

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИХОТЭ-АЛИНСКОГО БИОСФЕРНОГО РАЙОНА

Гуров А.А.,

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток*

**Аннотация.** Цель настоящей работы – подготовить геоэкологический анализ антропогенно изменённых территорий Сихотэ-Алинского биосферного района. Полевой материал для настоящей работы получен в ходе экспедиционных исследований в 2010, 2012, 2018, 2019 и 2020 годах. Описания проводились детально-маршрутным методом. Во время полевых исследований использовались общепринятые методики. Геоинформационная система «Антропогенные геокомплексы Сихотэ-Алинского биосферного района» составлена с использованием программного обеспечения ArcGIS 10. В процессе ландшафтного картографирования установлено, что антропогенные урочища занимают 274 км<sup>2</sup> или около 1% площади Сихотэ-Алинского биосферного района. При этом выявлено большое разнообразие антропогенных урочищ. Анализ карты (картографического слоя) антропогенных урочищ показал, что освоенность Сихотэ-Алинского биосферного района в основном связана с сельским и городским строительством, строительством промышленных объектов, добычей полезных ископаемых, строительством автодорог, сельскохозяйственным производством. Выполнен анализ освоенности природных ландшафтов. Так, горные природные ландшафты преобразованы на 0,3%, среди них наиболее трансформированный род ландшафта – расчленённосреднегорный. Равнинные и горно-долинные ландшафты преобразованы на 4,0%, среди них наиболее трансформированный род ландшафта – эрозионно-аккумулятивно-равнинный и горно-долинный.

**Ключевые слова:** ландшафт, антропогенный, картографирование, GIS

## GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF THE SIKHOTE-ALIN BIOSPHERE REGION

Gurov A.A.

*The Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch  
Of the Russian Academy of Sciences*

**Abstract.** The purpose of this work is to prepare a geoecological analysis of anthropogenically modified territories of the Sikhote-Alin biosphere region. Material for this work was obtained during expeditionary research in 2010, 2012, 2018, 2019 and 2020. Field studies were carried out using a detailed route method. During field research, generally accepted methods were used. The geographic information system “Anthropogenic geocomplexes of the Sikhote-Alin biosphere region” was compiled using ArcGIS 10 software. In the process of landscape mapping, it was established that anthropogenic meso-landscapes occupy 274 km<sup>2</sup> or about 1% of the area of the Sikhote-Alin biosphere region. At the same time, a wide variety of anthropogenic meso-landscapes was identified. The landscape map of anthropogenic meso-landscapes showed that the landscape transformation of the Sikhote-Alin biosphere region is mainly associated with rural and urban construction, construction of industrial facilities, mining, road construction, and agricultural production. An analysis of natural landscapes anthropogenic transformation was carried out. Mountain landscapes have been transformed by 0.3%, among them the most transformed type of landscape is dissected mid-mountain. Plain and mountain-valley landscapes were transformed by 4.0%, among them the most transformed type of landscape is erosion-accumulative-plain and mountain-valley.

**Key words:** landscape, anthropogenic, mapping, GIS

**Введение.** Изучение изменения ландшафтного покрова под воздействием антропогенных факторов приобретает все большую актуальность [4, 6, 8, 9, 11, 17 и др.]. С каждым годом площади, занимаемые антропогенными ландшафтами, растут. Появляются новые и расширяются уже существующие населенные пункты, сельскохозяйственные земли, обрабатывающие предприятия, добывающие комплексы. При этом в хозяйственную деятельность неизбежно вовлекаются все новые природные ландшафты, возрастает значение технического компонента в функционировании уже трансформированных ландшафтов. Их изучение будет становиться все более востребованным, это особенно очевидно с точки зрения «зелёного» развития отдельных территорий и региона в целом [1, 10]. Карты, отображающие комплексную информацию о территории, являются мощным фундаментом для таких исследований. Потому так важно развитие ландшафтного подхода к картографированию антропогенно измененных географических комплексов различных уровней, в том числе самых детальных.

Цель настоящей работы – подготовить геоэкологический анализ антропогенно изменённых территорий Сихотэ-Алинского биосферного района. Для этого поставлены следующие задачи: 1) подготовить геоинформационную систему «Антропогенные геокомплексы Сихотэ-Алинского биосферного района», 2) выполнить анализ структуры антропогенно изменённых территорий, 3) выполнить анализ антропогенных изменений ландшафтного покрова Сихотэ-Алинского биосферного района.

**Материалы и методы.** Полевой материал для настоящей работы получен в ходе экспедиционных исследований в 2010, 2012, 2018, 2019 и 2020 годах. В подготовительный период проводился сбор следующих материалов: литературные данные по исследуемому району, топографические карты масштабов 1:100000, 1:50000, 1:25000 и архивные аэрофотоснимки из фонда Тихоокеанского института географии ДВО РАН, использовались дистанционные данные из открытых источников (Google, Yandex, ESRI). Также использовались данные представленные на геопортале ТИГ ДВО РАН и сервисы Google street view, 2GIS. На основе подобранных картографических материалов были составлены предварительные классификация и полевые карты фаций для 8-ми ключевых участков в масштабе 1:5000. Каждый ключевой участок охватывает техногенное «ядро» и окружающую природную территорию. Техногенные «ядра» представлены застройкой населенных пунктов, промышленной застройкой горнопромышленных предприятий, комплексами шламовых отвалов, шахтно- и карьерно-отвальными комплексами, другими антропогенно измененными территориями. Остальные антропогенные территории исследуемого района выявлены на основе дешифрирования космических снимков, для них также составлена предварительная карта и классификация антропогенных урочищ в масштабе 1:50000. Работа выполнялась в виде последовательного изучения всей территории района по космическим снимкам, в ручном режиме, с целью выявления мельчайших выделов антропогенных урочищ.

Во время полевых исследований использовались общепринятые методики [5, 7 и др.]. Всего описано более 500 основных и картировочных точек. Описания проводились детально-маршрутным методом.

Геоинформационная система составлена с использованием программного обеспечения ArcGIS 10. Использовалась поперечная цилиндрическая равноугольная проекция Гаусса – Крюгера (Pulkovo 1942 GK Zone 23N). Основное содержание ГИС «Антропогенные геокомплексы Сихотэ-Алинского биосферного района» составляют следующие наборы слоёв: «антропогенные фации» (670 полигонов), «антропогенные урочища» (711). «Фации» подготовлены для 8 ключевых участков, «урочища» – для всей территории исследуемого района [2, 3, 12, 13, 14, 15]. Также в геоинформационную систему входят слои с космическими снимками, транспортной сетью, населёнными пунктами, административным делением, географической характеристикой.

**Результаты и их обсуждение.** *Анализ структуры антропогенных ландшафтов.* Площадь исследуемого района составляет 33537,67 км<sup>2</sup>, из них 33263,31 км<sup>2</sup> (более 99%) приходится на природные урочища, 55,59 км<sup>2</sup> (0,2%) на природно-технические, еще 218,77 км<sup>2</sup> (0,6%) занимают техно-природные [15]. Разнообразие техно-природных и природно-технических урочищ довольно высокое, несмотря на относительно малую площадь, занимаемую ими. Коэффициент ландшафтного разнообразия для антропогенных урочищ рассматриваемого района составляет – 6,05, что является высоким значением.

Природно-технические урочища исследуемого района – это промышленные зоны с разреженной технической инфраструктурой, городские районы со средне- и малоэтажной застройкой, транспортные магистрали, отвалы промышленных и бытовых отходов, плотины, причалы, водотоки технологические. Эти геокомплексы в значительной степени состоят из искусственных материалов и сооружений, природные компоненты в них значительно изменены. Как следствие, строение, функционирование и развитие таких геокомплексов определяется в большей степени деятельностью человека, природные процессы играют в них значимую, но не ведущую роль [15]. В условиях исследуемого района они формируют ядра крупных населенных пунктов с их жилой и производственной застройкой, транспортной сетью и различной сопутствующей инфраструктурой.

Среди природно-технических урочищ рассматриваемого района преобладают автодороги II–V-ой категорий – 43% от всей их площади, отвалы шламовые – 16%, малоэтажная производственная застройка на покатых участках с 15%, и среднеэтажная жилая застройка на покатых участках с 6%. Из данного соотношения становится ясным характер застройки и ее этажность для здешних городов и поселков городского типа, а также их основная хозяйственная специализация, связанная с горнопромышленным производством.

Техно-природные урочища исследуемого района представлены пригородными, сельскими и дачными участками, площадками, отвалами и обнажениями горных пород, агропроизводственными землями, кладбищами и мемориалами. Техно-природные геокомплексы образованы природными компонентами. Однако антропогенные воздействия существенно трансформировали некоторые компоненты и инвариант в такой степени, что самопроизвольное возвращение геокомплекса в первоначальное состояние стало невозможным. Необратимость изменений часто обусловлена преобразованием рельефно-субстратной основы ландшафта и созданием отдельных сооружений [15]. В условиях исследуемого района техно-природные урочища формируют периферию крупных населенных пунктов, малые населенные пункты с преимущественно сельской застройкой и их окружение в виде значительных площадей, занятых под сельскохозяйственную деятельность. Сюда же относятся карьерно-отвальные комплексы. Среди техно-природных урочищ преобладают сельскохозяйственные поля в речных долинах – 58% от всей их площади, пригороды на покатых участках – 14%, села, деревни, станицы, хутора и др. – 12%, отвалы поверхностных горных пород – 7%. Данное соотношение дает представление о характере хозяйственной деятельности местных малых населенных пунктов (сёл, деревень) связанной преимущественно с сельским хозяйством.

*Анализ антропогенного изменения природных ландшафтов.* Рассмотрим степень антропогенного изменения природных ландшафтов района исследований. Для этого проведено сопоставление (наложение) двух карт: антропогенных урочищ Сихотэ-Алинского биосферного района и ландшафтов Приморского края [16]. Согласно карте, В. Т. Старожилова [16] ландшафтная структура исследуемого района включает в себя 2 типа, 7 классов, 10 родов и 49 видов ландшафтов. Важно отметить, что территории, пройденные рубками и пожарами, в основном остаются в категории природных геокомплексов/геосистем. Информация по ландшафтной структуре и степени антропогенного изменения приведена на рис. 1.

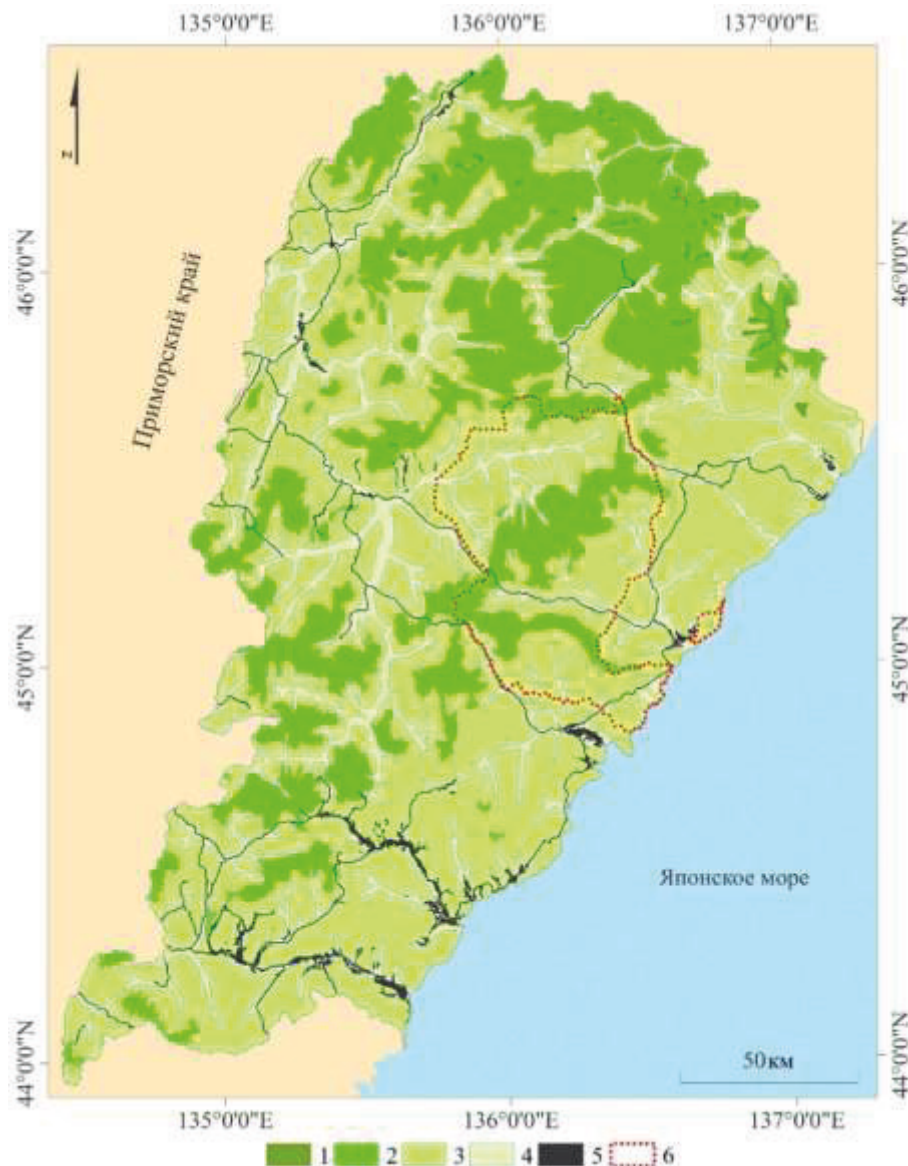


Рис. 1. Антропогенное изменение ландшафтов Сихотэ-Алинского биосферного района: наложение двух картографических слоев: антропогенных урочищ [15] и классов ландшафтов [16] (составлено автором). Условные обозначения: 1 – горно-тундровый класс ландшафтов, 2 – горно-таежный класс ландшафтов, 3 – горно-лесной класс ландшафтов, 4 – лесной, лесостепной и степной класс ландшафтов аккумулятивных равнин и горных долин, 5 – антропогенные урочища, 6 – границы объекта всемирного наследия ЮНЕСКО «Центральный Сихотэ-Алинь».

Горный тип ландшафтов представлен горно-тундровым, горно-таежным и горно-лесным классами ландшафтов (рис. 1). Горный тип ландшафтов в рассматриваемом районе занимает 28479,8 км<sup>2</sup> или 85% от всей его площади из них 82,06 км<sup>2</sup> антропогенно изменено. В наибольшей мере трансформацией здесь затронуты горно-лесные расчлененносреднегорные (7%) и горно-лесные низкогорные роды ландшафтов (5%), в наименьшей – горно-лесные массивносреднегорные (3%) и горно-лесные платобазальтовые (3%). На техно-природные наземные урочища здесь приходится 69% от всей площади, на природно-технические наземные – 30%, еще менее 1% суммарно занимают природно-



технические земноводные и техно-природные земноводные урочища. Структура природно-технических урочищ следующая: малоэтажная производственная застройка на покатых участках – 20%, на автодороги II-V категории приходится около 40%, еще 17% – отвалы шламовые 8% – среднеэтажная производственная застройка на покатых участках, 5% – малоэтажная застройка с недействующими строениями на покатых участках, 4% – малоэтажная жилая застройка на покатых участках, 3% – среднеэтажная жилая застройка на покатых участках. В классе техно-природных урочищ преобладают пригороды на покатых участках 22%, сельскохозяйственные поля в речных долинах – 33%, отвалы поверхностных горных пород 16%, сёла, деревни, станицы, и др. – 14%, сельскохозяйственные поля на покатых склонах – 4%, еще 11% приходится на остальные техно-природные урочища.

Равнинный и долинный горный тип ландшафта занимает 5056,57 км<sup>2</sup> или 15% от всей площади исследуемого района. Он представлен классом лесных, лесостепных и степных ландшафтов аккумулятивных равнин и горных долин (рис. 1). Около 4% его площади антропогенно изменено. Антропогенные урочища здесь занимают 191 км<sup>2</sup>. На природно-технические наземные приходится 16% от всей площади, техно-природные наземные занимают 83%, оставшийся 1% приходится на природно-технические земноводные и техно-природные земноводные урочища. Структура природно-технических урочищ следующая: малоэтажная производственная застройка на покатых участках – 11% площади, среднеэтажная жилая застройка на покатых участках – 8%, автодороги II-V категорий – 47%, отвалы шламовые – 16%, аэродромы – 7%, малоэтажная застройка с недействующими строениями на покатых участках – 3%, малоэтажная жилая застройка на покатых участках – 3%, малоэтажная застройка общественными зданиями на покатых участках – 3%. В классе техно-природных урочищ преобладают: пригороды на покатых участках – 11%, сёла, деревни, станицы, и др. – 11%, сельскохозяйственные поля в речных долинах – 68%, отвалы поверхностных горных пород – 4%, сельскохозяйственные поля на покатых склонах – 2%, дачи на покатых участках – 1%.

Таким образом горные природные ландшафты в исследуемом районе преобразованы на 0,3%, среди них наиболее трансформированный род ландшафта – расчленённосреднегорный. Равнинные и горно-долинные ландшафты преобразованы на 4%, среди них наиболее трансформированный род ландшафта – эрозионно-аккумулятивно-равнинный и горно-долинный.

Следует отметить, что в пределах рассматриваемого района находится объект всемирного наследия ЮНЕСКО «Центральный Сихотэ-Алинь» (рис. 1). Обращает внимание автодорога, пересекающая его территорию: в настоящее время хорошо известно разноплановое влияние автодорог на биоту и окружающую среду в целом, в том числе отрицательное воздействие [18, 19]. Также опасение вызывают окружающая его территорию автодорога, населенные пункты близ его границ, центры горнорудной промышленности, хотя и расположенные на значительном расстоянии [15].

**Выводы.** Подготовлена геоинформационная система «Антропогенные геокомплексы Сихотэ-Алинского биосферного района». Её основное содержание составляют наборы слоёв «антропогенные урочища» (более 700 полигонов) и «антропогенные фации» (около 700 полигонов). Слой «антропогенные урочища» подготовлен для всей территории Сихотэ-Алинского биосферного района. Слой «антропогенные фации» подготовлен для 8 ключевых участков, на которых выполнено картографирование как антропогенных, так и окружающих их природных территорий. Также в геоинформационную систему входят слои с космоснимками, речной сетью, транспортной сетью, населёнными пунктами, административным делением.

В процессе ландшафтного картографирования установлено, что антропогенные урочища занимают 274 км<sup>2</sup> или около 1% площади Сихотэ-Алинского биосферного района. Анализ карты (картографического слоя) антропогенных урочищ показал, что освоенность

Сихотэ-Алинского биосферного района в основном связана с сельским и городским строительством, строительством промышленных объектов, добычей полезных ископаемых, строительством автодорог, сельскохозяйственным производством.

Выполнен анализ освоенности природных ландшафтов. Так, горные природные ландшафты преобразованы на 0,3%, среди них наиболее трансформированный род ландшафта – расчленённосреднегорный. Равнинные и горно-долинные ландшафты преобразованы на 4,0%, среди них наиболее трансформированный род ландшафта – эрозионно-аккумулятивно-равнинный и горно-долинный.

Ландшафтные карты антропогенных фаций и урочищ могут служить основой для разноплановых исследований: анализа структуры ландшафтного покрова, ландшафтной и геоэкологической характеристики территории, изучения изменений и мониторинга ландшафтов.

### Литература

1. Бакланов, П. Я. Сихотэ-Алинь – горная территория с уникальным потенциалом зеленого развития / П. Я. Бакланов, А. В. Мошков, Ю. П. Баденков [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87, № 7. С. 1005-1018.

2. Гуров, А. А. Ландшафтное картографирование горнопромышленных территорий и их природного окружения / А. А. Гуров, С. В. Осипов, Е. В. Ивакина, Е. А. Жарикова, В. Т. Старожилов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. 2022. № 2. С. 47-59.

3. Гуров, А. А. Трансформация антропогенных ландшафтов в Сихотэ-Алинском биосферном районе / А. А. Гуров // География и природные ресурсы. 2023. № 2. С. 123-135.

4. Дьяконов, К. Н. Базовые концепции и понятия ландшафтоведения / К. Н. Дьяконов // Географические научные школы Московского Университета / глав. ред. Н. С. Касимов. Москва : Издательский дом «Городец», 2008. С. 348-386.

5. Жучкова, В. К. Природная среда – методы исследования / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. – Москва : Мысль, 1982. 163 с.

6. Исаченко, А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А. Г. Исаченко – Москва : Высш. шк., 1991. 368 с.

7. Исаченко, А. Г. Прикладное ландшафтоведение. Ч. I. / А. Г. Исаченко. Ленинград: Изд-во Ленингр. университета, 1976. 150 с.

8. Исаченко, А. Г. Теория и методология географической науки / А. Г. Исаченко. – Москва: Издат. центр «Академия», 2004. 400 с.

9. Мильков, Ф. Н. Антропогенное ландшафтоведение, предмет изучения и современное состояние / Ф. Н. Мильков // Геогр. о-во СССР, Моск. фил.; редкол. : С. А. Ковалев (пред.) [и др.]. Москва: Мысль, 1977. Сб. 108: Влияние человека на ландшафт. 1977. С. 11-27.

10. Мирзеханова, З. Г. Реализация концептуальных положений модели зелёной экономики на Дальнем Востоке России: экологические предпосылки / З. Г. Мирзеханова // Экономика региона. 2020. Т. 16, № 2. С. 449-463.

11. Николаев, В. А. Учение об антропогенных ландшафтах – научно-методическое ядро геоэкологии / В. А. Николаев // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2005. № 2. С. 35-44.

12. Осипов, С. В. Геоэкологическая оценка и мониторинг территории: технология на основе ландшафтного картографирования антропогенных геокомплексов / С. В. Осипов, А. А. Гуров // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2022. Т. 67. Вып. 4. С. 631-651.

13. Осипов, С. В. Детальное картографирование техногенных ландшафтов / С. В. Осипов, А. А. Гуров // География и природные ресурсы. 2016. № 1. С. 156-163.

14. Осипов, С. В. Классификация географических фаций горнопромышленных территорий (на основе исследований в Дальневосточном регионе) / С. В. Осипов, А. А. Гуров // Известия РАН. Серия географическая. 2018. № 5. С. 91-103.
15. Осипов, С. В. Ландшафтное картографирование антропогенных урочищ для оценки состояния и мониторинга территории Сихотэ-Алинского биосферного района / С. В. Осипов, А. А. Гуров // География и природные ресурсы. 2019. № 3. С. 41-48.
16. Старожилов, В. Т. Карта ландшафтов Приморского края. Карта. Масштаб 1: 1000000. / В. Т. Старожилов. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 1 л.
17. Федотов, В. И. Антропогенез – рукотворный процесс в географической оболочке Земли / В. И. Федотов // Естественные и технические науки. 2019. № 2. С. 105-110.
18. Benítez-López, A. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis / A. Benítez-López, R. Alkemade, P. A. Verweij // Biological Conservation. 2010. Vol. 143. P. 1307-1316.
19. Coffin, A. W. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads / A. W. Coffin // Journ. of Transport Geography. 2007. Vol. 15, Iss. 5. P. 396 – 406.