

А. С. ПЛЕШАНОВ*, В. М. ПЛЮСНИН**, С. И. ШАМАНОВА*, А. А. СОРОКОВОЙ**, С. Г. КАЗАНОВСКИЙ*,
А. В. ВЕРХОЗИНА*, И. А. АНТОНОВ*, И. Н. ШЕХОВЦОВА***, А. С. КАВЕРЗИНА*, О. А. ЧЕРНЫШЕВА*

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск

**Институт географии СО РАН, г. Иркутск

***Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск

РЕПЕРНАЯ СЕТЬ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

На основе оригинального картографического метода для Байкальской природной территории разработана реперная сеть, включающая 18 участков (0,47 % рассматриваемой площади). Специальные наземные обследования выделенных участков показали, что такая сеть полностью отражает ландшафтное разнообразие на уровне геомов, фитоценотическое разнообразие, видовое разнообразие региональной биоты.

Ключевые слова: картографический метод, биологическое разнообразие, мониторинг, верификация.

Using an original cartographic method, for the Baikal natural territory we have developed a benchmark network that includes 18 tracts (0.47 % of the territory under consideration). Special-purpose ground-based surveys of the selected tracts showed that such a network fully reflects the landscape diversity on the level of geoms, the phytocenotic diversity, and the species diversity of the regional biota.

Keywords: cartographic method, biological diversity, monitoring, verification.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Выполнение работ по оценке биологического разнообразия крупных регионов и оптимизации региональных систем экологического мониторинга требует привлечения большого числа специалистов различного профиля. Это сопряжено с организационными и экономическими трудностями и делает актуальным выбор минимального числа небольших по площади реперных (ключевых) участков, достаточно полно отражающих региональные особенности биоты. Эффективность проведения исследований на таких участках, обладающих повышенным природным разнообразием, усиливается максимально выраженным на них экотонным эффектом. Это существенно повышает надежность выявления биологического разнообразия как на видовом уровне, так и на уровне сообществ и экосистем. Исключить субъективизм при комплектации региональной реперной сети можно путем применения формализованных картографических методов [1].

Для получения предварительной информации при уточнении мест проведения исследований биологи обычно используют текстовые работы своих коллег. Между тем обширные биологические сведения несут разнообразные тематические карты природы. Они, как правило, дают более точную территориальную привязку искомым данным [2].

Цель настоящего исследования — разработка и апробация картографического метода подбора минимальных совокупностей территорий, достаточно полно отражающих особенности растительного и животного мира крупных регионов и перспективных для ведения экологического мониторинга. В качестве модельной территории для разработки данного метода использована Байкальская природная территория (БПТ), принятая в рамках закона РФ «Об охране озера Байкал» [3].

Для достижения этой цели решались следующие основные задачи:

- инвентаризация картографических материалов эколого-биологического содержания для модельного региона;
- развитие методических подходов формализованного выделения реперных участков;
- картографическое построение проекта реперной сети;
- верификация реперной сети на основе натурного ботанико-зоологического исследования выделенных участков;
- оценка уровня отражения на реперных участках экосистемного разнообразия модельной территории, а также, выборочно, ее ценотического и видового биологического разнообразия;
- заключительная коррекция реперной сети.

© 2012 Плешанов А. С. (asp@sifibr.irk.ru), Плюснин В. М. (plyusnin@irigs.irk.ru), Шаманова С. И.,
Сороковой А. А., Казановский С. Г., Верхозина А. В., Антонов И. А., Шеховцова И. Н.
(botgard@ngs.ru), Каверзина А. С., Чернышева О. А.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор БПТ в качестве модельной территории обусловлен не только повышенным вниманием к ее экологическим проблемам, но и особым биологическим разнообразием Байкальского региона, представляющего собой крупный биогеографический рубеж Северной Азии. Существенное значение имеет и высокая обеспеченность региона тематическими картами природы [4].

Идея разработки картографического метода построения реперной сети для оптимизации региональных ботанико-зоологических исследований и экологического мониторинга возникла около 15 лет назад [5]. Было предложено использовать блок-схему, включающую последовательный анализ тематических карт природы, несущих информацию, важную в биологическом отношении. Базовым блоком в ней служит оценка ландшафтного и геоботанического разнообразия, отражающего специфику экосистем, а следовательно, и таксономическое разнообразие растительного и животного мира. В последние годы возможности применения формализованных подходов при выполнении базовых построений существенно возросли в связи с созданием ГИС «Ландшафтно-типологическая структура Байкальской природной территории» [6].

В последующих блоках используются карты природных и антропогенных воздействий на биоту, уникальных природных явлений, агроклиматические и др. Итоговый блок — построение картографического проекта, который вычлняет минимальный набор реперных участков, наиболее полно отражающих региональное многообразие биологических явлений. На этом этапе последовательно проводятся эколого-географическая классификация разнообразия рассматриваемого региона, картографическая инвентаризация участков с наибольшей вариабельностью ландшафтного разнообразия, их дифференциация по характеру природных сукцессий и антропогенной нарушенности.

Следующий этап связан с натурной верификацией реперной сети, обследованием выделенных реперных участков, отбором тех из них, которые наиболее репрезентативно отражают состав и структуру региональной биоты.

Заключительный блок включает в себя синтез полученной информации, выделение минимального числа реперных участков, адекватно отражающих ландшафтное и биологическое разнообразие рассматриваемой территории, оценку возможностей использования разработанной реперной сети для дальнейшего изучения и мониторинга биоты данного региона.

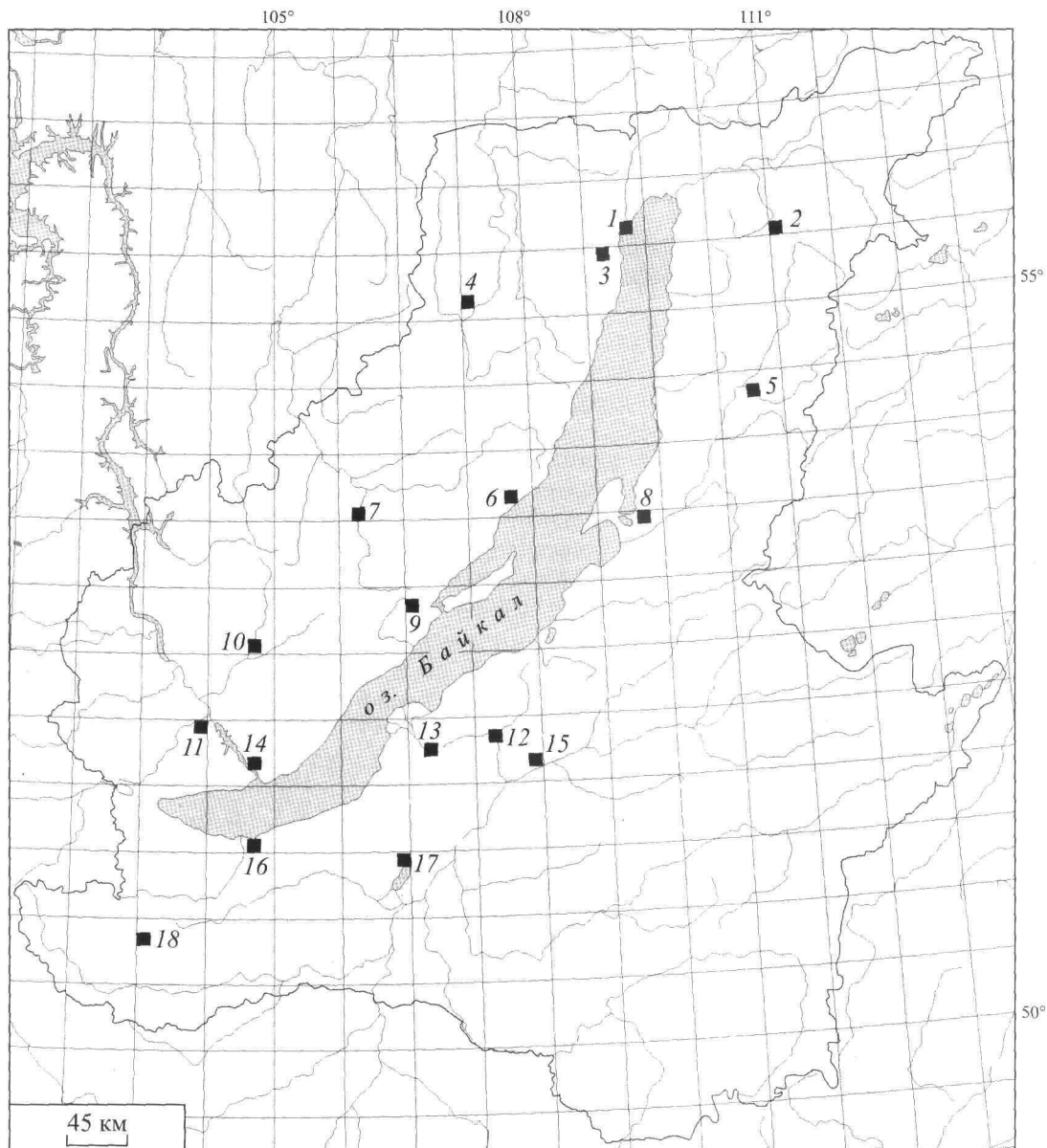
Для картографических оценок была выбрана система Universal Transverse Mercator (UTM), имеющая строгую привязку к градусной сети, а в качестве реперных участков рассматривались территории, близкие к квадратам 10 × 10 км. Такие размеры реперных участков соответствуют требованиям изучения видового и ценотического разнообразия региональной биоты [7]. Для большинства групп растений и животных данная реперная сеть пригодна и при выяснении популяционного разнообразия.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе оригинального картографического метода построения реперных сетей для инвентаризации и мониторинга биологического разнообразия крупных регионов проведена разработка проекта реперной сети для всей БПТ (см. рисунок). В результате формализованных действий образовалась реперная сеть из 18 участков, что занимает около 0,47 % общей площади модельной территории.

С целью верификации сети по представленности на ней регионального разнообразия на экосистемном, ценотическом и видовом уровнях проведены натурные рекогносцировочные обследования выделенных участков с использованием стандартных методов ландшафтной экологии и геоботаники, флористических и фаунистических исследований. Также привлечены фондовые материалы прежних лет и опубликованные сведения, имеющие непосредственное отношение к реперам. К сожалению, такой материал оказался не вполне равноценным по отдельным группам растений и животных, что значительно отразилось на выводах об их представленности в реперной сети.

Установлено, что рассматриваемая сеть полностью отражает разнообразие экосистем на уровне ландшафтных геомов, а разнообразие фитоценозов, приводимых на базовых картах, — почти на 73 % (см. таблицу). Большое внимание уделено дендрофлористической верификации сети. Эта биоморфологическая группа растений выбрана в качестве модельного объекта в силу своего таксономического разнообразия и той значительной роли, которую играют многие ее представители в формировании экосистем БПТ. В настоящее время на данной территории зарегистрировано 174 вида фанерофитов (деревьев, кустарников и кустарничков), относящихся к 2 отделам, 3 классам, 22 порядкам, 23 семействам и 57 родам. На реперных участках выявлен 121 представитель дендрофлоры, или 69,5 % ее состава. Наибольшей представленностью выделяются ландшафтно-экологические группы лесных и болотных видов — 84,6 и 75 %, соответственно; наименьшей — гольцово-альпийских (42,9 %).



Рабочий проект реперной сети экологического мониторинга БПТ.

1–18 — номера реперных участков.

Проведена верификация реперной сети по ряду систематических, контрастных в экологическом отношении группам растений и животных: сосудистым растениям (отдел папоротниковидных и род осок), насекомым (отряд сетчатокрылых и семейство муравьев), сухопутным брюхоногим моллюскам.

Отдел папоротниковидных выбран, чтобы оценить, насколько полно выявляются на реперных участках древние группы растений, большинство представителей которых имеет обширные ареалы. Папоротниковидные являются мезофитами и гигромезофитами, реже ксеромезофитами. Виды папоротников сравнительно редко доминируют в растительном покрове. Лишь некоторые из них преобладают в лесных и субальпийских сообществах. Многие виды произрастают на скально-каменистых субстратах в горно-лесном поясе и в плакорных условиях отсутствуют, хотя и относятся к лесной группе. Отдельные представляют собой облигатные кальцефилы. Все это определяет мозаичность распространения группы. В настоящее время на БПТ известно 48 видов папоротниковидных, на реперных участках зарегистрировано 30 видов, что составляет около 63 %. Наиболее полно выражен гольцово-альпийский комплекс видов — 79 %, лесной комплекс — 52 %.

Род осок выбран, чтобы оценить насколько полно выявляются с использованием реперной сети многовидовые, сложные в систематическом отношении таксоны растений. Осоки — один из самых крупных и широко распространенных родов мировой флоры, он занимает также ведущее место во

**Выборочная представленность биологического разнообразия, свойственного БПТ,
на реперных участках (1–18)**

Сравниваемые показатели	Количество видов		Представленность видов на реперных участках, %
	на Байкальской природной территории	на реперных участках	
Экосистемы на уровне ландшафтных геомов	29	29	100
Фитоценозы в объеме, принятом на базовых геоботанических картах	113	82	72,6
Дендрофлора	174	121	69,5
Ландшафтно-экологические группы:			
гольцово-альпийская	49	21	42,9
лесная	88	76	86,4
степная	26	15	57,7
болотная	12	9	75,0
Папоротниковые	48	30	62,5
Ландшафтно-экологических группы:			
гольцово-альпийская	19	15	78,9
лесная	27	14	51,9
степная	1	1	100
болотная	1	0	0
Осоки	123	63	51,2
Ландшафтно-экологических группы:			
гольцово-альпийская	37	12	32,4
лесная	33	19	57,6
степная	16	8	50,0
луговая	13	7	53,8
болотная	24	17	70,8
Сетчатокрылые насекомые	52	37	71,2
Ландшафтно-экологических группы:			
гольцово-альпийская	1	0	0
лесная	34	25	73,5
степная	17	12	70,6
Муравьи	63	35	55,6
Ландшафтно-экологические группы:			
лесная	35	19	54,3
луговая	10	5	50,0
степная	16	9	56,3
синантропная	2	2	100
Брюхоногие сухопутные моллюски	16	11	68,7
Ландшафтно-экологические группы:			
лесная	15	11	73,3
лугово-болотная	1	0	0

флоре Азиатской России и БПТ. Виды рода нередко доминируют в растительном покрове и встречаются во всех ландшафтных комплексах. По числу видов род преобладает в горном, лесном, болотном и луговом комплексах, входит в число ведущих, но не лидирует в степном. В настоящее время на БПТ зарегистрировано 123 вида осок, на реперных участках обнаружено 63 вида — 51 %. Представленность отдельных ландшафтно-экологических групп неравномерна — от 71 % в болотной до 32 % в гольцово-альпийской.

Проведена неуроптерологическая апробация реперной сети. Выбор сетчатокрылых насекомых в качестве модельной группы обоснован видовой компактностью отряда при значительном разнообразии таксонов высокого ранга и существенном экологическом своеобразии как отдельных видов, так и целых таксономических групп. В пределах БПТ известно 52 вида сетчатокрылых, относящихся к 19 родам из 6 семейств. В целом, видовой состав сетчатокрылых, выявленных на реперных участках, составил 71 % неуроптерофауны региона. Представленность лесных и степных видов оказалась довольно сходной [8].

Определена эффективность использования реперной сети для мирмекологических исследований. Выбор муравьев определился тем, что эти насекомые представляют собой фоновую группу в различных типах наземных экосистем и имеют важное и разностороннее биогеоценотическое значение. В настоя-

шее время в пределах БПТ зарегистрировано 63 вида муравьев (61 аборигенных и 2 адвентивных синантропных). В целом, видовой состав муравьев, выявленных на всех реперных участках, составил 55,6 % от общего состава мирмекофауны рассматриваемого региона.

На реперных участках исследованы наземные моллюски (за исключением семейств слизней и янтарок, обработка материалов по которым еще не завершена). Представленность данной группы оказалось значительной — 73 % от фауны модельного региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере БПТ апробирован оригинальный картографический метод разработки реперных сетей для инвентаризации и мониторинга экологического разнообразия крупных регионов. Применение формализованных подходов для базовых построений ГИС «Ландшафтно-типологическая структура Байкальской природной территории» и привлечение традиционных (печатных) вариантов карт для уточнения фитоценотической обстановки, характера землепользования, воздействия неблагоприятных природных и антропогенных факторов позволили составить рабочий проект сети из 18 реперных участков.

Натурная верификация показала, что по наиболее полно выявленным группам растений и животных средний процент представленности на реперных участках видового регионального разнообразия составляет около 76 % (по лесной и болотной дендрофлоре, соответственно, 86,4 и 75 %, по гольцово-альпийским папоротникам — 79, по болотной группе осок — 71, по сетчатокрылым — 71, по сухопутным моллюскам — 73 %). Очевидно что величину представленности видового разнообразия на уровне около 70 % следует принять за характерный оптимум при использовании для разработки реперных сетей мелкомасштабных карт природы (от 1:500 000 до 1:1 500 000).

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН (№ 26.1.1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаманова С. И., Плешанов А. С. Картографическая комплектация реперной сети биологического мониторинга юго-западной части Байкальской природной территории // Реакция растений на глобальные и региональные изменения внешней среды: Тезисы докл. Всерос. совещания, посвященного 100-летию со дня рождения акад. М. А. Лаврентьева (Иркутск, 25–29 сентября 2000 г.). — Иркутск: Изд-во Сиб. ин-та физиологии и биохимии растений СО РАН, 2000. — С. 105–106.
2. Шаманова С. И. Картографическое сопровождение биологических исследований в Байкальском регионе // Экология Южной Сибири — 2000 год: Материалы Южно-Сиб. междунар. науч. конференции студентов и молодых ученых (Абакан, 1–4 ноября 2000 г.). — Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 2000. — Т. 2. — С. 55–56.
3. Федеральный закон «Об охране озера Байкал» № 94-ФЗ от 11 мая 1999 г. // Рос. газета. — 1999. — 12 мая. — № 90 (2199). — С. 4.
4. Антипов А. Н., Плюснин В. М., Баженова О. И. и др. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Байкальская природная территория. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. — 104 с.
5. Плешанов А. С. Картографический выбор реперной сети при организации мониторинга биоты крупных регионов // Мониторинг биоразнообразия. — М.: Изд-во Ин-та проблем экологии и эволюции РАН, 1997. — С. 256–262.
6. Сороковой А. А. Геосистемы Байкальской природной территории: Карта м-ба 1:1 000 000. — <http://geos.icc.ru>
7. Мальцев Л. И. Площадь выявления флоры // Экология. — 1991. — № 2. — С. 3–13.
8. Плешанов А. С., Каверзина А. С., Шаманова С. И. Неуроптерологическая апробация реперной сети биологического мониторинга Байкальской природной территории // Энтомологические исследования в Северной Азии: Материалы VIII Межрегион. совещания энтомологов Сибири и Дальнего Востока с участием зарубежных ученых (Новосибирск, 4–7 октября 2010 г.). — Новосибирск: Товарищество науч. изданий КМК, 2010. — С. 164–167.

Поступила в редакцию 24 июня 2011 г.