (7)	0	0	1	1	4	0	1	1	1	1	0	1	24	9	1	1	12	14
13. Малоэтажная застройка общественными зданиями на покатах участках	37 (16)	1353 (5)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	13	1	0	0	1	6
38. Производственные площадки	16 (21)	703 (8)	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	4	1	0	0	1	3
8. Малоэтажная застройка с действующими строениями на покатах участках	64 (11)	525 (10)	0	10	0	3	1	6	9	4	1	0	1	0	1	0	1	1	2	3
Дополнительные параметры																				
Показатель I_1 : значение (ранг)	0.75 (1)	0.59 (2)	0.58 (3)	0.39 (4)	0.38 (5)	0.38 (6)	0.36 (7)	0.34 (8)	0.29 (9)	0.28 (10)	0.24 (12)	0.19 (15)	0.15 (18)	0.16 (17)	0.18 (16)					
Показатель I_2 : значение (ранг)	0.29 (1)	0.02 (12)	0.28 (2)	0.01 (14)	0.09 (5)	0.01 (17)	0.01 (18)	0.02 (11)	0.01 (23)	0.08 (6)	0.17 (3)	0.12 (4)	0.03 (8)	0.02 (9)	0.02 (10)					
Площадь муниципального образования, км ²	39	1969	43	1633	506	2689	2741	1840	4209	120	562	360	291	1596	3626					
Население, тыс. чел.	52	26	39	27	114	21	28	32	27	40	629	145	31	39	199					
Плотность населения, чел./км ² (ранг)	1333 (1)	13 (15)	907 (3)	17 (13)	225 (6)	8 (18)	10 (16)	17 (12)	6 (22)	333 (5)	1119 (2)	403 (4)	107 (7)	90 (8)	24 (11)	55 (9)				

Примечание. Данные по площади и численности населения муниципальных образований взяты из (Официальный сайт..., 2021), в случае опечаток — из (Муниципальные образования..., 2020). Полушрифтом выделены максимальные значения площадей для данного класса геокомплексов среди муниципальных образований Приморского края.

кая освоенность равнинных территорий в крае (как и повсюду в мире) требует самого серьезного внимания к природопользованию.

В общем область применения карты антропогенных геокомплексов весьма обширна: оценка геоэкологического состояния, мониторинг антропогенных изменений ландшафтного покрова, анализ характера и степени освоенности территории, охрана природного и культурного наследия, оптимизация природопользования, ландшафтное планирование и мн. др. Карты антропогенных фаций целесообразно разрабатывать для небольших территорий и локальных объектов (памятников природы, историко-культурных объектов, технологических водоемов, шламохранилищ) в масштабах до 1 : 10 000; урочищ и местностей — для более обширных территорий (национальных парков и их окружения, населенных пунктов, субъектов Российской Федерации) в масштабах от 1 : 10 000 до 1 : 500 000; ландшафтов — для регионов (федеральных округов, физико-географических областей и провинций) в масштабах от 1 : 500 000. В этом случае карты оказываются очень информативными и в то же время приемлемыми с точки зрения трудозатрат.

Алгоритм и технологическая схема оценки состояния и мониторинга территории предполагают выполнение следующих действий: 1) определение территориального уровня и примерного масштаба картографирования антропогенных геокомплексов; 2) выбор классификации антропогенных геокомплексов и ее доработка; 3) разработка геоинформационной системы для заданной территории и подготовка слоя (картографирование) антропогенных геокомплексов выбранного уровня; 4) характеристика и оценка состояния заданной территории на основе анализа карты и спектров антропогенных геокомплексов (в том числе с использованием показателей освоенности территории); 5) сравнительный анализ состояния территории в разные моменты времени — мониторинг — повторяет блоки 3–4 на другой момент времени. Если оценка состояния и мониторинг предполагаются на разных уровнях пространственной организации ландшафтного покрова (фация — урочище — местность — ландшафт и т. д.), то алгоритм повторяется на каждом из них.

4. Заключение

В предлагаемой технологии при картографировании сделан акцент, обратный классическому ландшафтному подходу, — основное внимание уделено не природным, а антропогенным (техноприродным, природно-техническим и техническим) геокомплексам. Развита единая структурно-функциональная классификация антропогенных и природных геокомплексов. Классификация охватывает геокомплексы разных уровней (фации, урочища, местности, ландшафты), что служит единым основанием для оценки состояния и мониторинга в разных масштабах и с разной степенью обобщения и детализации. Для количественного отражения характера и степени освоенности территории предложены элементарные показатели (коэффициенты), основанные на картах и спектрах антропогенных геокомплексов.

Алгоритм и технологическая схема оценки состояния и мониторинга территории предполагают выполнение следующих действий: 1) определение территориального уровня и примерного масштаба картографирования антропогенных геокомплексов; 2) выбор классификации антропогенных геокомплексов и ее доработка; 3) разработка геоинформационной системы для заданной территории и подготовка слоя (кар-

тографирование) антропогенных геокомплексов выбранного уровня; 4) характеристика и оценка состояния заданной территории на основе анализа карты и спектров антропогенных геокомплексов (в том числе с использованием показателей освоенности территории); 5) сравнительный анализ состояния территории в разные моменты времени — мониторинг — повторяет блоки 3–4 на другой момент времени.

Карта антропогенных геокомплексов/геосистем — важнейшая составляющая рассматриваемой технологии. Незаменимость карты техноприродных, природно-технических и технических фаций, урочищ, местностей или ландшафтов в том, что она дает разноплановое, комплексное представление о наиболее преобразованных деятельностью человека геокомплексах, их разнообразии, динамике, соотношении, распространении. Эта карта позволяет оценивать состояние и отслеживать изменения важнейших комплексных характеристик территории, прежде всего характера и степени освоенности. Такая карта хорошо дополняет любую технологию оценки состояния и мониторинга территории, в частности она может существенно дополнить технологии, основывающиеся на менее комплексных аналитических характеристиках.

При картографировании антропогенных (технических, природно-технических и техноприродных) геокомплексов, когда природные геокомплексы не затрагиваются, требуются существенно меньшие трудовые и временные затраты на создание геоинформационной системы и подготовку карты. Это особенно заметно, если рассматриваемая территория образована преимущественно природными геокомплексами. В этом случае картографирование только антропогенных геокомплексов является очень информативным экспресс-методом оценки, анализа, мониторинга.

Литература

- Глазовская, М. А. (1964). *Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов*. М.: Изд-во Моск. ун-та.
- Грин, А. М., Мухина, Л. И., отв. ред. (1989). *Принципы и методы геосистемного мониторинга*. М.: Наука.
- Гуров, А. А. (2019). Изучение изменения антропогенных ландшафтов в Сихотэ-Алинском биосферном районе на основе сравнения разновременных карт антропогенных урочищ. В: П. Я. Бакланов, отв. ред., *Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке*. Владивосток: Дальнаука, 12–21.
- Гуров, А. А., Осипов, С. В., Ивакина, Е. В., Жарикова, Е. А., Старожилов, В. Т. (2022). Ландшафтное картографирование горнопромышленных территорий и их природного окружения. *Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология*, 2, 47–59.
- Зятькова, Л. К., Лесных, И. В. (2004). *Геомониторинг природной среды*. В 2 т. Новосибирск: Изд-во СГГА, 2004.
- Исаченко, А. Г. (1985). *Ландшафты СССР*. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та.
- Мильков, Ф. Н. (1973). *Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения*. М.: Мысль.
- Мильков, Ф. Н. (1986). *Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность*. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та.
- Мильков, Ф. Н. (1990). *Общее землеведение*. М.: Высшая школа.
- Муниципальные образования Приморского края (по состоянию на 08.04.2020) (2020). Владивосток: Законодательное собрание Приморского края.
- Николаев, В. А. (2005). Учение об антропогенных ландшафтах — научно-методическое ядро геоэкологии. *Вестник Московского университета. Сер. 5. География*, 2, 35–44.

- Осипов, С. В. (2020). Переходные объекты в иерархических классификациях, районированиях и периодизациях в географии и экологии. *География и природные ресурсы*, 2, 153–160.
- Осипов, С. В., Гуров, А. А. (2018). Классификация географических фаций горнопромышленных территорий (на основе исследований в Дальневосточном регионе). *Известия Российской академии наук. Сер. геогр.*, 5, 91–103.
- Осипов, С. В., Гуров, А. А. (2019). Ландшафтное картографирование антропогенных урочищ для оценки состояния и мониторинга территории (на примере Сихотэ-Алинского биосферного района). *География и природные ресурсы*, 3, 41–48.
- Официальный сайт Правительства Приморского края и органов исполнительной власти Приморского края. Паспорта муниципальных образований Приморского края. URL: https://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/economics/pasporta-munitsipalnykh-obrazovaniy-primorskogo-kraia.php?clear_cache=Y [Дата обращения: 18.07.2021].
- Перельман, А. И. (1975). *Геохимия ландшафта*. М.: Высшая школа.
- Перельман, А. И., Касимов, Н. С. (1999). *Геохимия ландшафта*. М.: Астрейя.
- Преображенский, В. С., отв. ред. (1978). *Природа, техника, геотехнические системы*. М.: Наука.
- Реймерс, Н. Ф. (1990). *Природопользование: словарь-справочник*. М.: Мысль.
- Ретеюм, А. Ю., Дьяконов, К. Н., Куницын, Л. Ф. (1972). Взаимодействие техники с природой и геотехнические системы. *Известия Академии наук СССР. Сер. геогр.*, 4, 46–55.
- Тютюнник, Ю. Г. (1991). Идентификация, структура и классификация ландшафтов урбанизированных территорий. *География и природные ресурсы*, 3, 22–28.
- Тютюнник, Ю. Г. (2017). Что такое промышленный ландшафт? *Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология*, 2, 40–48.
- Федотов, В. И. (1985). *Техногенные ландшафты: теория, региональные структуры, практика*. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та.
- Benítez-López, A., Alkemade, R. and Verweij P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis. *Biological Conservation*, 143, 1307–1316.
- Coffin A. W. (2007). From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15 (5), 396–406.
- Giri, C. P., ed. (2012). *Remote sensing of land use and land cover. Principles and applications*. Boca Raton, London, New York: Taylor & Francis Group.
- Gregorio, A. Di. and Jansen, L. J. M. (1998). *Land Cover Classification System (LCCS): Classification concepts and user manual*. Rome: FAO of the United Nations.
- Groom, G., ed. (2004). *Developments in strategic landscape monitoring for the Nordic countries*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers.
- Hurford, C. and Schneider M., eds (2006). *Monitoring Nature Conservation in Cultural Habitats. A Practical Guide and Case Studies*. Dordrecht: Springer.
- Mücher, C. A., Klijn, J. A., Wascher, D. M. and Schaminée, J. H. J. (2010). A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes. *Ecological Indicators*, 10 (1), 87–103.
- Mueller, L., Sheudshen, A. K. and Eulenstein, F., eds (2016). *Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia*. Cham: Springer.
- Santos, S. M., Mira, A., Salgueiro, P. A., Costa, P., Medinas, D. and Beja, P. (2016). Avian trait-mediated vulnerability to road traffic collisions. *Biological Conservation*, 200, 122–130.
- Van der Zanden, E. H., Levers, C., Verburg, P. H. and Kuemmerle, T. (2016). Representing composition, spatial structure and management intensity of European agricultural landscapes: A new typology. *Land-scape and Urban Planning*, 150, 36–49.

Статья поступила в редакцию 22 августа 2021 г.
Статья рекомендована к печати 15 октября 2022 г.

Контактная информация:

Осипов Сергей Владимирович — sv-osipov@yandex.ru
Гуров Александр Анатольевич — alexgurov1987@yandex.ru

Geocological assessment and monitoring of the territory: The technology based on landscape mapping of anthropogenic geocomplexes*

S. V. Osipov, A. A. Gurov

Pacific Geographical Institute of the Far-Eastern branch of the Russian Academy of Sciences,
7, ul. Radio, Vladivostok, 690041, Russian Federation

For citation: Osipov, S. V., Gurov, A. A. (2022). Geocological assessment and monitoring of the territory: The technology based on landscape mapping of anthropogenic geocomplexes. *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*, 67 (4), 631–651.
<https://doi.org/10.21638/spbu07.2022.405> (In Russian)

The purpose of the study is to form the methodology for assessing the state and monitoring of the territory on the basis of landscape mapping of anthropogenic geocomplexes/geosystems. The algorithm and technological scheme for assessing the state and monitoring of the area has the following components: 1) determination of the territorial level and approximate scale of mapping of anthropogenic geocomplexes; 2) selection of the classification of anthropogenic geocomplexes and its revision; 3) development of a geoinformation system and preparation of the layer (mapping) of anthropogenic geocomplexes of the selected level; 4) characteristics and assessment of the state of the area based on the analysis of the map and the spectra of anthropogenic geocomplexes; 5) comparative analysis of the state of the area at different periods — monitoring, it repeats blocks 3 and 4 for another period. The structural-functional classification of anthropogenic geocomplexes is developed. The 'Anthropogenic geocomplexes of Primorsky Krai' geoinformation system has been developed. Its main content consists of a set of layers, such as anthropogenic meso-landscapes, made for the entire area of the Primorsky Krai, as well as anthropogenic micro-landscapes, anthropogenic localities and anthropogenic landscapes, which are prepared for key areas. The map of anthropogenic geocomplexes/geosystems is the most important component of the technology under consideration. The indispensability of the map of techno-natural, natural-technical and technical micro-landscapes, meso-landscapes, localities or landscapes is that it gives a diverse, complex vision of the most transformed by human activity geocomplexes, their diversity, dynamics, ratio, distribution. This map allows assessing the state and tracking changes in the most important complex characteristics of the territory, first of all, the nature and degree of the transformation. Such a map is a good complement to any technology for assessing the state and monitoring the territory. When mapping anthropogenic (technical, natural-technical and techno-natural) geocomplexes, when natural geocomplexes are not involved, significantly less labor and time costs are required for creating a geoinformation system and preparing a map. In this case, mapping only anthropogenic geocomplexes is a very informative express method of assessment, analysis, and monitoring.

Keywords: technogenic geocomplex, monitoring, geosystem, landscape, meso-landscape, structure, transformation of the territory, fragmentation of landscapes, geoinformation system.

References

- Benítez-López, A., Alkemade, R. and Verweij P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis. *Biological Conservation*, 143, 1307–1316.
- Coffin A. W. (2007). From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15 (5), 396–406.

* This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project no. 18-05-00086.

- Fedotov, V.I. (1985). *Technogenic Landscapes: Theory, Regional Structures, Practice*. Voronezh: Voronezh University Publ. (In Russian)
- Giri, C. P., ed. (2012). *Remote sensing of land use and land cover. Principles and applications*. Boca Raton, London, New York: Taylor & Francis Group.
- Glazovskaia, M. A. (1964). *Geochemical fundamentals of typology and methodology of research of natural landscapes*. Moscow: Lomonosov Moscow University Press. (In Russian)
- Green, A. M. and Mukhina, L. I., eds (1989). *Principles and Methods of Geosystem Monitoring*. Moscow: Nauka Publ. (In Russian)
- Gregorio, A. Di. and Jansen, L. J. M. (1998). *Land Cover Classification System (LCCS): Classification concepts and user manual*. Rome: FAO of the United Nations.
- Groom, G., ed. (2004). *Developments in strategic landscape monitoring for the Nordic countries*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers
- Gurov, A. A. (2019). Study of changes in anthropogenic landscapes in the Sikhote-Alin biosphere region based on the comparison of different-time maps of anthropogenic meso-landscapes. In: P. Ia. Baklanov, ed. *Geograficheskie i geokologicheskie issledovaniia na Dal'nem Vostoke*. Vladivostok: Dal'nauka Publ. (In Russian)
- Gurov, A. A., Osipov, S. V., Ivakina, E. V., Zharikova, E. A. and Starozhilov, V. T. (2022). Landscape mapping of mining territories and their natural environment. *Vestnik of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*, 2, 47–59. (In Russian)
- Hurford, C. and Schneider M., eds (2006). *Monitoring Nature Conservation in Cultural Habitats. A Practical Guide and Case Studies*. Dordrecht: Springer.
- Isachenko, A. G. (1985). *Landscapes of the USSR*. Leningrad: Leningrad University Publ. (In Russian)
- Milkov, F. N. (1973). *Man and Landscapes. Essays on Anthropogenic Landscape Science*. Moscow: Mysl' Publ. (In Russian)
- Milkov, F. N. (1986). *Physical Geography: Study of Landscape and Geographical Zonality*. Voronezh: Voronezh University Publ. (In Russian)
- Milkov, F. N. (1990). *General Geography*. Moscow: Vysshaya shkola Publ. (In Russian)
- Mücher, C. A., Klijn, J. A., Wascher, D. M. and Schaminée, J. H. J. (2010). A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes. *Ecological Indicators*, 10 (1), 87–103.
- Mueller, L., Sheudshen, A. K. and Eulenstein, F., eds (2016). *Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia*. Cham: Springer.
- Municipalities of the Primorsky Krai (as of 08.04.2020)*. Vladivostok: Zakonodatel'noe sobranie Primorskogo kraia Publ. (In Russian)
- Nikolaev, V. A. (2005). Doctrine of anthropogenic landscapes as a scientific and methodological core of geoecology. *Vestnik of Moscow University. Series 5: Geography*, 2, 35–44. (In Russian)
- Osipov, S. V. (2020). Transitional objects in hierarchical classifications, regionalizations and periodizations in Geography and Ecology. *Geography and Natural Resources*, 41 (2), 195–202.
- Osipov, S. V. and Gurov, A. A. (2018). Classification of geographical facies in mining areas: a case study of the Far Eastern region. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical series*, 5, 91–103. (In Russian)
- Osipov, S. V. and Gurov, A. A. (2019). Landscape mapping of anthropogenic meso-landscapes for assessment and monitoring of the territory (exemplified by the Sikhote-Alin biosphere region). *Geography and Natural Resources*, 3, 41–48. (In Russian)
- Perelman, A. I. (1975). *Geochemistry of a landscape*. Moscow: Vysshaya shkola Publ. (In Russian)
- Perelman, A. I. and Kasimov N. S. (1999). *Geochemistry of a landscape*. Moscow: Astraea Publ. (In Russian)
- Preobrazhenskii, V. S., ed. (1978). *Nature, Technics, Geotechnical Systems*. Moscow: Nauka Publ. (In Russian)
- Reimers, N. F. (1990). *Nature Management*. Moscow: Mysl' Publ. (In Russian)
- Retejum, A. J., Dyakonov, K. N. and Kunitsyn, L. F. (1972). Geotechnical systems and interaction of technique with nature. *Bulletin of the Academy of Sciences of the USSR: Geographical series*, 4, 46–55. (In Russian)
- Santos, S. M., Mira, A., Salgueiro, P. A., Costa, P., Medinas, D. and Beja, P. (2016). Avian trait-mediated vulnerability to road traffic collisions. *Biological Conservation*, 200, 122–130.
- The official website of the Government of Primorsky Krai and the executive authorities of Primorsky Krai. Passports of municipalities of the Primorsky Krai*. [online] Available at: <https://www.primorsky.ru/author->

- ities/executive-agencies/departments/economics/pasporta-munitsipalnykh-obrazovaniy-primorsko-go-kraya.php?clear_cache=Y [Accessed: 18.07.2021]. (In Russian)
- Tyutyunnik, Y. G. (1991). Identification, structure and classification of landscapes on the urbanized territories. *Geography and Natural Resources*, 3, 22–28. (In Russian)
- Tyutyunnik, Y. G. (2017). What is the industrial landscape? *Vestnik of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*, 2, 40–48. (In Russian)
- Van der Zanden, E. H., Levers, C., Verburg, P. H. and Kuemmerle, T. (2016). Representing composition, spatial structure and management intensity of European agricultural landscapes: A new typology. *Landscape and Urban Planning*, 150, 36–49.
- Zyatkova, L. K. and Lesnykh, I. V. (2004). *Geomonitoring of the natural environment*. Novosibirsk: Sibirskaia gosudarstvennaia geodezicheskaia akademiia Publ. (In Russian)

Received: August 22, 2021
Accepted: October 15, 2022

Authors' information:

Sergei V. Osipov — sv-osipov@yandex.ru
Alexander A. Gurov — alexgurov1987@yandex.ru