

А.А. ГУРОВ

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Радио, 7, Россия, alexgurov1987@yandex.ru**ТРАНСФОРМАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ
В СИХОТЭ-АЛИНСКОМ БИОСФЕРНОМ РАЙОНЕ**

На примере сравнения разновременных ландшафтных карт продемонстрировано изменение антропогенных урочищ ключевых участков, вызванное деятельностью человека, в течение длительных временных периодов. В качестве ключевых участков выбраны два населенных пункта в Приморском крае — пгт Хрустальный и г. Дальнегорск. Данные участки входят в пределы Сихотэ-Алинского биосферного района, охватывающего ненарушенные природные ландшафты (в том числе в Сихотэ-Алинском природном биосферном заповеднике), участки интенсивной деятельности горной и лесной промышленности. В основе карт антропогенных урочищ лежат материалы, полученные в ходе полевых исследований, и архивные аэрофотоснимки. В процессе их анализа определены степень и характер изменения ландшафтного покрова, количественные показатели таких изменений, основные антропогенные факторы, влияющие на трансформацию ландшафтов исследуемых районов. Установлено, что площади антропогенных урочищ увеличились прежде всего под воздействием двух антропогенных факторов — горнопромышленной деятельности и развития населенных пунктов. Для ключевого участка Хрустальный расширение площади антропогенных урочищ составило более 100 %, для Дальнегорска — 10 %. Площадь урочищ, сменивших свой класс в течение рассматриваемых периодов, для Хрустального и Дальнегорска составила 9 и 7 % от общей площади трансформированных земель соответственно. Основные изменения среди классов урочищ обусловлены урбанизацией населенных пунктов и замещением традиционной деревянной застройки капитальной среднеэтажной, а также вторичным использованием существующих горнопромышленных ландшафтов.

Ключевые слова: ландшафт, антропогенный, техногенный, картографирование, динамика, изменение ландшафтов.

А.А. GUROV

Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
690041, Vladivostok, ul. Radio, 7, Russia, alexgurov1987@yandex.ru**TRANSFORMATION OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES
THE SIKHOTE-ALIN BIOSPHERE REGION**

The purpose of this article is to demonstrate — on the example of comparison of multitemporal landscape maps — a change in anthropogenic meso-landscapes of key areas under the influence of anthropogenic factors over long periods of time. Two settlements were selected as key sites in Primorsky krai: Khrustalnyi and Dalnegorsk. These areas are located within the boundaries of the Sikhote-Alin biosphere region that encompasses undisturbed natural landscapes (including in the Sikhote-Alin Nature Biosphere Reserve), the areas of intense mining and forestry. The basis of the maps of anthropogenic meso-landscapes is formed by material obtained in the course of field research, and by archival aerial photographs. By analyzing these maps, it was possible to determine the degree and nature of change in landscape cover, quantitative indicators of such changes, and the main anthropogenic factors influencing the transformation of landscapes in the study areas. It was established that the areas of anthropogenic meso-landscapes increased mainly due to two anthropogenic factors: mining and development of settlements. For the Khrustalnyi key site, the expansion of the area of anthropogenic meso-landscapes made up more than 100 %, and 10 % for Dalnegorsk. The area of meso-landscapes that changed their class during the periods under consideration was 9 and 7 % of the total area of transformed land for Khrustalnyi and Dalnegorsk, respectively. The main changes among the classes of meso-landscapes are associated with the urbanization and replacement of traditional wooden buildings with household plots on capital mid-rise buildings as well as the secondary use of existing mining landscapes.

Keywords: landscape, anthropogenic, technogenic, mapping, dynamics, changes in landscapes.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение изменения ландшафтного покрова под воздействием антропогенных факторов приобретает все большую актуальность. С каждым годом площади, занимаемые антропогенными ландшафтами, увеличиваются. Появляются новые и расширяются уже существующие населенные пункты, производственные и добывающие комплексы, агропроизводственные земли. При этом в хозяйствен-

ную деятельность неизбежно вовлекаются все новые природные ландшафты, возрастает значение технического компонента в функционировании уже трансформированных ландшафтов. Исследование изменения ландшафтного покрова под воздействием антропогенных факторов в течение длительного времени важно для понимания процессов, протекающих в таких ландшафтах.

Множество работ, посвященных изучению указанных изменений, опираются на сравнение разновременных картографических материалов по рассматриваемым объектам [1–6]. Чаще всего эти исследования охватывают значительные пространства, оперируя выделами на мелкомасштабных картах. Однако особенно полезными будут крупно- и среднемасштабные ландшафтные карты, так как исследуемые объекты (населенные пункты, горнопромышленные ландшафты, промышленные зоны) чаще всего представляют собой небольшие территории, которые проще всего рассматривать на уровне урочищ и фаций. Такие карты в силу своей детализации способны предоставить исследователю подробную информацию. Цель настоящей работы — на основе сравнения разновременных карт выявить пространственные изменения антропогенных урочищ ключевых участков Хрустальный (пгт Хрустальный, Приморский край) и Дальнегорск (г. Дальнегорск, Приморский край) под воздействием антропогенных факторов в течение 55 и 35 лет.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В качестве ключевых участков выбраны два населенных пункта — пгт Хрустальный и г. Дальнегорск в Приморском крае. Они входят в пределы Сихотэ-Алинского биосферного района, охватывающего ненарушенные природные ландшафты (в том числе в Сихотэ-Алинском природном биосферном заповеднике), участки интенсивной деятельности горной и лесной промышленности [7, 8] (рис. 1, а, б). При этом выбранные населенные пункты относятся к горнодобывающим районам, лесная промышленность представлена деревообрабатывающими предприятиями, а современные рубки расположены за пределами ключевых участков.

Ключевой участок Хрустальный (см. рис. 1, в) примыкает с севера к пгт Кавалерово, включает в себя одноименный поселок городского типа, нефункционирующие здания бывшего Хрустальненского горно-обогатительного комбината (далее ГОК), комплекс шламовых отвалов и другие антропогенно измененные территории. Ключевой участок Дальнегорск (см. рис. 1, г) представлен восточной частью города, где сосредоточены горно-химический комбинат, карьерно-отвалный комплекс, шламовые отвалы, водохранилища.

В основе пар разновременных карт антропогенных урочищ лежат следующие материалы: аэрофотоснимки за 1962 г. (Хрустальный) и 1982 г. (Дальнегорск), космические снимки за 2017 г. Временные промежутки между анализируемыми материалами составляют 55 и 35 лет.

Полевые исследования проводились в 2010 и 2012 гг. В экспедиционный период осуществлялась проверка предварительных карт. Всего было описано более 500 основных и картировочных точек, организованных в ландшафтные трансекты (профили). Описания выполнялись детально-маршрутным методом. Во время полевых исследований использовались общепринятые методики [9, 10]. В подготовительный период происходил сбор литературных данных по исследуемым районам, топографических карт (м-б 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000), дистанционных материалов из общедоступного источника (Google maps). Карты антропогенных урочищ составлены на основе собранных материалов с использованием программного обеспечения ArcGIS 10. Применялась поперечная цилиндрическая равноугольная проекция Гаусса–Крюгера (Pulkovo 1942 GK Zone 23N). В 2017 г. карты были дополнены.

Для выявления положения исследуемых геосистем в региональных ландшафтных единицах уровня ландшафтов принята карта ландшафтов Приморского края [11]. Классификация природно-технических и техноприродных урочищ, предложенная в статье, разработана с опорой на труды В.Б. Соचाва, Ф.Н. Милькова, В.И. Федотова, К.Н. Дьяконова, М.Л. Ревы, В.И. Прокаева и др. [12–21]. Она была апробирована и опубликована в ряде работ [22–24].

При описании степени и характера изменения ландшафтного покрова ключевых участков в течение рассматриваемых временных интервалов использованы количественный и пространственный анализ выделов антропогенных урочищ, анализ изменения классов антропогенных урочищ, анализ трансформации сопредельных природных ландшафтов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ключевые участки расположены в пределах горно-лесных ландшафтов (см. рис. 1, б, № 18, 19, 22, 24, 26, 28) и лесных, лесостепных и степных ландшафтов аккумулятивных равнин и горных долин

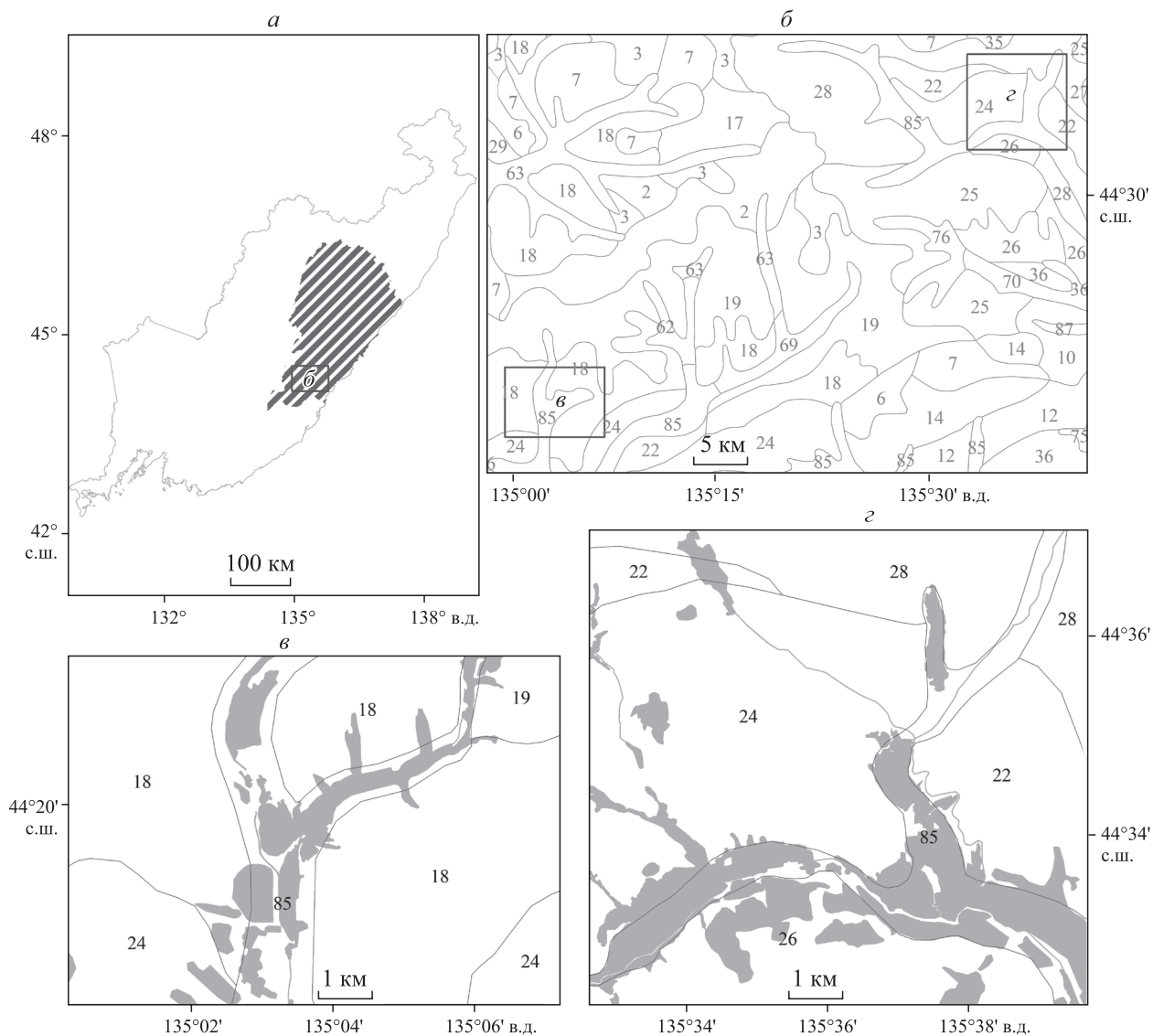


Рис. 1. Сихотэ-Алинский биосферный район в границах Приморского края (а), фрагмент карты ландшафтов Приморского края [11] с границами ключевых участков (б), антропогенные урочища участков Хрустальный (в), Дальнегорск (г) и их природное окружение.

Горный тип ландшафтов. Горно-лесные. Расчлененносреднегорный: 18 — широколиственно-кедровые и кедровые леса, почвы горно-лесные бурые, слабокислые неоподзоленные и оподзоленные, 19 — широколиственно-кедровые и кедрово-еловые леса, почвы горно-лесные бурые, кислые неоподзоленные и оподзоленные, 22 — широколиственные леса с липами, кленом мелколистным, дубом монгольским, их редколесья и порослевые заросли, почвы горно-лесные бурые слабокислые неоподзоленные и оподзоленные, бурые глеевато-отбеленные, бурые лесные слабокислые и реже горно-лесные бурые кислые грубоскелетные, 24 — дубовые леса из дуба монгольского, их редколесья и порослевые заросли, почвы горно-лесные бурые слабокислые неоподзоленные и оподзоленные, горно-лесные, бурые кислые грубоскелетные, 26 — мелколиственные леса (береза, осина) в комплексе с участками широколиственных лесов (дуб, липа, ясень) по гарям на месте смешанных лесов, почвы горно-лесные бурые кислые, желто-бурые и дерново-бурые, горно-таежные бурые, иллювиально-гумусовые оподзоленные и неоподзоленные, подзолистые, иллювиально-гумусовые, горно-лесные бурые кислые и лесные бурые глеевато- и глеево-отбеленные, лесные бурые кислые, 28 — невозобновившиеся молодые гари на месте хвойных лесов, почвы горно-таежные иллювиально-гумусовые неоподзоленные и оподзоленные, горно-лесные бурые кислые, желто-бурые и дерново-бурые. Равнинный и долинный горный тип ландшафтов. Лесные, лесостепные и степные аккумулятивных равнин и горных долин. Эрозионно-аккумулятивно-равнинный и горно-долинный: 85 — освоенные земли на месте преобладания в прошлом долинных широколиственных лесов, почвы задернованные слоистые, задернованные иловато-глеевые, дерново-перегнойные и дерново-торфянисто-глеевые, дерново-пойменные, луговые пойменные и болотные, остаточнопойменные, бурые лесные.

Соотношение площадей антропогенных урочищ для ключевых участков Хрустальный и Дальнегорск

Класс II ранга	Класс III ранга	Класс IV ранга	Класс V ранга	Хрустальный			Дальнегорск					
				площадь, км ²								
				1962 г.	2017 г.	1982 г.						
Природно-технические наземные	Промышленные зоны с разреженной технической инфраструктурой	Промышленные зоны со средне- и малоэтажной застройкой	Класс V ранга	5. Среднеэтажная производственная застройка на покатах участках	—	—	1,93	2,34				
				6. Среднеэтажная производственная застройка на крутых участках	0,04	—	—	—				
				7. Малоэтажная производственная застройка на покатах участках	0,06	0,42	2,35	2,38				
				8. Среднеэтажная застройка с недействующими строениями на крутых участках	—	0,07	—	—				
				9. Малоэтажная застройка с недействующими строениями на покатах участках	—	0,02	—	0,19				
				10. Среднеэтажная жилая застройка на покатах участках	0,15	0,26	1,29	1,71				
				11. Среднеэтажная застройка общественными зданиями на покатах участках	—	—	0,07	0,07				
				12. Малоэтажная жилая застройка на покатах участках	—	—	0,73	0,66				
				13. Малоэтажная застройка общественными зданиями на покатах участках	—	—	0,36	0,47				
				15. Автодороги II–V категорий	0,01	0,01	0,17	0,17				
				21. Отвалы шламовые	0,33	2,11	1,1	1,14				
				Природно-технические земноводные	Плотины Водоотки технологические Пригородные, сельские и дачные районы Отвалы и обнажения горных пород	Плотины Каналы гидротехнические Канализированные русла рек Пригороды Дачные районы Насыпи и отвалы горных пород Обнажения горных пород	Класс V ранга	24. Плотины малые	—	—	0,03	0,08
								29. Каналы гидротехнические	—	0,07	—	—
31. Канализированные русла рек	—	0,07	—					—				
32. Пригороды	2,53	2,8	2,76					2,03				
34. Дачные районы	0,24	0,19	0,85					0,88				
38. Отвалы поверхностных горных пород	—	—	0,49					1,59				
39. Обнажения рыхлых горных пород покаты	—	—	0,35					0,09				
40. Обнажения рыхлых горных пород крутые	—	—	0,02					—				
41. Обнажения скальных горных пород крутые	—	—	1,43					1,24				
42. Сельскохозяйственные поля в речных долинах	0,03	0,27	0,55					0,55				
43. Сельскохозяйственные поля на покатах склонах	—	0,58	0,03					—				
45. Парки и скверы на покатах участках	—	—	0,02					0,09				

Техноприродные земноводные	Водоёмы мелководные антропогенные	Мелководные водоохранилища и мелководья водоохранилищ	48. Долинно-речные водоохранилища	1,14
		Водоёмы в карьерах, котлованах и т. п.	49. Водоёмы в карьерах, котлованах и т. п.	—
	Итого			0,73
				—
				0,03
				3,39
				6,9
				15,26
				16,82

Примечание. Таблица – фрагмент классификации антропогенных урочищ Приморского края [25]. Прочерк – класс урочищ отсутствует.

(№ 85). Ландшафтная структура участков представлена большей частью (83 %) встречающимися в Сихотэ-Алинском биосферном районе природно-техническими и техноприродными урочищами (см. таблицу). Выбранные участки отражают практически все разнообразие антропогенных урочищ биосферного района.

Приведем характеристику некоторых наиболее значимых по количеству контуров и занимаемой площади типов антропогенных урочищ. Малоэтажная производственная застройка на покатых участках (см. таблицу, № 7) и среднеэтажная жилая застройка на покатых участках (№ 10) представляют собой выделы с застройкой жилыми среднеэтажными зданиями до пяти этажей, а также средне- и малоэтажными складскими и прочими сооружениями производственного назначения на покатых участках. Сюда входят придомовые дворы, промышленные площадки, фрагменты дорожной сети населенного пункта. Почвенный покров представлен естественными почвами и их антропогенно измененными вариантами, а также техногенными поверхностными образованиями в виде литостратов (насыпные минеральные грунты) и артификариатов (искусственного насыпного нетоксичного материала промышленного и урбаногенного происхождения) [26]. Растительный покров встречается на придомовых территориях и пустырях в виде участков спонтанного зарастания, искусственного озеленения и остатков естественной растительности [27].

Шламовые отвалы (№ 21) представляют собой скопление отходов обогащения руд, которое располагается на специально оборудованной площадке. В период функционирования горно-обогатительных фабрик они могут быть закрыты сверху шламовыми водами в виде озер либо осушены, если фабрики не работают [28]. В некоторых случаях структуру шламового отвала может дополнять комплекс насыпных дамб, так как для подготовки площадок под отвалы в узких долинах рек необходимо канализировать и отводить естественные водотоки. Из-за использования при переработке руды различных токсичных реагентов [28] почвенный покров представлен токсифабрикатами (токсичные химически активные материалы, на которых долгое время невозможно возобновление естественной растительности) и артииндустратами (нетоксичный материал отвалов промышленной переработки естественных материалов) [26]. Растительный покров осушенных шламовых отвалов представляет собой фрагментированную мозаику сообществ, сформированных пионерными видами, наиболее плотную по периферии отвала, значительно редущую к его центру.

Пригороды (№ 32) — участки, занятые малоэтажными индивидуальными жилыми постройками с приусадебным хозяйством высотой до 2–3 этажей, часто имеющими доступ к городским коммуникациям централизованного водоснабжения, линиям связи и т. д. В почвенном покрове преобладают агроземы и урбоквазиземы (почвоподобное образование в виде слоя или слоев привнесенного гумусированного материала и подстилающей их толщи из смеси минерального материала, специфических антропогенных включений) [26]. Естественный растительный покров замещен на культурные виды (плодовые деревья и кустарники, сельскохозяйственные культуры). По периферии контуров он представлен участками спонтанного зарастания, остатками естественной растительности.

Отвалы поверхностных горных пород, обнажения скальных горных пород крутые (№ 38, 41) структурно формируют карьерно-отвальные комплексы. В условиях ключевых участков это отсыпанные на склоны долин насыпи, состоящие из щебнистого и грубообломочного материала вскрышной породы, часто граничащие с открытыми поверхностями карьеров. Почвенный покров сложен натурфабрикатами двух подгрупп — литостратами и абралитами (вскрытый и не утраченный своего естественного залегания минеральный материал днищ и бортов карьеров и других выработок) [26]. По периферии отвалов находятся естественные почвы. Растительный покров карьерно-отвальных комплексов носит фрагментированный характер и представлен серийными растительными группировками разного возраста.

Сельскохозяйственные поля в речных долинах (№ 42) представляют собой сеяные поля, сенокосы и залежи (временно выведенные из агропроизводственного цикла земли). В почвенном покрове преобладают агроземы. Растительный покров составлен преимущественно культурными видами, растительными сообществами сенокосов и залежей [27].

Хозяйственная деятельность в пределах ключевых участков имеет выраженный горнодобывающий характер, что обуславливает наличие там горнопромышленных ландшафтов, сопутствующей промышленной инфраструктуры и соответствующую нагрузку на природное окружение. К 2017 г. соотношение площадей природно-технических и техноприродных урочищ составляло для Хрустального — 3:4 км², для Дальнегорска — 9:8 км². Из них на горнопромышленные ландшафты (№ 21, 38–41) приходилось 30 и 24 % соответственно, на сельскую и городскую застройку с сопутствующей инфраструктурой (№ 8–13, 15, 32, 34) — 49 и 37 %, на производственную застройку (№ 5–7) — 6 и 28 %, на остальное (№ 24, 29, 31, 42, 43, 45, 48, 49) еще 15 и 11 % соответственно. В 1962 и 1982 гг. эти соотношения составляли 1:3 и 8:7 км² соответственно. Подавляющее большинство отмеченных к 2017 г. типов урочищ уже существовало в меньших или современных своих границах. Наиболее значимый прирост заметен в Хрустальном за счет увеличения площади горнопромышленных ландшафтов почти в 6,5 раза.

Рассмотрим произошедшие изменения подробнее. Границы ядра ключевого участка Хрустальный к 1962 г. уже сформировались (см. рис. 2, б). Составляющие его урочища были представлены средне-

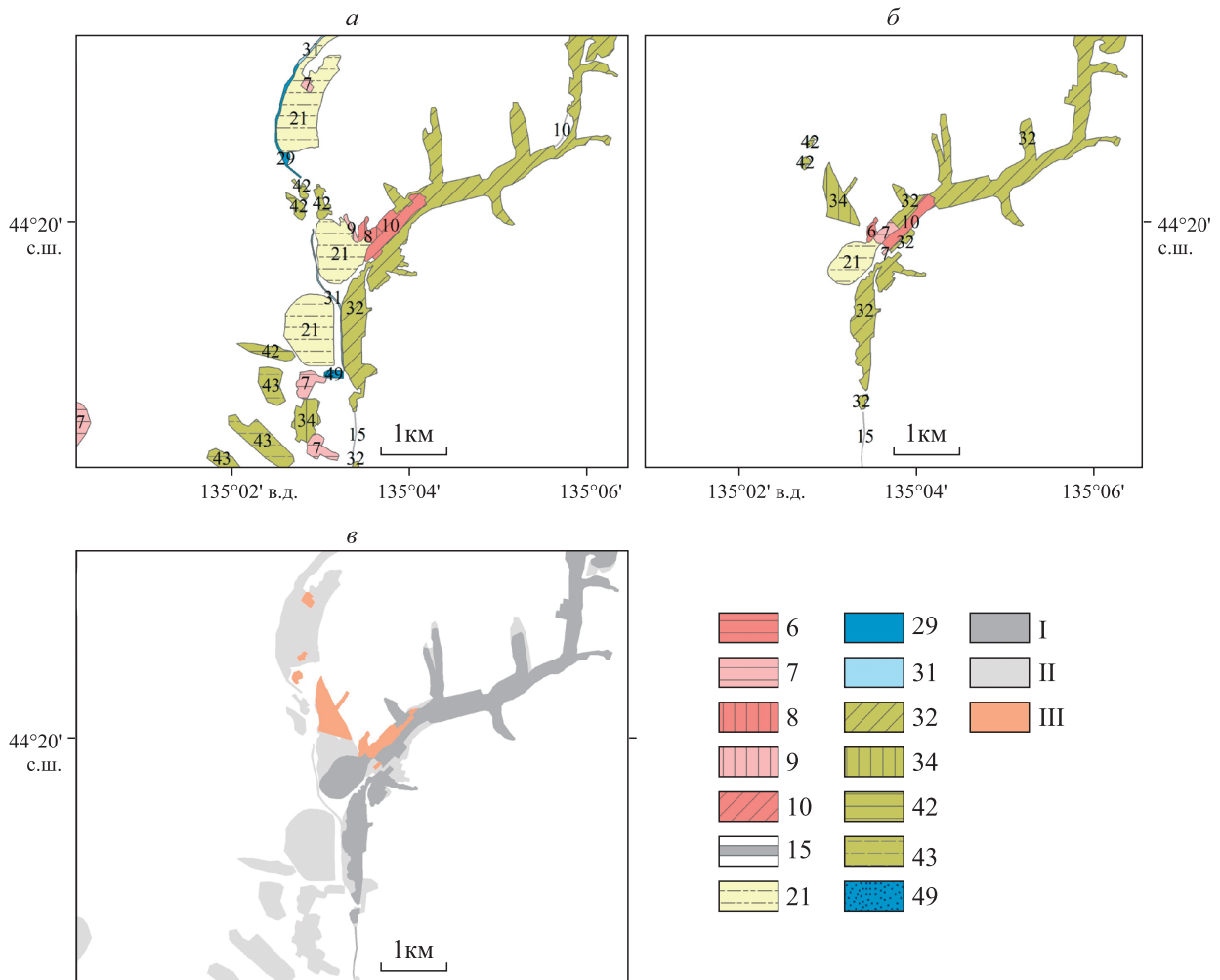


Рис. 2. Карты антропогенных урочищ ключевого участка Хрустальный.

а — 2017 г.; б — 1962 г.; в — наложение карт. Антропогенные урочища: I — 1962 г., II — 2017 г., III — урочища, сменившие свой класс. Здесь и на рис. 3 номера контуров соответствуют номерам классов урочищ в таблице.

этажной жилой застройкой на покатых участках и пригородной застройкой (см. рис. 2, б, № 10, 32), шло активное развитие горнопромышленных ландшафтов — отсыпка первого шламового отвала (№ 21). Большая часть инфраструктуры Хрустальненского ГОКа (№ 6, 7) была уже возведена и функционировала. К 2017 г. очертания границ поселка сохранились, площади, занятые под жилую застройку, незначительно возросли (см. рис. 2, а). Урочища, формирующие комплекс Хрустальненского ГОКа в центре поселка, перешли из класса средне- и малоэтажной производственной застройки на крутых и покатых участках в класс средне- и малоэтажной застройки с недействующими строениями на крутых и покатых участках (см. рис. 2, а, № 8, 9), что было обусловлено прекращением деятельности предприятия в 2001 г. [28]. Небольшой шламовый отвал (№ 21) превратился в целый комплекс из трех отвалов с суммарной площадью в 2,11 км² и частично перекрыл долину р. Кавалеровки. В процессе формирования отвального комплекса исчезла значительная часть участка с дачной застройкой, оставшаяся сменила класс на сельскохозяйственные поля в речных долинах и шламовые отвалы. В юго-западной части ключевого участка появились сельскохозяйственные поля на покатых склонах (№ 43) и участки с малоэтажной производственной застройкой (№ 7).

За 55-летний период суммарная площадь антропогенных урочищ ключевого участка увеличилась на 3,5 км² (см. таблицу), или более чем на 100 %. Если рассматривать увеличение площади выделов относительно их исходного состояния (на 1962 г.), то заметно преобладание агропроизводственных земель, площадь которых возросла почти в 42 раза. Большой прирост отмечается в отвалах промышленных и бытовых отходов, а также в малоэтажной застройке — почти в 6,5 и 7 раз соответственно. Кроме того, появились новые классы урочищ: каналы гидротехнические (№ 29) — 2 % от всей добавившейся площади; водоемы в карьерах, котлованах и т. п. (№ 49) — 1 %; сельскохозяйственные поля на покатых склонах (№ 43) — 16 %; канализированные русла рек (№ 31) — 2 %. Основной вклад в рост площади антропогенных урочищ внесло увеличение отвалов промышленных и бытовых отходов за счет формирования двух новых шламовых отвалов и укрупнения уже существовавшего в 1962 г. Их рост составил около 51 % от всей добавившейся площади.

Суммарная площадь антропогенных урочищ, сменивших свой класс за рассматриваемый период, составила чуть более 0,5 км² (см. рис. 2, в). Из них около 0,04 км² относится к среднеэтажной производственной застройке на крутых участках (№ 6), перешедшей в среднеэтажную застройку с недействующими строениями на крутых участках (№ 8). Еще 0,06 км² площади, занятой под малоэтажную производственную застройку на покатых участках (№ 7), перешло в класс среднеэтажной жилой застройки на покатых участках (№ 10). Немногим более 0,08 км² отнесено к той части дачной застройки, которая сменила свой класс на класс сельскохозяйственных полей в речных долинах и шламовых отвалов. Еще 0,05 км² приходится на пригородную застройку, ставшую среднеэтажной жилой застройкой на покатых участках.

Рост площади антропогенных урочищ произошел главным образом за счет дальнейшего освоения земель с преобладанием в прошлом долинных широколиственных лесов¹ (см. рис. 1, в, № 85). По состоянию на 1962 г. площадь антропогенно измененных земель здесь составляла 2,73 км², к 2017 г. — уже 5,01 км², их площадь увеличилась почти на 84 %. В пределах данного вида ландшафта к 1962 г. было сконцентрировано 100 % площади всех природно-технических и 76 % техноприродных урочищ ключевого участка. К 2017 г. эти значения снизились до 84 и 64 % соответственно. Такое сокращение связано с расширением населенного пункта в пределы других видов ландшафтов и увеличением их доли в общей площади природно-технических и техноприродных урочищ ключевого участка.

Вид ландшафта № 19 (широколиственно-кедровые и кедрово-еловые леса) (см. рис. 1, в) по состоянию на 1962 г. антропогенно изменен на площади 0,2 км². Далее это значение оставалось практически неизменным. Антропогенные урочища в течение 55-летнего периода представлены единственным классом V ранга — пригородами. К 1962 г. здесь было сосредоточено 7 % от всех техноприродных урочищ, к 2017 г. — 6 %.

Вид ландшафта № 18 (широколиственно-кедровые и кедровые леса) (см. рис. 1, в) к 1962 г. антропогенно изменен на площади 0,46 км². Здесь представлены только техноприродные урочища — 16 % от их общей для ключевого участка площади. К 2017 г. площадь преобразованных земель уже достигала 1,09 км². Доля техноприродных урочищ увеличилась до 21 %, а за счет отсыпки шламового отвала здесь появились природно-технические урочища — 9 % от их общей для ключевого участка площади.

¹ Здесь и далее полные названия ландшафтов указаны в легенде к рис. 1.

Дубовые леса из дуба монгольского, их редколесья и порослевые заросли (см. рис. 1, в, № 24) к 1962 г. не затронуты антропогенным изменением. К 2017 г. площадь преобразованных человеком земель здесь составила 0,57 км². Доля природно-технических урочищ составляла 6 %, техноприродных — 10 % от их общей для ключевого участка площади.

Изменения, произошедшие на ключевом участке Дальнегорск, не такие существенные. Главные трансформации здесь происходили в основном в структуре уже существующих к 1982 г. антропогенных урочищ. Помимо этого, увеличивалась площадь горнопромышленных ландшафтов (рис. 3), расположенных по периферии населенного пункта. Природно-технические и техноприродные урочища, формирующие ядро населенного пункта ключевого участка на 1982 г. (см. рис. 3, б), представлены главным образом малоэтажной (см. рис. 3, б, № 7) и среднеэтажной (№ 5) производственной застройкой на покатых участках, среднеэтажной жилой застройкой на покатых участках (№ 10) и пригородами (№ 32). Горнопромышленные ландшафты, как и в случае с ключевым районом Хрустальный,

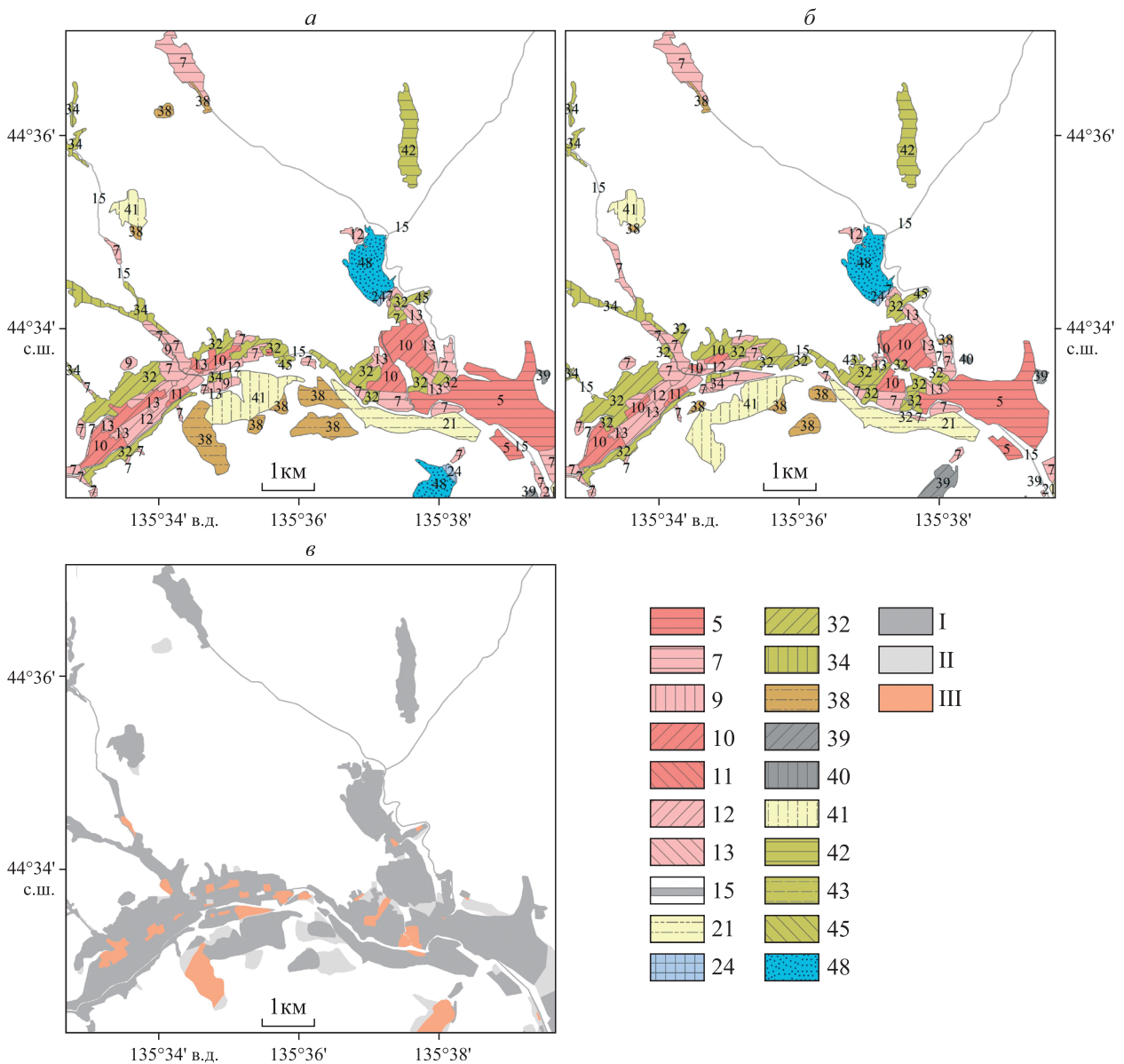


Рис. 3. Карты антропогенных урочищ ключевого участка Дальнегорск.

а — 2017 г.; б — 1982 г.; в — наложение карт. Антропогенные урочища: I — 1982 г., II — 2017 г., III — урочища, сменившие свой класс.

расположены в сильнопересеченной местности и непосредственно примыкают к границам населенного пункта. Сам город «зажат» в долине р. Рудной и имеет вытянутую, суженную форму.

Карьеры и отвалы расположены на некоторых из окружающих его склонах. Сформированы они в основном крутыми обнажениями скальных горных пород (см. рис. 3, б, № 41) и отвалами поверхностных горных пород (№ 38). На подготовленные площадки отсыпаны шламовые отвалы (№ 21). Уже функционировало одно из водохранилищ (№ 48), подготавливался котлован (№ 39) под еще одно. К 2017 г. ландшафтная структура ядра населенного пункта изменилась лишь в соотношении занимаемых площадей. Площадь уже представленных там антропогенных урочищ расширилась незначительно. Изменилась структура горнопромышленных ландшафтов за счет увеличения доли отвалов поверхностных горных пород (см. рис. 3, а, № 38), снижения площади обнажений скальных горных пород крутых (№ 41) и обнажений рыхлых горных пород покатых (№ 39). Котлован второго водохранилища был заполнен водой и введен в строй. Добавился новый тип урочищ — малоэтажная застройка с недействующими строениями на покатых участках (№ 9) на площади 0,19 км².

За 35-летний период суммарная площадь антропогенных урочищ ключевого участка увеличилась на 1,6 км², рост составил 10 %. На долю каждого типа урочищ пришлось небольшое расширение площади (см. таблицу). Особенно выделяются среднеэтажная жилая застройка на покатых участках, где увеличение составило 0,42 км², долинно-речные водохранилища (1,1 км² за счет введения в строй нового объекта), отвалы поверхностных горных пород (0,41 км²).

Площадь урочищ, сменивших свой класс за 35-летний период, составила 1,5 км². Наиболее заметные изменения произошли в соотношении площадей насыпей и отвалов горных пород и обнажений горных пород (см. рис. 3, в). Площадь первых увеличилась в три раза, в том числе за счет снижения площади обнажений горных пород на 0,5 км² из-за отсыпки новых отвалов на стенки старых карьеров (см. рис. 3, а). Кроме того, в 1982 г. в Дальнегорске одно из водохранилищ только формировалось и представляло собой карьер (№ 39) размером 0,3 км², но уже к 1985 г. (по данным аэрофотоснимка за 1985 г.) оно было заполнено водой и стало полноценным водохранилищем (№ 48). В течение рассматриваемого периода произошло уменьшение пригородной зоны за счет расширения городских районов со среднеэтажной застройкой и промышленных зон со средне- и малоэтажной застройкой на 0,73 км².

Наиболее антропогенно измененный вид ландшафтов здесь, как и в Хрустальном, представлен освоенными землями с преобладанием в прошлом долинных широколиственных лесов (см. рис. 1, з, № 85). По данным на 1982 г., площадь антропогенно измененных земель составляла 9,03 км², к 2017 г. этот показатель вырос до 9,44 км². К 1982 г. здесь было сосредоточено 75 % природно-технических и 41 % техноприродных урочищ ключевого участка, к 2017 г. эти значения составили 76 и 32 % соответственно.

Ландшафт, представленный мелколиственными лесами (береза, осина) в комплексе с участками широколиственных лесов (дуб, липа, ясень) по гарям на месте смешанных лесов (см. рис. 1, з, № 26), к 1982 г. в пределах ключевого участка антропогенно изменен на площади 2,26 км², к 2017 г. уже на площади 3,22 км².

К 1982 г. доля природно-технических и техноприродных урочищ ключевого участка здесь составляла 4 и 26 %, к 2017 г. — менее 4 и 38 % соответственно. Основной рост площади антропогенных урочищ произошел за счет отвалов поверхностных горных пород, их площадь за 35-летний период выросла на 73 % (см. таблицу).

Ландшафт, представленный дубовыми лесами из дуба монгольского, их редколесьями и порослевыми зарослями (см. рис. 1, з, № 24), к 1982 г. антропогенно изменен на площади 2,82 км², за 35-летний период это значение практически не менялось. К 1982 г. природно-технические и техноприродные урочища здесь составляли 9 и 29 % от всей их площади для ключевого участка. К 2017 г. изменилось значение только для техноприродных урочищ — 27 %.

Вид ландшафта № 22 (широколиственные леса с липами, кленом мелколистным, дубом монгольским, их редколесьями и порослевыми зарослями) (см. рис. 1, з) к 1982 г. антропогенно изменен на площади 0,93 км². За 35-летний период этот показатель изменился незначительно, достигнув 1,05 км². По состоянию на 1982 г. здесь было сосредоточено 3 % всех природно-технических и техноприродных урочищ, в течение 35 лет это соотношение практически не менялось.

Невозобновившиеся молодые гары на месте хвойных лесов (см. рис. 1, з, № 28) к 1982 г. были антропогенно изменены на площади 0,21 км², к 2017 г. — на площади 0,22 км². По состоянию на 1982 г. здесь было сосредоточено 2 % природно-технических и менее 1 % техноприродных урочищ ключевого участка. К 2017 г. эти значения оставались практически неизменными.

Главный антропогенный фактор, повлиявший на изменение ландшафтов ключевых участков в течение рассматриваемых временных промежутков, — горнопромышленная деятельность. Появление новых горнопромышленных ландшафтов не только привело к глубокой трансформации всех компонентов замещаемых ими природных ландшафтов, но и сформировало долгосрочные источники техногенной нагрузки на сопредельные геосистемы.

В Сихотэ-Алинском биосферном районе проводились разнообразные исследования на тему экологических последствий добычи и переработки минеральных ресурсов [28–35]. Одни только обширные комплексы шламовых отвалов с момента возникновения и по сей день оказывают целый спектр негативных воздействий. В условиях ключевых участков шламовые отвалы расположены главным образом в пределах одного вида ландшафта — освоенных земель с преобладанием в прошлом долинных широколиственных лесов (см. рис. 1, б, № 85), который относится к роду эрозионно-аккумулятивно-равнинных и горно-долинных ландшафтов с водообменом от быстрого до затрудненного [11]. Так, шламовые отвалы обоих ключевых участков находятся в долинах рек Кавалеровки (Хрустальный) и Рудной (Дальнегорск). Шламовые воды выносят большие объемы концентрированных растворов (Sn, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Al и др.) в природные поверхностные и грунтовые воды, следовательно, в речные воды [28]. Благодаря особенностям водообмена, эти микроэлементы могут аккумулироваться в сопредельных видах ландшафтов и выноситься на большие расстояния ниже по течению. Подотвальные воды значительно влияют на состав почв окружающих ландшафтов. В растительном покрове происходит техногенное накопление металлов выше фоновых характеристик [28]. Осушенные тонкодисперсные массы шламовых отвалов, не закрытые предохранительными слоями, выступают источниками пылевого загрязнения приземных слоев атмосферы. Такие газопылевые выделения насыщены тяжелыми металлами, вредными элементами и способны приводить к разрушению растительных покровов и образованию техногенных пустошей [34]. В условиях ключевых участков эта пыль, в зависимости от преобладающих направлений ветра, оседает в границах населенных пунктов и сопредельных видов ландшафтов (см. рис. 1, б, № 18, 22, 24, 26).

Схожее воздействие оказывают и карьерно-отвальные комплексы. Они расположены на некоторых склонах, окружающих Дальнегорск, в пределах двух видов ландшафтов — дубовых лесов из дуба монгольского, их редколесий и порослевых зарослей (см. рис. 1, з, № 24); мелколиственных лесов (береза, осина) в комплексе с участками широколиственных лесов (дуб, липа, ясень) по гарям на месте смешанных лесов (26). Оба вида ландшафтов относятся к роду расчлененных среднегорных ландшафтов с быстрым водообменом [11]. Так, сток с отвалов здесь аккумулируется уже в пределах другого вида ландшафтов — освоенных земель на месте преобладания в прошлом долинных широколиственных лесов (см. рис. 1, з, № 85), далее попадает в местную речную сеть и вниз по течению. Таким образом, миграция техногенных элементов охватывает три вида природных ландшафтов ключевого участка, затрагивая компоненты ландшафтных выделов более детального уровня на всем протяжении переноса. Также в пределах карьерно-отвальных комплексов протекают эрозионные и осыпные процессы.

Такие специфические типы урочищ, как гидротехнические каналы и канализированные русла рек, необходимые для отвода естественного водотока от производственных площадок и отвалов, существенно меняют гидрологический режим сопредельных ландшафтов. Так, в северной части ключевого участка Хрустальный (см. рис. 2, а) русло р. Кавалеровки частично канализировано и «убрано» в бетонный канал, проходящий вдоль склона долины и вплотную примыкающий к нему. С другой стороны канал отгорожен от шламового отвала насыпной дамбой. Отдельные фрагменты русла канализировались и далее вниз по течению, со значительным сдвигом от исходного положения русла. Все это гидротехническое сооружение находится в пределах освоенных земель с преобладанием в прошлом долинных широколиственных лесов (см. рис. 1, в, № 85) и является составной частью комплекса из трех шламовых отвалов, практически перекрывающего долину р. Кавалеровки в пределах ключевого участка.

Следует упомянуть, что промышленная застройка функционирующих горно-обогатительных фабрик тоже выступает поставщиком поллютантов (например, пыли, сажи, различных химических соединений) в составе газообразных выбросов) в сопредельные виды ландшафтов.

Интенсивность горнопромышленной деятельности в пределах рассматриваемых ключевых участков неоднородна. В Хрустальном она прекратилась в 2001 г. Для шламовых отвалов наступил посттехногенный период развития, они стали покрываться разреженным растительным покровом, активизировались почвообразующие процессы [22]. Кроме того, растительный покров, становящийся с

течением времени все более плотным и комплексным, способствует замедлению эрозионных процессов, препятствует выносу незакрепленного материала отвалов в сопредельные ландшафты. Горнохимический комбинат в Дальнегорске, напротив, продолжал функционировать, расширялись существующие отвалы, происходила отсыпка новых на стенки существующих карьеров, что препятствовало активизации восстановительных процессов.

Второстепенные антропогенные факторы, влияющие на изменение ландшафтов рассматриваемых ключевых участков, — развитие населенных пунктов, лесная промышленность и сельское хозяйство. Границы населенных пунктов расширялись за счет прироста площадей пригородной и дачной застройки, замещавшей природные виды ландшафтов. Происходило дальнейшее освоение земель с преобладанием в прошлом долинных широколиственных лесов (см. рис. 1, в, г, № 85), замещение дубовых лесов из дуба монгольского, их редколесий и порослевых зарослей (№ 24). Это привело к сведению естественной растительности под индивидуальные участки, антропогенной трансформации почвенного покрова вследствие формирования придомовых площадок и сельскохозяйственной деятельности. Кроме того, сопредельные природные ландшафты также начинали испытывать рост антропогенной нагрузки из-за улучшения их доступности. Возникли многочисленные тропы, дороги, стихийные свалки мусора и т. д.

В ядрах населенных пунктов изменения связаны с замещением пригородной застройки, представленной традиционными, преимущественно деревянными, домами с приусадебными участками, капитальной среднеэтажной жилой застройкой. Существенно изменились высота возведенных зданий и плотность застройки — характеристики, определяющие такие экологические особенности, как температурный и ветровой режим, поверхностный сток, возможность произрастания древесной и кустарниковой растительности [1]. При замещении происходило усиление роли технического компонента ландшафта, так как возведение капитальных среднеэтажных зданий требует серьезного вмешательства в большую часть компонентов трансформируемого ландшафта. При возведении фундаментов и укладке различных линий коммуникаций происходит выемка значительных объемов грунта. Почвенный покров срезается и замещается минеральными насыпями, закрепленными твердым покрытием. Меняется локальный гидрологический режим, а существующие водотоки канализируются. Культурный растительный покров приусадебных участков, как и остаточный естественный, часто сводился совсем или замещался посадками с декоративными растениями.

Воздействие еще одного антропогенного фактора — деятельности лесной промышленности — на изменение ландшафтов рассматриваемых участков носит умеренный характер. На участке Хрустальный этот вид хозяйственной деятельности представлен отдельными зарастающими старыми рубками в пределах одного вида ландшафтов — дубовых лесов из дуба монгольского, их редколесий и порослевых зарослей (см. рис. 1, в, № 24). В структуре самих населенных пунктов присутствуют деревообрабатывающие предприятия, но действующие рубки расположены за пределами ключевых участков. То же можно сказать и про сельское хозяйство. В границах обоих ключевых участков имеются отдельные выделы с сельскохозяйственными полями на покатых склонах (см. рис. 2, № 43) и в речных долинах (№ 42). Находясь они в лесах из дуба монгольского, их редколесий и порослевых зарослей (см. рис. 1, в, № 24) и на освоенных землях с преобладанием в прошлом долинных широколиственных лесов (№ 85). Однако масштаб воздействия сельскохозяйственной деятельности на окружающие природные ландшафты ограничен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы подготовлены пары разновременных карт антропогенных урочищ для каждого ключевого участка. Временные промежутки между парами карт составляют 55 и 35 лет. Установлено, что площади антропогенных урочищ ключевых участков увеличились главным образом под воздействием двух антропогенных факторов — горнопромышленной деятельности и (в меньшей мере) развития населенных пунктов. Для Хрустального рост составил более 100 %, для Дальнегорска — 10 %.

На долю урочищ, сменивших свой класс в течение рассматриваемых периодов, приходится 7 % от общей площади антропогенно измененных земель для Хрустального и 9 % для Дальнегорска. Основные изменения среди классов урочищ связаны с урбанизацией населенных пунктов и замещением традиционной деревянной застройки с приусадебным хозяйством капитальной среднеэтажной, а также со вторичным использованием существующих горнопромышленных ландшафтов.

На обоих ключевых участках наибольшим антропогенным изменением отличаются освоенные земли с преобладанием в прошлом долинных широколиственных лесов. Негативные процессы, затрагивающие антропогенно измененные и сопредельные виды ландшафтов, главным образом связаны с объектами горнопромышленной деятельности — шламохранилищами и карьерно-отвальными комплексами и в меньшей мере с развитием населенных пунктов.

Карты технических, природно-технических и техноприродных урочищ могут выступать основой для долговременных исследований, таких как изучение динамики ландшафтов и мониторинг.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (18–05–00086).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Исаченко Г.А., Резников А.И.** Ландшафты Санкт-Петербурга: эволюция, динамика, разнообразие // Биосфера. — 2014. — Т. 6, № 3. — С. 231–249.
2. **Гусев А.П., Андрушко С.В.** Антропогенная динамика ландшафтов Гомельского Полесья в XIX–XXI вв. // Изв. Иркут. ун-та. Сер. Науки о Земле. — 2018. — Т. 25. — С. 30–40.
3. **Хромых О.В., Хромых В.В., Хромых В.С.** Естественная и антропогенная динамика ландшафтов поймы Томи в окрестностях г. Томска // Вестн. Том. ун-та. — 2015. — № 400. — С. 426–433.
4. **Abd El-Kawy O.R., Ruid J.K., Ismail H.A., Suliman A.S.** Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data // Applied Geography. — 2011. — Vol. 31, Issue 2. — P. 483–494.
5. **Hendrychová M., Kabrna M.** An analysis of 200-year-long changes in a landscape affected by large-scale surface coal mining: History, present and future // Applied Geography. — 2016. — Vol. 74. — P. 151–159.
6. **Wang X., Zheng D., Shen Y.** Land use change and its driving forces on the Tibetan Plateau during 1990–2000 // Catena. — 2008. — Vol. 72, Issue 1. — P. 56–66.
7. **Баденков Ю.П., Пузаченко Ю.Г.** Принципы организации региональных биосферных станций (из опыта работы Сихотэ-Алинского стационара) // Сихотэ-Алинский биосферный район: принципы и методы экологического мониторинга. — Владивосток: Изд-во Дальневост. науч. центра АН СССР, 1981. — С. 6–17.
8. **Качур А.Н., Петропавловский Б.С.** Геосистемный мониторинг в Сихотэ-Алинском биосферном районе: состояние и очередные задачи (вместо введения) // Сихотэ-Алинский биосферный район: фоновое состояние природных компонентов. — Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1987. — С. 4–9.
9. **Исаченко А.Г.** Прикладное ландшафтоведение. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. — Ч. 1. — 150 с.
10. **Жучкова В.К. Раковская Э.М.** Природная среда — методы исследования. — М.: Мысль, 1982. — 163 с.
11. **Старожилов В.Т.** Карта ландшафтов Приморского края м-ба 1:1 000 000. — Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. — 1 л.
12. **Сочава В.Б.** Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1978. — 318 с.
13. **Мильков Ф.Н.** Антропогенное ландшафтоведение, предмет изучения и современное состояние // Вопросы географии. — 1977. — Сб. 106. — С. 11–27.
14. **Мильков Ф.Н.** Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. — 400 с.
15. **Мильков Ф.Н.** Физическая география. Учение о ландшафте и географическая зональность. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1986. — 328 с.
16. **Федотов В.И.** Техногенные ландшафты: теория, региональные структуры, практика. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1985. — 192 с.
17. **Дьяконов К.Н.** Становление концепции геотехнической системы // Вопросы географии. — 1978. — Сб. 108. — С. 54–63.
18. **Рева М.Л.** Возобновления растительного покрова в специфических условиях техногенных ландшафтов Донбасса // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. — М.: Наука, 1978. — С. 136–147.
19. **Прокаев В.И.** Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование: Курс лекций. — Свердловск: Изд-во Свердл. пед. ун-та, 1975. — Ч. 2. — 111 с.
20. **Прокаев В.И.** Типы фаций — единицы детального ландшафтного картографирования // Изв. ВГО. — 1983. — Т. 115, вып. 6. — С. 491–497.
21. **Природа, техника, геотехнические системы /** Отв. ред. В.С. Преображенский. — М.: Наука, 1978. — 152 с.
22. **Осипов С.В., Гуров А.А.** Детальное картографирование техногенных ландшафтов // География и природ. ресурсы. — 2016. — № 1. — С. 156–163.
23. **Осипов С.В., Гуров А.А.** Классификация географических фаций горнопромышленных территорий (на основе исследований в Дальневосточном регионе) // Изв. РАН. Сер. Геогр. — 2018. — № 5. — С. 91–103.
24. **Осипов С.В., Гуров А.А.** Ландшафтное картографирование антропогенных урочищ для оценки состояния и мониторинга территории // География и природ. ресурсы. — 2019. — № 3. — С. 41–48.

25. **Осипов С.В., Гуров А.А.** Геоэкологическая оценка и мониторинг территории: технология на основе ландшафтного картографирования антропогенных геокомплексов // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Науки о Земле. — 2022. — № 4. — С. 631–651.
26. **Ковалева Г.В., Старожилов В.Т., Дербенцева А.М., Назаркина А.В., Майорова Л.П., Матвеев Т.И., Семаль В.А., Морозова Г.Ю.** Почвы и техногенные поверхностные образования в городских ландшафтах. — Владивосток: Изд-во Дальнаука, 2012. — 159 с.
27. **Гуров А.А., Осипов С.В., Ивакина Е.В., Жарикова Е.А., Старожилов В.Т.** Ландшафтное картографирование горнопромышленных территорий и их природного окружения // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. География. Геоэкология. — 2022. — № 2. — С. 47–59.
28. **Зверева В.П.** Экологические последствия гипергенных процессов на оловорудных месторождениях Дальнего Востока. — Владивосток: Дальнаука, 2008. — 165 с.
29. **Чудаева В.А.** О формах миграции тяжелых металлов в речных водах восточного Сихотэ-Алиня // Сихотэ-Алинский биосферный район: принципы и методы экологического мониторинга. — Владивосток: Изд-во Дальневост. науч. центра АН СССР, 1981. — С. 90–100.
30. **Шулькин В.М.** Химический состав снежного покрова как индикатор разноса газопылевых выбросов // Сихотэ-Алинский биосферный район: принципы и методы экологического мониторинга. — Владивосток: Изд-во Дальневост. науч. центра АН СССР, 1981. — С. 101–109.
31. **Христофорова Н.К., Богданова Н.Н., Обухов А.Н.** Использование бурых водорослей фукусов для индикации состояния прибрежно-морских вод // Сихотэ-Алинский биосферный район: принципы и методы экологического мониторинга. — Владивосток: Изд-во Дальневост. науч. центра АН СССР, 1981. — С. 118–127.
32. **Баденкова С.В., Княжева Л.А., Кононова И.Ф.** Опыт лихеноиндикации загрязнения ландшафтов восточного Сихотэ-Алиня // Сихотэ-Алинский биосферный район: принципы и методы экологического мониторинга. — Владивосток: Изд-во Дальневост. науч. центра АН СССР, 1981. — С. 128–135.
33. **Аржанова В.С., Елпатьевский П.В.** Геохимия ландшафтов и техногенез. — М.: Наука, 1999. — 196 с.
34. **Тарасенко И.А., Зиньков А.В.** Экологические последствия минерально-геохимических преобразований хвостов обогащения Sn-Ag-Pb-Zn руд (Приморье, Дальнегорский район). — Владивосток: Дальнаука, 2001. — 194 с.
35. **Скирина И.Ф., Качур А.Н.** Накопление тяжелых металлов в лишайниках как индикатор состояния окружающей среды (на примере горно-металлургического и химического ПО «Дальполиметалл») // Сихотэ-Алинский биосферный район: производственно-природные отношения. — Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1991. — С. 109–117.

Поступила в редакцию 11.11.2021

После доработки 04.10.2022

Принята к публикации 28.12.2022