

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ЦИТОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ИНСТИТУТ ЛЕСА им. В.Н. СУКАЧЕВА
ИНСТИТУТ СИСТЕМАТИКИ И ЭКОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ СИБИРСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Ответственные редакторы:

академики РАН *В.К. Шумный, Ю.И. Шокин*
члены-корреспонденты РАН *Н.А. Колчанов, А.М. Федотов*



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

2006

5.3. Структура информационного модуля ГИС по разнообразию растительного мира	211
5.4. Структура информационного модуля ГИС по разнообразию почвенного покрова	234
5.5. Создание тематических слоев по биоразнообразию и связывание атрибутивной информации в ГИС	251
Глава 6. ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ	258
6.1. Моделирование организации животного населения. Особенности картографирования и выявления пространственно-типологической структуры населения мелких млекопитающих (на примере Западной Сибири) (<i>Равкин Ю.С., Юдкин В.А., Панов В.В., Стариков В.П., Ердаков Л.Н., Вартапетов Л.Г., Богомолова И.Н., Ильяшенко В.Б., Онищенко С.С., Цыбулин С.М., Сорокина Н.В., Соловьёв С.А., Блинов В.Н., Жуков В.С., Покровская И.В., Блинова Т.К., Торопов К.В., Сазонова Н.А., Чернышова О.Н., Ануфриев В.М., Тертицкий Г.М., Москвитина Н.С., Бахина Е.В.</i>)	—
6.2. Картографическое моделирование пространственной организации растительного покрова (<i>Ермаков Н.Б., Алсынбаев К.С., Попов Д.Ю., Суляев Я.С., Полякова М.А.</i>)	276
6.3. Два подхода к моделированию климатических ареалов видов растений (<i>Хоффманн М.</i>)	289
6.4. Пространственное распределение биомассы беспозвоночных животных на Западно-Сибирской равнине (<i>Сергеев М.Г., Молодцов В.В.</i>)	302
6.5. Картографическое моделирование разнообразия почв с использованием ГИС-технологий (<i>Дитц Л.Ю., Алсынбаев К.С.</i>)	309
 Часть 4. Биологическое разнообразие и динамика экосистем: компьютерный анализ и моделирование	
Глава 7. МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ДИНАМИКИ ЭКОСИСТЕМ	317
7.1. Молекулярно-генетические механизмы процессов формирования биоразнообразия (<i>Суслов В.В., Колчанов Н.А., Сергеев М.Г.</i>)	—
7.2. Цитогенетические механизмы дивергенции популяций и видов у хирономид (Diptera: Chironomidae) (<i>Кикнадзе И.И., Гундерина Л.И., Истомина А.Г., Голыгина В.В., Андреева Е.Н., Гусев В.Д., Мирошниченко Л.А.</i>)	345
7.3. Каритипическая эволюция и становление разнообразия млекопитающих. (<i>Поляков А.В., Бородин П.М.</i>)	355
7.4. Эволюционно-цитогенетическое разнообразие млекопитающих (<i>Трифонов В.А., Перельман П.Л., Романенко С.А., Графодатский А.С.</i>)	361
7.5. Групповой отбор в популяции с многолетним жизненным циклом развития: разработка технологии построения портретных моделей на примере популяции земноводных (<i>Лихошвай В.А., Северцов А.С.</i>)	368
7.6. Модели симуляции молекулярной филогении в процессе видообразования (<i>Семовский С.В., Щербаков Д.Ю., Букин Ю.С.</i>)	374
7.7. Модели симпатрического видообразования в изменяющихся условиях среды (<i>Семовский С.В., Щербаков Д.Ю.</i>)	381

Глава 6

**ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ****6.1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ.
ОСОБЕННОСТИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ
И ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ
НАСЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ
(НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)**

В настоящее время учет мелких млекопитающих главным образом проводится методом отлова (давилками и канавками или заборчиками с ловчими цилиндрами или кожухами). Давилки пригодны преимущественно для учета грызунов, канавки ловят как грызунов, так и насекомоядных. Оба метода дают относительные показатели. Результаты отлова обычно пересчитываются на 100 ловушко-суток. Эти данные могут быть примерно отнесены к единице площади по способу Л.П. Никифорова [1961, 1963]. Так, при средних уровнях обилия число грызунов в пересчете на 100 давилкосуток примерно в 400 раз меньше их количества на 1 км². Насекомоядных, которые давилками ловятся единично, при этом, как правило, не учитывают. При среднем уровне обилия уловы цилиндрами, установленными в канавки или около заборчиков, дают в пересчете на 100 цилиндросуток в среднем меньшие, чем абсолютные, значения по грызунам в 145 раз и в 115 по насекомоядным. Эти коэффициенты рассчитаны при среднем обилии и распространены на все остальные его уровни. Пересчет на площадь данных по мелким млекопитающим указанными методами позволяет сравнивать эти показатели с полученными иными способами и по другим группам животных, в частности по птицам. Последние по сравнению с мелкими млекопитающими отличаются меньшим диапазоном колебаний численности по годам. Что касается млекопитающих, то особенно сильны межгодовые отличия в обилии некоторых видов грызунов, многим из которых свойственны периоды массового размножения и глубоких депрессий. Большая динамичность сообществ мелких млекопитающих по сравнению с птицами осложняет сравнение и выявление пространственной структуры их населения. Кроме того, нередко по одним местообитаниям и годам наблюдений имеются только давилочные данные, по другим – канавочные, а в целом материалов по обширным территориям всегда не хватает. В связи с этим перед анализом целесообразно максимизировать возможности использования различных данных, выравнивая их и тем или иным способом и за счет усреднения.

Материалы и методы

При подготовке данного подраздела использованы сведения по 2227 вариантам населения мелких млекопитающих с местообитаний, обследованных с помощью канавок и заборчиков и по 544 вариантам, охарак-

теризованным по отловам в давилки. Учеты проведены с 16 июля по 30 августа в период с 1964 по 2003 г. (подробнее см. [Равкин и др., 1997]).

Большая часть методов обработки данных опубликована ранее [Равкин, Лукьянова, 1976]. В дополнение к ним следует отметить, что одни из приемов максимизации возможностей использования различных сведений служат предварительный пересчет данных на площадь и усреднение их в пределах выделов ландшафтной или геоботанической карты, принятой в качестве основы. При этом теряется информация о годовых и индивидуальных отличиях конкретных мест проведения учетов и методических особенностей, однако сравнимость данных и их статистическая надежность при анализе существенно возрастают. Кроме того, такие сведения становятся сопоставимыми с материалами по другим группам животных; выравнивается соотношение между грызунами и насекомоядными, так как подвижность последних и, соответственно, уловистость выше. Однако возрастание в оценке доли грызунов при большей динамичности их обилия по годам увеличивает локальные отличия населения, что, в свою очередь, требует применения тех или иных способов выравнивания показателей для получения более надежных и сравнимых результатов.

Рассмотрим порядок выявления пространственной структуры населения мелких млекопитающих. Сначала выбираются все материалы по обилию животных, отдельно по канавкам (заборчикам) и давилкам. Из последних берутся данные только по грызунам. После этого все показатели умножаются на соответствующие коэффициенты перевода относительных данных в абсолютные.

Затем всем вариантам населения, относящимся к территории одного и того же выдела карты, принятой за основу для усреднения (в данном случае [Растительность Западно-Сибирской равнины, 1976; Ильина и др., 1985]), присваивается номер его выдела. Для этого сначала по легенде карты отыскивается выдел, растительность которого наиболее близка к той, что характерна для места проведения учетов животных данного варианта. Однако полного совпадения может и не быть из-за различий масштаба сбора и карты. Например, сосновый лишайниковый лес и поляны в нем следует относить к соответствующим сосновым лесам или объединять воедино сосновые и березово-сосновые леса, если на карте они не разделены. Возможно и разъединение таких выделов, если это целесообразно. Например, известно, что население открытых и облепленных болот сильно различается. Их можно разделить и давать с буквенным или цифровым индексом, чтобы не потерять такую информацию. В другом случае, если в публикации нет достаточной вспомогательной информации, приходится объединять ряд выделов в один. Например, у части сосновых лесов имеется характеристика травяно-мохового покрова, а у других нет. Тогда приходится все сосняки данной подзоны или провинции считать за единый выдел или так же поступить только с частью вариантов, где подобная характеристика отсутствует.

Каждому варианту населения следует присвоить код подзоны или зоны и, если материал собран достаточно равномерно, то и провинции или условной провинциальной полосы (например, западная, централь-

ная или восточная часть). Для вариантов, не отраженных в легенде карты растительности (населенные пункты разного ранга, свалки, водоемы и водотоки), присваиваются дополнительные номера.

Затем все повидовые показатели обилия усредняются по вариантам с одинаковыми признаками (кодами): по грызунам – по всем показателям, а по насекомоядным – только по канавкам (заборчикам). После этого оба массива сводятся в одну характеристику населения мелких млекопитающих данного выдела карты. По полученным средним рассчитываются коэффициенты сходства, на матрице которых с помощью той или иной программы факторного анализа проводится последовательное разбиение на кластеры с дополнительной доразбивкой крупных групп до тех пор, пока в каждой из подгрупп останется не более пяти вариантов (средних). Используется деление только на те группы и подгруппы, выделение которых удастся объяснить.

Для этого по каждой группе и подгруппе ищется фактор или их сочетание (режим), одинаково проявляющиеся во всех вариантах, вошедших в группу и не проявляющихся в других. Выявленный фактор (или режим) является объяснением разбиения. Причем стопроцентное совпадение разбиения и объяснения встречается нечасто. В таких случаях выявляется лишь тенденция деления. Например, вся совокупность вариантов населения по сходству разбивается на три кластера. При анализе состава проб, вошедших в классы, оказалось, что для каждого из них свойствен определенный уровень облесенности – высокий (леса), средний (мозаичные местообитания: поля-перелески), и низкий (открытые участки: поля чистые или с отдельными деревьями). Если один из вариантов населения лесов попал, скажем, во вторую группу и это не удастся объяснить сочетанием факторов (например, мозаичные местообитания или островные леса), то согласно выявленной тенденции все отклоняющиеся от объяснения варианты переносятся в те группы, где они должны быть в соответствии с принятой интерпретацией. После такой идеализации составляется иерархическая классификация согласно последовательности проявления разных факторов по их очередности в разбиениях.

Результат первого разбиения считается делением на типы населения, а последующих доразбивок, соответственно, на подтипы, классы и подклассы. Составленная таким способом классификация является, естественно, идеализированной, при этом упрощается понимание разделения, но снижается дисперсия, учитываемая предлагаемой классификацией, т.е. степень совпадения объяснения имеющейся выборке.

Далее, на ее основе выявляется структура изменений, представляющая собой ту же классификацию, но с оценкой связей между таксонами, на уровне типа, подтипа или класса. Для этого на том или ином уровне разбиения рассчитывается матрица внутри- и межгрупповых связей, потом условно проводится порог значимости последних. После этого значки с номерами групп соединяются прямыми, в том случае, если между ними имеется значимое (сверхпороговое) сходство. При отсутствии такового берется максимальное запороговое значение связи. Так строится граф сходства, который должен быть ориентирован в факторном про-

странстве. Для этого тренды населения (ребра или ряды графа) и отклонения от них направляются в соответствии с выявленными градиентами среды. Правильность ориентации может быть проверена с помощью двух- или трехмерного шкалирования. Основные структурообразующие факторы выявляются по трендам и отклонениям от них. Рядом с каждой группой выписывается обобщенная характеристика соответствующих ей местообитаний и населения (обычно три лидирующих по обилию вида, плотность населения и видовое богатство).

При сопоставлении структуры и классификации нередко проявляется ряд противоречий. Так, некоторые группы средних при идеализации отнесены к одним высшим таксонам, а исходя из структуры, должны быть в других из них. Такое противоречие порождается тем, что при неоднозначном делении трактовка и соответственно объединение проводятся с учетом числа проб, отнесенных при формализованном разбиении к разным группам. После их переноса в группу в соответствии с интерпретацией среднее сходство групп может меняться. В этом случае и возникают указанные противоречия. Их надо устранять коррекцией состава высших таксонов в классификации согласно структурным представлениям.

Полученная классификация принимается за основу для составления легенды карты или сама является ее легендой. В классификации обычно приводятся все таксоны, как отраженные на карте, так и более мелкие, часто не отражаемые на ней. В легенде присутствуют только первые. Таким образом, классификация может быть полнее и информативнее легенды и отражать внутреннюю неоднородность таксонов, представленных на карте едиными, далее не делимыми, выделами.

На приведенной карте показаны типы населения (контурами и различной окраской) и надтиповые группировки, выделенные единой цветовой гаммой. Надтиповые группировки образуют похожие друг на друга типы населения, значимо отличающиеся от других типов, входящих в иную группировку [Равкин Ю.С. и др., 1994].

Ранее, при выявлении пространственно-типологической структуры и организации населения мелких млекопитающих Западной Сибири, мы использовали только данные, полученные методом отлова канавками и заборчиками [Равкин Ю.С. и др., 1997]. Однако к настоящему времени по этой территории в банке данных лаборатории зоологического мониторинга ИСиЭЖ СО РАН накопились значительные по объему сведения, полученные с помощью давилок. Кроме того, возникла необходимость в анализе данных по населению наземных позвоночных в целом, а не только в сопоставлении основных трендов и зависимости неоднородности сообществ отдельных групп позвоночных от условий среды. Дополнительная задача связана с построением легенды карты населения наземных позвоночных, что требует еще большего материала и усреднений в пространстве, если собранный материал не позволяет одновременно анализировать как пространственные, так и временные отличия сообществ. Это, в свою очередь, нередко вынуждает к принятию экспертных решений при неоднозначных формализованных (машинных) классификационных объединениях.

В составленной описанным способом классификации населения мелких млекопитающих Западной Сибири выделяется пять типов сообществ, два из которых делятся на семь и шесть подтипов. В лесном, самом представительном типе населения часть классов разделена на подклассы. В полном виде новая классификация населения мелких млекопитающих Западно-Сибирской равнины по исходным средним без выравнивания приводится ниже.

Северная надтиповая группировка

1. Тундровый тип населения (тундровой зоны, кроме лесов, редколесий и зарослей ольхи; лидеры, доля по обилию, %: сибирский лемминг – 56, тундряная бурозубка – 27, полевки – узкочерепная и экономка – 6 и 5, копытный лемминг – 2; плотность населения, особей/км² – 2397; встречено видов – 11; фаунистический состав – доля типов, лидирующих по числу особей, % арктического типа фауны – 57, тундро-лесостепных реликтов – 33).

Подтипы населения:

1.1 – арктических тундр (сибирский лемминг – 100; 399/1; арктического типа – 100);

1.2 – арктических лугов и болот (сибирский лемминг – 100; 266/1; арктического типа – 100);

1.3 – северных субарктических тундр (сибирский лемминг – 90, тундряная бурозубка и полевка-экономка – по 4, красная полевка и копытный лемминг по 1; 4125/6; арктического типа – 90);

1.4 – северных субарктических лугов и болот (сибирский лемминг – 95, тундряная бурозубка – 3, копытный лемминг – 2; 6219/3; арктического типа – 95);

1.5 – южных субарктических тундр (тундряная бурозубка – 56, узкочерепная полевка – 16, сибирский лемминг и полевка-экономка – по 8, средняя бурозубка – 3; 2783/10; тундро-лесостепных реликтов 72, арктического типа и транспалеарктов по 11);

1.6 – южных субарктических лугов и болот (тундряная бурозубка – 61, сибирский лемминг – 20, полевка-экономка – 11, средняя и малая бурозубки – 5 и 2; 1172/6; тундро-лесостепных реликтов – 61, арктического типа – 20, транспалеарктов – 15);

1.7 – южных субарктических побережий морских заливов (в пределах тундр и предтундровых редколесий; сибирский и копытный лемминг – по 50; 73/2; арктического и берингийского типов – по 50).

Срединная надтиповая группировка

Типы населения:

2 – лесотундровый (лесов, редколесий и зарослей ольхи, заходящих в тундровую зону; лесотундровых редколесий, включая болота, но кроме морских побережий; тундряная бурозубка – 31, красная полевка – 21, средняя бурозубка – 16, узкочерепная полевка – 10, обыкновенная бурозубка – 10).

зубка – 6; 2209/17; тундро-лесостепных реликтов – 43, сибирского типа – 24, транспалеарктов – 21);

3 – лесной (внепойменных лесов, кроме тундровых с проникновением в северотаежные редколесья, на вырубке, гари, в поля-перелески, таежные и подтаежные болота, кроме займищ; обыкновенная бурозубка – 22, красная полевка – 17, средняя бурозубка – 14, полевка-экономка – 9, малая бурозубка – 8; 6461/41; европейского типа – 38, сибирского типа и транспалеарктов по 23, тундро-лесостепных реликтов – 11).

3.1. Подтип населения внепойменных северотаежных болот, редколесий, лесов – редкостойных и с преобладанием светлохвойных пород (красная полевка – 33, средняя бурозубка – 26, темная полевка – 13, тундряная бурозубка – 12, полевка-экономка – 4; 3173/21; сибирского типа – 35, транспалеарктов – 31, европейского типа – 18, тундро-лесостепных реликтов – 14).

Классы населения:

3.1.1 – внепойменных северотаежных редколесий, редкостойных лесов и лесов с преобладанием светлохвойных пород (красная полевка – 34, средняя бурозубка – 27, темная полевка и тундряная бурозубка – по 11, полевка-экономка – 4; 3853/19; сибирского типа – 36, транспалеарктов – 32, европейского типа и тундро-лесостепных реликтов – 17 и 13).

3.1.2 – болот (красная и темная полевки 24 и 21, тундряная, средняя и обыкновенная бурозубки 17, 16 и 5; 1425/17; европейского типа – 30, сибирского – 26, транспалеарктов и тундро-лесостепных реликтов – по 21).

Подтипы населения:

3.2 – северотаежных внепойменных лесов с преобладанием темнохвойных и мелколиственных пород и полей-перелесков (красная полевка 31, средняя, обыкновенная и малая бурозубки – 24, 17 и 7, полевка-экономка – 6; 5157/19; сибирского типа – 34, транспалеарктов – 31, европейского – 29);

3.3 – внепойменных лесов с преобладанием темнохвойных и мелколиственных пород, с проникновением на вырубке, гари и в поля-перелески от средней тайги до подтаежных лесов (обыкновенная бурозубка – 28, красная полевка – 19, средняя бурозубка – 17, полевки – рыжая и экономка – 6 и 5; 11615/30; европейского типа – 43, сибирского – 27, транспалеарктов – 22).

Классы населения:

3.3.1 – средней тайги (средняя и обыкновенная бурозубки – 29 и 26, полевки – красная, экономка и красно-серая – 23, 5 и 3; 11483/23; транспалеарктов – 35, европейского типа – 33, сибирского – 29);

3.3.2 – южной тайги (обыкновенная бурозубка – 28, красная полевка – 19, средняя бурозубка – 15, рыжая полевка – 8, равнозубая бурозубка – 4; 13582/29; европейского типа – 47, сибирского – 28, транспалеарктов – 19);

3.3.3 – подтаежных лесов (обыкновенная бурозубка – 30, полевки – красная, экономка, рыжая и водяная – 14, 8, 7 и 6; 8324/30; европейского – 47, сибирского – 20, тундро-лесостепных реликтов – 15, транспалеарктов – 11).

3.4. Подтип населения внепойменных лесов с преобладанием светлохвойных пород, с проникновением на болота от средней тайги до подтаежных лесов, кроме займищ (бурозубки – обыкновенная, малая и средняя – 22, 20 и 18, полевки – красная и темная – 13 и 4; 4579/27; европейского типа – 49, транспалеарктов – 21, сибирского типа – 20).

3.4.1. Класс населения лесов (обыкновенная и средняя бурозубки – 22 и – 18, красная полевка – 16, малая бурозубка – 14, красно-серая полевка – 5; 4742/27; европейского типа – 44, сибирского типа – 24, транспалеарктов – 21).

Подклассы:

3.4.1.1 – средней тайги (средняя и малая бурозубки – 22 и 20, красная полевка – 18, обыкновенная бурозубка – 13, лесная мышовка – 5; 3835/20; европейского типа – 36, транспалеарктов – 27, сибирского типа – 26);

3.4.1.2 – южной тайги (обыкновенная бурозубка – 32, красная полевка – 20, средняя бурозубка 10, красно-серая полевка и малая бурозубка – по 6; 7617/26; европейского типа – 49, сибирского – 28, транспалеарктов – 12);

3.4.1.3 – подтаежных лесов (обыкновенная и средняя бурозубки – 29 и 16, темная полевка – 11, малая бурозубка – 9, красная полевка – 7; 4891/19; европейского типа 56, транспалеарктов – 18, сибирского типа – 13, тундро-лесостепных реликтов – 12).

3.4.2. Класс населения внепойменных болот (малая, обыкновенная и средняя бурозубки – 13, 22 и 19, красная полевка – 8, темная полевка – 3; 4318/24; европейского типа 57, транспалеарктов – 22, сибирского типа – 14).

Подклассы:

3.4.2.1 – средней тайги (малая, средняя и обыкновенная бурозубки – 39, 28 и 18, красная полевка – 9, лесная мышовка – 2; 2756/12; европейского типа – 57, транспалеарктов – 29);

3.4.2.2 – южной тайги (малая, обыкновенная и средняя бурозубки – 26, 25 и 16, красная полевка – 8, обыкновенная кутора – 4; 5761/23; европейского типа – 58, транспалеарктов – 19, сибирского типа – 17);

3.4.2.3 – подтаежных лесов (малая, обыкновенная и средняя бурозубки – 33, 19 и 14, красная и узкочерепная полевки – 8 и 7; 4554/16; европейского типа – 57, транспалеарктов – 20, сибирского типа – 13).

3.5. Подтип населения внепойменных лесов, вырубков, гарей, полей-перелесков, болот и озерных сплави́н лесостепи и степи с проникновением на подтаежные займища (обыкновенная бурозубка – 20, полевки – экономка и водяная – по 13, малая бурозубка – 12, красная полевка – 9;

6677/35; европейского типа – 38, тундро-лесостепных реликтов – 19, транспалеарктов – 16, сибирского типа – 5).

Классы населения:

3.5.1 – лесов, вырубок, гарей, полей-перелесков (обыкновенная бурозубка – 26, полевки – экономка и красная – 12 и 11, малая бурозубка – 7, полевая мышь – 6; 6228/32; европейского типа – 43, сибирского – 20, транспалеарктов – 15, тундро-лесостепных реликтов – 12);

3.5.2 – болот и озерных сплави́н (обыкновенная бурозубка – 18, водяная полевка – 17, малая бурозубка – 15, полевки – экономка и красная – 13 и 9; 6917/28; европейского типа – 35, тундро-лесостепных реликтов – 23, транспалеарктов – 16, сибирского типа – 13, средиземно-морско-китайского – 11).

Подклассы:

3.5.2.1 – лесостепи и подтаежных займищ (обыкновенная бурозубка и водяная полевка – по 18, малая бурозубка – 15, полевки – экономка и красная – 14 и 9; 8358/24; европейского типа – 35, тундро-лесостепных реликтов – 23, транспалеарктов – 17, сибирского типа – 13);

3.5.2.2 – степных (полевая мышь – 18, малая бурозубка – 16, водяная полевка – 15, обыкновенная бурозубка – 13, полевка-экономка – 9; 2955/18; европейского типа – 37, тундро-лесостепных реликтов – 18, сибирского типа – 10).

3.6. Подтип населения пойм крупных рек от тундр до степи (полевка-экономка – 23, обыкновенная и тундряная бурозубки – 21 и 13, красная полевка – 10, малая бурозубка – 7; 5553/35; европейского типа – 34, транспалеарктов – 27, тундро-лесостепных реликтов – 21, сибирского типа – 14).

Классы населения:

3.6.1 – от тундр до северной тайги (тундряная бурозубка – 33, полевка-экономка 20, обыкновенная бурозубка – 17, красная полевка и средняя бурозубка по – 8; 6741/21; тундро-лесостепных реликтов – 39, транспалеарктов – 27, европейского типа – 22);

3.6.2 – средней и южной тайги (полевка-экономка – 32, обыкновенная и малая бурозубки – 25 и 9, обыкновенная кутора – 6, красная полевка – 5; 6013/26; европейского типа – 3, транспалеарктов – 35, сибирского типа – 12);

3.6.3 – подтаежных лесов (обыкновенная и малая бурозубки – 34 и 12, водяная полевка – 11, мышь-малютка – 8, полевая мышь – 6; 3911/24; европейского типа – 57, тундро-лесостепных реликтов – 16, средиземно-морско-китайского – 14);

3.6.4 – лесостепи и степи (красная полевка и обыкновенная бурозубка – по 21, полевки – экономка и узкочерепная – 14 и 11, малая бурозубка – 9; 3996/25; европейского типа – 33, сибирского – 26, тундро-лесостепных реликтов – 18, транспалеарктов – 14).

4. Лесостепной тип населения (внепойменных лугов, степей и полей в пределах лесостепи; узкочерепная полевка – 17, обыкновенная бурозубка – 15, полевая мышь – 10, полевка-экономка и малая бурозубка – по 8; 2614/34; тундро-лесостепных реликтов – 32, европейского типа – 29, средиземноморско-китайского – 7, транспалеарктов – 10).

5. Степной тип населения (лугов, степей и полей степной зоны; обыкновенная полевка – 19, обыкновенный емуранчик – 17, полевки – красная и узкочерепная – 11 и 9, тундряная бурозубка – 9; 2265/22; европейского типа – 28, тундро-лесостепных реликтов – 25, европейско-китайского – 17, сибирского и средиземноморского типов – 12 и 11).

Составленная ранее классификация по сборам канавками и заборчиками имеет то же число типов и почти те же границы. Число выделенных при этом подтипов тоже одинаково, но их границы существенно не совпадают. В новой классификации, за счет предварительного усреднения всех материалов по выделам карты, не могут быть выявлены провинциальные отличия населения Ямала, с одной стороны, и Тазовского и Гыданского полуостровов – с другой. Но эти отличия связаны не с территориальной, а с межгодовой спецификой населения мелких млекопитающих. Кроме того, в новой классификации отличия сообществ тундр от населения лугов и болот проявляются четче, причем не только в части субарктических, но и арктических тундр.

В лесотундровый тип населения в старой классификации вошли сообщества лишайниковых лесов и редколесий северной тайги и среднетаежных болот, которые в новой классификации отнесены к лесному типу. В лесном типе в старой классификации выделено пять подтипов по отличиям в населении, которые обуславливаются составом лесообразующих пород, заболоченностью, подзональной принадлежностью и заливанием в половодье. В новой классификации в ранге подтипа не проявляются отличия, связанные с наличием лишайникового покрова и заболоченности. Последняя отражена в ранге класса населения. На этом уровне рассмотрения в первой классификации в разных сочетаниях отражено влияние состава лесообразующих пород, зональности и нарушенности древостоев (вырубка, распашка) на неоднородность населения. В новой классификации проявляется воздействие тех же факторов среды, но несколько отличаются представления об их сочетании и иерархии. Так, население низинных болот в первом случае выделяется в ранге подтипа, во втором – класса, причем болот в целом, без различия их трофности.

Два последних типа – лесостепной и степной – имеют разные объемы в рассматриваемых классификациях. В первом случае они отличаются по составу растительности – настоящие степи и их производные, и луга, луговые степи; во втором преимущественно по зональности – лесостепные или степные сообщества. В старой классификации воздействие зональности (подзональности) проявляется на подтиповом уровне.

Таким образом, обе классификации в идеализированных вариантах весьма сходны, отличия касаются лишь представлений об иерархии значимости одних и тех же факторов среды и различий в их сочетаниях. То

же следует отметить и в отношении структурных представлений (рис. 6.1). В структуре, выявленной по абсолютным невыровненным показателям, априорно не может быть показано влияние провинциальности, и в ранге подтипа не прослеживается влияние заболоченности. Тем не менее при проведении второй классификации принято больше допущений при идеализации. В целом вторая классификация более жесткая, огрубленная, обобщенная и более субъективная.

Чтобы избавиться в какой-то мере от субъективности и иметь большую уверенность в принятых решениях в случае неоднозначного деления на идеализированные группы по числу проб, мы попытались выровнять данные с помощью извлечения из показателей квадратного и кубического корней или замены показателя обилия на долю в коэффициенте разнообразия К. Шеннона [1963]. В последнем случае нормировка выполнялись по среднему из выборки обилию [Равкин, Стриганова, 2004]. Все три приема сглаживают различия в показателях за счет увеличения значимости меньших значений. Извлечение корней привело к еще большей жесткости классификаций, а использование коэффициента К. Шеннона дало результат, очень похожий на полученный по исходным (не выровненным средним). Причем затруднения при интерпретации и опасение по поводу субъективности принимаемых решений не уменьшились.

Преодолеть эти затруднения удалось благодаря повидовой доле в коэффициенте Шеннона, но при нормировке по отношению не к среднему обилию, а к суммарной плотности населения в каждом из выделов карты-основы. В этом случае сравнение ведется только по соотношению видов, независимо от общего количества зверьков на единицу площади. Таким образом, появляется возможность двойного выравнивания значений – логарифмированием и приведением показателей к доле в населении. Это позволяет не реагировать на обеднение по отношению к исходным вариантам, связанное преимущественно с годовыми отличиями, и получать более общее деление без резких и частных отклонений от интерпретации. Уменьшается и субъективизм классификационного деления, что в какой-то степени избавляет исследователя от неуверенности в правильности принимаемых решений. Эта классификация в полном виде проведена ниже.

Классификация населения мелких млекопитающих Западно-Сибирской равнины (по данным, пересчитанным по коэффициенту разнообразия К. Шеннона с нормировкой по плотности населения в каждом выделе Карты растительности Западно-Сибирской равнины [1976]).

Северная надтиповая группировка

Типы населения:

I – арктический тундровый (внепойменных арктических тундр, болот и лугов; доля по обилию, % – сибирский лемминг – 100, плотность населения, особей/км²/ число встреченных видов – 319/1; доля представителей доминирующих типов фауны, % – арктического типа фауны – 100);

Тип населения

Подтип населения

1. Тундровый

арктических

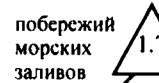
сибирский лемминг;
266/1



41



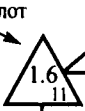
сибирский лемминг;
399/1



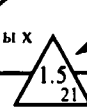
побережий морских заливов

сибирский и копытный лемминги;
73/2

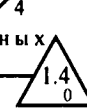
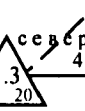
лугов, болот



30



16



лугов, болот

субарктических
тундряная бурозубка, сибирский лемминг, полевка-эконамка;
1172/6

южных
тундряная бурозубка, узкочерепная полевка, сибирский лемминг;
2783/10

тундр
сибирский лемминг, тундряная бурозубка, полевка-эконамка;
4125/6

северных
сибирский лемминг, тундряная бурозубка, копытный лемминг;
6219/3

2. Лесотундровый

предтундровых редколесий

тундряная бурозубка, красная полевка, средняя бурозубка;
2209/17



3. Лесной

северотайжных внепойменных редколесий, болот и лесов-редкостойных и с преобладанием светлохвойных пород

красная полевка, средняя бурозубка, темная полевка;
3173/21



23



лесов с преобладанием темнохвойных и мелколиственных пород; полей-перелесков
красная полевка, средняя и обыкновенная бурозубки;
5157/19

от средней тайги до подтаежных лесов внепойменных лесов с преобладанием темнохвойных и мелколиственных пород; гарей, вырубков, полей-перелесков

обыкновенная бурозубка, красная полевка, средняя бурозубка;
11615/30



22



внепойменных лесов с преобладанием светлохвойных пород; болот, кроме займищ
обыкновенная, малая и средняя бурозубки;
4579/27

лесостепных и степных внепойменных лесов, гарей, вырубков, болот, озерных сплавин и подтаежных займищ

обыкновенная бурозубка, полевки - эконамка и водяная;
6677/35



20



пойм крупных рек всех подзон
полевка-эконамка, обыкновенная и тундряная бурозубки;
5553/35

4. Лесостепной

лесостепных

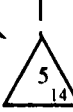
внепойменных лугов, степей, полей

5. Степной

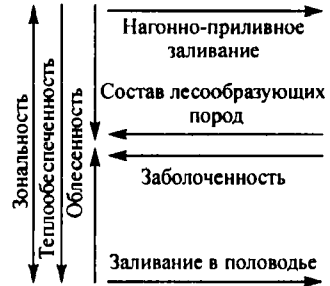
степной зоны



узкочерепная полевка, обыкновенная бурозубка, полевая мышь;
2614/34



обыкновенная полевка, обыкновенный емуранчик, красная полевка;
2265/22



2 – субарктический тундровый (внепойменных тундр, болот и лугов в пределах субарктических тундр и лесотундры; сибирский лемминг – 39, тундряная бурозубка – 28, узкочерепная полевка – 11, полевки – экономка и красная – 8 и 7; 2684/13; арктического типа и тундро-лесостепных реликтов – по 40);

3 – морских побережий; сибирский и копытный лемминги – по 50; 72/2; арктического и беренгийского типов – по 50;

Срединная надтиповая группировка

Типы населения:

4 – лесотундровый (лесотундровых и северотаежных редколесий, редкостойных лесов, сосняков и болот, кроме лесотундровых болот, с проникновением в поймы крупных рек в пределах тундровой и лесотундровой зон; тундряная бурозубка – 27, средняя бурозубка и красная полевка – по 23, полевки – темная и экономка – 7 и 6; 3323/22; тундро-лесостепных реликтов – 31, транспалеарктов – 30, сибирского типа – 25, европейского – 13);

5 – лесной (лесов, вырубков, гарей, полей-перелесков и болот от северной тайги до лесостепи – кроме северотаежных болот, редкостойных и сосновых лесов – с проникновением в поймы от северной тайги до подтаежных лесов; обыкновенная бурозубка – 24, красная полевка – 16, полевка-экономка – 9, малая бурозубка – 8; 6848/40; европейского типа – 42, сибирского – 23, транспалеарктов – 22);

Подтипы населения:

5.1 – северотаежный внепойменный (лесов, вырубков, гарей и полей-перелесков; красная полевка – 33, средняя бурозубка – 25, темная полевка – 10, обыкновенная и малая бурозубки – 10 и 7; 5607/19; сибирского типа 35, транспалеарктов – 31, европейского типа – 26);

5.2 – среднетаежно-лесостепной внепойменный (лесов, вырубков, гарей, полей-перелесков и болот от средней тайги до лесостепи, кроме лесостепных болот; обыкновенная бурозубка – 27, красная полевка – 17,

Рис. 6.1. Пространственно-типологическая структура населения мелких млекопитающих Западной Сибири (составлено по исходным средним без выравнивания показателей).

Условные обозначения: треугольником вершиной вверх обозначено население открытых обедненных по продуктивности местообитаний, вершиной вниз – то же богатых; кружком – мозаичных, квадратом – облесенных. Внутри значков проставлены номера таксонов соответствующей классификации, индексом – внутрigrупповое сходство. Непрерывные линии между значками означают сверхпороговое сходство, прерывистая – максимальное значение меньше порога. Около линий приведено межгрупповое сходство, около значков – лидирующие виды (первые три по обилию), плотность населения и число встреченных видов. Стрелки около перечня основных структурообразующих факторов среды указывают направление увеличения их влияния и тренды населения.

средняя и малая бурозубки – 16 и 8, рыжая полевка – 5; 8048/33; европейского типа – 45, сибирского – 25, транспалеарктов – 21).

Классы населения:

5.2.1 – среднетаежных лесов, вырубков, гарей, полей-перелесков и южнотаежных обедненных лесов (елово-кедровых и сосновых); красная полевка – 27, средняя, обыкновенная и малая бурозубки – 26, 23 и 5, полевка-экономка – 4; 8725/27; сибирского и европейского типов – 34 и 31, транспалеарктов – 30;

5.2.2 – среднетаежных болот; средняя, малая и обыкновенная бурозубки – по 31 и 18, красная полевка – 8, мышь-малютка – 4; 2476/16; европейского типа – 49, транспалеарктов – 34;

5.2.3 – южнотаежных лесов с преобладанием темнохвойных и мелколиственных пород, вырубков, гарей, полей-перелесков, кроме елово-кедровых лесов; обыкновенная бурозубка – 32, красная полевка – 14, средняя бурозубка – 13, рыжая полевка – 9, равнозубая бурозубка – 4; 12548/29; европейского типа – 52, транспалеарктов – 17;

5.2.4 – подтаежных лесов, вырубков, гарей, полей-перелесков; обыкновенная бурозубка, полевки – красная, экономка и рыжая – 13 и по 7, малая бурозубка – 5; 7387/30; европейского типа – 49, сибирского – 19, тундро-лесостепных реликтов – 14, транспалеарктов – 12;

5.2.5 – южно-таежных и подтаежных болот; малая, обыкновенная и средняя бурозубки – 31, 21 и 14, красная полевка – 7, лесная мышовка – 5; 4971/25; европейского типа – 57, транспалеарктов – 18, сибирского – 13;

5.2.6 – лесостепных лесов, вырубков, гарей и полей-перелесков; обыкновенная бурозубка – 28, полевки – экономка и красная – 12 и 9, малая бурозубка – 7, обыкновенная полевка – 4; 6177/30; европейского типа – 48, сибирского – 19, транспалеарктов – 15.

5.3. **Таежно-пойменный подтип населения** (пойм крупных рек в пределах таежных подзон; полевка-экономка – 30, обыкновенная и малая бурозубки – 29 и 8, красная полевка – 7, обыкновенная кутора – 4; 5909/26; европейского типа – 43, транспалеарктов – 33, сибирского типа – 13).

Классы населения:

5.3.1 – северной тайги (обыкновенная бурозубка – 39, полевки – экономка и красная – 24 и 13, тундряная бурозубка – 8, мышь-малютка – 5; 5647/18; европейского типа – 44, транспалеарктов – 26, сибирского типа – 15);

5.3.2 – средней тайги (полевка-экономка – 8, обыкновенная и малая бурозубки – 29 и 6, полевки – темная и водяная – по 4; 5270/21; европейского типа и транспалеарктов – по 41);

5.3.3 – южной тайги (полевка-экономка – 28, обыкновенная и малая бурозубки – 22 и 12, обыкновенная кутора – 9, красная полевка –

7; 6756/24; европейского типа – 44, транспалеарктов – 31, сибирского типа – 16).

5.4. Болотно-лугово-степной северный подтип населения (лугов, болот, пойм, озерных сплавин, луговых степей в пределах северной лесостепи и пойм крупных рек подтаежных и южной лесостепи; обыкновенная бурозубка – 19, полевка-экономка – 14, малая бурозубка – 12, полевки – водяная и красная – 12 и 11; 5361/36; европейского типа – 34, транспалеарктов – 17, сибирского типа – 15).

Классы населения:

5.4.1 – северный лугово-степной (внепойменных лугов, луговых степей и полей на их месте в северной лесостепи и подтаежных пойм крупных рек; обыкновенная бурозубка – 19, полевки – экономка и красная – 13 и 12, малая бурозубка – 10, водяная полевка – 8; 5474/36; европейского типа 34, тундро-лесостепных реликтов – 19, транспалеарктов – 17, сибирского типа – 16, средиземноморско-китайского – 11);

5.4.2 – болотно-пойменный лесостепной (пойм крупных рек, болот и озерных сплавин; обыкновенная бурозубка – 18, полевки – водяная и экономка – по 16, малая бурозубка – 15, красная полевка – 10; 5240/25; европейского типа – 35, тундро-лесостепных реликтов – 24, транспалеарктов – 17, сибирского типа – 14).

Подклассы населения:

5.4.2.1 – северной лесостепи; полевки – водяная, красная и экономка – 27, 15 и 14, обыкновенная и малая бурозубки – 13 и 11; 6916/21; тундро-лесостепных реликтов – 36, европейского типа – 25, сибирского типа – 18, транспалеарктов – 14);

5.4.2.2 – южной лесостепи (обыкновенная и малая бурозубки – 23 и 19, полевка-экономка – 19, мышь-малютка – 8, красная полевка – 5; 4192/23; европейского типа – 46, транспалеарктов – 21, тундро-лесостепных реликтов – 13, средиземноморско-китайского – 10).

Типы населения:

6 – южный лугово-степной внепойменный (лугов, луговых степей, полей на их месте в южной лесостепи и степи; обыкновенная бурозубка – 17, узкочерепная полевка – 15, полевая мышь – 13, красная полевка – 10, малая бурозубка – 6; 3252/27; тундро-лесостепных реликтов – 33, европейского типа – 29, средиземноморско-китайского и сибирского типов – 18 и 12);

7 – болотно-пойменный степной (болот и пойм крупных рек в пределах степной зоны; полевая мышь – 19, малая бурозубка и водяная полевка – по 17, обыкновенная бурозубка – 14, полевка-экономка – 10; 2745/21; европейского типа – 34, средиземноморско-китайского – 22, тундро-лесостепных реликтов – 18, сибирского типа – 11, транспалеарктов – 10);

8 – сухостепной (настоящих степей, полей на их месте и лесов в пределах степной зоны; обыкновенная полевка – 26, обыкновенный емуранчик – 19, полевки – красная и узкочерепная – 12 и 7, тундряная бурозубка – 7; 2516/21; европейского типа – 31, тундро-лесостепных реликтов – 20, средиземноморского и сибирского типов – по 12).

Структурные представления последней классификации (рис. 6.2) приближаются к первому варианту, выполненному по результатам отловов в цилиндры. Правда, появляется иная проблема – арктические сообщества, представленные одним видом, при расчете коэффициента Шеннона, имеют нулевое разнообразие, что порождает полную неопределенность при расчете сходства. В этом случае неясно, считать ли нулевые варианты абсолютно непохожими, или, наоборот, абсолютно идентичными [Равкин и др., 2002]. Но в рассматриваемой классификации при единственном зарегистрированном там виде – сибирском лемминге – можно считать эти варианты абсолютно похожими.

Несмотря на значительное сходство ранее опубликованной классификации и классификации, составленной на основе доли каждого вида в коэффициенте К. Шеннона, четко видна большая степень обобщения при меньшей жесткости и субъективности последней классификации. В ней лесостепной тип целесообразнее называть лугово-степным, поскольку он не включает варианты населения облесенных в той или иной мере лесостепных местообитаний, а наоборот, объединяет сообщества луговых и лугово-степных местообитаний, независимо от их зональной принадлежности.

Отдельные переходные варианты населения, одновременно значимо близкие к разным таксонам классификаций в различных вариантах деления, могут в соответствии со своим промежуточным положением относиться к разным группам. Например, население степных сосняков, одновременно испытывающее примерно равное влияние зональности и облесенности, или сообщества озерных сплавин подвержены воздействию заливания и заболоченности.

К сожалению, методов оценки качества классификаций не существует. Имеются лишь способы расчета их суммарной количественной информативности. Так, информативность первого варианта из рассмотренных классификаций и структур составляет соответственно – по 37 %, второго варианта – 27 и 26, а последнего варианта на матрице выровненных показателей обилия 31 и 34 % (табл. 6.1). Не только по формализованной оценке, но и экспертно лучшей следует считать последнюю классификацию. В ней два тундровых типа населения – арктический и субарктический – далее неделимы, если не считать выделения в отдельный третий тип крайне обедненных сообществ морских побережий в пределах тундровой и лесотундровой зон. Кроме того, имеются еще два типа: лугово-степной и сухостепной (настоящих степей и их производных). Часть подтипов лесного и лугово-степного типов в последней классификации разделена на классы и подклассы, причем с большей убедительностью, чем в двух предыдущих классификациях, хотя и в соответ-



Рис. 6.2. Пространственно-типологическая структура населения мелких млекопитающих Западной Сибири (составлено по исходным средним с выравниванием показателей).

Условные обозначения см. рис. 6.1.

Таблица 6.1

Информативность структурных и классификационных представлений о неоднородности населения мелких млекопитающих Западно-Сибирской равнины по исходным средним

Информативность	Учетная дисперсия, %	
	без выравнивания	с выравниванием
Структуры	26	34
Классификации	27	31
Всего	32	35
Коэффициент корреляции	0,57	0,59

ствии с теми же факторами среды, но с иной иерархией и в иных сочетаниях. Особо следует отметить выделение класса населения пойм крупных рек в пределах таежных подзон и объединение сообществ остальных пойм, которые больше отличаются от териокомплексов облесенных внепойменных ландшафтов, чем от мозаичных. Особого объяснения заслуживает объединение населения пойм в пределах подтаежных лесов с сообществами внепойменных мозаичных и открытых территорий северной лесостепи. Это, скорее всего, связано с тем, что подтаежная пойма Оби почти не заливается из-за зарегулированности стока Новосибирской ГЭС, что привело к значительному иссушению и выгоранию дернины в пойме на этом отрезке. Это в свою очередь вызвало и ее большую «суходольность» и близость к внепойменным местообитаниям.

Составленную карту населения мелких млекопитающих (рис. 6.3) можно сопоставить пока только с аналогичной картой населения птиц. Они сопоставимы далеко не полностью. Во-первых, сказываются сезонные отличия – по птицам картографированы сообщества первой половины лета, а по млекопитающим – второй. Во-вторых, по птицам в качестве основы использована Карта растительности СССР (М 1 : 17 000 000), а по мелким млекопитающим – Карта растительности Западно-Сибирской равнины (М 1 : 1 500 000). Кроме того, для составления карты по птицам классификация проведена на едином массиве данных по Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнинам, а по мелким млекопитающим только по Западно-Сибирской.

Следует отметить, что в Западной Сибири по птицам орнитографическая граница северной и средней надтиповых группировок проходит между средней и северной тайгой, а териогеографическая на две подзоны севернее – между южной субарктической тундрой и лесотундрой. При этом северные группировки в обоих случаях, хотя и состоят из двух типов, но что касается мелких млекопитающих, они представлены населением двух подзон одной зоны, а по птицам – шести подзон трех зон. Принципиальная, т.е. не зависящая от дробности карты-основы, мозаичность у птиц выше за счет выделения в отдельный тип сообществ верховых болот. У мелких млекопитающих эти отличия проявляются лишь на уровне класса.

Южная граница лесного населения мелких млекопитающих проходит существенно южнее, чем у птиц, поскольку для последних степень облесенности территории наиболее значима, а для мелких млекопитающих

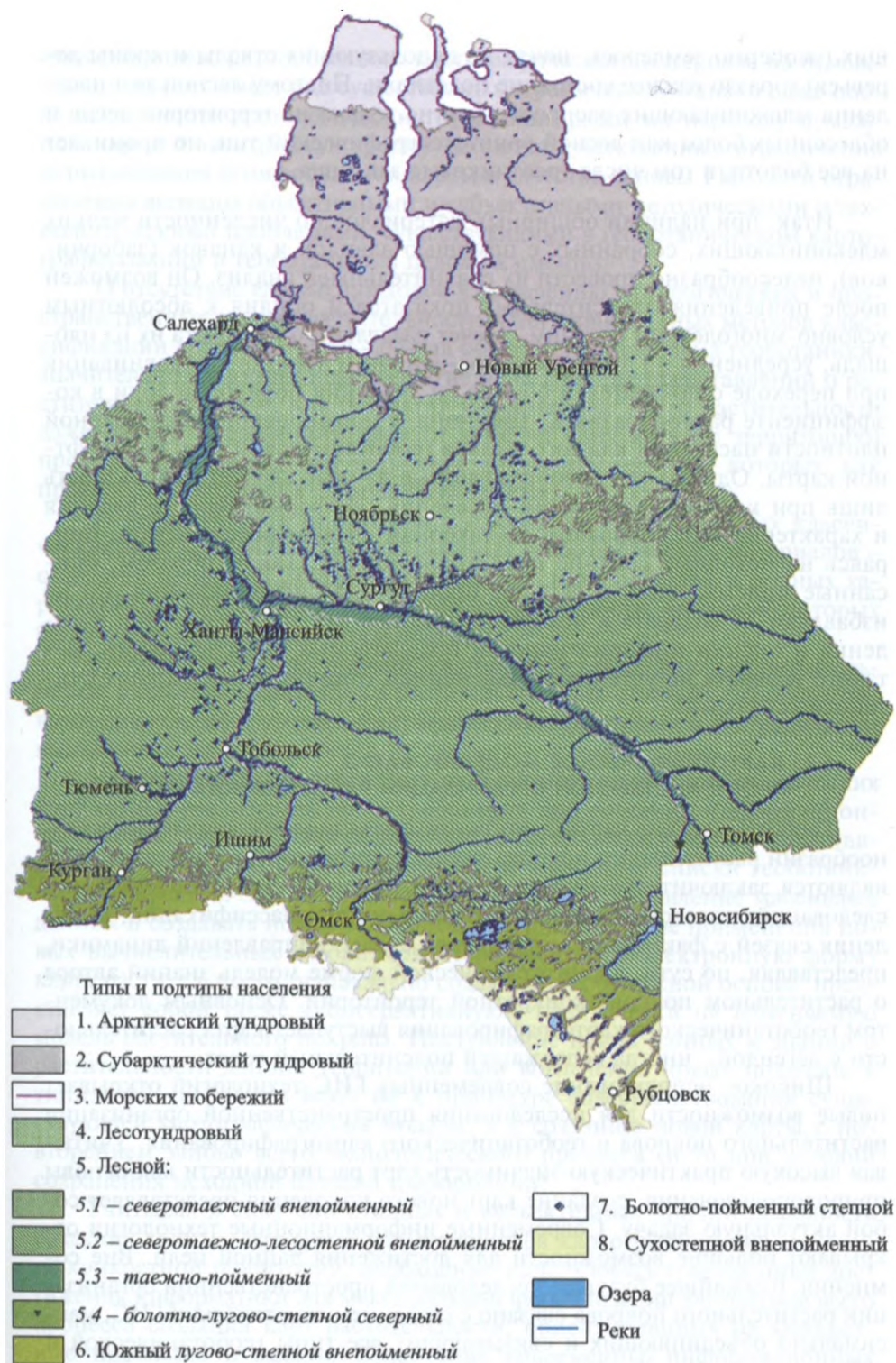


Рис. 6.3. Население мелких млекопитающих Западно-Сибирской равнины (вторая половина лета, масштаб оригинала 1 : 10 000 000).

Характеристики населения см. в классификации на с. 259–264.

щих (особенно землероек, почти не использующих стволы и кроны деревьев) гораздо важнее состояние подстилки. Поэтому лесной тип населения млекопитающих распространен не только на территории лесов и облесенных болот как лесной орнитогеографический тип, но проникает на все болота, в том числе тростниковые займища.

Итак, при наличии обширных материалов по численности мелких млекопитающих, собранных с помощью давилок и канавок (заборчиков), целесообразно провести их сравнительный анализ. Он возможен после приведения относительных показателей обилия к абсолютным условно-многолетним средним, за счет отдельного пересчета их на площадь, усреднения по выделам карты-основы и двойного выравнивания при переходе с показателей обилия на значения повидовой доли в коэффициенте разнообразия К. Шеннона, с нормировкой по суммарной плотности населения каждого выдела геоботанической или ландшафтной карты. Однако эти преобразованные данные следует использовать лишь при классифицировании населения. Информативность деления и характеристики сообществ по таксонам следует рассчитывать, опираясь на исходные средние показатели обилия. Таким образом, описанные приемы лишь облегчают процесс классифицирования, но не избавляют от возврата к исходным средним для характеристики населения и оценки информативности предлагаемых классификаций. Без такого возврата не учтенные объяснением отличия в показателях считаются «снятыми».

6.2. КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

Геоботанические карты дают синтезированное представление о разнообразии растительного покрова любой территории Земного шара. Они являются заключительным этапом всего процесса геоботанических исследований: полевого описания растительности, классификации, выявления связей с факторами окружающей среды, направлений динамики, представляя, по сути, в картографической форме модель знаний автора о растительном покрове конкретной территории. Основным документом геоботанического картографирования выступает карта растительности с легендой, иногда содержащей пояснительный текст.

Широкое использование современных ГИС-технологий открывает новые возможности для исследования пространственной организации растительного покрова и геоботанического картографирования. Учитывая высокую практическую значимость карт растительности как основы природопользования, создание карт нового поколения представляет собой актуальную задачу. Современные информационные технологии открывают большие возможности для достижения данной цели. Вне сомнения, ближайшее будущее исследований пространственной организации растительного покрова связано с созданием тематических ГИС, максимально объединяющих и связывающих все типы геоботанической и эколого-географической информации. К сожалению, использование