



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.И. ГЕРЦЕНА
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ РАН
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ ИМ. А.Н. СЕВЕРЦОВА РАН
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ УРАЛЬСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Динамика экосистем в голоцене

Сборник статей VI всероссийской научной конференции
(с международным участием)
17-21 октября 2022 года

Санкт-Петербург
2022

УДК 911.5
ББК 20/26/28/63.4

Ответственные редакторы:
Д.А. Субетто

Редакционная коллегия:
*А.Б. Савинецкий, Е.Ю. Новенко, Н.Е. Зарецкая, Н.В. Соколова, В.В. Брылкин, И.М. Греков,
Л.С. Сырых, Ю.А. Кублицкий, П.А. Леонтьев*

Техническое редактирование:
Н.В. Соколова, В.В. Брылкин, А.В. Пронина, А.А. Тюрина

Динамика экосистем в голоцене. Сборник статей по материалам всероссийской научной конференции, Санкт-Петербург, 17-21 октября 2022 года / Отв. ред. Д.А. Субетто, – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2022. – 516 с.

Dynamics of ecosystems in the Holocene. Proceedings of the All-Russian Scientific Conference, St. Petersburg, October 17-21, 2022/ by ed. D.A. Subetto, – St. Petersburg: Publ. house of Herzen State Pedagogical University of Russia, 2022. – 516 p.

В настоящем сборнике представлены материалы «VI всероссийской научной конференции (с международным участием) «**Динамика экосистем в голоцене**», которая состоялась 17-21 октября 2022 года в РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург. Тематика работ охватывает широкий круг вопросов, связанных с палеогеографией голоцена. Представленные доклады разделены на 4 основных направления: динамика морских, пресноводных и наземных экосистем, ландшафтно-климатические изменения, природные катастрофы в голоцене, человек и динамика экосистем.

Сборник адресован широкому кругу специалистов в области палеогеографии, четвертичной геологии, микропалеонтологии, палеоэкологии, а также студентам и аспирантам вузов соответствующих специальностей.

Материалы публикуются в авторской редакции

Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2022

© Авторы статей, 2022

МАСШТАБЫ ДИНАМИКИ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОЛОЦЕНЕ

Н.Г. Смирнов, Ю.Э. Кропачева

ИЭРиЖ УрО РАН, г. Екатеринбург, nsmirnov@ipae.uran.ru

THE SCALE OF THE DYNAMICS OF NATURAL PROCESSES IN THE HOLOCENE

N.G. Smirnov, Y.E. Kropacheva

Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg

Аннотация.

Динамические процессы в природных системах предлагается относить к одному из трех временных масштабов – эволюционному, историческому и актуальному. Обсуждаются принципы и методы такого разделения главным образом на примерах изменения состава и структуры фаун млекопитающих в позднем плейстоцене и голоцене. Показана аналогия пространственных различий и масштабов временной динамики (зональные различия – эволюционный масштаб, подзональные различия – исторический масштаб, внутриокружные различия – актуальный масштаб).

Ключевые слова: долговременная динамика, голоцен, фауны млекопитающих, масштабы, зональные комплексы.

Цель работы – обсудить принципы и методы разделения динамических процессов в природных системах в соответствии с их принадлежностью к тому или иному временному масштабу. Важность оценки временных масштабов динамики была очевидна всегда, но в последние десятилетия стала особенно насущна в связи с необходимостью соотнесения наблюдаемого ныне потепления с климатическими трендами прошлых столетий и тысячелетий и реакции на них разных природных систем. Эта задача наиболее адекватно решена на дедхронологических материалах при получении сверхдлительной древесно-кольцевой хронологии по ширине годовых колец. После того как была выполнена более чем 7 тысячелетняя реконструкция летней температуры, сглаженная 200-летним фильтром стала очевидной хронологическая структура динамики разных масштабов [1]. Такие исследования пока являются уникальными, но временная динамика природных процессов в голоцене с той или иной степенью подробности реконструируется на разнообразных материалах.

В основе работы находится принцип соответствия пространственных и временных масштабов, разработанный и широко используемый в ландшафтной экологии [2]. Его применение адаптировано для задач, поставленных в данной работе, где сведения о пространственных масштабах биогеографических подразделений используются для поисков их соответствий той или иной

временной динамике. Методические приемы и процедуры, принятые в данной работе, недавно подробно описаны и опубликованы [3]. Материалами для оценки масштабов динамики служат остеологические сборы из раскопок орнитогенных местонахождений в карстовых полостях, имеющие оценки возраста в пределах позднего плейстоцена и голоцена и расположенных в сопряженных районах. Парные сравнения списков видов и частот их остатков проводятся с применением показателя сходства Л.А. Животовского [4]. Расчеты проводят не по всем обнаруженным таксонам. Основной задачей описания динамики фаун является оценка глубины их преобразования, и в этой процедуре определяющим элементом служит наземная (плакорная) часть населения, так как именно по ней оцениваются зональные характеристики [5]. Остальные элементы – виды из околородной, агрополевой, синантропной групп бесполезны для решения поставленной задачи и исключались из анализа. При расчетах экологических показателей сходства зональные виды группируются в следующие категории: 1) таежные; 2) лесолуговые; 3) луговые; 4) лугово-степные; 5) степные; 6) тундровые. Частоты встречаемости особей соответствующих видов суммируются в пределах каждой категории и по этим значениям производятся дальнейшие вычисления. Показатели таксономического сходства высчитываются по частотам встречаемости особей видов, общих для сравниваемых фаун, из тех, что вошли в список зональных видов. Показатели сходства и величины пространственных различий современных фаун из районов, находящихся в разных ботанико-географических подразделениях (окружного, подзонального, зонального уровней) использованы для сравнения с величинами временной динамики.

Актуальный масштаб динамики. В общем смысле термин «актуальный» понимается как «важный в условиях текущего момента, существующий, проявляющийся в действительности». Для динамики состава сообществ в актуальном масштабе характерна полная обратимость, относительно меньшая (по сравнению с исторической динамикой) длительность.

Примером динамики в актуальном масштабе может служить переход фауны горизонта 3 в фауну горизонта 2 грота Нижнеиргинский [6], возраст которых различается на 1780 лет, а показатели экологического и таксономического сходства соответственно равны 0.99 и 0.94, т.е. близки к единице. Такие значения отражают обратимые сдвиги относительной

численности некоторых видов при постоянстве основных зональных. Аналогом такой динамики может служить уровень пространственного сходства, который демонстрируют современные фауны, находящиеся внутри одних ботанико-географических округов. Для количественного сравнения удалось подобрать 5 пар таких современных фаун. Показатели их экологического сходства варьировали от 0.94 до 0.99 (среднее 0.97), а таксономического – от 0.84 до 0.98 (среднее 0.90). **Исторический масштаб** – выражение, часто употребляемое по отношению к значительным событиям, когда хотят подчеркнуть, что с одной стороны они выходят за рамки повседневности, а с другой «недоотягивают» до эволюционного уровня. Более строгое определение исторического масштаба включает такие характеристики как частичная обратимость преобразований, не достигающая уровня смены зонального типа. Большой уровень сходства по сравнению с межзональным демонстрируют фауны, которые расположены в пределах одной зоны, но в разных подзонах. Так, при сравнении 23 пар современных фаун, находящихся в северной, средней и южной тайге, экологическое сходство варьировало от 0.51 до 0.97 при среднем 0.83, а таксономическое было равно от 0.34 до 0.91 при среднем 0.65. Такое пространственное сходство фаун на подзональном уровне позволяет искать в подобном интервале соответствующие аналоги среди сравнений фаун разного возраста. Именно в эти интервалы значений попадает сходство ряда голоценовых фаун с разницей в возрасте 3-8 тыс. лет. Эта временная динамика относится к историческому масштабу, так как состав фаун при этом меняется не кардинально, а за счет редких и очень редких видов при постоянстве доминантов. **Эволюционный масштаб динамики**. Когда хотят подчеркнуть существенность происходящих изменений, их фундаментальный характер и необратимость, то говорят об эволюционных преобразованиях. Есть примеры динамики, которые не оставляют сомнений в том, что их следует по определению относить к эволюционному масштабу. Это, например, необратимый переход от одного биостратиграфического комплекса к другому. Определения биостратиграфического комплекса для четвертичной палеонтологии введены В.И. Громовым [7], а позднее уточнены и четко сформулированы Э.А. Вангенгейм [8]. В их основе находятся два критерия. Первый биогеографический. Это комплекс видов, не повторяющийся во времени, характерный для каждой палеозоогеографической подобласти. Второй

критерий связан с присутствием только этому комплексу свойственной стадии эволюционного развития в одной или нескольких филетических линиях. В тех случаях, когда возникает необходимость уточнения степени отличий одного комплекса от другого, нами используется количественная оценка сравниваемых фаун. Необратимость динамики происходит за счет вымирания одних видов или подвидов и появления других.

16 пар сравнений современных фаун из местонахождений, расположенных в таежной зоне Урала, имеют показатели экологического сходства с фаунами из лесостепной зоны Зауралья – от 0.28 до 0.75, в среднем 0.52. Показатели таксономического сходства при том же сравнении оказались еще меньше – от 0.03 до 0.54 при среднем 0.28, что отражает кардинальное различие в видовом составе. Это дает основание при сравнениях разновременных фаун, получив аналогичные величины показателей сходства, считать такие фауны принадлежавшими к разным зональным типам. Именно такой уровень сходства дает сравнение современной таежной фауны из грота Ёква с позднеплейстоценовой фауной из пещеры Аракаево VIII (их различие в возрасте составляет около 19 тыс. лет). Доля лугово-степных, степных и тундровых видов в Аракаево VIII составляет 94%, тогда как в отложениях грота Ёква виды этих групп отсутствуют. Не столь радикальную динамику, но вполне сопоставимую с межзональными различиями демонстрирует сравнение таежной фауны из Ёквы с фауной из слоя 11 грота Дыроватый Камень на р. Серга (разница в возрасте около 9 тыс. лет). Отсутствующие в таежной фауне Ёквы виды из луговостепной, степной и тундровой групп в слое 11 Дыроватого Камня составляют по доле остатков 68%. Приведенные примеры убеждают в правомочности аналогии межзональных пространственных различий и временной динамики эволюционного масштаба; подзональных различий и исторической динамики; внутриокружных различий и динамики актуального масштаба.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hantemirov R.M., Corona C., Guillet S., Shiyatov S.G., Stoffel M., Osborn T.J., Melvin T.M., Gorlanova L.A., Kukarskih V.V., Surkov A.Y., von Arx G., Fonti P. Current Siberian heating is unprecedented during the past seven millennia // *Nature Communications*. 2022. Doi: 10.1038/s41467-022-32629-x.
2. Delcourt H.R., Delcourt P.A. Quaternary landscape ecology: relevant scales in space and time. *Landscape Ecology*. 1988. V. 2. P. 23-44.

3. Смирнов Н. Г., Кропачева Ю. Э. Временные масштабы динамики сообществ грызунов и их соотношение с уровнями пространственных различий фаун // Экология. 2022. № 3. С. 202–210.
4. Животовский Л.А. Показатель сходства популяций по полиморфным признакам // Журн. общ. биол. 1979. Т. 40. № 4. С. 587–601.
5. Чернов Ю.И. Природная зональность и животный мир суши. М.: Мысль, 1975. 222 с.
6. Izvarin E.P., Ulitko A.I., Nekrasov A.E. Palaeontological description of Nizhneirginsky Grotto Upper Holocene sediments (Ufa Plateau, Fore-Urals) with taphonomic and palaeoenvironmental remarks based on bird and small-mammal assemblages // Quaternary International. 2020. V. 546. P. 160–169.
7. Громов В.И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР (Млекопитающие, палеолит) // Тр. ин-та геол. наук. Геол. серия. 1948. Вып. 64. № 17. С. 1-520.
8. Вангенгейм Э.А. Определение фаунистического комплекса, критерии выделения // Стратиграфия СССР. Четвертичная система. Полутом 1. М.: Недра, 1982. С. 265-267.

S u m m a r y.

Dynamic processes in natural systems are proposed to be attributed to one of three time scales - evolutionary, historical and actual. The principles and methods of such separation are discussed mainly on the examples of changes in the composition and structure of mammalian faunas in the Late Pleistocene and Holocene. The analogy of spatial differences and the scales of temporal dynamics is shown (zonal differences are the evolutionary scale, subzonal differences are the historical scale, intra-circle differences are the actual scale).

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСКОПАЕМЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ КАЗАРОК В ГОЛОЦЕНЕ

Н.А. Соколова¹, О.А. Крылович¹, А.А. Лисенкова², А.Б. Савинецкий¹,
П.А. Сорокин¹, Б.Ф. Хасанов¹, М.В. Холодова¹

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва,

²МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва,

GENETIC CHARACTERISTICS OF ECOLOGICAL FORMS OF THE HOLOCENE CACKLING GEESE

N.A. Sokolova¹, O.A. Krylovich¹, A.A. Lisenkova², A.B. Savinetsky¹,
P.A. Sorokin¹, B.F. Khasanov¹, M.V. Kholodova¹

¹A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Аннотация.

Впервые получены последовательности фрагментов мтДНК для 11 образцов костей казарок *Branta hutchinsii leucopareia* из археозоологического материала с Алеутских о-вов (штат Аляска, США) возрастом 7000–300 лет. Описано восемь гаплотипов контрольного региона мтДНК. Идентичные гаплотипы описаны для образцов разных периодов и с разных островов. Наиболее отличными от современных оказались сиквенсы образцов *B. h. leucopareia* возрастом 7000 лет.

Ключевые слова: древняя ДНК, голоцен, Алеутские острова, *Branta hutchinsii*, экологические формы, стабильные изотопы, митохондриальная ДНК