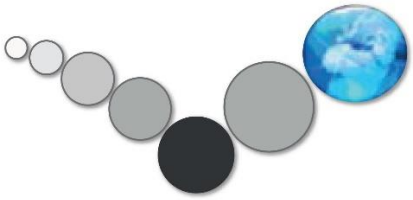
Соболев Н.А., Тишков А.А., Белоновская Е.А., Глазов П.М., Кобяков К.Н., Кольцов Д.Б., Кренке А.Н., Семенцова М.В., Титова С.В. Применение ГИС для картографирования Великого Евразийского природного массива // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». Том 26 (2020), часть 4. С. 5-19. https://doi.org/10.35595/2414-9179-2020-4-26



КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОГО НАСЛЕДИЯ

CARTOGRAPHIC AND GEOINFORMATION METHODS FOR NATURAL HERITAGE PRESERVING

УДК: 910.27 + 911 (574.9) **DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-5-19**

Н.А. Соболев[1], А.А. Тишков[2], Е.А. Белоновская[3], П.М. Глазов[4], К.Н. Кобяков[5], Д.Б. Кольцов[6], А.Н. Кренке[7], М.В. Семенцова[8], С.В. Титова[9]

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ВЕЛИКОГО ЕВРАЗИЙСКОГО ПРИРОДНОГО МАССИВА

АННОТАЦИЯ

В статье изложены результаты выполнения первых двух этапов проекта по оценке и картографированию изменений состояния Великого Евразийского природного массива (ВЕПМ) как фактора глобальной экологической стабильности и источника экосистемных услуг, осуществляемого в лаборатории биогеографии Института географии РАН. В качестве единиц экосистемного покрова рассматриваются биомы или их целостные части. Оценка состояния природного каркаса в пределах каждого биома ВЕПМ дана по сочетанию потерь площади и фитомассы природных экосистем. С позиций актуальной биогеографии

[1] Институт географии Российской академии наук, пер. Старомонетный, д. 29, 119017, Москва, Россия; *e-mail:* **sobolev_nikolas@igras.ru**
[2] Институт географии Российской академии наук, пер. Старомонетный, д. 29, 119017, Москва, Россия; *e-mail:* **tishkov@igras.ru**
[3] Институт географии Российской академии наук, пер. Старомонетный, д. 29, 119017, Москва, Россия; *e-mail:* **belena@igras.ru**
[4] Институт географии Российской академии наук, пер. Старомонетный, д. 29, 119017, Москва, Россия; *e-mail:* **glazpech@igras.ru**
[5] Всемирный фонд дикой природы, ул. Николоямская, д. 19, стр. 3, 109240, Москва, Россия; *e-mail:* **kkobyakov@wwf.ru**
[6] Институт географии Российской академии наук, пер. Старомонетный, д. 29, 119017, Москва, Россия; *e-mail:* **dmkoltsov@gmail.com**
[7] Институт географии Российской академии наук, пер. Старомонетный, д. 29, 119017, Москва, Россия; *e-mail:* **krenke-igras@yandex.ru**
[8] Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, ул. Ботаническая, д. 35, 127276, Москва, Россия; *e-mail:* **guara2004@yandex.ru**
[9] Институт географии Российской академии наук, пер. Старомонетный, д. 29, 119017, Москва, Россия; *e-mail:* **canopuss@yandex.ru**

проведён ГИС-анализ данных дистанционного зондирования изучаемой территории. Полевая верификация проводится методом дальних скоростных маршрутов, что позволяет охватить большую территорию сбором материалов с точностью, достаточной для целей проекта. Ключевые территории ВЕПМ нанесены на карту путём объединения данных об особо охраняемых и других природных территориях, для которых установлена их высокая природоохранная ценность. В качестве связующих территорий рассматривается пространство между ключевыми территориями, из которого исключены селитебные территории, участки добычи полезных ископаемых и другие трансформированные ландшафты.

ВЕПМ картографирован как целостный комплекс биомов от Фенноскандии до Тихого океана. На южной окраине ВЕПМ выявлены биомы, входящие в ВЕПМ лишь частично. Выявлены биомы, наиболее изменённые в результате добычи полезных ископаемых, лесозаготовок, пожаров. Отмечены биомы, в которых наиболее выражены процессы распространения на север древесно-кустарниковой растительности и повышения верхней границы леса. Напротив, на юге Приморья отмечено повышение нижней границы распространения коренных лесов из-за частых пожаров.

Сформулированы стратегические принципы территориальной охраны природы различных биомов ВЕПМ в зависимости от стадии дигрессии природного каркаса. Подготовлена основа для количественной оценки экосистемных услуг ВЕМП на завершающем этапе работы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: природный каркас, естественные экосистемы, биом, территориальная охрана природы, антропогенное воздействие

Nikolay A. Sobolev[1], **Arkady A. Tishkov**[2], **Elena A. Belonovskaya**[3], **Petr M. Glazov**[4], **Konstantin N. Kobyakov**[5], **Dmitryi B. Koltsov**[6], **Alexander N. Krenke**[7], **Maria V. Sementsova**[8], **Svetlana V. Titova**[9]

USING GIS FOR MAPPING THE GREAT EURASIAN NATURAL BACKBONE

ABSTRACT

The article presents the results of the first two stages of the project on the assessment and mapping changes in the state of the Great Eurasian Natural Tract (GEANT) as a factor of global environmental stability and a source of ecosystem services carried out in the Laboratory for Biogeography of the Institute of Geography, Russian Academy of Sciences. We consider biomes or their integrated parts as units of ecosystem cover. An assessment of the state of the natural frame

[1] Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetniy lane, 29, 119017, Moscow, Russia; *e-mail:* **sobolev_nikolas@igras.ru**
[2] Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetniy lane, 29, 119017, Moscow, Russia; *e-mail:* **tishkov@igras.ru**
[3] Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetniy lane, 29, 119017, Moscow, Russia; *e-mail:* **belena@igras.ru**
[4] Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetniy lane, 29, 119017, Moscow, Russia; *e-mail:* **glazpech@igras.ru**
[5] WWF Russia, Nikoloyamskaya str., 19, bldg 3, 109240, Moscow, Russia; *e-mail:* **kkobyakov@wwf.ru**
[6] Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetniy lane, 29, 119017, Moscow, Russia; *e-mail:* **dmkoltsov@gmail.com**
[7] Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetniy lane, 29, 119017, Moscow, Russia; *e-mail:* **krenke-igras@yandex.ru**
[8] K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences, Botanicheskaya str., 35, 127276, Moscow, Russia; *e-mail:* **guara2004@yandex.ru**
[9] Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetniy lane, 29, 119017, Moscow, Russia; *e-mail:* **canopuss@yandex.ru**

within each biome is given by a combination of losses in size and phytomass of natural ecosystems. GIS analysis of remote sensing data of the study area is carried out basing the concept of actual biogeography. Field verification is carried out by the method of rapid long-distance observations, which allows collecting data on large territories with an accuracy sufficient for the project. Key natural areas are mapped by summarizing data on specially protected and other natural areas for which their high conservation value is showed. The space between the key areas is considered as connecting areas ("corridors"), from which settlements, mining areas and other transformed landscapes are excluded.

GEANT is mapped as an integrated biome complex from Fennoscandia to the Pacific. Several biomes are included in the southern edge of the GEANT in only a small part. We identified biomes the most changed as a result of mining, logging, and fires. Biomes are noted with the most significant spread to the north of woody-shrubby vegetation and a rose up of the upper border of the forest distribution. By contrary, in the south of Primorye the lower border of the primary forest distribution rose up because of frequent fires.

The strategic principles of the territorial conservation are formulated for biomes depending on the stage of digression of the natural frame. A basis has established for the quantification of GEANT ecosystem services at the final stage of work.

KEYWORDS: natural frame, natural ecosystems, biome, territorial conservation, human impact

ВВЕДЕНИЕ

Великий Евразийский природный массив (ВЕПМ) был выявлен как функционально целостный ряд природных территорий от Тихого океана на востоке до Фенноскандии на западе [*Соболев, Руссо*, 1998]. Первое картографирование природных территорий ВЕПМ выполнено при составлении Индикативной схемы Экологического каркаса России [*Соболев,* 2015]. В настоящей работе исследуется пространственная структура ВЕПМ и её динамика в связи с глобальными изменениями и интенсивными широко распространёнными местными негативными воздействиями — добычей полезных ископаемых, рубками леса, пожарами и т.п.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методологическую основу работы составляет ГИС-анализ, в т.ч. ретроспективный, пространственно распределённых данных с позиций актуальной биогеографии [*Тишков*, 2018]. Экологический каркас в масштабе 1: 10 000 000 рассматривается как система ключевых природных территорий и связующего их ландшафта. К ключевым территориям отнесены особо охраняемые природные территории (ООПТ) и другие территории, для которых показано высокое природоохранное значение (оформленные и перспективные объекты всемирного природного и смешанного наследия, водно-болотные угодья международного значения, биосферные резерваты ЮНЕСКО, участки Изумрудной сети Европы, ключевые орнитологические, ботанические и т.п. территории, малонарушенные лесные территории, ключевые территории Балтики, а также проектируемые ООПТ). Для картографирования связующих (транзитных) территорий из пространства между ключевыми территориями были предварительно исключены населённые пункты с прилегающей территорией шириной 5 км. Затем из связующего ландшафта были исключены территории, наиболее изменённые в связи с добычей углеводородного сырья, в качестве которых приняты участки радиусом 250 м вокруг буровых вышек и других компактных объектов, обнаруживаемых на находящихся в открытом доступе космических снимках с разрешением от 10 м/пк. В качестве экологических барьеров отмечены автострады и магистральные железные дороги, существенно затрудняющие перемещение животных, с учётом того, что расположение рядом нескольких коммуникаций (например, железной дороги и автострады) усиливает этот эффект. Остальные территории рассматриваются как пригодные для выполнения связующих

функций. Во многих случаях природные территории, выполняющие транзитные функции, сохраняются ближе 5 км от населённых пунктов, иногда практически примыкая к ним, что учтено при корректировке первичных карт.

В качестве структурных макроединиц экосистемного покрова рассматриваются биомы [Зоны и типы поясности…, 1999; Биомы России, 2015] или их топографически или экологически целостные части. При оконтуривании ВЕПМ каждый биом или его целостная часть рассматривается целиком, включая и природные и коренным образом преобразованные территории, поскольку они фактически взаимодействуют между собой. Последующая оценка состояния природного каркаса в пределах каждого биома ВЕПМ дана по сочетанию потерь площади, занятой природными экосистемами, и потерь фитомассы в этих экосистемах [*Соболев, Руссо*, 1998].

В качестве материала использованы данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и имеющиеся тематические карты, в т.ч. исторические. Методом дальних скоростных маршрутов проведена полевая верификация данных ДЗЗ и сбора материала, недоступного при анализе данных ДЗЗ. Осуществлены полевые выезды в республики Бурятию, Карелию, Коми, Саха (Якутия), Забайкальский, Хабаровский и Приморский края, Амурскую, Архангельскую, Вологодскую, Иркутскую, Ленинградскую и Мурманскую области, а также специальные исследования в Ненецком автономном округе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты оконтуривания биомов и их частей, в пределах которых находится сплошной массив экосистем, в целом сохранивший полноценную биоту и способность к саморегуляции, показаны на рис. 1. При этом пространственная доля и состояние функционально целостного евразийского массива экосистем в различных биомах различны, в связи с чем в них различаются и состояние природного каркаса в целом, и способность биоты к саморегуляции.

Влияние горнодобывающей промышленности

В результате размещения объектов нефтегазодобывающей промышленности трансформацией природных экосистем на значительной площади в наибольшей степени затронуты биомы 5, 10 (восточная часть), 11, 15 (среднетаёжный вариант, восточная часть), 16 (восточная часть), 17, 18 (в юго-восточной части); оробиом 46 (в юго-восточной части).

Размещение лицензионных участков на добычу нефти и газа связано в границах ВЕПМ с дополнительной трансформацией экосистем в биомах 5, 6, 8, 10 (восточная часть), 11, 15 (среднетаёжный вариант, восточная часть), 16 (восточная часть), 17–21; в оробиомах 42.1, 46, 50.1, 50, 53 63.1.

Размещение лицензионных участков для разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых связано в границах ВЕПМ с дополнительной трансформацией экосистем в следующих биомах: 12, 17, 20, 22, 34; в оробиомах 38.1, 38.3, 39.1, 40, 43.2, 43.3, 44, 49.3, 51, 52.2, 53, 54, 63.2.

Влияние рубок леса

Наибольшую природоохранную ценность в лесном поясе ВЕПМ составляют малонарушенные лесные территории (МЛТ) [*Аксёнов и др.,* 2003], каждая из которых представляет топографически целостный участок площадью не менее 50 тыс. га и шириной не менее 10 км, занятый малонарушенными лесными и связанными с ними природными сообществами. Эти территории расположены на удалении от длительно существующих населённых пунктов, но бывают вовлечены в экстенсивное присваивающее природопользование при его активном развитии. Однако многие лесоперерабатывающие предприятия испытывают дефицит древесины [*Сидорова и др*., 2016] из-за истощительного использования лесов вблизи освоенных территорий. Поэтому происходит перемещение лесозаготовок на труднодоступные территории. Из-за вырубки наибольшие площади МЛТ потеряли биомы 10б, 11б, 15а, 17–19, 21а; оробиомы 45.1, 46, 49.3, 52.2, 53, 54.3, 55, 63.2.

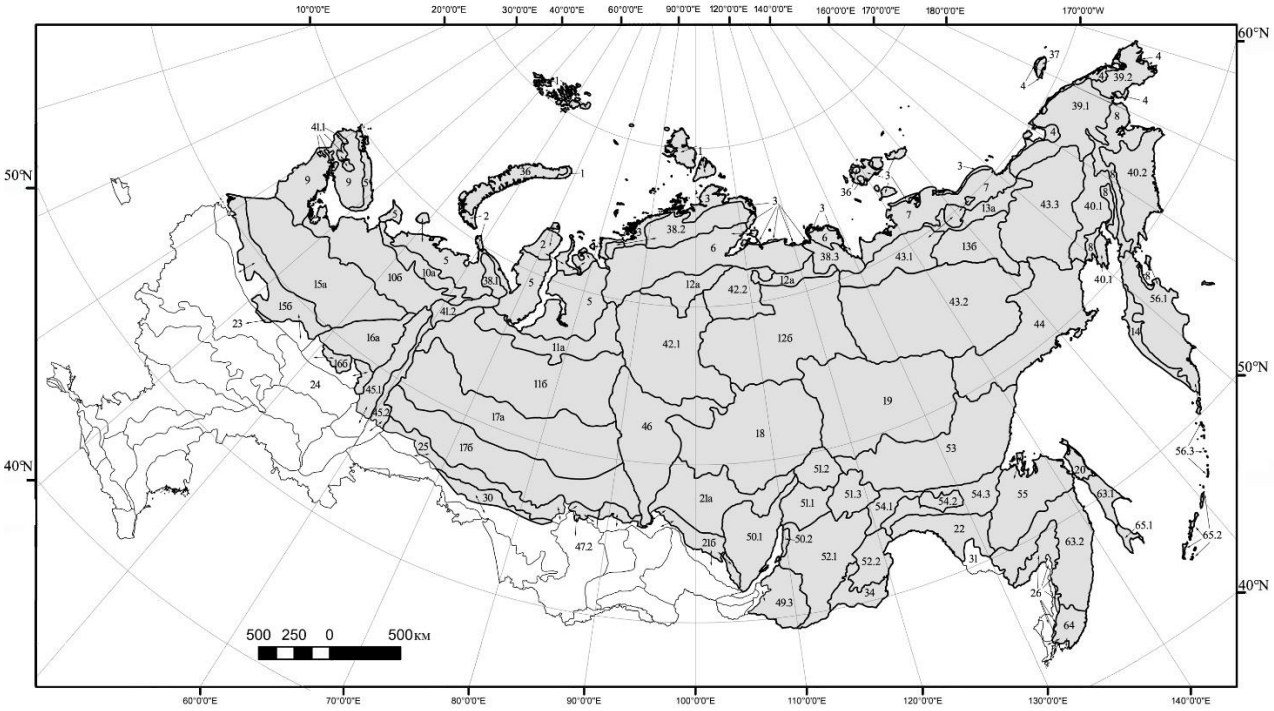


Рис. 1. Биомы ВЕПМ и его окрестностей. ВЕПМ обозначен серой заливкой; здесь и далее в тексте биомы обозначены кодами [Биомы России, 2015].

Равнинные биомы и их варианты: 1 — Высокоарктический островной (арктических пустынь); 2 — Новоземельско-Гыданско-Ямальский арктическо-тундровый; 3 — Таймыро-Восточносибирский арктическо-тундровый; 4 — Чукотский арктическо-тундровый; 5 — Кольско-Большеземельско-Тазовский гипоарктическо-тундровый; 6 — Таймыро-Среднесибирский южногипоарктическо-тундровый; 7 — Лено-Колымский гипоарктическо-тундровый; 8 — Анадырско-Пенжинский гипоарктическо-тундровый; 9 — Кольско-Карельский гипоарктическо-таёжный; 10 — Мезено-Печорский (а — лесотундровый, б — северотаёжный); 11 — Западносибирский северный (а — лесотундровый, б — северотаёжный); 12 — Котуйско-Ленский (а — лесотундровый, б — северотаёжный); 13 — Нижнеколымский (а — лесотундровый, б — северотаёжный); 14 — Западнокамчатский субокеанический северотаёжный; 15 — Прибалтийско-Ветлужский (а — среднетаёжный, б — южнотаёжный); 16 — Приуральский (а — среднетаёжный, б — южнотаёжный); 17 — Обь-Иртышский (а — среднетаёжный, б — южнотаёжный); 18 — Верхневилюйский среднетаёжный; 19 — Центральноякутский среднетаёжный; 20 — Северосахалинский среднетаёжный; 21 — Ангарский (а — южнотаёжный, б — подтаёжный); 22 — Амуро-Зейский южнотаёжный; 23 — Смоленско-Приволжский широколиственно-хвойнолесной; 24 — Вятско-Камский широколиственно-хвойнолесной; 25 — Западносибирский мелколиственнолесной; 26 — Амуро-Уссурийский подтаёжный; 30 — Тоболо-Приобский лесостепной; 31 — Зее-Буреинский лесостепной; 34 — Даурский степной. Горные биомы (оробиомы) и их варианты: 36 — Горных тундр высокоарктических островов; 37 — Острова Врангеля; 38 — Среднесибирский (38.1 — Полярноуральский, 38.2 — Таймырский; 38.3 — Хара-Улахский); 39 — Чукотский (39.1 — Западночукотский; 39.2 — Восточночукотский); 40 — Корякский (40.1 — Западнокорякский, 40.2 — Восточнокорякский); 41 — Хибино-Североуральский (41.1 — Хибинский, 41.2 — Североуральский); 42 — Путоранский (42.1 — Путоранский, 42.2 — Анабарский); 43 — Верхояно-Колымский (43.1 — Полоусный, 43.2 — Верхояно-Яно-Индигирский, 43.3 — Омолонский); 44 — Североохотский; 45 — Среднеуральский (45.1 — Западноуральский, 45.2 — Восточноуральский); 46 — Енисейского кряжа; 47 — Алтае-Саянский (47.2 — Алтайский); 49 — Саяно-Южнозабайкальский (49.3 — Бурятский); 50 — Прибайкальско-Момский (50.1 — Верхнеленский, 50.2 — Баргузинский); 51 — Кодаро-Каларский (51.1 — Северобайкальский, 51.2 — Патомский, 51.3 — Кодаро-Каларский); 52 — Южнозабайкальский (52.1 — Витимский, 52.2 — Шилкинский); 53 — Алдано-Майский; 54 — Янкано-Джагдинский (54.1 — Верхнегилюйский, 54.2 — Тукурингра-Джагдинский, 54.3 — Верхнезейский); 55 — Южноохотский; 56 — Камчатско-Курильский (56.1 — Камчатский, 56.2 — Командорских о-вов, 56.3 — Северокурильских о-вов); 63.1 — Сахалино-Сихотэ-Алиньский (63.1 — Сахалинский, 63.2 — Среднесихотэ-Алиньский); 64 — Сихотэ-Алиньский южный; 65 — Южный Дальневосточный островной (65.1 — Южносахалинский; 65.2 — Южнокурильских о-вов)

Fig. 1. Bioms of the GEANT and its environs. GEANT is marked with a gray fill, biomes — by codes [Biomes of Russia, 2015].

Plain biomes and their varieties: 1 — High Arctic islands (Arctic Deserts); 2 — Novaya Zemlya-Gydan-Yamal Arctic Tundra; 3 — Taimyr-East Siberian Arctic Tundra; 4 — Chukotka Arctic Tundra; 5 — Kola-Bolshezemel'sko-Tazovsky Hypoarctic Tundra; 6 — Taimyr-Middle Siberian South Hypoarctic Tundra; 7 — Lena-Kolyma Hypoarctic Tundra; 8 — Anadyr-Penzhinskaya Hypoarctic Tundra; 9 — Kola-Karelian Hypoarctic Taiga; 10 — Mezen-Pechora (а - Forest-Tundra, б — North Taiga); 11 — West Siberian North (а — Forest-Tundra, б — North Taiga); 12 — Kotuy-Lena (а - Forest-Tundra, б — North Taiga); 13 — Lower Kolyma (а - Forest-Tundra, б — North Taiga); 14 — West Kamchatka Suboceanic North Taiga; 15 — Baltic-Vetluga (а — Middle Taiga, б — South Taiga); 16 — Near Ural (а — Middle Taiga, б — South Taiga); 17 — Ob-Irtysh (а — Middle Taiga, б — South Taiga); 18 — Upper Vilyui Middle Taiga; 19 — Central Yakut Middle Taiga; 20 — North Sakhalin Middle Taiga; 21 — Angara (а — South Taiga, б — Subtaiga); 22 — Amur-Zeya South Taiga; 23 — Smolensk-Volga Broad-Leaved Coniferous; 24 — Vyatka-Kama Broad-Leaved Coniferous; 25 — West Siberian Small-Leaved Forests; 26 — Amur-Ussuri Subtaiga; 30 — Tobol-Ob Forest-Steppe; 31 — Zeya-Bureya Forest-Steppe; 34 — Daurian Steppe. Mountain biomes (orobiomes) and their varieties: 36 — Mountain Tundra of High Arctic islands; 37 — Wrangel Island; 38 — Middle Siberian (38.1 — Polar Ural, 38.2 — Taimyr; 38.3 — Khara-Ulakh); 39 — Chukotka (39.1 — West Chukotka; 39.2 — East Chukotka); 40 — Koryak (40.1 — West Koryak, 40.2 — East Koryak); 41 — Khibiny — North Ural (41.1 — Khibiny, 41.2 — North Ural); 42 — Putoran (42.1 — Putoran, 42.2 — Anabar); 43 — Upper Yana-Kolyma (43.1 — Polousnyi Ridge, 43.2 — Upper Yana-Yana-Indigirka, 43.3 — Omolon); 44 — North Okhotsk; 45 — Middle Ural (45.1 — West Ural, 45.2 — East Ural); 46 — Yenisei Ridge; 47 — Altai-Sayayn (47.2 — Altai); 49 — Sayany-South Transbaikal (49.3 — Buryat); 50 — Near Baikal-Moma (50.1 — Upper Lena, 50.2 — Barguzin); 51 — Kodar-Kalar (51.1 — North Baikal, 51.2 — Patom, 51.3 — Kodar-Kalar); 52 — South Transbaikal (52.1 — Vitim, 52.2 — Shilka); 53 — Aldan - Maya; 54 — Yankan-Jagdy (54.1 — Upper Gilyuy, 54.2 — Tucuringra-Jagdy, 54.3 — Upper Zeya); 55 — South Okhotsk; 56 — Kamchatka-Kuril (56.1 — Kamchatka, 56.2 — Commander Islands, 56.3 — North Kuril Islands); 63.1 — Sakhalin-Sikhote-Alin (63.1 — Sakhalin, 63.2 — Middle Sikhote-Alin); 64 — South Sikhote-Alin; 65 — South Far Eastern Islands (65.1 — South Sakhalin; 65.2 — South Kuril Islands)

Заготовка древесины смещается даже в зону притундровых лесов. Существенная часть зон распространения вечной мерзлоты приходится на территории, где осуществляются лесозаготовки. Вырубка леса и создание инфраструктуры ускоряют процесс таяния мерзлоты. В Якутии через десять лет после сплошных рубок температура грунта вырастает на 1 °С, а толщина деятельного слоя увеличивается примерно до двух метров, что приводит к критическому состоянию вечной мерзлоты [*Fedorov et al.*, 2019]. В аренду переданы участки леса, расположенные в границах ВЕПМ в следующих биомах: 9–12 (в т.ч. к северу от южной границы притундровых лесов), 15–26, 30; в оробиомах 43.2, 43.3, 44–46, 49.3, 50.1, 51.1, 52, 53, 55, 56.1, 63.1, 64, 65.1.

Влияние пожаров

Для европейской части ВЕПМ, северной и средней полосы Сибири выявление следов крупных пожаров проведено по находящимся в открытом доступе космоснимкам оробиомов с 1984 по 2018–2019 гг.

Не отмечено крупных пожаров в оробиомах 38.1, 38.2, 41 и 42.1, 50.1 и 51.3. В оробиоме 43.2 на снимках 1984 г. отмечены большие участки пожарищ, заросшие к 2015 г. лесом, но в 2015 г. пожарища отмечены на других участках в долинах рек. В оробиоме 44 отмечено зарастание пожарищ: 1984 г. — очаги пожара, 2000 г. — частичное зарастание пожарищ, 2005 г. — практически полное зарастание пожарищ лесом. В оробиоме 51.1 отмечены большие участки пожарищ на снимках 2000–2005 гг. В оробиоме 51.2 на снимке июля 2013 г. отмечены пожары и пелена дыма. В оробиоме 52.1 свежие пожарища на больших площадях отмечены на снимке 2016 г., в оробиоме 53.1 — пожарища на снимке 2014 г. В южной части оробиома 53.3 леса почти полностью пройдены пожарами в 2016 г.

Динамика пожаров в XX–XXI вв. и её влияние на растительность более подробно изучены в материковой части российского Дальнего Востока (Приморский и Хабаровский края, Амурская область, Еврейская автономная область), прежде всего в биомах 22, 26, 31, оробиомах 54, 55, 63.2 и 64. Сравнивали число термоточек по годам для земель лесного фонда, ООПТ (заповедники и национальные парки) и пр. (в основном земли сельхозназначения, земли населённых пунктов и земли запаса). В любой год за рассматриваемый период наибольшая вероятность возникновения и развития пожаров приходится на земли вне

лесного фонда и федеральных ООПТ, т.е. преимущественно на нелесные земли. Наименее вероятны пожары в заповедниках и национальных парках. На нелесных территориях пожары происходят часто, потому что травяная растительность после пожара быстро восстанавливается и уже на следующий год накапливается горючий материал. В лесах пожары наиболее часты в местах их освоения, чему способствуют дорожная инфраструктура, обилие горючего материала на вырубках (зарастание травой и кустарником), туризм и сбор дикоросов. Малонарушенные лесные территории [Малонарушенные…, 2015] наименее подвержены пожарам, поскольку в них отсутствует инфраструктура, от которой обычно и возникают пожары.

В пределах ВЕПМ в наибольшей степени от пожаров пострадали биомы 22 и 26. Биом 31 и часть 26 биома фактически выпали из состава ВЕПМ в результате интенсивного хозяйственного освоения, и именно здесь пожары происходят наиболее часто.

Интервал между пожарами короче, чем необходимо для восстановления лесных экосистем [Современное…, 2009]. При регулярных пожарах происходит смена растительности по схеме: коренные формации хвойно-широколиственных лесов — леса из дуба монгольского — редколесья — травяные и кустарниковые пустоши. Открытые ландшафты быстрее просыхают весной, в них накапливается значительная сухая масса, что способствует распространению огня. Пожары в дубняках обладают автокаталитическими свойствами — чем чаще пожары, тем больше горимость. Особенно высока горимость леспедецево-дубовых лесов [*Розенберг, Колесников*, 1958]. Это характерно для юга Приморского края, где южная часть оробиома 64 выпала из ВЕПМ.

По доступным снимкам Landsat с сенсорами MSS, TM и ETM+ (пространственное разрешение 30 м/пк) и Sentinel (пространственное разрешение 10 м/пк) проанализировано распространение пожаров на юге Приморского края за 22 года — 1976, 1987, 1996–1998, 2000–2001, 2003–2014, 2017–2019). На части этой территории характерна очень высокая частота пожаров, вплоть до прогорания в каждый год наблюдений. По степени фрагментации коренных лесов оробиом 64 резко выделяется в Приморском крае [*Аксёнов и др.,* 2006]. Южная и западная части этого оробиома выпали из состава ВЕПМ. Коренными для этой территории признаны хвойно-широколиственные леса — кедрово-широколиственные и чернопихтово-широколиственные. Однако ныне для этого оробиома характерны пирогенные дубняки на средних и низких высотах, отсутствующие лишь в высокогорьях. После однократного пожара восстановление кедрово-широколиственного леса происходит через одно поколение дуба, т.к. под его пологом складываются благоприятные условия для возобновления сосны корейской. Многократные пожары удлиняют срок господства дуба, образуются устойчивые группировки с преобладанием порослевого дуба, которые без вмешательства человека уже не способны приобрести облик первичного хвойно-широколиственного леса [*Куренцова, Шеметова,* 1985; *Добрынин,* 2000]. В начале 1930-х гг. дубовая формация в Южнопобережном, Владивостокском и Уссурийском лесоэкономических районах Приморского края занимала 730 тыс. га, или 6,9 % лесопокрытой площади [*Ивашкевич,* 1933]. На 1 января 2001 г. лесов с преобладанием дуба в Приморском крае имелось 1982,9 тыс. га, на них приходилось уже 16,8 % лесопокрытой площади. С 1983 по 2001 г. площадь лесов с преобладанием дуба монгольского увеличилась до 2045 тыс. га. Кустарники увеличили занимаемые площади почти в 2 р. Дальневосточные дубняки по большей части однообразны по характеру древостоя и флористическому составу. Большая часть дубняков представлена низкобонитетными малопродуктивными древостоями.

Антропогенная динамика тундровых экосистем о. Колгуев

По нашим данным, к 2013 г. численность оленей составляла около 12 тыс., превышая оленеёмкость пастбищ почти в 1,5 р. по обеспеченности летними и осенними пастбищами и в 2–2,5 р. по зимним пастбищам. Затем произошёл массовый падёж оленей. Наши исследования охватывают период пасквальной дигрессии растительности тундровых пастбищ и период резкого снижения воздействия оленей на растительность после 2013 г.

Использованы снимки Landsat 5–8 (30 м/пк) 1994–2017 гг., находящиеся в открытом доступе[1] [*Елсаков,* 2017]. Отобрано 10 снимков с минимальной облачностью (2-ая декада июля — 1-ая декада августа). Работа со снимками проводилась в комбинации красного и двух ближних инфракрасных каналов: инфракрасные каналы позволяют точно дешифрировать различия во влажности и выделять водные объекты и пески, а сочетание красного и инфракрасного каналов удобно для анализа растительности[2].

Дешифрирование снимков проведено методом неконтролируемой классификации (IsoData) с экспертным присвоением значений полученным классам по итогам полевой верификации данных. Для классификации снимков и первичной обработки использован программный пакет SCANEX Image Processor. Классификацию проводили в три этапа. Сначала выделяли наиболее контрастные по спектральным характеристикам классы «во́ды» и «пески». Затем пиксели, принадлежащие этим классам, удаляли (маскировали) на исходном снимке, сужая диапазон значений при последующей классификации. На следующем этапе выделяли типы растительности. Наиболее контрастны классы: «сухие лишайниковые тундры», «болота» и «продуктивные сообщества», куда попадали как ивняки (*Salix spp.*), так и осоковые сообщества. Неконтрастный класс с множеством переходных форм с другими классами формировали мохово-кустарничковые тундры. На третьем этапе проводили разделение продуктивных сообществ ивняков и осок.

Для сравнения результатов по годам в разных ландшафтах острова выбраны площадки 5×5 км так, чтобы они покрывались всеми обработанными снимками, и чтобы на них отсутствовали реки, вносящие разброс в значения площади песков и воды. Для каждой площадки рассчитана площадь, занятая развеиваемыми песками, водоёмами и кустарниками. На 4-х площадках из 5-и (кроме самой северной) увеличилась площадь, занимаемая кустарниками, в 3-х случаях эти изменения статистически значимы. На всех исследованных площадках с 1994 г. по 2010–2012 гг. наблюдался рост площади открытых песков, обусловленный ростом пастбищных нагрузок. После падежа оленей нагрузка на пастбища резко снизилась, началось восстановление растительности, в т.ч. зарастание песков. В ряде случаев сокращение площади открытых песков наблюдалось уже в 2011 г. и даже в 2009 г., что объясняется снижением сезонных пастбищных нагрузок на отдельные участки после их быстрой дигрессии.

Трансформация экосистем Арктики

В Арктической зоне Российской Федерации и на прилегающих к ней территориях ВЕПМ трансформация, связанная с антропогенным воздействием на природу Севера в сочетании с климатическими изменениями, затронула экосистемы на площади более чем 300 тыс. км^2. Одно из её проявлений — распространение древесно-кустарниковой растительности в тундровой зоне. Этот процессы выявляется по росту продуктивности растительности (индекс NDVI).

В равнинных биомах распространение древесно-кустарниковой растительности имеет очаговый характер при общем направлении данного процесса с юга на север. Характерно развитие древесно-кустарниковой растительности вблизи участков нарушенного тундрового почвенно-растительного покрова, например в биоме 5. В этом же биоме, и ещё в большей степени — в биомах 6 и 7, прослеживается развитие очагов древесно-кустарниковой растительности вблизи акватории морей Северного Ледовитого океана. На некоторых участках очаги древесно-кустарниковой растительности распространены по всей полосе, занимаемой биомами 6 и 7 между морской акваторией и примыкающими с юга таёжными и лесотундровыми биомами. В экосистемах биома 8, простирающегося наиболее

[1] United State Geological Survey. 2019. Электронный ресурс: https://earthexplorer.usgs.gov/ (дата обращения 28.08.2019)

[2] Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+. 2019. Электронный ресурс: http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html (дата обращения 28.08.2019)

далеко на юг среди тундровых биомов, видна приуроченность древесно-кустарниковой растительности к долинам рек.

В тундровых оробиомах, в среднем расположенных южнее, чем равнинные тундровые биомы, имеются участки закономерного экстразонального развития древесно-кустарниковой растительности в долинах рек. Отсюда распространение древесно-кустарниковой растительности на плакоры принимает форму смещения вверх её верхней границы. В оробиомах 39 и 40 это происходит широко и во всех направлениях. Менее выражено это явление в оробиомах 38.1 и 38.3. В наиболее северном оробиоме 38.2 оно пока не выявлено.

Распространение древесно-кустарниковой растительности в северном направлении само по себе ещё не означает «превращения тундры в тайгу». Такие процессы должны включать в себя в т.ч. соответствующие изменения в составе всех биотических компонентов экосистемы — продуцентов, консументов и редуцентов.

Смещение границ высотных поясов

Проведён анализ находящихся в открытом доступе космоснимков участков различных оробиомов. Сравнивались снимки участков разных лет с 1984 г. по 2018–2019 гг., с периодичностью в 5 лет и с высоты обзора 23–25 км над поверхностью Земли. В случаях плохого качества снимков рассматривались снимки предыдущего или последующего года. На снимке каждого участка на склоне южной или северной экспозиции проводилась фиксация высоты верхней границы леса (ВГЛ) по резкому переходу от зелёных к серым или бурым цветам.

В оробиоме 38.1 на снимках 2016 г отмечено увеличение числа и площади зелёных участков, по сравнению со снимками 1984–2000 гг., что может свидетельствовать о проникновении древесно-кустарниковой растительности в экосистемы тундры.

В оробиоме 41.1 с 1984 по 2015–2016 гг. зафиксирован подъём ВГЛ в среднем на 26 м на южных и на 15 м на северных склонах. Отмечено также изменение конфигурации и некоторое увеличение площади карьеров и густоты дорожной сети.

В оробиоме 41.2 за 30 лет ВГЛ поднялась на 15 м на склоне южной экспозиции и на 3 м на склоне северной экспозиции. Сравнение снимков 1984–2016 гг. свидетельствует об увеличении покрытой лесом площади в междуречье крупных рек, текущих на север.

В оробиоме 53.1 отмечено изменение конфигурации леса, однако изменение высоты ВГЛ не выходит за пределы ошибки метода. Не обнаружено существенных изменений ВГЛ в оробиомах 38.2, 42.1, 43.2, 44, 50.1, 51.1, 51.2, 52.1, 51.3, 53.3.

Табл. 1. Соотношение между нарушенностью природных экосистем и состоянием природного каркаса (код соответствует обозначениям на рис. 2).
Table 1. Correlation between disturbance of natural ecosystems and the state of the natural frame (the code corresponds to the legend in fig. 2).

Код	Нарушенность экосистем		Ожидаемое состояние природного каркаса и биоты
	по площади	по фитомассе	
1	<10 %	<10 %	Природный каркас сохранился при утрате отдельных элементов полноценной биоты
	<10 %	10–30 %	
	10–30 %	<10 %	
2	<10 %	30–55 %	Природный каркас, по-видимому, сохранился, но близок к распаду на отдельные участки
	10–30 %	10–30 %	
3	30–55 %	<30 %	Природный каркас распался на участки, не всегда поддерживающие полноценную биоту
	10–30 %	30–55 %	
4	30–55 %	>30 %	Природный каркас распался на изоляты, в которых полноценная биота не сохранилась
	55 %–70 %	>30 %	
	>70 %	>30 %	

В оробиоме 64 проведено сравнение данных о распространении основных типов леса за 50-летний период на юго-западе Приморского края. Хвойные, хвойно-

широколиственные и широколиственные леса сильно фрагментировались и отступили в горы. Особенно сильно сократился ареал пихты цельнолистной, как вида очень чувствительного к воздействию пожаров. Освободившиеся территории в нижних поясах заняли леса с преобладанием монгольского дуба. К настоящему времени появились участки, на которых не сохранился уже и монгольский дуб.

Обобщённые данные об изменениях экосистем ВЕПМ

Удельные потери фитомассы экосистем в различных биомах определены путём сопоставления данных о деградации природных экосистем в 2000–2015 гг. с данными по уменьшению фитомассы на единицу площади экосистем к концу XX в. В соответствии с табл. 1 [*Соболев, Руссо,* 1998], определено ожидаемое состояние природного каркаса и биоты (рис. 2). На окраине ВЕПМ выявлены участки биомов, где в ВЕПМ входят лишь небольшие территории, а на остальной части биома природный каркас не сохранился.

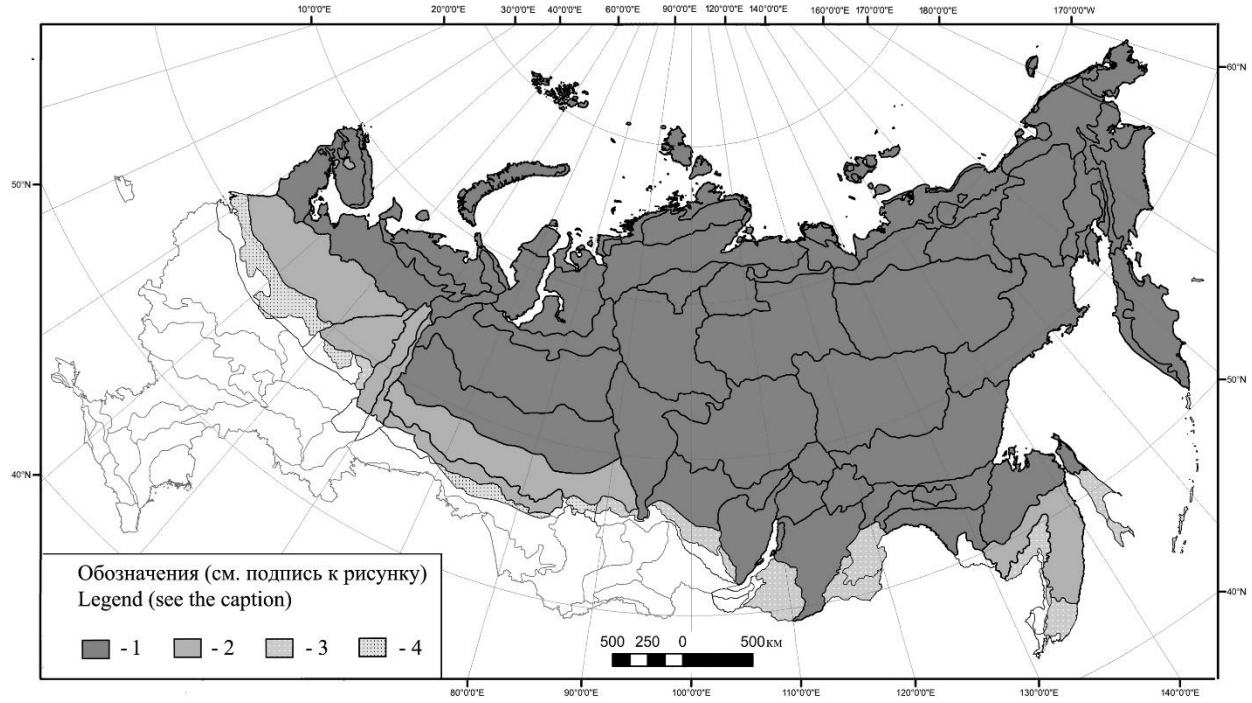


Рис. 2. Состояние природного каркаса в биомах ВЕПМ:
1 — природный каркас изменён несущественно; 2 — природный каркас близок к распаду на отдельные участки; 3 — на значительной части биома природный каркас распался на участки, не всегда поддерживающие полноценную биоту; 4 — на значительной части биома природный каркас распался на изоляты, в которых полноценная биота не сохранилась

Fig. 2. The state of the nature frame in GEANT biomes:
1 — the natural frame is changed insignificantly; 2 — the natural frame is close to decay into separate sections; 3 — in a significant part of the biome, the natural frame has decomposed into areas that do not always support a full biota; 4 — on a significant part of the biome, the natural frame broke up into isolates in which a full biota was not preserved

Типовые стратегии территориальной охраны природы ВЕПМ и его окрестностей

Из состояния природного каркаса примерно следует выбор стратегии территориальной охраны природы. Применительно к данной работе предлагается 5 стратегических подходов к территориальной охране природы, соответствующих одному из 5 вариантов состояния («дигрессии») природного каркаса. При ухудшении состояния природного каркаса требуется продолжение полноценного осуществления комплекса мер, соответствующего

менее преобразованным биомам, и дополнение их мерами, специфичными для той стадии дигрессии природного каркаса, наступление которой не удалось предотвратить (рис. 3). Подчеркнём, что рис. 3 относится именно к ВЕПМ. За пределами ВЕПМ состояние природного каркаса также весьма неоднородно, в соответствии с чем стратегический подход к территориальной охране природы на разных участках вне ВЕПМ также будет разным.

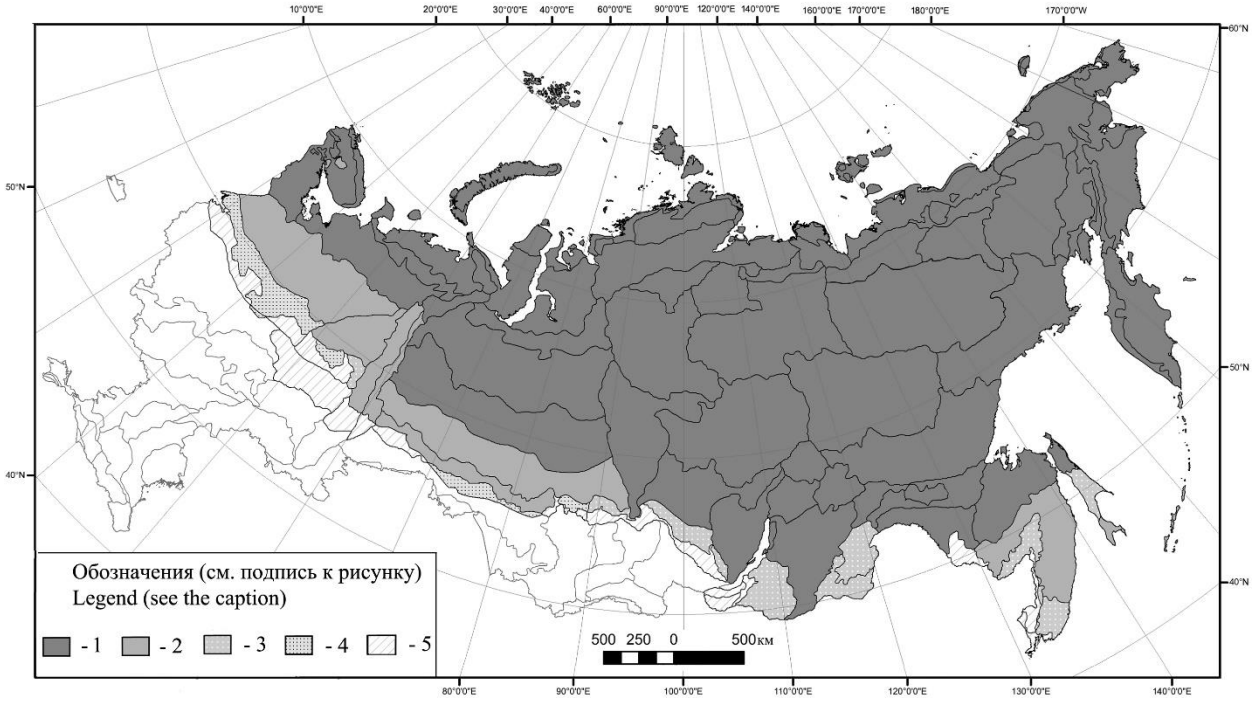


Рис. 3. Стратегия территориальной охраны природы в различных биомах:
1 — сохранение ключевых территорий природного каркаса; 2 — см. п. 1,
а также поддержание экологических связей между ключевыми территориями;
3 — см. п. 2, а также восстановление экологической целостности территории;
4 — см. п. 3, а также содействие восстановлению полноценной биоты; 5 — см. п. 4,
а также укрепление или восстановление экологических связей с ВЕПМ
Fig. 3. Territorial conservation strategies in different biomes:
1 — preservation of key areas of the natural framework; 2 — see item 1,
as well as maintaining environmental links between key territories; 3 — see item 2,
as well as the restoration of the ecological integrity of the territory; 4 — see item 3,
as well as promoting the restoration of a full biota; 5 — see item 4,
as well as strengthening or restoring environmental links with the GEANT

Первая стадия дигрессии природного каркаса в пределах ВЕПМ: сохранился природный каркас с качественно полноценной биотой, иногда — при утрате отдельных её элементов. Биомы 1–14, 17a, 18–20, 21a, 22; оробиомы 36–40, 41.1 (северо-западный, северный, юго-западный и центральный участки), 41.2, 42–44, 46, 50.1 (кроме прибайкальского участка на левом берегу Ангары), 50.2, 51, 52.1, 53–55, 56.1. Основная задача ООПТ в том, чтобы сохранить от непосредственного преобразования наиболее ценные территории. Допустимо сочетание приоритетного обеспечения деятельности существующих ООПТ с резервированием других ценных природных территорий, фактически имеющих федеральное значение, в виде региональных ООПТ или хотя бы предусмотрев сохранение таких природных территорий в документах территориального планирования. При выборе природоохранного режима ООПТ следует, как правило, ориентироваться на сохранение тех форм и масштабов природопользования, при которых сформировалась предлагаемая к охране

территория. Ограничения должны вводиться прежде всего на новые для данной местности формы природопользования, к которым ещё не произошло адаптации биоты.

Вторая стадия дигрессии природного каркаса в пределах ВЕПМ: природный каркас, по-видимому, сохранился, но существует риск его распада на отдельные участки. Биомы 15а, 16а, 17б, 25 (центральный сектор и северная часть западного сектора); оробиомы 41.1 (северо-восточный и юго-восточный участки), 45 (северная и средняя полосы), 63.2, 65.1. Необходимо нормативное закрепление фактически сохранившихся экологических связей между природными территориями. Для юридического закрепления существующего природного каркаса требуется выделение участков, на которых не допускается интенсификация существующего природопользования и преобразование природных ландшафтов. На таких участках могут быть целесообразными, например, запреты или ограничение прокладки непреодолимых для биоты магистральных коммуникаций, мелиоративного строительства, расширения существующих и размещения новых населённых пунктов (в т.ч. — садово-дачных посёлков), перевода лесных территорий в нелесные, сенокосных угодий — в пастбищные, распашки лугов.

Третья стадия дигрессии природного каркаса в пределах ВЕПМ: часть природных территорий сохранила связь с ВЕПМ, но природный каркас в целом не сохранился. Биомы 16б (северо-восточная часть), 21б (участки в северо-западной и северо-восточной частях и небольшой участок в северной части центрального сектора), 26 (северная половина биома и четыре небольших периферических участка в восточной части южной половины), 34; оробиомы 49.3 (кроме небольшого участка на западе средней и южной полос), 52.2, 63, 64 (северная и средняя полосы). Необходима не только защита сохранившихся природных территорий, но и реставрация природного каркаса, например, путём посадки леса, залужения прибрежных полос вдоль рек и др. биотехнических мероприятий. Полномасштабная экологическая реставрация включает не только восстановление экологических связей между сохранившимися природными территориями, но также и существенное увеличение площади, занимаемой способными к саморегуляции экосистемами, то есть воссоздание таких экосистем. В качестве срочной меры необходимо стабилизировать состояние долин и пойм рек, ставших в ряде мест рефугиумами биоразнообразия на основе хотя бы и не зональной, но всё же природной растительности.

Четвёртая стадия дигрессии природного каркаса в пределах ВЕПМ: несмотря на топографические связи с ВЕПМ, полноценная биота соответствующего биома не сохранилась из-за деградации и фрагментации естественных сообществ на больших площадях. Биомы 15б (северная полоса и центральный сектор) с примыкающим маленьким участком биома 23 (на востоке северной части центрального сектора), 16б (северная часть центрального сектора), 25 (центральная и северо-восточная часть восточного сектора) с примыкающим маленьким участком оробиома 47.2 (северная части центрального сектора), 30 (северная часть центрального и узкая полоса на севере восточного секторов). Наряду с проведением мероприятий по экологической реставрации здесь актуальны специальные меры по содействию восстановлению видового состава полноценной биоты, включая как создание условий для миграций с соседних территорий, так и в необходимых случаях реинтродукцию ключевых видов экосистемы.

Пятая стадия дигрессии природного каркаса: утрата топографической связи природных территорий с ВЕПМ. Не входящие в ВЕПМ участки биомов 15б, 16б, 21б, 25, 26; оробиомов 45, 49.3, 64, а также биомы 24 и 31, оробиомы 48.2 и 49.2. Здесь экологическая реставрация должна включать в себя мероприятия по восстановлению экологических связей с ВЕПМ.

Предложенные типовые подходы к разработке региональных стратегий территориальной охраны природы в разных биомах ВЕПМ и его ближайших окрестностей должны быть конкретизированы в каждом из административных регионов, учитывая в т.ч. и несовпадение административных и биогеографических границ.

ВЫВОДЫ

1. Применение ГИС-анализа данных ДЗЗ и других разнородных и разномасштабных материалов позволило картографировать ВЕПМ и его макроструктуру как целостный комплекс биомов от Фенноскандии до Тихого океана.

2. На южной окраине ВЕПМ выявлены биомы, входящие в ВЕПМ лишь частично.

3. Участки добычи полезных ископаемых в настоящее время не расчленяют ВЕПМ, но перфорируют его внутренние биомы.

4. Осуществляемые лесозаготовки из-за их местоположения приводят в пределах ВЕПМ к потерям площади МЛТ и к ускорению таяния вечной мерзлоты.

5. Частота пожаров в ВЕПМ и его окрестностях наиболее высока на участках интенсивного сельскохозяйственного и лесохозяйственного освоения.

6. Часто повторяющиеся пожары в лесах ведут к смене леса травяными и кустарниковыми пустошами.

7. В горных областях на юге Приморья происходит повышение нижней границы распространения коренных лесов, вытесняемых пирогенными лесами из монгольского дуба.

8. В горах таёжной зоны европейской части ВЕПМ наблюдается поднятие ВГЛ.

9. В тундровых равнинных биомах и оробиомах происходит формирование и распространение участков древесно-кустарниковой растительности.

10. Сформулированы стратегические принципы территориальной охраны природы различных биомов ВЕПМ в зависимости от стадии дигрессии природного каркаса.

11. Подготовлена основа для количественной оценки экосистемных услуг ВЕПМ на завершающем этапе работы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Благодарим РФФИ и РГО за поддержку данной работы грантом РФФИ−РГО № 17-05-41204 (в части изучения ВЕПМ) и Минобрнауки России — государственного заказчика задания № 0148-2019-0007 (в части изучения связей ВЕПМ с окружающими территориями).

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the Russian Foundation of Basic Research and Russian Geographical Society for supporting the presented study by the grant No 25/2017/RFBR−RGS (in terms of the GEANT) and the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation as the state customer of task No 0148-2019-0007 (in terms of the relations of the GEANT with the surrounding territories).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аксёнов Д.Е., Дубинин М.Ю., Карпачевский М.Л., Ликсакова Н.С., Скворцов В.Э., Смирнов Д.Ю., Яницкая Т.О.* Выделение лесов высокой природоохранной ценности в Приморском крае. Категории, важные для сохранения биоразнообразия растительного покрова. М.: Изд-во Международного Социально-экологического союза, 2006. 186 с.

2. *Аксёнов Д.Е., Добрынин Д.В., Дубинин М.Ю., Егоров А.В., Исаев А.С., Карпачевский М.Л., Лестадиус Л.Г., Потапов П.В., Пурховский А.Ж., Турубанова С.А., Ярошенко А.Ю.* Атлас малонарушенных лесных территорий России. М.: Изд-во Международного Социально-экологического союза; Вашингтон: World Resources Institute, 2003. 187 с.

3. Биомы России. Карта м-ба 1: 7 500 000. М.: Русское географическое общество; Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2015. 1 с.

4. *Добрынин А.П.* Дубовые леса российского Дальнего Востока (биология, география, происхождение). Владивосток: Дальнаука, 2000. 259 с.

5. *Елсаков В.В.* Пространственная и межгодовая неоднородность изменений растительного покрова тундровой зоны Евразии по материалам съёмки MODIS 2000—2016 гг. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2017. Т. 14. № 6. С. 56–72. DOI:10.21046/2070-7401-2017-14-6-56-72.
6. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. Карта м-ба 1: 8 000 000; пояснительный текст и легенда к карте. М.: ЭКОР, 1999. 2 + 62 с.
7. *Ивашкевич Б.А.* Дальневосточные леса и их промышленная будущность. М.−Хабаровск: Дальгиз, 1933. 168 с.
8. *Куренцова Г.Э., Шеметова Н.С.* Послепожарные смены в лесах Приморского края. Динамика растительности юга Дальнего Востока. Владивосток: Дальневосточный научный центр Академии наук СССР, 1985. С. 98–104.
9. Малонарушенные лесные территории России: современное состояние и утраты за последние 13 лет. Карта м-ба 1: 10 500 000. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2015. 1 с.
10. *Розенберг В.А., Колесников Б.П.* Порослевые древесно-кустарниковые заросли малолесных районов Приморского края. Труды Дальневосточного филиала Академии наук СССР. Серия ботаническая. Владивосток, 1958. Т. 4 (6). С. 5–46.
11. *Сидорова М., Чебышев Ф., Трифонова П.* В России наступил дефицит древесного сырья. Лесная индустрия, 2016. № 12 (104). 1 с.
12. *Соболев Н.А.* Экологический каркас России. Индикативная схема. М.: Изд-во Института географии Российской академии наук, 2015. 16 с.
13. *Соболев Н.А., Руссо Б.Ю.* Стартовые позиции Экологической сети Северной Евразии: рабочая гипотеза. Охрана живой природы. Нижний Новгород, 1998. Вып. 1 (9). С. 22–31.
14. Современное состояние лесов российского Дальнего Востока и перспективы их использования. Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2009. 470 с.
15. *Тишков А.А.* Актуальная биогеография Северной Евразии. Актуальные вопросы биогеографии. СПб: Санкт-Петербургский государственный университет, 2018. С. 406–409.
16. *Fedorov A.N., Konstantinov P.Y., Vasilyev N.F., Shestakova A.A.* The influence of boreal forest dynamics on the current state of permafrost in Central Yakutia. Polar Science, 2019. V. 22. P. 100483.

REFERENCES

1. *Aksenov D., Dobrynin D., Dubinin M., Egorov A., Isaev A., Karpachevsky M., Laestadius L., Potapov P., Purekhovsky A., Turubanova S., Yaroshenko A.* Atlas of Russia's intact forest landscapes. Moscow, 2002. 187 p. (English version).
2. *Aksenov D.E., Dubinin M.Yu., Karpachevsky M.L., Liksakova N.S., Skvortsov V.E., Smirnov D.Yu., Yanitskaya T.O.* Idenifying high conservation value forests in Primorsky Krai. Categories important for the conservation of vegetation biodiversity. Moscow: Publishing House of International Socio-Ecological Union, 2006. 186 p. (in Russian).
3. Biomes of Russia. Map in the scale 1: 7 500 000. Moscow: Russian Geographical Society; Faculty of Geography of Moscow State University named after M.V. Lomonosov. 2015. 1 p. (in Russian).
4. Current state of forests in the Russian Far East and prospects for their use. Khabarovsk: FEFRI, 2009. 470 p. (in Russian).
5. *Dobrynin A.P.* Oak forests of the Russian Far East (biology, geography, origin). Vladivostok: Dalnauka, 2000. 259 p. (in Russian).
6. *Fedorov A.N., Konstantinov P.Y., Vasilyev N.F., Shestakova A.A.* The influence of boreal forest dynamics on the current state of permafrost in Central Yakutia. Polar Science, 2019. V. 22. P. 100483.
7. Intact forest landscapes in Russia: current condition and losses over the last 13 years. Map in the scale 1: 10 500 000. Moscow: World Wildlife Fund (WWF Russia), 2015. 1 p. (English

version).
8. *Ivashkevich B.A.* Far Eastern forests and their industrial future. Khabarovsk: Dalgiz, 1933. 168 p. (in Russian).
9. *Kurentsova G.E., Shemetova N.S.* Post-fire changes in the forests of Primorsky Krai. Dynamics of vegetation in the south of the Far East. Vladivostok: Far Eastern Scientific Center, Academy of Sciences of the USSR, 1985. P. 98–104 (in Russian).
10. Latitudinal and altitudinal zones of vegetation of Russia and adjacent territories. Map in the scale 1: 8 000 000. Explanatory text and map legend. Moscow: ECOR, 1999. 2 + 62 p. (in Russian).
11. *Rosenberg V.A., Kolesnikov B.P.* Sprout tree-shrubbery thickets in forest poor regions of the Primorsky Krai. Transactions of the Far Eastern Branch of the Academy of Sciences of the USSR. Botanical series. Vladivostok, 1958. V. 4 (6). P. 5–46 (in Russian).
12. *Sidorova M., Chebyshev F., Trifonova P.* Shortage of wood raw materials came in Russia. Forest industry, 2016. No 12 (104). 1 p. (in Russian).
13. *Sobolev N.A.* Ecological backbone of Russia. Indicative scheme. Moscow: Publishing House of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, 2015. 16 p. (in Russian).
14. *Sobolev N.A., Rousseau B.Yu.* Start position of the ECONET in Northern Eurasia. Ecological network in Northern Eurasia. Moscow: Biodiversity Conservation Center of the Socio-Ecological Union, 1998. P. 17–28 (English version).
15. *Tishkov A.A.* Actual biogeography of Northern Eurasia. Actual issues of biogeography. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University, 2018. P. 406–409 (in Russian).
16. *Yelsakov V.V.* Spatial and interannual heterogeneity of changes in the vegetation cover of the tundra zone in Eurasia based on MODIS 2000—2016 survey data. Modern problems of remote sensing, 2017. V. 14. No 6. P. 56–72. DOI:10.21046/2070-7401-2017-14-6-56-72 (in Russian).