

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

УДК 911.5 (571)

КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАЦИЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ)

© 2018 г. С. В. Осипов^{1, 2, *}, А. А. Гуров^{1, **}

¹ Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

² Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

*e-mail: sv-osipov@yandex.ru

**e-mail: alexgurov1987@yandex.ru

Поступила в редакцию 07.09.2014 г.

Принята в печать 29.05.2018 г.

В качестве важнейших задач антропогенного ландшафтоведения Ф.Н. Мильков назвал подготовку региональных сводок, разработку классификации и картографирование антропогенных ландшафтов. В настоящее время актуальность этих задач лишь усилилась, так как недостаточное развитие классификаций антропогенных геокомплексов/геосистем является фактором, существенно обедняющим содержание различных (универсальных и специализированных) информационных и информационно-аналитических систем. Это определило задачу статьи — разработать классификацию географических фаций для подготовки детальных ландшафтных карт и последующего дифференцированного мониторинга горнопромышленных территорий Сихотэ-Алинского биосферного района и окружающих регионов. Горная промышленность в районе обусловила формирование нескольких различных классов антропогенных ландшафтов. Прежде всего, это промышленные геокомплексы. Селитебные, дорожные, сельскохозяйственные геокомплексы сформировались и развиваются так же во многом под воздействием горнопромышленной отрасли. Выявлено большое разнообразие фаций, которые относятся к восьми классам высшего ранга — порядкам: технические наземные, природно-технические наземные, природно-технические земноводные, техно-природные наземные, техно-природные земноводные, техно-природные водные, природные наземные, природные земноводные. Существующие классификации антропогенных геокомплексов/геосистем в основном разработаны индуктивным путем, обычно в процессе картографирования. Судя по всему, при охвате широкого спектра фаций — от природных и техно-природных до природно-технических и технических — единые критерии для выделения классов одного классификационного ранга могут быть сформулированы только в общем виде. Более операциональные критерии должны быть конкретизированы в пределах отдельных классов. В предложенной классификации географических фаций для некоторых классов классификационные критерии определены вполне четко. Приведены карты фаций двух ключевых участков, охватывающих техногенное “ядро” и природное окружение.

Ключевые слова: ландшафт, антропогенный, техногенный, структура, разнообразие, классификация, картографирование, мониторинг, фрагментация, геоинформационная система

DOI: 10.1134/S25287556618050102

Постановка проблемы. Площадь техногенных территорий во многих регионах мира продолжает увеличиваться, и значительное место в этом процессе занимает горнодобывающая промышленность. Среди научных исследований этих территорий превалирует изучение отдельных компонентов ландшафта. Детальные ландшафтные карты, сведения о внутриландшафтной структуре и разнообразии геокомплексов техногенных территорий содержатся в немногих публикациях. При этом многообразие промышленных, сельскохозяйственных, селитебных и других антропогенных геокомплексов (в особенности фаций)

остается необозримым из-за неразработанности вопросов их систематизации. Ф.Н. Мильков [21] в качестве важнейших задач антропогенного ландшафтоведения назвал разработку общепринятой типологии антропогенных ландшафтов и их картографирование. В настоящее время актуальность этих задач лишь усилилась, так как недостаточное развитие классификаций антропогенных геокомплексов/геосистем является фактором, существенно обедняющим содержание различных (универсальных и специализированных) географических карт, информационных и информационно-аналитических систем. Эти во-

просы особенно остро стоят при изучении антропогенно полностью измененных и фрагментированных природно-антропогенных территорий.

Отмеченные проблемы и определили цель данной статьи — разработать классификацию географических фаций для подготовки детальных ландшафтных карт и последующего мониторинга горнопромышленных территорий Сихотэ-Алинского биосферного района и окружающих регионов.

Район и методы исследования. Исследования проведены в Сихотэ-Алинском биосферном районе [3]. Район охватывает ненарушенные природные ландшафты (в том числе в природном биосферном заповеднике “Сихотэ-Алинский”), участки интенсивной деятельности промышленности (прежде всего, горной и лесной), населенные пункты (наиболее крупный среди них — город Дальнегорск с современной численностью населения 35 тыс. чел.). Регион охватывает среднюю часть горного хребта Сихотэ-Алинь, имеющую контрастное геологическое строение [12]. Рельеф низко- и среднегорный, высоты главного водораздела порядка 1000 м над уровнем моря. Климат умеренный с выраженными муссонными чертами [6]. Средняя температура воздуха самого холодного месяца — января — -15°C , средняя температура воздуха самого теплого месяца — июля — $+15^{\circ}\text{C}$. Атмосферные осадки — 700 мм/год. Высотная поясность растительного покрова имеет следующий вид (снизу вверх): полоса широколиственных (дубовых), в основном производных лесов, в нижней части с остепненными дубово-черноберезовыми редколесьями и зарослями лещины разнолистной; пояс кедрово-широколиственных лесов; полоса елово-широколиственных лесов; пояс пихтово-еловых с примесью лиственничных лесов; полоса каменисто-березового криволесья; пояс подгольцовых стелющихся лесов (кедрового стланика); пояс горных тундр [15]. В почвенном покрове нижних горных поясов абсолютно преобладают буроземы, в верхних горных поясах распространены подбурья.

Полевые исследования проведены в 2010–2012 гг. В ходе исследований описано более 500 основных и картировочных точек (пробных площадей), организованных в ландшафтные трансекты (профили). Для 8-ми ключевых участков на основе полевых материалов и космических снимков разработаны карты фаций в масштабе 1:5 000. Каждый ключевой участок охватывает техногенное “ядро” и окружающую природную территорию. Остальные техногенные территории Сихотэ-Алинского биосферного района выявлены на основе рекогносцировочных поездок и дешифрирования космических снимков, для них составлена карта урочищ в масштабе 1:50 000 [31].

Картографирование выполнено в пакете программ ArcGIS 10.

Объект классификации — географическая фация “как элементарная геосистема и морфологическая единица ландшафта” [14, с. 213]. Разнообразие антропогенных, в том числе техногенных, фаций огромно. Выполненные работы по классификации и картографированию антропогенных территорий пока дают весьма неполное представление об этом многообразии. В этой ситуации большое значение имеют классификации следующих объектов: 1) природных геокомплексов и геосистем разных пространственных уровней, как ненарушенных, так и испытавших разные нарушения, ведь в разработке их классификаций географией наработан огромный опыт (для данной работы первостепенное значение имеют классификации фаций [8, 17, 23, 33 и др.]); 2) техногенных геокомплексов и геосистем более высоких пространственных уровней: урочищ, местностей, ландшафтов [4, 10, 18, 21, 24, 26, 37, 45, 47]; 3) техногенных экосистем разных пространственных уровней [5]; 4) землепользования [44, 46]; 5) отдельных ландшафтных компонентов: техногенных почв и почвоподобных образований [2, 43], рельефа [20, 42], инженерных сооружений и конструкций как технического компонента геосистемы [7, 34]; 6) отдельных техногенных и других антропогенных процессов [32, 39, 41]. При изучении антропогенных фаций большое значение имеют представления о различных геотехнических, ландшафтно- или природно-технических системах [9, 22, 25, 34, 38, 41].

Выделены классы фаций пяти классификационных рангов (термин “класс” используется как безранговый, применимый к классификационным единицам любого ранга). В качестве классификационных параметров использованы характеристики современной структуры фаций. Ф.Н. Мильков [18, 19] в системе философских понятий назвал такой подход “классификацией антропогенных ландшафтов по их содержанию”, на основе общенаучных понятий этот подход может быть назван морфофункциональным [28]. Классы I (высшего) ранга соответствуют рядам или порядкам ландшафтов Ф.Н. Милькова [21]. Классы II и III рангов примерно соответствуют типам ландшафтов и местностей Ф.Н. Милькова [18], типам и формам ландшафтов М.Л. Рева [37]. Классы IV ранга примерно соответствуют родам [36] и классам фаций [40]. Классы V ранга примерно соответствуют группам фаций В.И. Прокаева [35, 36] и В.Б. Сочавы [40].

Результаты исследования и их обсуждение. В Сихотэ-Алинском биосферном районе горная промышленность определила формирование нескольких различных классов антропогенных ландшафтов. Не только промышленные, но и се-

литебные, дорожные, сельскохозяйственные геокомплексы сформировались и развиваются под воздействием горнопромышленной отрасли. Это во многом обусловило разнообразие и контрастность антропогенных геокомплексов.

Промышленные геокомплексы района представлены отвалами промышленных отходов, отвалами и обнажениями горных пород, а также отстойниками, обводненными выемками, производственными зданиями и площадками; сельскохозяйственные — полями; дорожные — автодорогами с твердым и грунтовым покрытием; селитебные — сельской застройкой, мало- и среднеэтажными многоквартирными зданиями. Последние 20–40 лет, после закрытия в районе горнодобывающих предприятий, промышленные геокомплексы в основном находятся на этапе посттехногенного саморазвития.

Рассматриваемые техногенные территории окружены природными геокомплексами, среди которых преобладают склоновые неморально- и бореально-лесные, довольно широко распространены долинные геокомплексы. Все природные геокомплексы, прилегающие к горнопромышленным территориям, имеют заметные изменения, вызванные деятельностью человека, прежде всего, рубками леса и лесными пожарами.

В изученном районе выявлено большое разнообразие географических фаций: классов I ранга (порядков) — 8, II ранга — 21, III ранга — 38, IV ранга (родов) — 124, V ранга (групп) — более 500 (табл. 1). Такое разнообразие фаций предопределено значительным разнообразием большинства природных и некоторых антропогенных компонентов. В частности, рельефно-субстратная (литогенная) основа образована как массивными (скальными) горными породами, так и рыхлыми отложениями. Среди рыхлых отложений по гранулометрическому составу представлены каменистые, щебнистые, дресвяные, песчаные [11]. Поверхности (природные и техногенные) имеют широкий диапазон уклонов: горизонтальные, субгоризонтальные, слабо, средне и сильно покатые, слабо, средне и сильно крутые [29]. Наклонные поверхности образуют непрерывный ряд экспозиций, в наиболее обобщенном виде различаются три категории: нейтральные (западные и восточные), теплые (южные, световые) и холодные (северные, теневые). Среди техногенных поверхностных (почвоподобных) образований представлены многие группы и подгруппы [43]: натурфабрикаты (абралиты — вскрытый и не утративший своего естественного залегания минеральный материал горных выработок, литостраты — насыпные минеральные грунты), артифабрикаты (артииндустраты — нетоксичные отходы промышленной переработки естественных материалов, артиурбистраты — свалки бытовых

отходов, артифимостраты — материал фекальных стоков, отходов деревообрабатывающей промышленности и т.п.), токсифабрикаты (токсиндустраты — токсичные продукты или отходы промышленного производства). Растительный покров представлен здесь группировками разных структурных типов — агрегациями, семиагрегациями, микрокомбинациями, сообществами. По морфологии они различаются тем, что агрегации и семиагрегации — это несомкнутые растительные группировки; сообщества представляют собой относительно однородные участки сомкнутой растительности; микрокомбинации — в основном неоднородные участки растительности, сомкнутой или включающей и несомкнутые парцеллы [27]. В изученных техногенных фациях агрегации и семиагрегации соответствуют начальным (пионерным) стадиям формирования растительного покрова.

Велико разнообразие классов V ранга — более 500. Приведем примеры подразделения трех классов IV ранга (родов фаций) на классы V ранга (группы фаций). Покатые площадки с развалинами (№ 37): с полынно-разнотравными агрегациями на артииндустратах; с березово-тополевыми агрегациями на инициальных литостратах; с полынно-разнотравными микрокомбинациями на органо-аккумулятивных литостратах. Теплые покатые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами (№ 55): слабо покатые щебнистые склоны с тополевыми полынными агрегациями на инициальных литостратах; средне покатые дресвяные склоны с березово-тополевыми агрегациями на инициальных литостратах; сильно покатые каменистые склоны без растений с инициальными литостратами. Нейтральные крутые склоны выемок, мало заросшие, с литостратами (№ 70): слабо крутые щебнистые склоны с березово-тополевыми разнотравными семиагрегациями на инициальных литостратах; средне крутые скальные склоны с березовыми тарановыми агрегациями на инициальных литостратах; сильно крутые скальные склоны с березовыми агрегациями на инициальных литостратах.

Предлагаемая классификация географических фаций разработана в процессе ландшафтного картографирования и является общей легендой для подготовленных карт фаций ключевых участков. На рисунке 1 приведены фрагменты карт двух ключевых участков, т.е. в работе [30] приведены карты других ключевых участков.

Существующие классификации техногенных геокомплексов/геосистем, как и изложенная здесь классификация фаций, в основном разработаны индуктивным путем, обычно в процессе картографирования. Следующий важнейший шаг — четкая формулировка критериев выделения клас-

Таблица 1. Классификация технических, природно-технических, техно-природных и частично природных фаций Сихотэ-Алинского биосферного района

Классы I ранга	Классы II ранга	Классы III ранга	Классы IV ранга
Технические наземные	Многоэтажные здания	Многоэтажные производственные здания Многоэтажные жилые и общественные здания Многоэтажные недействующие здания	1. Многоэтажные производственные здания 2. Многоэтажные жилые здания 3. Многоэтажные общественные (офисные, культовые, торговые и др.) здания 4. Многоэтажные недействующие здания
Природно-технические наземные	Малозэтажные здания	Малозэтажные производственные здания Малозэтажные жилые и общественные здания Малозэтажные недействующие здания	5. Малозэтажные производственные здания 6. Малозэтажные жилые многоквартирные здания 7. Малозэтажные общественные (офисные, культовые, торговые и др.) здания 8. Малозэтажные недействующие здания
	Транспортные магистрали	Железные дороги Автомобильные дороги	9. Железные дороги обычные 10. Железные дороги узкоколейные 11. Автомобильные дороги II–V-й категорий
	Отвалы промышленных и бытовых отходов	Шламовые отвалы	12. Покатые поверхности шламовых отвалов, мало заросшие, с токсиндустратами 13. Покатые поверхности шламовых отвалов, заросшие, с токсиндустратами 14. Покатые поверхности шламовых отвалов, мало заросшие, с артиурбистратами 15. Покатые поверхности шламовых отвалов, мало заросшие, с артифимостратами 16. Покатые поверхности шламовых отвалов, мало заросшие, с артииндустратами 17. Покатые поверхности шламовых отвалов, заросшие, с артииндустратами 18. Крутые поверхности шламовых отвалов, мало заросшие, с токсиндустратами 19. Крутые поверхности шламовых отвалов, мало заросшие, с артииндустратами 20. Крутые поверхности шламовых отвалов, заросшие, с артииндустратами 21. Крутые поверхности шламовых отвалов, мало заросшие, с артиурбистратами
Природно-технические земноводные	Причалы Отстойники	Отвалы строительного мусора Отвалы бытовых отходов Причалы морские Шламоотстойники	22. Покатые поверхности отвалов строительного мусора, мало заросшие, с артииндустратами 23. Покатые поверхности отвалов бытовых отходов, без растений, с артиурбистратами 24. Причалы морские 25. Шламоотстойники без растений с токсиндустратами 26. Шламоотстойники мало заросшие с токсиндустратами
		Каналы	27. Бетонные каналы
	Каналы	Каналы	

Таблица 1. Продолжение

Классы I ранга	Классы II ранга	Классы III ранга	Классы IV ранга
Техно-природные наземные	Сельские дома (избы, коттеджи и т.д.) и дворы	Традиционные сельские дома и дворы	28. Традиционные сельские дома и дворы на надпойменных террасах 29. Традиционные сельские дома и дворы на нейтральных покатых склонах 30. Традиционные сельские дома и дворы на теплых покатых склонах 31. Традиционные сельские дома и дворы на холодных покатых склонах 32. Традиционные сельские дома и дворы на теплых крутых склонах
	Площадки	Производственные площадки Придомовые площадки Площадки с развалинами Дорожные насыпи	33. Покатые площадки, мало заросшие, с артифимостратами 34. Покатые площадки, мало заросшие, с литостратами 35. Покатые площадки, заросшие, с литостратами 36. Покатые придомовые площадки 37. Покатые площадки с развалинами 38. Крутые площадки с развалинами 39. Нейтральные крутые склоны дорожных насыпей, мало заросшие, с литостратами 40. Теплые крутые склоны дорожных насыпей, мало заросшие, с литостратами 41. Холодные крутые склоны дорожных насыпей, мало заросшие, с литостратами
	Насыпи и отвалы горных пород	Грунтовые дамбы	42. Покатые вершины дамб, мало заросшие, с литостратами 43. Покатые вершины дамб, заросшие, с литостратами 44. Нейтральные покатые склоны дамб, мало заросшие, с литостратами 45. Нейтральные покатые склоны дамб, заросшие, с литостратами 46. Нейтральные крутые склоны дамб, заросшие, с литостратами
		Вскрышные отвалы	47. Покатые вершины вскрышных отвалов, мало заросшие, с артииндустратами 48. Покатые вершины вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами 49. Покатые вершины вскрышных отвалов, заросшие, с литостратами 51. Нейтральные покатые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами 52. Нейтральные покатые склоны вскрышных отвалов, заросшие, с литостратами 53. Нейтральные крутые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами 54. Нейтральные крутые склоны вскрышных отвалов, заросшие, с литостратами 55. Теплые покатые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами 57. Теплые крутые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами 58. Теплые крутые склоны вскрышных отвалов, заросшие, с литостратами

Таблица 1. Продолжение

Классы I ранга	Классы II ранга	Классы III ранга	Классы IV ранга
Техно-природные земноводные	Обнажения горных пород	Выемки (карьеры, траншеи, котлованы)	60. Холодные покатые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами 62. Холодные крутые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами 63. Холодные крутые склоны вскрышных отвалов, заросшие, с литостратами 64. Нейтральные покатые склоны выемок, мало заросшие, с артиурбистратами 65. Нейтральные покатые склоны выемок, мало заросшие, с артифимостратами 67. Нейтральные покатые склоны выемок, мало заросшие, с литостратами 68. Нейтральные покатые склоны выемок, заросшие, с литостратами 70. Нейтральные крутые склоны выемок, мало заросшие, с литостратами 71. Нейтральные крутые склоны выемок, заросшие, с литостратами 72. Теплые покатые склоны выемок, заросшие, с литостратами 78. Холодные покатые склоны выемок, заросшие, с литостратами 81. Холодные крутые склоны выемок, заросшие, с литостратами 82. Сухие траншеи, мало заросшие, с литостратами 83. Сухие траншеи, заросшие, с литостратами 84. Грунтовые дороги отсыпанные 85. Грунтовые дороги врезанные 86. Грунтовые дороги накатанные
	Дороги мало обустроенные	Дороги мало обустроенные	87. Пашни на надпойменных террасах 88. Пашни на нейтральных покатых склонах 89. Пашни на теплых покатых склонах 90. Залежи на надпойменных террасах 91. Залежи на нейтральных покатых склонах 92. Сады на теплых покатых склонах 93. Широколиственно-лесные парки на надпойменных террасах 94. Широколиственно-лесные парки на нейтральных покатых склонах 95. Широколиственно-лесные парки на теплых покатых склонах
	Сельскохозяйственные земли	Поля	96. Сублиторали водохранилищ, мало заросшие
	Озелененные территории	Сады Парки и скверы	97. Литорали водохранилищ, мало заросшие 98. Пруды рыбозаводные, мало заросшие 99. Пруды-водопой, мало заросшие
	Мелководья антропогенные	Мелководья водохранилищ	100. Обводненные западины со скальным дном без растений 101. Обводненные западины, мало заросшие, с артифимостратами 102. Обводненные западины, мало заросшие, с литостратами 103. Обводненные западины, мало заросшие, с артиндустратами
		Пруды	
		Обводненные западины	

Таблица 1. Окончание

Классы I ранга	Классы II ранга	Классы III ранга	Классы IV ранга
Техно-природные водные Природные наземные	Канализированные водотоки	Обводненные траншеи Канализированные русла рек	104. Обводненные траншеи, мало заросшие, с литостратами 105. Канализированные русла рек, мало заросшие по берегам 106. Канализированные русла рек, заросшие по берегам 107. Плесы водохранилищ
	Водоемы антропогенные	Водохранилища	
	Горы неморально-лесные	Горные склоны и вершины неморально-лесные	108. Нейтральные крутые склоны с нарушенными широколиственно-хвойными лесами на буроземах 109. Нейтральные покатые склоны с производными лиственными лесами на буроземах 110. Нейтральные крутые склоны с производными лиственными лесами на буроземах 111. Теплые крутые склоны с нарушенными широколиственно-хвойными лесами на буроземах 112. Теплые покатые склоны с производными лиственными лесами на буроземах 113. Теплые крутые склоны с производными лиственными лесами на буроземах 114. Холодные покатые склоны с производными лиственными лесами на буроземах
	Горы бореально-лесные	Надпойменные террасы горных речных долин неморально-лесные	115. Надпойменные террасы с нарушенными хвойно-широколиственными лесами на буроземах 116. Надпойменные террасы с широколиственными лесами на аллювиальных серогумусовых почвах
		Горные склоны и вершины бореально-лесные	117. Холодные покатые склоны с нарушенными широколиственно-хвойными лесами на буроземах 118. Холодные крутые склоны с нарушенными широколиственно-хвойными лесами на буроземах 119. Холодные покатые склоны с производными лиственными лесами на буроземах 120. Холодные крутые склоны с производными лиственными лесами на буроземах
		Надпойменные террасы горных речных долин бореально-лесные	121. Надпойменные террасы горных речных долин с производными лиственными лесами на буроземах
Природные земноводные	Поймы	Речные поймы	122. Поймы горных рек с лиственными лесами на аллювиальных серогумусовых почвах 123. Поймы ручьев с древесно-кустарниковыми зарослями на аллювиальных слоистых почвах
	Реки	Горные реки	124. Горные реки I–V порядка

Примечания. В классах “Вскрышные отвалы” и “Выемки (карьеры, траншеи, котлованы)” приведены не все классы IV ранга. Категории автомобильных дорог указаны по [7].

сов разного классификационного уровня. При охвате широкого спектра фаций единые критерии для выделения классов одного классификационного ранга могут быть сформулированы только в самом общем виде. Более операциональные критерии должны быть конкретизированы в пределах отдельных классов.

Одна из важнейших характеристик в единой классификации природных и техногенных фаций — степень и характер преобразованности (трансформации) геоконструкций/геосистем деятельностью человека. Широко используется простейший ряд: ландшафты антропогенные *versus* природные [21]. Предложено немало более сложных

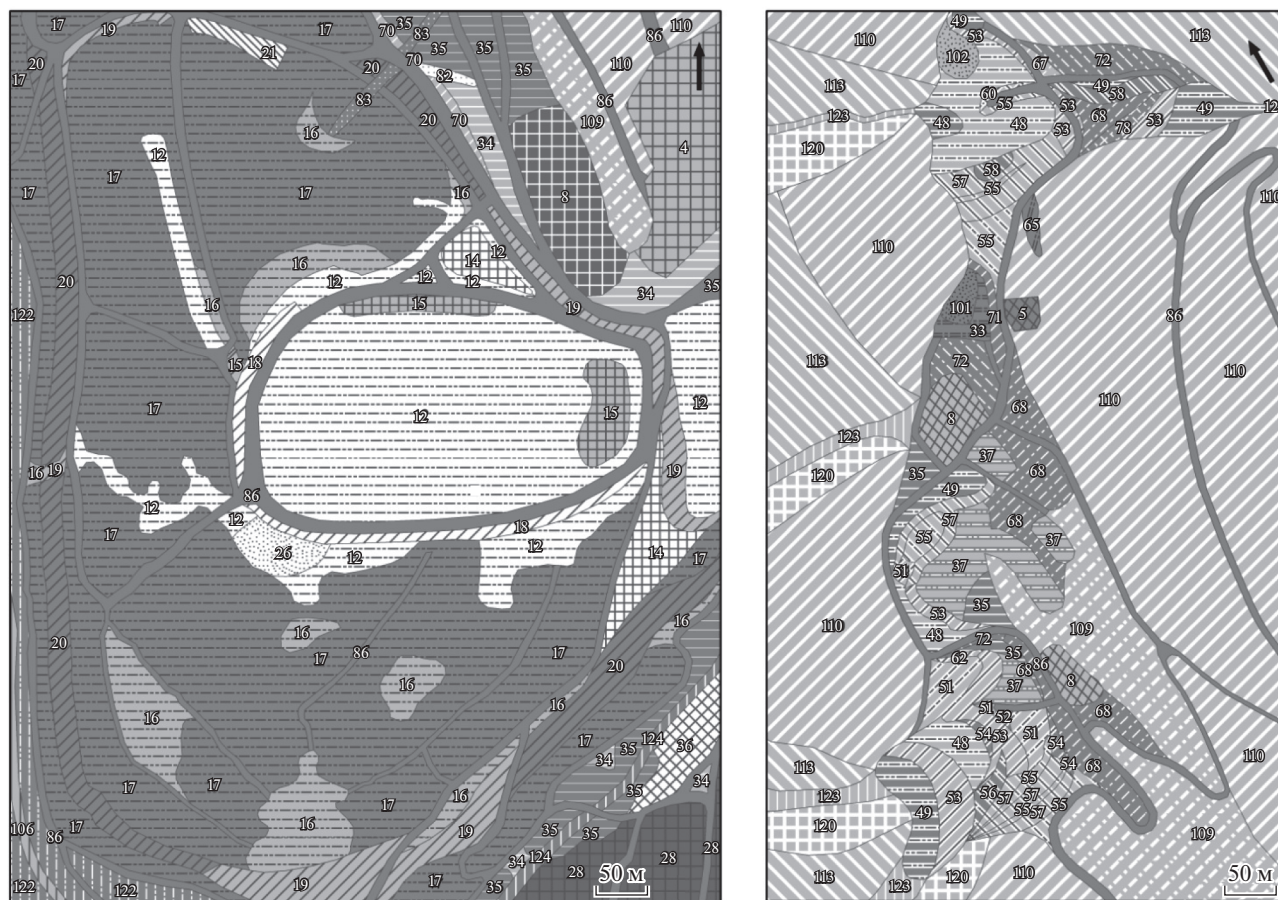


Рис. 1. Фрагменты ландшафтных карт (карт фаций) техногенных и окружающих их природных территорий. Слева — шламохранилище, западнее пос. Фабричный, справа — отвалный комплекс севернее пос. Хрустальный. Номера полигонов соответствуют номерам в классификационной схеме (см. таблицу). Стрелки указывают на север.

схем. А.Г. Исаченко [13] различает условно неизменные, или первобытные — слабоизмененные — нарушенные (сильно измененные) — культурные, или рационально преобразованные, ландшафты. А.Д. Абалаков с соавторами [1] разграничивают ненарушенные — слабонарушенные — среднена-рушенные — сильно нарушенные — разрушенные — культурные — техногенные экосистемы. Б.И. Кочуров с соавторами [16] выделяют неиспользуемые — используемые как естественные угодья — возделываемые — застроенные территории, неиспользуемые — используемые в естественном виде — водохозяйственные — производственного использования акватории.

В предлагаемой классификации использован следующий ряд географических фаций по степени их преобразованности деятельностью человека: природные — техно-природные — природно-технические (эти категории применимы к геокомплексам/геосистемам и других пространственных уровней). Природные фации образованы природными компонентами и характеризуются естественным строением, функционированием и

развитием. Если они испытали или испытывают влияние деятельности человека, то это влияние не трансформировало инвариант геосистемы (в понимании В.Б. Сочавы [40] и Ф.Н. Милькова [21]). Тем самым, такие антропогенные изменения фаций являются обратимыми, а состояния — коротко или длительно производными. Техно-природные геокомплексы/геосистемы так же образованы природными компонентами. Однако, антропогенные воздействия существенно трансформировали некоторые компоненты и инвариант в такой степени, что самопроизвольное возвращение геокомплекса/геосистемы в первоначальное состояние стало невозможным. Необратимость изменений часто обусловлена преобразованием (литогенной) основы ландшафта и созданием отдельных сооружений. Природно-технические геокомплексы/геосистемы в значительной степени состоят из искусственных материалов и сооружений, природные компоненты в них преобразованы. Как следствие, строение, функционирование и развитие природно-технических геокомплексов/геосистем определя-

ется в большей степени деятельностью человека, природные процессы играют в них значительную, но не ведущую роль.

Рассмотренный ряд географических фаций (природные — техно-природные — природно-технические) целесообразно дополнить еще одной категорией — техническими фациями. В их строении, функционировании и развитии определяющими являются искусственные (инженерно-технические) составляющие: материалы, конструкции, технологические процессы, а природные составляющие (компоненты, процессы) имеют минимальное значение. К техническим геокomплексам/геосистемам можно отнести атомные электростанции и иные промышленные сооружения с надземными и подземными ярусами, военные бункеры, хранилища ядерных отходов, плотины гидроэлектростанций, буровые платформы, многоэтажные здания и многое другое. В настоящее время природно-технические и технические геосистемы стали неотъемлемой частью содержания различных (универсальных и специализированных) географических карт и геоинформационных систем, разрабатываемых для промышленных, урбанизированных и других территорий.

Классы I ранга — порядки — выделены на основе двух оснований или, другими словами, двух осей-характеристик (см. таблицу): 1) набор сред географической оболочки, формирующих ярусное сложение фаций (наземный, земноводный, водный, донный и др.), и 2) степень преобразованности или, точнее, естественности—искусственности (природные — техно-природные — природно-технические — технические).

Классы II и III рангов выделены как контрастные классы в пределах порядков фаций. Ведущие критерии — наиболее общие особенности строения (материала и сложения) и функционирования (в том числе, материально-технической и технологической составляющих деятельности человека) фаций. В настоящее время их выделение более формализовано (унифицировано) для природных наземных фаций и мало формализовано для фаций других классов.

Выделение классов IV и V рангов, с одной стороны, имеет существенную специфику в разных классах I—III рангов. С другой стороны, есть довольно универсальные критерии, применимые и примененные при выделении классов низших рангов. Так, в классах II ранга “насыпи и отвалы горных пород” и “обнажения горных пород” классы IV ранга выделены на основе следующих критериев: форма рельефа (вершины, склоны, др.); уклон (покатые — крутые); соляная экспозиция (теплые — нейтральные — холодные); подгруппа техногенных поверхностных образований (литостраты, артиндустраты и т.д.); степень развития растительного покрова (или стадия зарас-

тания: мало заросшие — заросшие). При выделении классов V ранга использованы те же критерии, что и при выделении классов IV ранга, но в более детальном виде. Детализированы уклоны поверхности (слабо — средне — сильно покатые и т.д.). Введен гранулометрический состав почвообразующей породы (каменистый, щебнистый и т.д.). Использовано более детальное подразделение техногенных поверхностных образований (литостраты инициальные и органо-аккумулятивные, др.). Для растительного покрова введен структурный тип (агрегация, микрокомбинация и др.) и указаны характерные доминантные виды. При этом отмеченные характеристики почвенно-растительного покрова являются хорошими индикаторами стадии развития географической фации.

Заключение. В процессе крупномасштабного ландшафтного картографирования староосвоенных горнопромышленных территорий выявилась острая недостаточность существующих классификаций техногенных фаций и геокomплексов/геосистем других пространственных уровней. Это может служить существенным сдерживающим фактором при разработке различных (универсальных и специализированных) географических карт и геоинформационных систем для антропогенно измененных и фрагментированных природно-антропогенных территорий.

В Сихотэ-Алинском биосферном районе выявлено большое разнообразие фаций, которые относятся к восьми классам высшего ранга — порядкам: технические наземные, природно-технические наземные, природно-технические земноводные, техно-природные наземные, техно-природные земноводные, техно-природные водные, природные наземные, природные земноводные. Существующие классификации антропогенных геокomплексов/геосистем, как и изложенная в данной статье, в основном разработаны индуктивным путем. Следующий важнейший шаг — более четкая формулировка критериев выделения классов разного классификационного ранга. Судя по всему, при охвате широкого спектра фаций — от природных и техно-природных до природно-технических и технических — единые критерии для выделения классов одного классификационного ранга могут быть сформулированы только в самом общем виде. Более операциональные критерии должны быть конкретизированы в пределах отдельных классов.

Благодарности. Авторы благодарны рецензентам Журнала за конструктивные отзывы. Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 13-05-00677 и 18-05-00086), Русского географического общества (РГО-РФФИ № 13-05-41280) и Дальневосточного отделения

РАН (программа “Дальний Восток”, проект № 15–I–6–114).

Acknowledgments. The authors are grateful to the reviewers for their constructive reviews. This research was supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects no. 13-05-00677 and 18-05-00086), Russian Geographical Society (project RGS-RFBR no. 13-05-41280), and the FEB RAS (the Far East Program, project no. 15–I–6–114).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абалаков А.Д., Малышев Ю.Н., Полюшкин Ю.В. Анализ остроты экологических проблем в зоне техногенного воздействия // Сиб. экол. журн. 1999. № 6. С. 673–680.
2. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.
3. 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: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 6–17.
4. Брылев В.А., Пряхин С.И. Ландшафтные исследования нефтегазоносных территорий как фактор устойчивого развития Нижнего Поволжья // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2011. № 1. С. 26–34.
5. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. М.: ГЕОС, 1998. 418 с.
6. Витвицкий Г.Н. Климат // Дальний Восток: физико-географическая характеристика. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 93–115.
7. ГОСТ Р 52398-2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. 2 с.
8. Дроздов К.А. Элементарные ландшафты среднерусской лесостепи. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1991. 176 с.
9. Дьяконов К.Н. Становление концепции геотехнической системы // Вопросы географии. Сб. 108. М.: Мысль, 1978. С. 54–63.
10. Егоров А.П., Козин В.В. Способы модернизации базовых классификаций антропогенных ландшафтов // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2006. № 2. С. 25–30.
11. Захаров С.А. Курс почвоведения. М.–Л.: Сельхозгиз, 1931. 550 с.
12. Ивашинников Ю.К. Физическая география и природные ресурсы Дальнего Востока России. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2010. 340 с.
13. Исаченко А.Г. Прикладное ландшафтоведение. Ч. I. Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. 150 с.
14. Исаченко А.Г. Теория и методология географической науки. М.: Академия, 2004. 400 с.
15. Колесников Б.П. Растительность // Дальний Восток: физико-географическая характеристика. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 183–245.
16. Кочуров Б.И., Шишкина Д.Ю., Антипова А.В., Костовская С.К. Геоэкологическое картографирование. М.: Академия, 2009. 192 с.
17. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. 172 с.
18. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения. М.: Мысль, 1973. 224 с.
19. Мильков Ф.Н. Антропогенное ландшафтоведение, предмет изучения и современное состояние // Вопросы географии. Сб. 106. М.: Мысль, 1977. С. 11–27.
20. Мильков Ф.Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. 400 с.
21. Мильков Ф.Н. Физическая география. Учение о ландшафте и географическая зональность. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1986. 328 с.
22. Мильков Ф.Н., Бережной А.В., Михно В.Б. Терминологический словарь по физической географии. М.: Высшая школа, 1993. 288 с.
23. Михеев В.С. Верхнечарская котловина. Опыт топологического изучения ландшафта. Новосибирск: Наука, 1974. 142 с.
24. Моторина Л.В. К вопросу о типологии и классификации техногенных ландшафтов // Научные основы охраны природы. Вып. 3. М., 1975. С. 5–32.
25. Мухина Л.И., Толстихин О.Н. Природа и научно-техническая революция. М.: Недра, 1985. 116 с.
26. Николаев В.А. Учение об антропогенных ландшафтах – научно-методическое ядро геоэкологии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2005. № 2. С. 35–44.
27. Осипов С.В. Растительный покров таежно-гольцовых ландшафтов Буреинского нагорья. Владивосток: Дальнаука, 2002. 378 с.
28. Осипов С.В. Методы районирования и типы районов: некоторые основания для их систематизации // Геогр. и природ. ресурсы. 2005. № 4. С. 129–132.
29. Осипов С.В. Шкалы уклонов земной поверхности и способы их разработки // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2016. № 3. С. 45–50.
30. Осипов С.В., Гуров А.А. Детальное картографирование техногенных ландшафтов // Геогр. и природ. ресурсы. 2016. № 1. С. 156–163.
31. Осипов С.В., Гуров А.А. Ландшафтное картографирование антропогенных урочищ для оценки состояния и мониторинга территории // Геогр. и природ. ресурсы. 2018. В печати.
32. Петин А.Н., Чендев Ю.Г., Шульц Э. Типизация карьерно-отвалных комплексов Курской магнитной аномалии по ландшафтно-геохимической структуре // Изв. РАН. Сер. геогр. 2010. № 3. С. 63–66.
33. Плюснин В.М., Биличенко И.Н., Загорская М.В., Софроковой А.А. Картографирование и районирование геосистем // Географические исследования Сибири. Т. I. Новосибирск: Гео, 2007. С. 72–109.
34. Природа, техника, геотехнические системы / отв. ред. В.С. Преображенский. М.: Наука, 1978. 152 с.

35. Прокаев В.И. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. Ч. II. Свердловск: Изд-во Свердловск. гос. пед. ин-та, 1975. 111 с.
36. Прокаев В.И. Типы фаций — единицы детального ландшафтного картографирования // Изв. ВГО. 1983. Т. 115. Вып. 6. С. 491–497.
37. Рева М.Л. Возобновления растительного покрова в специфических условиях техногенных ландшафтов Донбасса // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. М.: Наука, 1978. С. 136–147.
38. Ревзон А.Л. Картографирование состояний геотехнических систем. М.: Недра, 1992. 223 с.
39. Розанов Л.Л. Техноплагенные процессы в геотехнопространстве: методологический аспект // Изв. РАН. Сер. геогр. 2007. № 1. С. 66–72.
40. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 318 с.
41. Федотов В.И. Техногенные ландшафты: теория, региональные структуры, практика. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1985. 192 с.
42. Федотов В.И., Федотов С.В. Техногеогенез и техногенный рельеф центра Русской равнины // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2004. № 1. С. 99–105.
43. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
44. Anderson J.R., Hardy E.E., Roach J.T., Witmer R.E. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Washington: US Government Printing Office, 1976. 41 p.
45. Ma L., Deng J., Yang H., Hong Y., Wang K. Urban landscape classification using Chinese advanced high-resolution satellite imagery and an object-oriented multi-variable model // Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering. 2015. V. 16. № 3. P. 238–248.
46. Múcher C.A., Klijn J.A., Wascher D.M., Schaminée J.H.J. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes // Ecological Indicators. 2010. V. 10. № 1. P. 87–103.
47. Zanden E.H. van der, Levers C., Verburg P.H., Kuemmerle T. Representing composition, spatial structure and management intensity of European agricultural landscapes: A new typology // Landscape and Urban Planning. 2016. V. 150. P. 36–49.

Classification of geographical facies in mining areas: a case study of the Far Eastern region

S. V. Osipov^{1, 2, *} and A. A. Gurov^{1, **}

¹ Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

² Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

*e-mail: sv-osipov@yandex.ru

**e-mail: alexgurov1987@yandex.ru

Received September 07, 2014

Accepted May 29, 2018

F.N. Milkov mentioned that preparation of regional description, development of classification and mapping of anthropogenic landscapes are the most important tasks for anthropogenic landscape science. Currently, the relevance of these tasks has only increased as the insufficient development of the classifications of anthropogenic geocomplexes/geosystems is a factor that significantly depleting the contents of various (universal and specialized) informational and informational-analytical systems. So, the task of this article is to develop a classification of micro-landscapes (geographical facies) for the creation of detailed landscape maps and for the subsequent differentiated monitoring of the mining territories of the Sikhote-Alin biosphere area and surrounding regions. The mining in the Sikhote-Alin biosphere area determined the formation of several very different classes of anthropogenic landscapes. First of all, these are industrial geocomplexes. Residential, transport, agricultural geocomplexes were formed and developed largely under influence of the mining. It is revealed a great diversity of micro-landscapes, which belong to eight classes (orders) of the highest rank: technical terrestrial, natural-technical terrestrial, natural-technical amphibious, techno-natural terrestrial, techno-natural amphibious, techno-natural aquatic, natural terrestrial, natural amphibious. Existing classifications of anthropogenic geocomplexes/geosystems mainly developed by the inductive method, usually in the process of mapping. Apparently, when coverage of a wide range of micro-landscapes — from natural and techno-natural to natural-technical and technical — universal criteria for separation of classes of the same classification rank can be formulated only in general terms. More operational criteria should be specified within the individual classes. In the proposed classification of micro-landscapes (geographical facies), the classification criteria are defined quite clearly for some classes. Maps of micro-landscapes for two key areas covering a technogenic “core” and a natural surrounding area are presented.

Keywords: landscape, anthropogenic, technogenic, structure, diversity, classification, mapping, monitoring, fragmentation, geographic information system.

REFERENCES

1. Abalakov A.D., Malyshev Yu.N., Polyushkin Yu.V. Analysis of acuity of ecological problem in the zone of technogenous influence. *Sibirskii Ekologicheskii Zhurnal*, 1999, no. 6, pp. 673–680. (In Russ.).
2. Androkhonov V.A., Kulyapina E.D., Kurachev V.M. *Pochvy tekhnogennykh landshaftov: genezis i evolyutsiya* [Soils of Technogenic Landscapes: Genesis and Evolution]. Novosibirsk: SB RAS Publ., 2004. 151 p.
3. Badenkov Yu.P., Puzachenko Yu.G. Principles of organization of regional biospheric stations (from the experience of the Sikhote-Alin station work). In *Sikhote-Alinskii biosfernyi raion: printsipy i metody ekologicheskogo monitoringa* [Sikhote-Alin Biosphere Region: Principles and Methods of Ecological Monitoring]. Vladivostok: FEB AS USSR Publ., 1981, pp. 6–17. (In Russ.).
4. Brylev V.A., Pryakhin S.I. Landscape researches of oil and gas bearing territories as a factor of sustainable development of the Lower Volga Region. *Vestn. Voronezh. Gos. Univ., Ser. Geogr. Geoekolog.*, 2011, no. 1, pp. 26–34. (In Russ.).
5. Vinogradov B.V. *Osnovy landshaftnoi ekologii* [Fundamentals of Landscape Ecology]. Moscow: GEOS Publ., 1998. 418 p.
6. Vitvitskii G.N. Climate. In *Dal'nii Vostok: fiziko-geograficheskaya kharakteristika* [The Far East: Physical Geographical Description]. Moscow: Akad. Nauk SSSR Publ., 1961, pp. 93–115. (In Russ.).
7. GOST R 52398-2005. *Klassifikatsiya avtomobil'nykh dorog. Osnovnye parametry i trebovaniya* [State Standart R 52398-2005. Classification of Automobile Roads. Main Parameters and Requirements].
8. Drozdov K.A. *Elementarnye landshafty srednerusskoi lesostepi* [Elementary Landscapes of the Central Russian Forest-Steppe Region.]. Voronezh: Voronezh. Gos. Univ. Publ., 1991. 176 p.
9. Dyakonov K.N. The development of the geotechnical system concept. In *Voprosy geografii* [Problems of Geography]. Moscow: Mysl' Publ., 1978, vol. 108, pp. 54–63. (In Russ.).
10. Yegorov A.P., Kozin V.V. Modernization ways of basic classifications of anthropogenic landscapes. *Vestn. Voronezh. Gos. Univ. Ser. Geogr. Geoekolog.* 2006, no. 2, pp. 25–30. (In Russ.).
11. Zakharov S.A. *Kurs pochvovedeniya* [Soil Science-Course]. M., Leningrad: Sel'khozgiz Publ., 1931. 550 p.
12. Ivashinnikov Yu.K. *Fizicheskaya geografiya i prirodnye resursy Dal'nego Vostoka Rossii* [Physical Geography and Natural Resources of the Far East of Russia]. Vladivostok: Dal'nevostochny Univ. Publ., 2010. 340 p.
13. Isachenko A.G. *Prikladnoe landshaftovedenie* [Applied Landscape Science], part I. Leningrad: Leningrad St. Univ., 1976. 150 p.
14. Isachenko A.G. *Teoriya i metodologiya geograficheskoi nauki* [Theory and Methodology of Geography]. Moscow: Akademiya Publ., 2004. 400 p.
15. Kolesnikov B.P. Flora. *Dal'nii Vostok: fiziko-geograficheskaya kharakteristika* [The Far East: Physical-Geographical Description]. Moscow: AN SSSR Publ., 1961, pp. 183–245. (In Russ.).
16. Kochurov B.I., Shishkina D.Yu., Antipova A.V., Kostovska S.K. *Geoekologicheskoe kartografirovaniye* [Geoeological Mapping]. Moscow: Akademiya Publ., 2009. 192 p.
17. Krauklis A.A. *Problemy eksperimental'nogo landshaftovedeniya* [Problems of Experimental Landscape Science]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1979. 172 p.
18. Milkov F.N. *Chelovek i landshafty. Ocherki antropogenno landshaftovedeniya* [Human and Landscapes. Essays on Anthropogenic Landscape Science]. Moscow: Mysl' Publ., 1973. 224 p.
19. Milkov F.N. Anthropogenic landscape science: object of study and contemporary state. In *Voprosy geografii* [Problems of Geography]. Moscow: Mysl' Publ., 1977, vol. 106, pp. 11–27. (In Russ.).
20. Milkov F.N. *Fizicheskaya geografiya: sovremennoe sostoyaniye, zakonornosti, problemy* [Physical Geography: Contemporary State, Patterns, Problems]. Voronezh: Voronezh. Univ. Publ., 1981. 400 p.
21. Milkov F.N. *Fizicheskaya geografiya. Uchenie o landshafti i geograficheskaya zonal'nost'* [Physical Geography: Study of Landscape and Geographical Zonality]. Voronezh: Voronezh. Univ. Publ., 1986. 328 p.
22. Milkov F.N., Berezhnoi A.V., Mikhno V.B. *Terminologicheskii slovar' po fizicheskoi geografii* [Terminological Dictionary of Physical Geography]. Moscow: Vysshaya Shkola Publ., 1993. 288 p.
23. Mikheev V.S. *Verkhnecharskaya kotlovina. Opyt topologicheskogo izucheniya landshafta* [Verkhnecharskaya Hollow. Experience of Topological Study of the Landscape]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1974. 142 p.
24. Motorina L.V. On typology and classification of technogenic landscapes. In *Nauchnye osnovy okhrany prirody* [Scientific Basis for Nature Protection]. Moscow, 1975, no. 3, pp. 5–32. (In Russ.).
25. Mukhina L.I., Tolstikhin O.N. *Priroda i nauchno-tehnicheskaya revolyutsiya* [Nature and the Scientific and Technological Revolution]. Moscow: Nedra Publ., 1985. 116 p.
26. Nikolaev V.A. Doctrine of anthropogenic landscapes as a scientific and methodological core of geoeology. *Vestn. Mosk. Univ. Ser. 5. Geogr.*, 2005, no. 2, pp. 35–44. (In Russ.).
27. Osipov S.V. *Rastitel'nyi pokrov taezhno-gol'tsovykh landshaftov Bureinskogo nagor'ya* [Vegetation Cover of Taiga-Golets Landscapes of the Bureya Mountains]. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2002. 378 p.
28. Osipov S.V. Regionalization methods and types of regions: some grounds for their systematization. *Geogr. Prir. Resur.*, 2005, no. 4, pp. 129–132. (In Russ.).
29. Osipov S.V. Earth surface's slope grids and ways of its development. *Vestn. Voronezh. Gos. Univ. Ser. Geogr. Geoekolog.*, 2016, no. 3, pp. 45–50. (In Russ.).
30. Osipov S.V., Gurov A.A. Detailed mapping of technogenic landscapes. *Geogr. Prir. Resur.*, 2016, no. 1, pp. 156–163. (In Russ.).
31. Osipov S.V., Gurov A.A. Landscape mapping of anthropogenic meso-landscapes for assessment and monitoring of territory. *Geogr. Prir. Resur.*, 2018, in press. (In Russ.).
32. Petin A.N., Chendev Yu.G., Schulz A. Typification of career dump complexes of Kursk Magnetic Anomaly by

- topographical-geochemical structure. *Izv. Ross. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2010, no. 4, pp. 63–66. (In Russ.).
33. Plyusnin V.M., Bilichenko I.N., Zagorskaya M.V., Sorokovoi A.A. Mapping and regionalization of geosystems. In *Geograficheskie issledovaniya Sibiri* [Geographical Research of Siberia]. Novosibirsk: Geo Publ., 2007, vol. 1, pp. 72–109. (In Russ.).
 34. *Priroda, tekhnika, geotekhnicheskie sistemy* [Nature, Technics, Geotechnical Systems]. Preobrazhenskii V.S., Ed. Moscow: Nauka Publ., 1978. 152 p.
 35. Prokaev V.I. *Osnovy landshaftovedeniya i fiziko-geograficheskoe rayonirovanie* [Fundamentals of Landscape Science and Physical-Geographical Regionalization]. Sverdlovsk: Sverdlovskii Gos. Ped. Institut Publ., 1975, Part II. 111 p.
 36. Prokaev V.I. Types of facies – units of detail landscape mapping. *Izv. Vsesoyuz. Geogr. Obshchestva*. 1983, vol. 115, no. 6, pp. 491–497. (In Russ.).
 37. Reva M.L. Regeneration of vegetation cover in specific conditions of technogenic landscapes of Donbass. In *Programma i metodika izucheniya tekhnogennykh biogeotsenozov* [Programme and Methods for the Study of Technogenic Biogeocoenoses]. Moscow: Nauka Publ., 1978, pp. 136–147. (In Russ.).
 38. Revzon A.L. *Kartografirovaniye sostoyaniy geotekhnicheskikh system* [Mapping State of Geotechnical Systems]. Moscow: Nedra Publ., 1992. 223 p.
 39. Rozanov L.L. Technoplagenic processes in geotechnique space: methodological aspect. *Izv. Ross. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2007, no. 1, pp. 66–72. (In Russ.).
 40. Sochava V.B. *Vvedenie v uchenie o geosistemakh* [Introduction into Geosystem Science]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1978. 318 p.
 41. Fedotov V.I. Tekhnogennyye landshafty: teoriya, regional'nye struktury, praktika [Technogenic Landscapes: Theory, Regional Structures, Practice]. Voronezh: Voronezh St. Univ., 1985. 192 p.
 42. Fedotov V.I., Fedotov S.V. Technogeogenesis and technogenic relief of the Russian Plain Centre. *Vestn. Voronezh. Gos. Univ., Ser. Geogr. Geoekolog.*, 2004, no. 1, pp. 99–105. (In Russ.).
 43. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and Diagnostics of Soils of Russia]. Smolensk: Oikumena Publ., 2004. 342 p.
 44. Anderson J.R., Hardy E.E., Roach J.T., Witmer R.E. *A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data*. Washington: US Gov. Printing Office, 1976. 41 p.
 45. Ma L., Deng J., Yang H., Hong Y., Wang K. Urban landscape classification using Chinese advanced high-resolution satellite imagery and an object-oriented multi-variable model. *FITEE*, 2015, vol. 16, no. 3, pp. 238–248.
 46. Múcher C.A., Klijn J.A., Wascher D.M., Schaminée J.H.J. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes. *Ecol. Indic.*, 2010, vol. 10, no. 1, pp. 87–103.
 47. Zanden E.H. van der, Levers C., Verburg P.H., Kuemmerle T. Representing composition, spatial structure and management intensity of European agricultural landscapes: A new typology. *Landsc. Urban Plan.*, 2016, vol. 150, pp. 36–49.