

А. В. Истомин

НЕКОТОРЫЕ РЕАКЦИИ БИОТЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТАХ КАСПИЙСКО-БАЛТИЙСКОГО ВОДОРАЗДЕЛА

На основе многолетних материалов (1980–2006) рассматриваются некоторые реакции биоты на климатические флуктуации в естественных южно-таежных лесах центра Каспийско-Балтийского водораздела. Выявлены изменения структуры, разнообразия и продукционных характеристик сообществ мелких млекопитающих в различных типах коренных лесов, связанные с динамикой климатических факторов. Обнаружено существенное увеличение зональной контрастности населения мелких млекопитающих в лесных экосистемах различного генезиса.

The article considers some biotic reactions to climatic transformation on the basis of the research conducted in 1980–2006 in the primary ecosystems of southern Taiga on the Central Russian Plain. The change of structure, diversity and productivity of small mammal communities are connected to climatic trends, extreme and catastrophic climatic phenomena.

Ключевые слова: изменения климата, экстремальные и катастрофические природные явления, коренные лесные экосистемы, южная тайга, структура, разнообразие и продукционные характеристики сообществ мелких млекопитающих.

Keywords: climate change, extreme and catastrophic climatic phenomena, primary forest ecosystems, southern Taiga, structure, diversity and productivity of small mammal communities.

Проблема изменения климата является одной из наиболее актуальных как в сфере фундаментальных исследований, так и в практической деятельности по оценке и сохранению биологического разнообразия регионов планеты. Для построения объективных прогнозов экологических последствий, связанных с динамикой климата, необходимы кон-



кретные сведения об ответной реакции биоты на интенсивность и характер климатических трансформаций. Современное глобальное потепление проявляется неодинаково в разных регионах Земли [5]. Важным элементом рельефа Восточно-Европейской (Русской) равнины, большая часть территории которой расположена в лесной зоне, является гряда Каспийско-Балтийского водораздела. Сложные многоуровневые лесные экосистемы имеют достаточно большие диапазоны толерантности, что в некоторой степени затрудняет получение достоверной информации об их отклике [15]. Имеющихся в настоящее время данных недостаточно для того, чтобы четко идентифицировать ответные реакции биоты лесов Русской равнины на происходящие изменения климата. Очевидно, что задача полной оценки ответных реакций биоты на изменения климата реализована быть не может. Поэтому необходим обоснованный выбор наиболее значимых и информативных элементов, доступных для достаточно подробных исследований. Этим требованиям удовлетворяет многовидовая группировка мелких млекопитающих, в состав которой традиционно включают мышевидных грызунов и землероек [10; 11 и др.]. Важная биоценотическая роль в экосистемах, эпизоотийно-эпидемическая значимость, чувствительность и быстрый отклик на изменения среды, возможность проведения комплексных многоуровневых наблюдений и доступность организации экспериментальных исследований позволяют считать мелких млекопитающих универсальными объектами биологического мониторинга, в том числе в плане оценки и прогнозирования состояния экосистем в ответ на изменения климата.

В статье рассматриваются климатические флуктуации последних 25 лет, характерные для лесных ландшафтов Каспийско-Балтийского водораздела и связанные с этим прямые и косвенные реакции биоты на примере сообществ мелких млекопитающих. Основное внимание уделено динамике продукционных характеристик и показателей разнообразия.

В качестве фактологической основы использованы материалы исследований, которые проводились автором в 1980–2006 гг. в центральной части Каспийско-Балтийского водораздела в районе Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛГПБЗ), расположенного в юго-западной части Валдайской возвышенности на стыке со Смоленско-Московской возвышенностью (рис. 1).

Территория представляет собой слабовсхолмленную, слаборасчлененную моренную равнину Валдайского оледенения с высотами 230–310 м над уровнем моря. Согласно схеме геоботанического районирования [7], этот регион относится к подзоне южной тайги. Растительный покров в основном представлен еловыми (47 % территории) и образовавшимися на их месте вторичными (32 %) лесами [20; 23 и др.]. На моренных грядах произрастают ельники неморальной структуры, а в флювиогляциальных и озерных котловинах — бореальные ельники. Исторические и палеоэкологические исследования показали, что в течение последнего тысячелетия осваивалось не более 15 % современной территории заповедника [14]. В настоящее время суммарная доля ан-



тропогенных местообитаний в границах собственно заповедного ядра составляет только 1,5%. В пределах ближнего переноса также отсутствуют явные источники атмосферного загрязнения. Все это позволяет считать данную территорию эталоном естественных процессов южно-таежных экосистем Русской равнины. Климат Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛГПБЗ) относится к умеренно-континентальному [1]. В целом климатические условия района типичны для зоны тайги и согласно биогеографическому зонированию для европейского континента они определяют область формирования еловых лесов [3; 21].

17

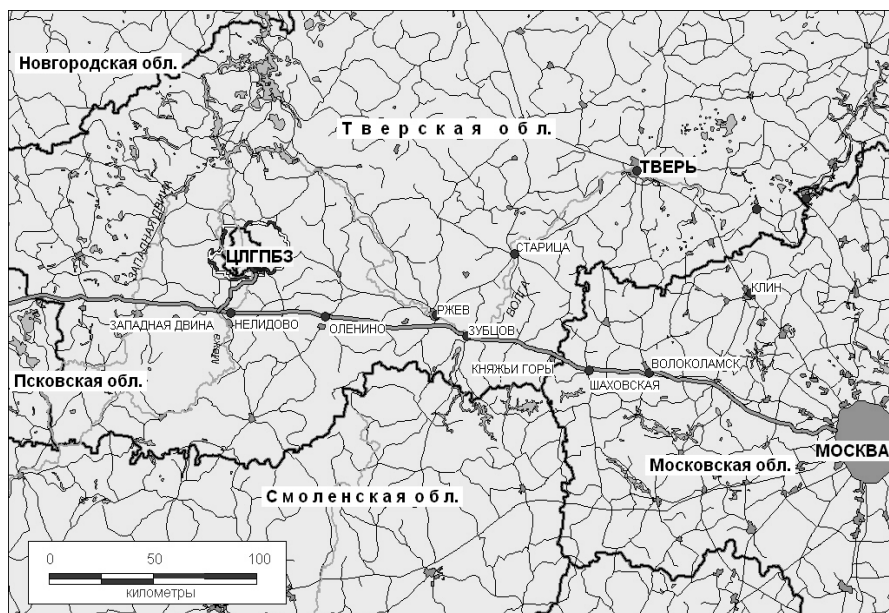


Рис. 1. Карта-схема района исследований

Для климатической характеристики исследуемой территории имеются данные наблюдений метеопоста и метеостанции «Лесной заповедник» (с 1963 г.), а также ряды метеорологических наблюдений на близлежащих метеостанциях и постах Тверской и Псковской областей (Западная Двина, Торопец, Осташков, Ржев, Великие Луки). Степень скоррелированности между основными климатическими параметрами территории заповедника и указанными близлежащими метеостанциями достаточно велика [4]. Анализ доступных сведений показал, что для региона просматриваются определенные тенденции динамики климата [12; 13; 17]. В течение последних 25 лет происходит «выравнивание» климатических характеристик календарных сезонов года: сокращение температурных амплитуд, появление дополнительных максимумов осадков, теплые зимы. Средняя температура за указанный промежуток времени стала выше среднееголетней за весь период наблюдений почти на четыре градуса (рис. 2).

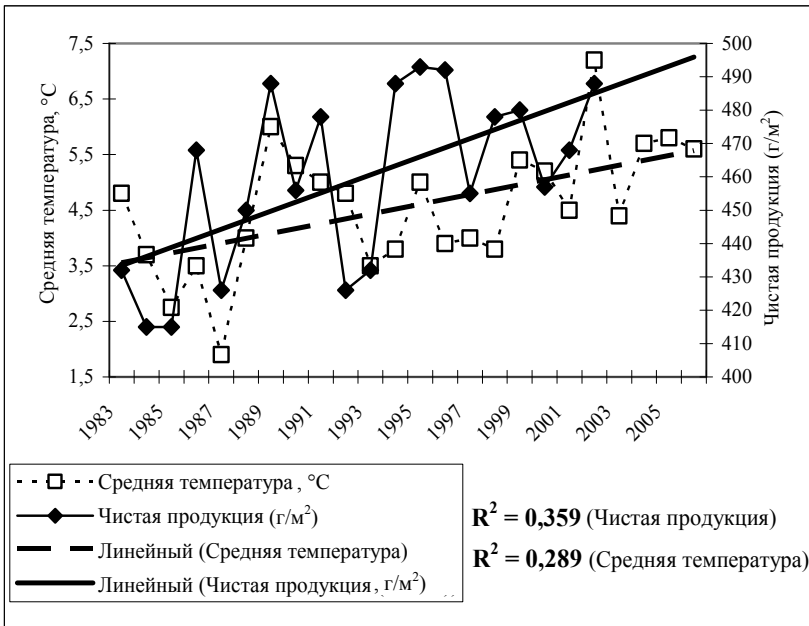


Рис. 2. Динамика среднегодовой температуры и чистой продукции в эталонных лесных экосистемах ЦЛГПБЗ (R^2 — величина достоверности аппроксимации)

Увеличилась повторяемость экстремальных и катастрофических явлений (засухи, ураганы, интенсивные дожди, поздние весенние заморозки). Многие важнейшие для лесных экосистем характеристики климата стали более изменчивыми (продолжительность безморозного периода, сроки установления снежного покрова, наступление первых и последних заморозков, распределение осадков). В целом указанные признаки наряду с выраженными трендами увеличения осадков и зимних температур свидетельствуют о возрастающем влиянии океанических воздушных масс на формирование климата рассматриваемой территории. Участвовавшие катастрофические явления и последовательное воздействие экстремальных погодных условий, связанных с изменениями климата, приводят к более интенсивному специфическому распаду зрелых еловых древостоев. Это обусловлено ветровалами, а также процессами группового и массового усыхания ели. Так, в августе 1987 г. под воздействием сильного ветра в переувлажненных лесах заповедника произошел массовый вывал древостоя, в результате которого, согласно материалам лесоустройства, 66 % лесной площади оказались поврежденными. Из них 15 % подверглись сильной степени разрушения (более половины ветровальных деревьев) или сплошному ветровалу. Больше всего пострадали еловые леса. В 1996 г. произошел повторный массовый ветровал значительной силы. В целом указанные признаки, наряду с выраженными трендами увеличения осадков и зимних темпе-



ратур, свидетельствуют о возрастающем влиянии океанических воздушных масс на формирование климата рассматриваемой территории.

Основу фауны мелких млекопитающих исследуемой территории составляют 16 видов мышевидных грызунов и шесть видов землероек. Многолетние исследования показали, что весьма существенным образом за рассматриваемый период времени изменилась общая численность грызунов в сообществах коренных ельников. На фоне циклических колебаний наблюдались четко выраженные тренды увеличения суммарных относительных показателей обилия (рис. 3).

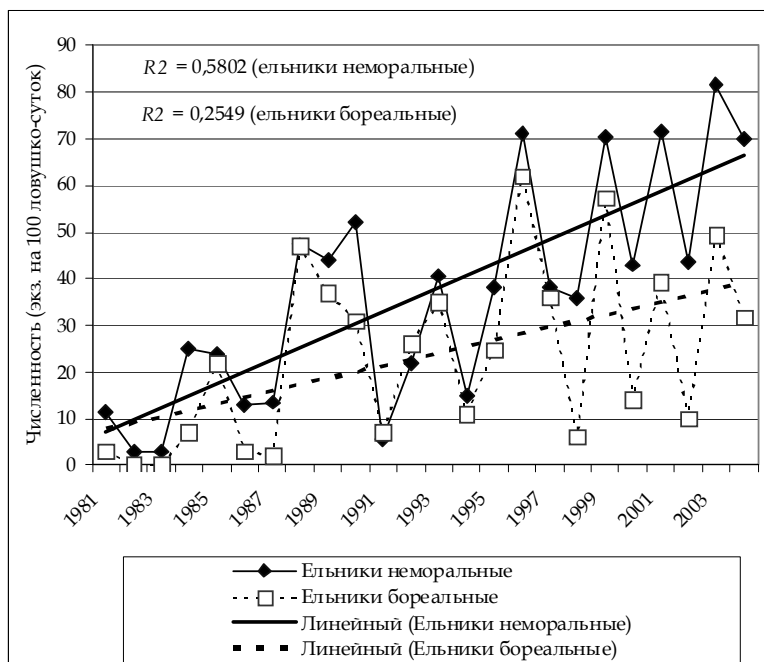


Рис. 3. Динамика суммарной численности сообществ мышевидных грызунов в коренных ельниках ЦЛГПБЗ (R^2 – величина достоверности аппроксимации)

Гораздо в большей степени это характерно для неморальных ельников, о чем свидетельствует линейный тренд и величина его аппроксимации. В первую очередь, возрастание суммарной численности животных исследованных сообществ связано с характером динамики доминирующих видов: рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreb.) – для неморальных ельников; рыжей и красной (*C. rutilus* Pall.) полевок – для boreальных ельников.

Многолетние исследования показали, что начиная с 1992–1993 гг. происходили процессы «бореализации» сообществ грызунов в зеленомошных ельниках [9; 11]. Доля участия реликтовых для этой территории восточно-палеарктических видов в составе boreальных сообществ в 1992–2004 гг. по сравнению с периодом 1980–1991 гг. возросла почти в 10 раз. В неморальных ельниках наблюдалось некоторое увеличение



численности западно-палеарктических видов, находящихся здесь на краю ареала: подземной полевки (*Pitymys subterraneus* Sel.-Long.), малой лесной мыши (*Apodemus microps = uralensis* Kratochvil et Rosicky). В данном случае представляется достаточно очевидным, что столь заметное возрастание роли этих типичных неморальных видов, ранее очень редких в экосистемах заповедника, может быть обусловлено, прежде всего, существенным потеплением именно зимних месяцев: увеличением средней температуры зимы и продолжительности безморозного периода. Большую роль также играют ветровальные процессы, которые во многом связаны с климатическими флуктуациями и вызывают формирование в древостое свежих «окон» различного размера.

Оценивалось видовое и структурное разнообразие сообществ грызунов в ходе природной динамики эталонных лесных экосистем в различные периоды исследований (рис. 4). Для этого использовались информационные меры разнообразия (общий показатель видового разнообразия Шеннона – Уивера, общий показатель трофического разнообразия, выравненность видов по обилию Пилоу), среднелетняя численность.

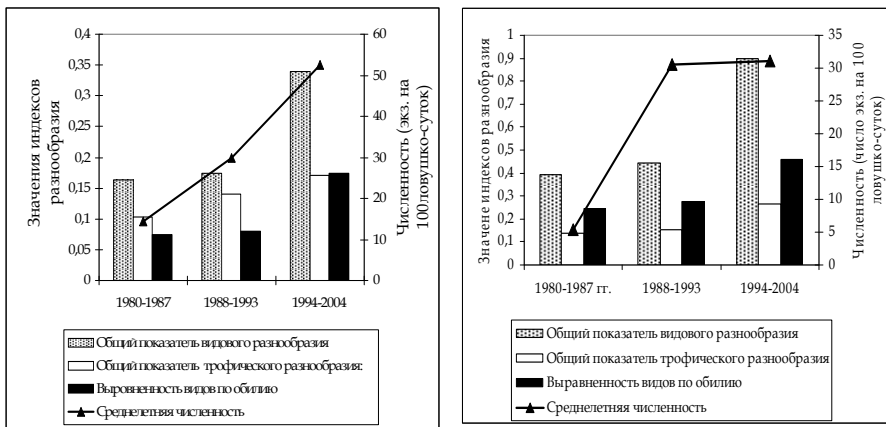


Рис. 4. Некоторые показатели разнообразия и летняя суммарная численность сообществ мышевидных грызунов в коренных неморальных (слева) и бореальных (справа) ельниках в разные периоды исследований

Показатели разнообразия в исследованный промежуток времени (1980–2004) демонстрируют устойчивую тенденцию роста как в неморальных, так и в бореальных ельниках. В первую очередь это связано с более выровненным распределением по обилию типичных лесных видов. Увеличение альфа-разнообразия сообществ грызунов в коренных ельниках сопровождалось значительным ростом суммарного обилия видов. Известно, что одним из важных факторов формирования разнообразия сообществ животных является пространственная гетерогенность среды [2; 6; 8; 16; 18; 19; 22 и др.]. Как правило, между видовым разнообразием и структурной сложностью среды существует достаточно тесная положительная связь. В нашем случае повышение альфа-раз-



нообразия сообществ, по-видимому, также во многом определяется увеличением гетерогенности среды в результате массовых ветровальных процессов, масштабных усыханий еловых древостоев с их последующим разрушением, что привело к формированию чрезвычайно мозаичного растительного покрова.

Отмеченные выше тенденции обуславливают отчетливо выраженную гетероморфность сообществ грызунов, тогда как в 80-е гг. прошлого века группировки мелких млекопитающих были гораздо более однородными на всей исследованной территории. Степень различий структуры сообществ грызунов неморальных и бореальных ельников в 1980–1992 гг. была несущественной (индекс различия Чекановского – Сьеренсена – 0,06). Величина аналогичного индекса в период 1993–2004 гг. приблизительно в пять раз выше (0,31, $P=0,999$), что, безусловно, свидетельствует об увеличении бета-разнообразия лесных сообществ в целом.

Таким образом, в последние 10–15 лет произошли заметные изменения структуры, разнообразия и суммарного обилия сообществ мелких млекопитающих в различных типах коренных лесов центра Каспийско-Балтийского водораздела. Указанные выше процессы привели к существенному увеличению зональной контрастности населения мелких млекопитающих в естественных лесных экосистемах различного генезиса. Это связано с существенной перестройкой лесного массива ЦЛГПБЗ в ходе природной динамики. Во многом обнаруженные тенденции определяются характером климатических флуктуаций, ростом чистой продукции лесных экосистем, участвовавшими катастрофическими явлениями и экстремальными факторами, проявление которых также связано с изменением климата.

Список литературы

1. Алисов Б. П. Климаты СССР. М., 1954.
2. Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. М., 1989.
3. Вальтер Г. Растительность земного шара. М., 1974. Т. 2: Леса умеренной зоны.
4. Гортинский Г. Б. Климат и погодичная изменчивость метеофакторов // Структура и продуктивность еловых лесов южной тайги. Л., 1973. С. 6–18.
5. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Изменение климатических условий Европейской части России во второй половине XX века // Влияние изменения климата на экосистемы. М., 2001. С. 9–16.
6. Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша. М., 1988.
7. Исаченко Т. И. Южно-таежные леса // Растительность Европейской части СССР. 1980. С. 93–96.
8. Истомина А. В. Число видов и характер распространения мелких млекопитающих на островах Кандалакшского залива в Белом море // Зоол. журнал. 1984. Т. 63. №7. С. 1061–1071.
9. Истомина А. В. «Бореализация» сообществ мелких млекопитающих в коренных южно-таежных лесах центра Русской равнины // Экология таежных лесов: тез. докл. межд. конф. Сыктывкар, 1998. С. 141–142.
10. Истомина А. В. Принципы и опыт использования мелких млекопитающих в экологическом мониторинге Центрально-Лесного биосферного заповед-



ника (ЦЛБЗ) // Экологический мониторинг лесных экосистем: материалы Всерос. сов. Петрозаводск, 1999. С. 14.

11. Истомин А. В. Мелкие млекопитающие в мониторинге лесных экосистем // Методические рекомендации по ведению мониторинга на особо охраняемых природных территориях: на примере Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. М., 2005. С. 65–113.

12. Истомин А. В. Влияние изменений климата и природных катастрофических явлений на биосистемы мелких млекопитающих // Запад России и ближнее зарубежье: устойчивость социально-культурных и эколого-хозяйственных систем социально-экономического развития: Материалы межрегиональной общественно-научной конференции с международным участием. Псков, 2005. С. 91–98.

13. Истомин А. В. Климатические флуктуации и популяционная динамика ценозообразующих видов в эталонных лесных экосистемах Главного Русского водораздела // Вестн. Псков. гос. пед. ун-та. Сер. ест. и физ.-мат. науки. Вып. 2. Псков, 2007. С. 45–61.

14. Каримов А. Э., Носова М. Б. Использование земель и воздействие на природу Центрально-Лесного заповедника (конец XVI – начало XX вв.) // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. СПб., 1999. С. 299–310.

15. Кокорин А. О., Минин А. А. Обзор итогов работ // Влияние изменения климата на экосистемы. М., 2001. С. 5–8.

16. Лукьянова Л. Е., Лукьянов О. А. Экологически дестабилизированная среда: влияние на население мелких млекопитающих // Экология. 2004. №3. С. 210–217.

17. Минаева Т. Ю. и др. К изучению реакции биоты Центрально-Лесного заповедника на изменения климата // Влияние изменения климата на экосистемы. М., 2001. С. 87–100.

18. Одум Ю. Экология. М., 1986. Т. 2.

19. Пианка Э. Эволюционная экология. М., 1981.

20. Структура и продуктивность еловых лесов южной тайги. Л., 1973.

21. Толмачев А. И. К истории возникновения и развития темнохвойной тайги. М.; Л., 1954.

22. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М., 1980.

23. Факторы регуляции экосистем еловых лесов. Л., 1983.

Об авторе

А. В. Истомин – канд. биол. наук, доц., Псковский государственный педагогический университет, C. gl@mail.ru

Author

Dr. A. V. Istomin – Associate Professor, Pskov State Pedagogical University, C. gl@mail.ru