



ПАВИЛЬОН “ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ
И КОНТРОЛЬ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ”

**ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В БИОСФЕРНЫХ
ЗАПОВЕДНИКАХ
В СВЯЗИ С ЗАДАЧЕЙ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА**

ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ
1983

**Филиппова Л. М., Б. Н. Фомин, Г. Э. Инсаров, Ф. Н. Семевский,
С. М. Семенов.** Полевые исследования в биосферных
заповедниках в связи с задачей экологического мониторинга.
— М. Гидрометеиздат, 1983. — 8 с.

**ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В БИОСФЕРНЫХ ЗАПОВЕДНИКАХ В СВЯЗИ
С ЗАДАЧЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

*Л. М. Филиппова, Б. Н. Фомин, Г. Э. Инсаров,
Ф. Н. Семевский, С. М. Семенов*

**Лаборатория мониторинга природной среды
и климата Госкомгидромета и АН СССР**

**Основные цели и место полевых исследований в системе
экологического мониторинга**

Перестройка природных режимов территорий биосферных заповедников и других фоновых станций в силу известной географической изоляции и регламентации хозяйственной деятельности человека в этих районах связана в основном с глобальным химическим загрязнением биосферы и глобальным изменением климата. Наиболее интенсивного воздействия на биоту, по-видимому, следует ожидать от химического загрязнения. Неуклонный рост концентрации в природных средах биологически активных химических соединений представляет собой качественно новый и априори можно утверждать экологически существенный средообразующий фактор, способный вызвать глубокие эволюционные преобразования биоты.

В настоящее время концепция экологического мониторинга откликов биоты на малые изменения фоновых уровней загрязнения включает построение прогностических моделей и создание служб оперативного выявления наметившихся антропогенно обусловленных сдвигов в современном состоянии биоты. Эти два направления взаимно дополняют друг друга при ведущей конечной значимости первого из них, так как надо полагать, что по мере возрастания предсказуемой силы прогностических моделей количество выявленных непредсказуемых трендов будет снижаться.

Основную цель работ, проводимых по программе полевого фонового биологического мониторинга в биосферных заповедниках, можно определить как выявление и экологическую оценку антропогенно обусловленных сдвигов в состоянии биоты на ключевых участках, образующих сеть станций комплексного (биологического, геохимического и геофизического) фонового экологического мониторинга. Подсистема биологического мониторинга с данной целевой установкой, используя наиболее удобную и практически

реализуемую систему показателей и программу наблюдений, должна на уровне существующих возможностей обеспечить биологическую индикацию общих сдвигов в природной среде для того, чтобы информировать о них заинтересованные научные организации, аппарат управления и широкую общественность с целью предотвращения необратимых изменений состояния биоты.

Необходимость осуществления регулярного полевого биологического контроля состояния природной среды в условиях фонового загрязнения логически следует из следующих соображений. По мере развития мировой экономики уровни, разнообразие форм и размеры полей антропогенного воздействия на биосферу постоянно увеличиваются, причем скорость увеличения степени антропогенного воздействия с течением времени также растет. Не имея возможности построить логико-математическую модель биосферы «в натуральную величину», человечество никогда не будет в состоянии предвидеть всех аспектов последствия своего воздействия на биосферу со стороны вновь и вновь возникающих форм производственно-экономической активности. С помощью прогностических моделей реального уровня сложности предсказать можно многое, но не все. Поэтому в дополнение к прогностическим моделям типа модели «экзогенной сукцессии» необходимо иметь систему оперативного выявления наметившихся антропогенно обусловленных тенденций изменения биоты.

Кроме того, полевой биологический мониторинг должен решать задачи, возникающие в рамках создания и функционирования прогностической модели экологического мониторинга. Эти задачи связаны с верификацией отдельных блоков модели, определения значений ряда параметров, например коэффициентов межвидовых взаимодействий и с проверкой адекватности контрольных прогнозов.

Полевой фоновый биологический мониторинг не ставит своей целью количественные оценку и прогноз влияния на биоту конкретных загрязнителей и их сочетаний или других форм антропогенного воздействия. Для осуществления биологического контроля состояния природной среды предлагаемыми методами нет принципиальной необходимости в использовании информации, касающейся уровней концентрации загрязнителей в природных средах или других формах антропогенного воздействия на окружающую среду. Сущность предлагаемого метода заключается в выявлении направленных сдвигов (трендов) в состоянии самой биоты по таким показателям, изменение значений которых может произойти только или, вернее, почти исключительно за счет антропогенно обусловленных изменений природной среды. Поэтому биологический мониторинг в рассматриваемом варианте не дублирует мониторинг загрязнителей и экспериментальных работ по выявлению «доза-ответных» реакций биоты, а лишь существенно дополняет их. Например, ни геофизический, ни геохимический мониторинг в сочетании с системой лабораторного токсикологического контроля предполагаемых загрязнителей не мо-

гут гарантировать полного учета на «входе в окружающую среду» всех форм и разновидностей антропогенных воздействий. Некоторые из, до сих пор неизвестных и, никак не учитываемых воздействий могут оказаться экологически существенными. Тогда их вклад в сумме со всеми известными воздействиями будет учтен по ответной реакции биоты методами полевого биологического мониторинга.

Принципы выбора показателей и объектов полевого фонового биологического мониторинга

Биота состоит из популяций биологических видов, важнейшей особенностью которых является способность к эволюционным преобразованиям, направленным на повышение устойчивости к любому вновь возникающему селективному давлению факторов окружающей среды. Поэтому биологический мониторинг, особенно фоновый биологический мониторинг, должен основываться на наблюдении таких показателей биоты, которые характеризуют степень оптимальности взаимодействия биоты с окружающей средой. Виды вымирают потому, что не могут или не успевают приспособиться к изменяющимся условиям среды обитания. Любые другие показатели биоты могут демонстрировать самую разную временную изменчивость, но на их основе нельзя понять сути наблюдаемых изменений с точки зрения оценки степени благополучия самой биоты.

В системе, создаваемой в настоящее время экологической службы СССР, предполагается осуществлять постоянный периодический мониторинг параметров системы адаптивных реакций у отдельных биологических видов и биоценозов и, в частности, структуры их сукцессионной системы. Таким образом, объектами фонового биологического мониторинга будут являться одновидовые популяции и фитоценозы.

Выбор конкретных видов в качестве объектов мониторинга зависит от нескольких условий. Полевые наблюдения целесообразно вести в первую очередь за теми видами, о которых уже известно, что они высоко чувствительны к конкретным факторам антропогенного воздействия и из состава биоценозов могут выпасть первыми. Такими чувствительными видами в наземных экосистемах являются лишайники, фитопатогенные грибы, мхи, орибатидные клещи, бесхвостые амфибии, хищные птицы и представители некоторых других групп.

В настоящее время уже начаты полевые обследования состояния лишайников, грибов и птиц в целом ряде биосферных заповедников. Наиболее представительные материалы собраны в Березинском, Сары-Челекском и Сихотэ-Алинском заповедниках. Для учета лишайников и птиц разработаны усовершенствованные методики.

Помимо информации о чувствительности видов к известным формам антропогенных воздействий необходимо учитывать также

разработанность систематики и трудность определения таксономической принадлежности особей, наличие разработанных методов учета численности и трудоемкость этих методов.

Кроме того, важно наблюдать за видами-эпифиторами по причине их ведущей роли в формировании биоценоза.

Полевые наблюдения за состоянием чувствительных к загрязнению видов

1. Реализация подхода к оптимизации полевых наблюдений применительно к лишайникам-эпифитам

Весьма чувствительными к действию атмосферных поллютантов являются лишайники-эпифиты. Нами проводятся наблюдения за количественными характеристиками состояния лишайников-эпифитов в биосферных заповедниках СССР — районах, расположенных вдали от источников загрязнения атмосферы. Такие наблюдения проводятся в нашей стране впервые. Целью наблюдений является создание банка данных, содержащего информацию о таких количественных характеристиках лишайников в биосферных заповедниках, как плотность популяций, расположение на стволе, распространение на деревьях тех или иных видов, в различных абиотических условиях. В настоящее время накоплено около 50 000 ед. информации на машинных носителях. Информация используется для отработки методики количественного учета лишайников, ориентированной на нужды экологического мониторинга, для получения необходимых статистических характеристик случайного поля плотности популяций лишайников. Поступающая информация тщательно маркируется, так как в будущем она может быть использована с новыми целями и другими способами. Так, например, весьма перспективным направлением работ в рамках экологического мониторинга явилось бы количественное изучение таких факторов, влияющих на лишайники-эпифиты, как влажность, температура, фоновые загрязнения атмосферы и последующее построение математических моделей, позволяющих строить прогноз отклика лишайников на изменения соответствующих воздействий.

Итак, исследования, описанные в данном разделе, осуществляются по следующей схеме:

- накопление натуральных данных о количественных характеристиках эпифитной лишайнофлоры фоновых районов с помощью экспедиционных исследований и определение полевого материала;
- помещение информации на машинные носители;
- создание комплекса программ статистической обработки информации;
- обработка информации с целью получения интегральных оценок состояния лишайнофлоры.

2. Один из примеров полевых исследований (Рекогносцировочное обследование летнего населения птиц Березинского биосферного заповедника)

За редким исключением (хищные, голенастые) пока еще не ясно, популяции каких видов птиц и какие именно параметры орнитоценозов надо контролировать в первую очередь. Вместе с тем на современном этапе развития системы мониторинга в биосферных заповедниках сбор данных для контроля за состоянием биоты пересекается со сбором данных, необходимых для решения задачи инвентаризации биоты. Поэтому целью рекогносцировочного обследования, проведенного летом 1980 г., было выяснение возможности проведения инвентаризации летнего населения птиц на ландшафтно-типологической основе и определении основных размерных характеристик орнитокомплексов в наиболее представительных типах естественных ландшафтных урочищ Березинского государственного заповедника.

Для проведения учетов была выбрана ландшафтно-типологическая основа, так как известно, что численность и распределение каждого вида птиц в отдельности значимо коррелирует с ландшафтно-типологической структурой местности. В соответствии с этим в период с 5 июня по 15 июля 1980 г. в шести ландшафтных урочищах заповедника были проведены маршрутные учеты птиц.

На учетном маршруте подсчитывались все встречные особи независимо от дальности обнаружения и направления на птицу. Расстояние от учетчика до встречных особей определялось глазомерно или на слух в тот момент, когда они впервые привлекли внимание наблюдателя. Пересчет данных маршрутных учетов в показатели плотности проведен раздельно по грациям заметности. Общая длина учетных маршрутов составила 40 км. Оценки плотности усреднялись во времени по двум периодам: I — с 5 по 30 июня, II — с 1 по 15 июля, что примерно совпадает с концом гнездования и началом послегнездовых кочевков.

В связи с малым объемом учетов для каждого орнитокомплекса сделаны прогнозные оценки видового богатства, так как фактическое число встречных видов при малой длине учетных маршрутов не отражает истинного разнообразия видов обследуемого орнитокомплекса. Прогнозные оценки получены исходя из допущения, что в пределах орнитокомплекса число видов с плотностью x пропорционально $1/x$. Нижняя граница плотности популяции самого редкого вида в орнитокомплексе принималась равной 0,05 особей/км². Получаемые при этих допущениях прогнозные оценки видового богатства орнитокомплекса примерно соответствуют числу видов птиц, выявляемому на учетных маршрутах длиной не менее 15 км, и уровню заметности особей, характерным для первой половины лета. Поэтому там, где учеты проводились в первую половину лета и длина учетных маршрутов составляла не менее 15 км, в качестве оценки видового богатства орнитокомплекса принималось число фактически встреченных видов.

Структура ландшафтно-типологической основы маршрутных учетов и размерные характеристики обследованных орнитокомплексов представлены в таблице. Полученные данные позволяют провести некоторые сопоставления размерных характеристик обследованных орнитокомплексов Березинского заповедника с орнитокомплексами других территорий, имеющих аналогии в ландшафтной структуре.

**Структура ландшафтно-типологической основы учетов
и размерные характеристики орнитокомплексов
Березинского заповедника летом 1980 г.**

Ландшафт, урочище	Длина учетного маршрута, км	Суммарная плотность особей, км ²	Количество встреченных видов	Прогнозная оценка видового богатства
Лесной надпойменный ландшафт				
1. Березово-сосновые суходольные леса	5/4,5	482/656	29/31	34/53
2. Еловые переувлажненные леса	4/1	855/1142	24/18	44/42
3. Сосновые полузаболоченные леса	5,2/—	223/—	23/—	31/—
4. Сосново-елово-березовые переувлажненные леса	4,75/—	824/—	35/—	53/—
5. Низкорослые рямы на переходных болотах	4,4/4	724/209	21/12	26/24
Лесо-луговой пойменный ландшафт				
6. Луга-кустарники поймы р. Березины	5/3	829/2137	41/40	49/64

Примечание. В числителе — период I (5—30 июня), в знаменателе период II (1 — 15 июля).

Березинский заповедник территориально расположен в пределах подзоны смешанных лесов ЕТ СССР. Известно, что на территории Европы подзона смешанных лесов в историческое время подвергалась сильнейшим антропогенным трансформациям. В этом отношении территория Березинского заповедника не является исключением. В силу своей геологической истории (развитие ландшафта на моренных и флювиогляциальных отложениях ледникового периода) в результате предшествующей хозяйственной деятельности человека ландшафтная структура территории заповедника к настоящему времени приобрела по существу южнотаежный облик. Зональную растительность — хвойно-широколиственные леса, произраставшие на самых плодородных почвах, теперь сменили сельскохозяйственные угодья и вторичные мелколиственные леса. Среди оставшейся естественной растительности доминируют азональные элементы южнотаежного типа: березово-сосновые суходольные (на холмах) и полузаболоченные (в понижениях) леса, влажные ельники, верховые и гетеротрофные болота. Леса в заповеднике занимают 77% его площади. Из них на сосну по су-

ходулу и болоту приходится 42% площади, березу — 23%, черную ольху — 18%, ель — 12%. Леса с преобладанием широколиственных пород — дуба, ясеня, липы — сохранились лишь на отдельных участках.

Таким образом, аналоги обследованных ландшафтных урочищ Березинского заповедника скорее следует искать среди южнотаежных ландшафтов, чем в подзоне смешанных лесов. Поэтому мы сочли возможным сравнить полученные нами оценки размерных характеристик орнитокомплексов Березинского заповедника с орнитокомплексами аналогичных ландшафтных урочищ южной тайги Западной Сибири по материалам Ю. С. Равкина и И. В. Лукьяновой.

В сериях обследованных типов ландшафтных урочищ из Березинского заповедника и южной тайги Западной Сибири имеется три пары физиономических аналогов: «переувлажненные ельники — темнохвойная (кедрово-пихтовая) тайга Прииртышья», «сосновые полузаболоченные леса — рослые рямы на Обь-Иртышском междуречье» и «луга-кустарники поймы Березины — луга-ивняки поймы Иртыша». Сравнение размерных характеристик орнитокомплексов этих пар ландшафтных урочищ выявляет следующую картину. В кедрово-пихтовой тайге Прииртышья суммарная плотность населения птиц в первую половину лета составляла 861 особь/км², во вторую — 1650 особи/км². Аналогичные оценки для еловых переувлажненных лесов Березинского заповедника равны соответственно 855 и 1142 особи/км² (таблица). Прогнозные оценки видового богатства в Прииртышье — 43 вида в первую половину лета и 43 — во вторую. В Березинском заповеднике — 44 и 42 вида. Таким образом, орнитокомплекс еловых переувлажненных лесов Березинского заповедника по размерным характеристикам практически не отличается от орнитокомплекса своего южнотаежного физиономического аналога — кедрово-пихтовой тайги Прииртышья.

К такому же выводу приводит сопоставление суммарной плотности населения и видового богатства орнитокомплексов сосновых полузаболоченных лесов Березинского заповедника и рослых рямов Обь-Иртышского междуречья за первую половину лета. Суммарная плотность составляет соответственно 223 и 221 особей/км², видовое богатство — 31 и 39 видов.

Несколько иную картину дает сравнение орнитокомплексов лугов-кустарников поймы Березины и лугов-ивняков поймы Иртыша. При сходной суммарной плотности населения птиц в Прииртышье 729 особей/км² в первую половину лета и 2178 — во вторую, в Березинском заповеднике 819 и 2137 особей/км². Прогнозные оценки видового богатства в первую половину лета в 1,5 раза (74 вида в Прииртышье и 49 видов в Березинском заповеднике), а во вторую — в 1,25 раза (80 и 64 вида) выше в лугах-ивняках поймы Иртыша, чем в лугах-кустарниках поймы Березины.

Наиболее вероятная причина указанных различий в оценках видового богатства орнитокомплексов лугов-кустарников поймы Бе-

резины и лугов-ивняков поймы Иртыша состоит в том, что весна 1980 г. в Березинском заповеднике была затяжной, пойма Березины заливалась, дольше обычного и это привело в 1980 г. к уменьшению видового богатства населения птиц поймы Березины ниже средней нормы.

Таким образом, результаты рекогносцировочного обследования летнего населения птиц в Березинском заповеднике показали, что своеобразие природных условий заповедника, придающих его ландшафтной структуре южнотаежный облик, закономерно проявляется и в характеристиках орнитоценозов. Например, по своим размерным характеристикам, суммарной плотности населения и по видовому богатству орнитокомплексы физиономически аналогичных ландшафтных урочищ Березинского заповедника и южной тайги Западной Сибири практически не различаются между собой.

Выявленные закономерности пока еще в самом общем виде характеризуют адаптивную реакцию орнитофауны на природные условия Березинского заповедника. Повторные аналогичные обследования, выполненные на ландшафтно-типологической основе, в перспективе позволят получить информацию, касающуюся основных тенденций изменения ландшафтно-экологической структуры населения птиц на данной территории и оценить эти изменения с точки зрения оценки благополучия состояния биоты в целом.