МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ В ООПТ АЛТАЕ-САЯНСКОГО ЭКОРЕГИОНА

Е.С. Булатова [1] , С.Г. Бабина [1], С.С. Онищенко [2], В.Б. Ильяшенко[2] , В.Г. Дружинин[2], А.Е. Сонникова [3], Е.А. Горбунова[4], А.М. Хританков [5]

[1] Государственный природный заповедник «Кузнецкий Алатау»

[2] Кемеровский государственный университет

Государственный биосферный заповедник «Саяно-Шушенский»

[4] Государственный природный заповедник «Алтайский»

[5] Государственный природный заповедник «Столбы»

minerva@rikt.ru, Grizzli8@yandex.ru, zapoved7@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

В 2008 году продолжены исследования по биологической оценке качества среды на территории ООПТ Алтае-Саянского экорегиона. Получены данные из заповедников: «Кузнецкий Алатау», «Хакасский», «Столбы», «Алтайский», биосферного заповедника «Саяно-Шушенский» и национального природного парка «Шушенский бор».

Оценен диапазон асимметрии билатеральных признаков в популяциях модельных объектов березы повислой и обыкновенной бурозубки на исследуемых территориях. Проведено сравнение показателей 2007-2008гг. Получены данные по уровню хромосомных мутаций в популяции сибирского хариуса Кузнецкого Алатау.

ВВЕДЕНИЕ

Под экологическим качеством среды понимают интегральную характеристику природной среды, обеспечивающую сохранение здоровья и комфортное проживание. Это понятие становится одним из центральных и в экологической политике России, поскольку основным индикатором устойчивого развития, в конечном итоге, является качество среды обитания (Бобылев С.Н., 1999) . Обеспечение здоровья среды – по-видимому, единственно возможный путь поддержания баланса между интересами хозяйственной деятельности и обеспечением экологической безопасности населения.

Оценка качества среды является основным назначением системы экологического мониторинга, в том числе и биологического (Израэль, 1984). Важным показателем степени благополучия живых систем, как критерия высокого качества среды их обитания на той или иной территории, является отсутствие у них каких-либо отклонений от нормального естественного состояния на молекулярно-клеточном, организменно-популяционном или биоценотическом (экосистемном) уровнях их организации.

РАЙОНЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящем исследовании привлекался материал, который характеризует качество среды в следующих ООПТ: ГПЗ «Кузнецкий Алатау» (Кемеровская область), ГПЗ «Саяно-Шушенский», ГПЗ «Столбы» и НП «Шушенский бор» (Красноярский край), ГПЗ «Хакасский» (Республика Хакасия), ГПЗ «Алтайский». Для сравнения по некоторым модельным объектам привлекался материал сборов из Кемеровской области из окр. п. шахты «Ягуновская» (пригород г. Кемерово) и из окр. стационара Кемеровского госуниверситета (КемГУ) «Ажендарово». Районы исследования различаются степенью и характером антропогенной нагрузки, а также ее последствиями. Общей чертой является то, что все они представляют горные территории, с четко выраженной поясностью в растительном покрове.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

Для исследований выбраны представители растительного и животного мира, что характеризует реакцию на состояние окружающей среды организмов разного трофического уровня: береза повислая (*Betula pendula* Roth), красная полевка (Clethrionomys rutilus), бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus* Linnaeus) и хариус сибирский (*Thymallus arcticus* Pallas).

Модельные виды относятся к разным эколого-функциональным группам и занимают разные трофические уровни, что позволяет оценить качество среды наземных биоценозов на уровне продуцентов (береза повислая) или консументов I или II порядков (обыкновенная бурозубка), а также тестировать состояние водных объектов по фоновому виду (сибирский хариус).

В качестве основного приема для анализа использована оценка степени стабильности развития организмов, когда регистрируются нарушения симметрии морфологических структур по билатеральным мерным признакам. Теоретические основы нарушения симметрии изложены в работе В.М. Захарова (1987).

Статистическая обработка материалов по асимметрии мерных для березы повислой и счетных для мелких млекопитающих морфологических признаков проводилась согласно «Методическим рекомендациям...» (2003). Для каждой выборки рассчитывался интегральный показатель стабильности, где в долях отражается для мерных признаков степень различий правой и левой сторон, а для счетных признаков среднее количество асимметричных признаков. Кроме того, оценивалась нормальность распределения значений показателя асимметрии по выборкам. Для того чтобы провести оценку достоверности различий между выборками с помощью критерия Стьюдента, резко отклоняющиеся

экземпляры, нарушающие нормальность распределения значений, удалялись и после этой процедуры проводилось сравнение выборок между собой. Текущее состояние среды интерпретировалось согласно пятибалльной шкалы ранжированных значений интегрального показателя стабильности развития.

Для оценки состояния окружающей среды по уровню асимметрии листовой пластинки в разных популяциях березы повислой в 2008 году исследования проводились на 22-х площадках ООПТ Алтае-Саянского экорегиона. Для оценки тенденции в изменении показателей флуктуирующей асимметрии и естественного уровня проявлений нарушенности развития листовых пластинок проанализировано 37 выборки листьев березы, собранные в 2006-2008 гг. Общий объем материала - 3100 листьев. Результаты расчетов помещены в таблице 1.

В качестве анализируемых показателей в статистических расчетах использовались относительные показатели различия признаков левой и правой половин листа. Использование в анализе этих параметров позволил провести классификацию выборок листьев с помощью кластерного анализа и выявить их группы, обладающих наибольшим сходством в проявлениях асимметрии. Перед выполнением расчетов выборки были нормализованы за счет исключения явно уродливых экземпляров листьев. В качестве меры сходства использовалось расстояние Махаланобиса. Дендрограммы строились двумя методами: невзвешенного попарного среднего и полного присоединения (Песенко, 1982; Пузаченко, 2004).

В полевой сезон 2008 года проведены отловы мелких млекопитающих на территории заповедников «Алтайский», «Кузнецкий Алатау», «Столбы» и на прилегающей к заповеднику «Саяно-Шушенский» территории в Ермаковском районе. Из 7-ми точек работ 5 заложено впервые: Шатай («Кузнецкий Алатау»), Калтат («Столбы»), К2 и К-51 («Алтайский»), Ермаковский («Саяно-Шушенский»). Всего за период полевых работ по теме отловлено 296 экземпляров обыкновенной бурозубки и красной полевки.

Материалом послужили выборки черепов сеголеток обыкновенной бурозубки и красной полевки разного возраста. Включение выборок из пригорода г. Кемерово, а также со стационара КемГУ «Ажендарово» (Кемеровская область) за ряд лет в анализе нарушений развития краниологических структур обыкновенной бурозубки позволило оценить диапазон изменений показателей асимметрии в ходе популяционного цикла и оценить изменчивость вида, обитающего в условиях города. Всего было проанализировано 19 выборок черепов обыкновенной бурозубки. По красной полевке проанализировано 8 выборок, собранных только на территории 2-х заповедников «Столбы» и «Саяно-Шушенский» в 2007-2008 гг.

В исследовании применены два подхода к анализу качественных признаков.

В первом подходе была реализована стандартная процедура анализа асимметрии билатеральных признаков согласно В.М. Захарову.

Второй подход включал анализ качественных признаков (фенов) с целью выявления популяционных характеристик обыкновенной бурозубки. Здесь билатеральные признаки рассматривались как независимые, формирование которых на левой и правой сторонах происходит самостоятельно. Такие представления о характере асимметрии билатеральных признаков подразумеваются и в теоретических представлениях об асимметрии как таковой (Захаров, 1987). В этом случае количество отверстий выступает как проявление отдельного фена. Для того чтобы учесть асимметричность билатеральных признаков рассчитывался показатель идентичности по проявлениям признака с левой и правой стороны. Из-за небольшого объема выборок черепов из заповедников Саяно-Шушенского, Алтайского и «Столбы» они были объединены и в таком качестве и участвовали в кластерном анализе. Для анализа стабильности развития обыкновенной бурозубки использовался набор краниологических признаков, указанных в «Методических рекомендациях...» (2003) Из которых не учитывались парные отверстия на верхнечелюстной кости на уровне Pm^4 и на основании сфеноидной кости. Эти крупные отверстия у бурозубок (как и лобные) относятся к основным структурным элементам в морфологии черепа рода в целом (Строганов, 1956; Юдин, 1989), поэтому если их парность в очень редких случаях и нарушается, то это относится к проявлениям, согласно В.М. Захарову (1987), антисимметрии, а не флуктуирующей асимметрии.

Для выявления отклонений в физиологическом состоянии у обыкновенной бурозубки оценивалась частота встречаемости среди сеголеток нарушений пигментации зубов (Онищенко и др., 2003; Толкачев, 2007). Для бурозубок характерной особенностью является наличие окрашенных зубов, цвет которых варьирует от светло-желтого до красно-коричневого тона. Нарушение пигментации зубов выражается в появлении мелких белых пятен на окрашенных участках коронок зубов или отсутствии окраски отдельных зубов. Наличие непигментированных участков на зубах или у части зубов может свидетельствовать об отклонении от нормы процессов образования и откладки в эмали зубов меланина.

Оценка качества водной среды тестировалась на наличие мутагенных факторов. Наиболее удобным тест-объектом генетической индикации водной среды являются рыбы как типичные гидробионты, присутствующие повсеместно в наших водоемах. В качестве тест-объекта выбран сибирский хариус, который в горных реках Алтае-Саян широко распространен и многочисленен. Оценка фонового уровня цитогенетических нарушений проводилась с применением метода микроядерного анализа.

Тест-системой для проведения эколого-генетического мониторинга является микроядерный тест, предусматривающий учет количества микроядер (мутаций) в клетках рыб. Данный тест объективно характеризует частоту хромосомных нарушений в ходе митоза, а именно: разрывы хромосом, отставание отдельных хромосом в ходе деления клеток. Подходящими клетками для анализа являются эритроциты крови, которые у рыб имеют достаточно крупные размеры и обладают ядром. Таким образом, рыбы могут играть роль модельных объектов при определении потенциально опасных для человека генотоксичныих веществ в воде (Архипчук и др., 1992; Захидов и др., 1996).

Цитогенетический анализ проводили под световым микроскопом Nikon – E200 с использованием увеличения х 1000. От каждого экземпляра анализировали по 1000 полихроматофильных эритроцитов. Микроядра в эритроцитах фиксировали в виде одиночных, либо множественных, хроматиновых телец, находящихся в клетке отдельно от основного ядра. Дополнительный показатель, который был использован - это частота клеток с двойными ядрами; он указывает на нарушения при клеточных делениях (Архипчук, Гончарук, 2001).

Контрольные отловы экземпляров сибирского хариуса, обитающего в водоемах изучаемых территорий проводились в июле – сентябре 2007 – 2008 годов. В анализе использована кровь, полученная от 112 хариусов, отловленных в р. Кия (устье р. Безымянка, устье р. Кожух), р. Нижн. Терсь (3 – 5 км от места впадения в р. Томь), р. Томь (Богданово – «Бычье горло»), р. Баянзас, р. Тайдон, р.Ср. Маганакова (приток р. Ср. Терсь), р. Уса (р-он кордона Шатай).

Оценку достоверности различий по цитогенетическим параметрам крови сибирского хариуса проводили непараметрическим методом с использованием критерия Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

Береза повислая

Оценка качества среды при реализации стандартной процедуры анализа асимметрии билатеральных признаков согласно методике В.М. Захарова (Методические рекомендации…, 2003) показывает, что диапазон условий на исследуемых территориях варьирует в широких пределах (табл.1).

Таблица 1

Данные по оценке стабильности развития березы повислой

Год	Место исследования	Биотоп	Количество исследованных экземпляров, шт.	Интегральный Показатель Асимметрии признака	Балл
1	2	3	4	5	6
Заповедник "Кузнецкий Алатау"					
2006	Ср. Маганакова 8	вторичный березово-осиновый лес	100	0.0434	II
2008	Ср. Маганакова 1	высокотравно-злаково-разнотравный луг	100	0.0660	V
2008	Ср. Маганакова 2	вторичный березово-разнотравный лес	100	0.0590	V
2008	Ср. Маганакова 3	папоротниково-высокотравный луг	100	0.0590	V
2006	Верхняя Терсь	пихтово-березово-разнотравный лес	20	0.0520	IV
2007	Хребет Бархатный	елово-пихтовый лес с примесью кедра	100	0.0420	II
2007	Безымянка 8	вторичный березово-пихтовый лес	100	0.0580	V
2008	Шатай 1	высокотравно-разнотравные лесные поляны	100	0.0350	I
2008	Шатай 2	разнотравно-злаковый луг в пихтовом лесу	50	0.0370	I
Заповедник "Алтайский"					
2008	Кокши 1	березово-лиственично-злаково-разнотравный сосняк	30	0.0340	I
2008	Кокши 2	березово-злаково-разнотравный сосняк	30	0.0420	II
2008	Кокши 3	березово-злаково-разнотравный сосняк	30	0.0380	II
2008	Ок-порок	папоротниково-разнотравный березняк	30	0.0530	IV
2008	Кривун	папоротниково-разнотравный сосняк	30	0.0590	V
2008	Пьяная сосна	сосняк папоротниково - разнотравный	30	0.0460	III
2008	Водопад Корбу	вейниковый сосняк	30	0.0440	III
Заповедник "Саяно-Шушенский"					
2007	Таловка 2	папоротниково-высокотравный осинник	100	0.0410	II
2008	Таловка 2	папоротниково-высокотравный осинник	100	0.0514	IV
2007	Голая	баданово-зеленомошный березняк	100	0.0470	III
2008	Голая	боданово-зеленомошный березняк	100	0.0462	III
2007	Средняя Кызыл-Хая	березово-сосновый мелкотравно-вейниковый лес	100	0.0420	II
2008	Средняя Кызыл-Хая	березово-сосновый мелкотравно-вейниковый лес	100	0.0511	IV
Национальный парк "Шушенский бор"					
2007	Абдыр	смешанный разнотравно-папоротниковый лес	100	0.0420	II
2008	Абдыр	смешанный разнотравно-папоротниковый лес	100	0.0440	II
1	2	3	4	5	6

2007	Таловка 1	смешанный высокотравно-папоротниковый лес	100	0.0470	III
2008	Таловка 1	смешанный высокотравно-папоротниковый лес	100	0.0465	III
Заповедник "Хакасский"					
2007	Иткуль	смешанный лиственично-березовый лес	100	0.0540	V
2008	Иткуль	смешанный лиственично-березовый лес	100	0.0450	III
2007	Беле	смешанный лиственично-березовый разнотравный лес	100	0.0480	II
2008	Беле	смешанный лиственично-березовый разнотравный лес	100	0.0420	II
2007	Шира	смешанный лисвенично-березовый осоковый лес	100	0.0250	III
2008	Шира	смешанный лисвенично-березовый осоковый лес	100	0.0500	IV
2007	Хол - Богаз	смешанный лиственично-березовый лес	100	0.0370	I
2008	Хол - Богаз	смешанный лиственично-березовый лес	100	0.0350	I
2007	Подзаплоты	смешанный лиственично-березовый разнотравный лес	100	0.0345	I
2008	Подзаплоты	смешанный лиственично-березовый разнотравный лес	100	0.0340	I
Заповедник "Столбы"					
2007	Метеостанция	пихтово-лиственично-осочковый лес	100	0.0420	III

Кластерный анализ разделил выборки листьев берез на две группы (рис.1, 2). Оценивая положение выборок листьев собранных на территориях отдельных ООПТ, в кластерах можно заметить, что сходными по показателям асимметрии оказались популяции берез из двух сопредельных ООПТ: заповедник «Саяно-Шушенский» и природный парк «Шушенский бор». Вместе с частью выборок листьев берез из заповедника «Кузнецкий Алатау» (р. Ср. Маганакова (2008 г.), Верхняя Терсь, Безымянка) и Алтайского заповедника (хозяйственная зона п. Яйлю - Ок-Порок и Кривун) они образуют самостоятельный единый исключением выборки листьев берез, собранных в хозяйственной зоне Алтайского заповедника в урочище Пьяная сосна. Эта популяций образует в дендрограммах сходства, построенных разными методами самостоятельную ветвь, что свидетельствует о самобытном характере морфологии исследованных листьев. Учитывая значение интегральных показателей асимметрии листьев, рассчитанных для каждой выборки, установлено, что для выборок, образующих первый кластер характерны максимальные его значения, на уровне отклонений развития выше средних пятибалльной шкале (2000; Методические рекомендации…, 2003). Соответственно во втором кластере объединяются выборки, у которых нарушения развития листовых пластинок менее выражены, на уровне ниже среднего.

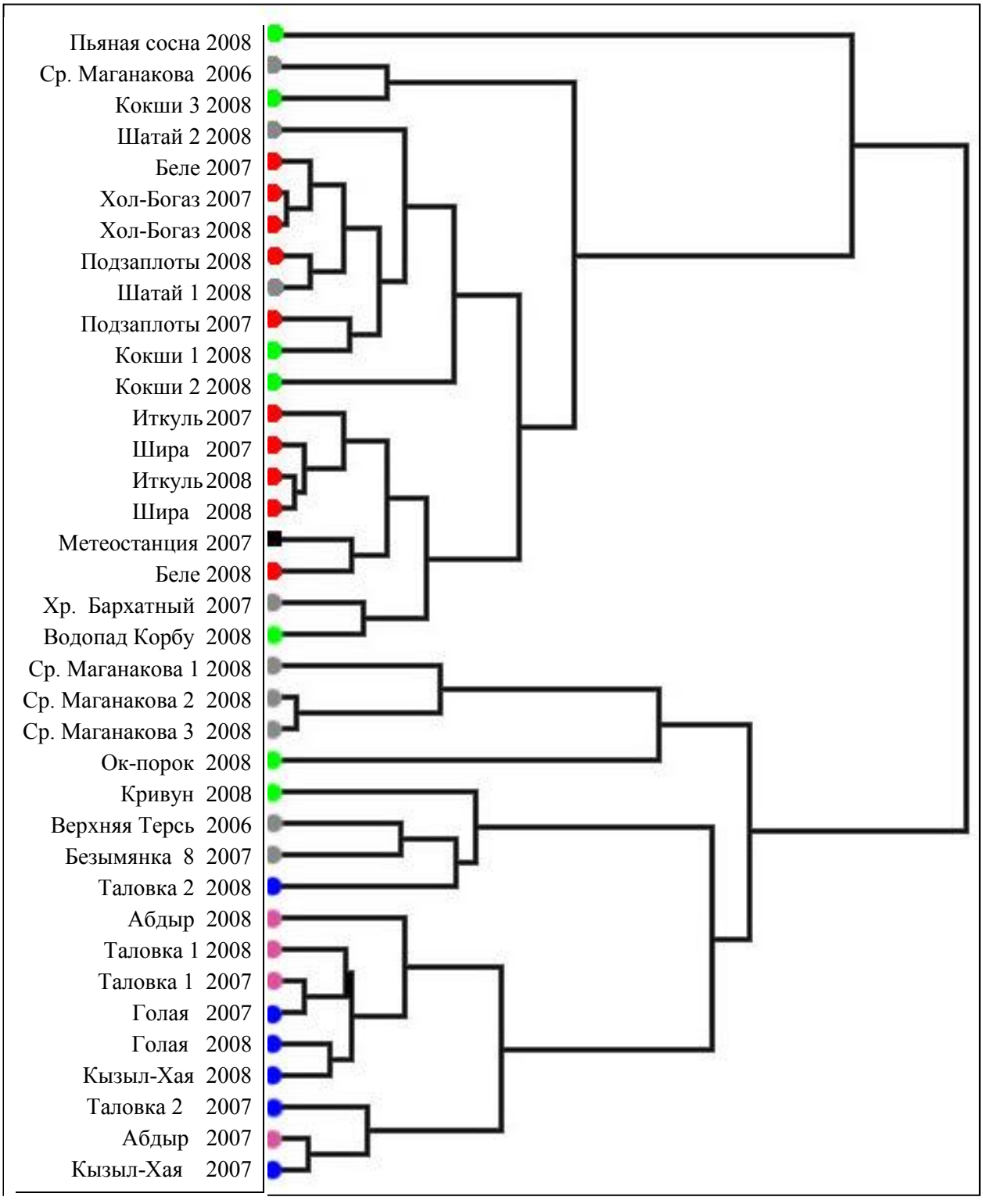


Рис. 1. Дендрограмма сходства выборок листьев березы, построенной по методу среднего арифметического, где: - Алтайский заповедник; - заповедник «Кузнецкий Алатау»; - Саяно-Шушенский заповедник; - заповедник «Столбы»; - Хакасский заповедник; - национальный парк «Шушенский бор».

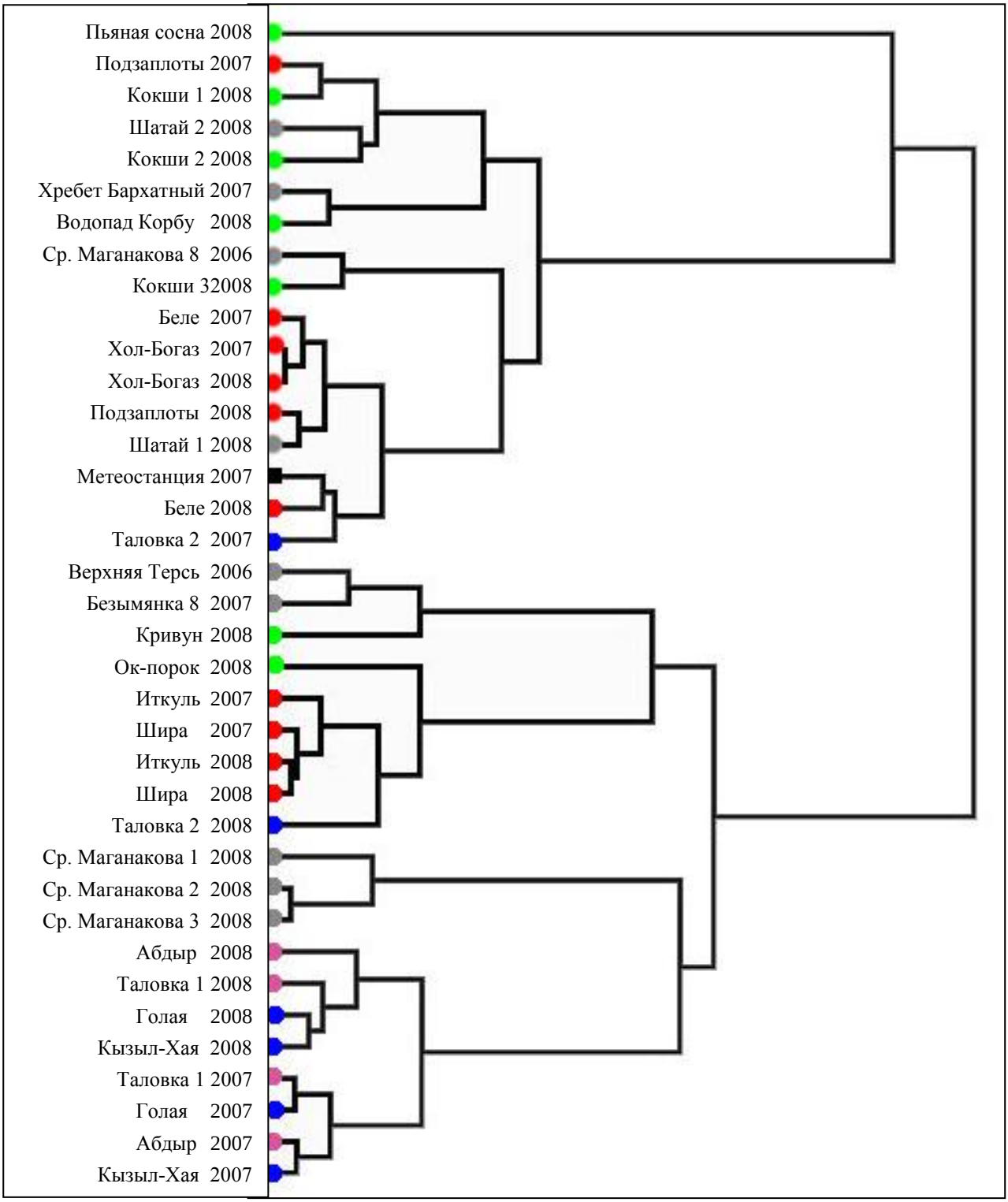


Рис. 2. Дендрограмма сходства выборок листьев березы, построенной по методу максимального присоединения, где: - Алтайский заповедник; - заповедник «Кузнецкий Алатау»; - Саяно-Шушенский заповедник; - заповедник «Столбы»; - Хакасский заповедник; - национальный парк «Шушенский бор».

Анализируя значения признаков у выборок разных групп, можно отметить, что наиболее существенно выборки, принадлежащие разным группам, различаются значениями двух показателей: относительное различие в промерах между основаниями 1-й и 2-й жилок и углом между основной и 2-1 жилками. В случае значительных отклонений в развитии листовых пластинок разница в величине этих двух признаков максимальная. У выборок листьев берез из окрестностей оз. Шира и Иткуль прослеживаются те же особенности, но менее выраженные.

Выявленная тенденция в нарушении развития указанных признаков не обнаруживается в популяции берез в урочище Пьяная сосна, у которых асимметрия проявляется в основном в ширине половин листьев. Вероятно, это и является основной причиной «непохожести» выборки в сравнении с другими.

Следует отметить также, что в ряде популяций берез определенный уровень асимметрии признаков сохранялся в течение 2007-2008 гг. Так, это характерно для Саяно-Шушенского заповедника, национального парка «Шушенский бор», кластерных участков Хакасского заповедника. Это может свидетельствовать об устойчивой реакции растений на определенный комплекс факторов, сложившийся в этих местностях. В заповеднике «Кузнецкий Алатау» на одном участке (окр. р. Ср. Маганакова), напротив, отчетливо прослеживается резкий рост показателя асимметрии листьев в 2008 г в сравнении с 2006 г.

Анализируемые популяции берез находятся в разных по лесорастительным условиям районах Алтае-Саянской горной системы, которые отличаются друг от друга по почвенно-грунтовым, геоморфологическим и климатическим параметрам, что приводит к распространению в разных районах Алтая-Саян лесов определенного облика с особыми группами и сериями их типов (Смагина и др., 1980). Общей чертой для всех рассматриваемых территорий является доминирование среди коренных формаций светло- и темнохвойных лесов и среди лиственных – осинников. Березняки во влажных умеренно теплых или холодных горных района Кузнецкого Алатау, Салаира, Алтая и Саян, как коренной тип леса, почти не встречаются и, лишь, в субальпийском и альпийском поясах встречаются на болотах. Формирование березняков происходит после разрушения коренных лесных формаций (в т.ч. и по антропогенным причинам) на начальных стадиях восстановительной сукцессии (например, окр. Ср. Маганакова в заповеднике «Кузнецкий Алатау», отдельные районы заповедника «Столбы»). В сухих теплых горных котловинах (Кузнецкая и Минусинская) береза, вместе с сосной формирует нижний лесостепной пояс, а в степях, произрастает по относительно влажным понижениям или северным склонам возвышений (например, окр. оз. Шира, Иткуль, Белё).

Кроме естественных различий в условиях произрастания берез в разных ООПТ региона, имеются и различия в степени и видах антропогенной нагрузки. Так, в Алтайском заповеднике припоселковые леса испытывают рекреационную нагрузку, в окр. оз. Шира и Иткуль помимо этого воздействия происходит и замусоривание территории. В заповеднике «Кузнецкий Алатау» в окр. п. Белогорск (р. Безымянка) обнаружено повышенное содержание в воде, хвое кедра и пихты сульфатов (Сторожев и др., 2008). Территории заповедника «Столбы» испытывает не только рекреационную нагрузку, но и многолетнее влияние выбросов поллютантов от металлургических предприятий г. Красноярск, что привело к формированию очагов концентрации тяжелых металлов в почве и растительном покрове (Экологический атлас заповедника Столбы).

Учитывая эти особенности, результаты анализа можно интерпретировать следующим образом. Популяции берез из заповедника «Саяно-Шушенский» и национального парка «Шушенский бор» характеризуются стабильно высоким уровнем нарушения развития листовых пластинок. Это, скорее всего, отражает естественный популяционный уровень флуктуирующей асимметрии, который ежегодно регистрируется в связи с особыми природными условиями произрастания (северные макросклоны хребтов) и изменением климатических условий, возникшими после строительства Саянского водохранилища

Близки по проявлениям флуктуирующей асимметрии популяции берез кластерных участках Хакасский заповедника. Эти леса, согласно фитоценологическому описанию, образуют в степных районах разреженные массивы по берегам озер (Белё, Шира, Иткуль), которые занимают небольшие площади. Из них выделяются березняки двух близко расположенных озер – Шира и Иткуль, отличающиеся относительно высокими показателями асимметрии листовых пластин. Однако следует признать, что их более выраженная нарушенность развития листьев, скорее всего, обусловлена естественными причинами. В степной зоне межгорных котловин береза распространена спорадично, т.к. климатические и почвенно-грунтовые условия для нее не являются оптимальными. В свою очередь рекреационная нагрузка и замусоривание территории могут ухудшать условия обитания вида, находящегося фактически на границе распространения в нижнем поясе Кузнецкого Алатау.

Более отчетливая картина антропогенного влияния на лесные насаждения прослеживается в Алтайском заповеднике. Там нарушения развития листьев берез наблюдается в лесных массивах произрастающих в хозяйственной зоне заповедника (окр. п. Яйлю), которые испытывают достаточно интенсивную рекреационную нагрузку. В остальных районах, хотя они также являются объектами рекреации (водопад Корбу, кордон Кокши), состояние берез более благополучно. Оценка рекреационной нагрузки на

площадках, обследованных сотрудниками заповедника, свидетельствует, что наиболее неблагоприятная ситуация складывается не в припоселковых лесах, а в местах посещения туристов (водопад Корбу, кордон Кокши). Такое противоречие результатам морфологического анализа листьев берез, может быть объяснено тем, что в местах посещения туристов воздействия имеют локальный (точечный) характер, хотя и интенсивный, но не приводящие к масштабным изменениям почвенного покрова (уплотнение), травянисто-кустарничково яруса (изменение видового состава) и состава окрестных лесов, т.е. не вызывают изменений в корневом питании растений и микроклимата. В отличие от этих районов, припоселковые леса, кроме воздействий туристов, постоянно находятся под воздействием различного рода деятельности местных жителей, могут быть местами выпаса скота и т.д. Эти воздействия более обширны и постоянны во времени, что в итоге приводит к изменению почвенного покрова и микроклиматической ситуации на более обширных площадях.

В заповеднике «Кузнецкий Алатау» по степени нарушенности развития листьев берез выделяются районы окр. рр. Безымянки, Верхней Терси и Ср. Маганакова (2008 г.). В окр. р. Ср. Маганакова наблюдается резкий рост показателей асимметрии листьев в 2008 г. В этот сезон в районе сформировался очаг листовертки. Этот вредитель лесных насаждений поразил массивы березняков, что и привело к резкому нарушению развития листьев. В 2006 г. состояние популяции берез оценивалось как нормальное. В окр. р. Безымянка, вероятно, основным фактором являлось загрязнение поллютантами лесной растительности, произрастающей на хр. Безымянном, источником которых служит нефелиновый рудник п. Белогорск. Показательно, что березы, произрастающие на противоположной стороне р. Кия (по склону хр. Бархатный) и не подверженных загрязнению, отличаются нормальным развитием листьев. В окр. р. В.Терсь из-за недостатка материала по антропогенным воздействиям объяснить высокий уровень нарушений развития пока не представляется возможным.

Заповедник «Столбы», как и некоторые районы заповедника «Кузнецкий Алатау», также находятся в зоне влияния промышленных выбросов.

Обыкновенная бурозубка

В серии выборок черепов обыкновенной бурозубки и красной полевки уровень нарушения развития низкий (табл. 2, 3). По пятибалльной шкале отклонений от условной нормы качество среды обитания животных, принадлежащих к разным трофическим уровням, может быть оценено как условно нормальное (все выборки оценены в I балл). В тоже время отмечается достоверно большая степень асимметрии у бурозубок из окр. Ср. Маганаково, отловленных в 2008 г. в сравнении с 2006 г., а также от большинства других выборок (табл. 8). Следует отметить, что в 2008 г. в Кузнецком Алатау наблюдалось резкое снижение доли вида в сообществах мелких млекопитающих, связанное с депрессией численности вида. Этот эффект мог сопровождаться и увеличением в популяции доли сеголеток с нарушениями индивидуального развития. Степень асимметрии в популяциях красной полевки, как в пространстве, так и во времени достоверно не различается (табл. 4).

Таблица 2

Интегральный показатель стабильности развития (к. А) и критерий идентичности I (общ.) билатеральных признаков в популяциях обыкновенной бурозубки

Год	Местность	№, экз.	к. А.	I (общ.)
1997	Пригород г. Кемерово, п. Ягуновский	40	0,1840	15,1
1998	Биостанция КемГУ Ажендарово	27	0,1420	7,0
2002	Биостанция КемГУ Ажендарово	100	0,2310	11,6
2003	Биостанция КемГУ Ажендарово	100	0,1520	9,7
2004	Биостанция КемГУ Ажендарово	100	0,1660	15,9
2005	Заповедник "Кузнецкий Алатау", Рыбное 05	89	0,1320	21,8
2006	Заповедник "Кузнецкий Алатау", Рыбное 06	33	0,0740	8,8
2006	Заповедник "Кузнецкий Алатау", Ср. Маганакова	60	0,1100	14,2
2008	Заповедник "Кузнецкий Алатау", Ср. Маганакова	57	0,2260	23,9
2007	Заповедник "Кузнецкий Алатау", Безымянка	90	0,1480	36,2
2007	Заповедник "Кузнецкий Алатау", хр. Бархатный	64	0,1170	18,4
2008	Заповедник "Кузнецкий Алатау", Шатай	61	0,1740	14,1
2007	Заповедник "Саяно-Шушенский", Таловка 2 п, бур	15	0,1830	11,5
2007	Заповедник "Саяно-Шушенский", Сарлы п, бур	12	0,1250	5,5
2008	Заповедник "Саяно-Шушенский" , Ермаковский	10	0,2380	6,3
2008	Заповедник "Столбы", Метеостанция	9	0,1590	6,9
2008	Заповедник "Столбы", Калтат	46	0,1960	9,6
2008	Заповедник "Столбы", Нелидовка	10	0,1630	8,4
2008	Заповедник "Алтайский"	25	0,1450	6,8

Таблица 3

Интегральный показатель стабильности развития (к. А) в популяциях красной полевки

Год	Местность	№, экз.	к. А.
2005	Южно-Саянский экопрофиль	24	0,1309
2007	Заповедник "Саяно-Шушенский", Таловка 2 п, бур	15	0,1524
2007	Заповедник "Саяно-Шушенский", Саралы п, бур	50	0,1400
2007	Заповедник "Столбы", Метеостанция	10	0,1429
2008	Заповедник "Столбы", Метеостанция	17	0,1360
2007	Заповедник "Столбы", Нелидовка	10	0,1143
2008	Заповедник "Столбы", Нелидовка	11	0,1560
2008	Заповедник "Столбы", Калтат	48	0,1876

Таблица 4

Значение коэффициента Стьюдента (левый нижний угол) и уровень достоверности различий (правый верхний угол) полевка 2008 г.

название выборки	Нелидовка 2007	Сарлы 2007	Метеостанция 2007	Южно-Саянский экопрофиль 2005	Таловка 2007	Метеостанция 2008	Нелидовка 2008	Калтат 2008
NN	1	2	3	4	5	6	7	8
1		< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
2	0.657		< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
3	0.557	0.072		< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
4	0.422	0.422	0.293		< 95%	< 95%	< 95%	>95%
5	0.789	0.342	0.194	0.583		< 95%	< 95%	< 95%
6	0.980	0.567	0.302	0.869	0.090		< 95%	< 95%
7	0.980	0.576	0.302	0.869	0.090	0.542		< 95%
8	1.813	1.909	1.077	2.215	0.932	1.497	1.050	

Кластерный анализ (рис. 3) показал фенотипическую обособленность популяций Кузнецкого Алатау и сходство между собой популяций из Красноярского края и Алтая. Следует отметить, что своеобразный фенооблик популяции может сохраняться на протяжении нескольких лет, как например, в Ажендарово, что свидетельствует о стабильном его характере при разном уровне численности. Однако в некоторых случаях групповые межпопуляционные особенности фенооблика могут нарушаться, как в 2008 г. у популяций

вида из окр. Ср. Маганакова и р. Шатай, что приводит к выделению этих зверьков из серий топографически близких популяций.

Значения интегральных показателей асимметрии и индексов идентичности меняются примерно сходным образом. Однако индекс идентичности более четко показывает асимметрию признаков в сборах разных лет из одной популяции (например, оз. Рыбное, Ср. Маганакова, Ажендарово). Примечательно, что в окр. р. Безымянка популяции вида на правой (хр. Безымянный) и левой (хр. Бархатный), если исходить из значений критерия идентичности, различаются довольно значительно.

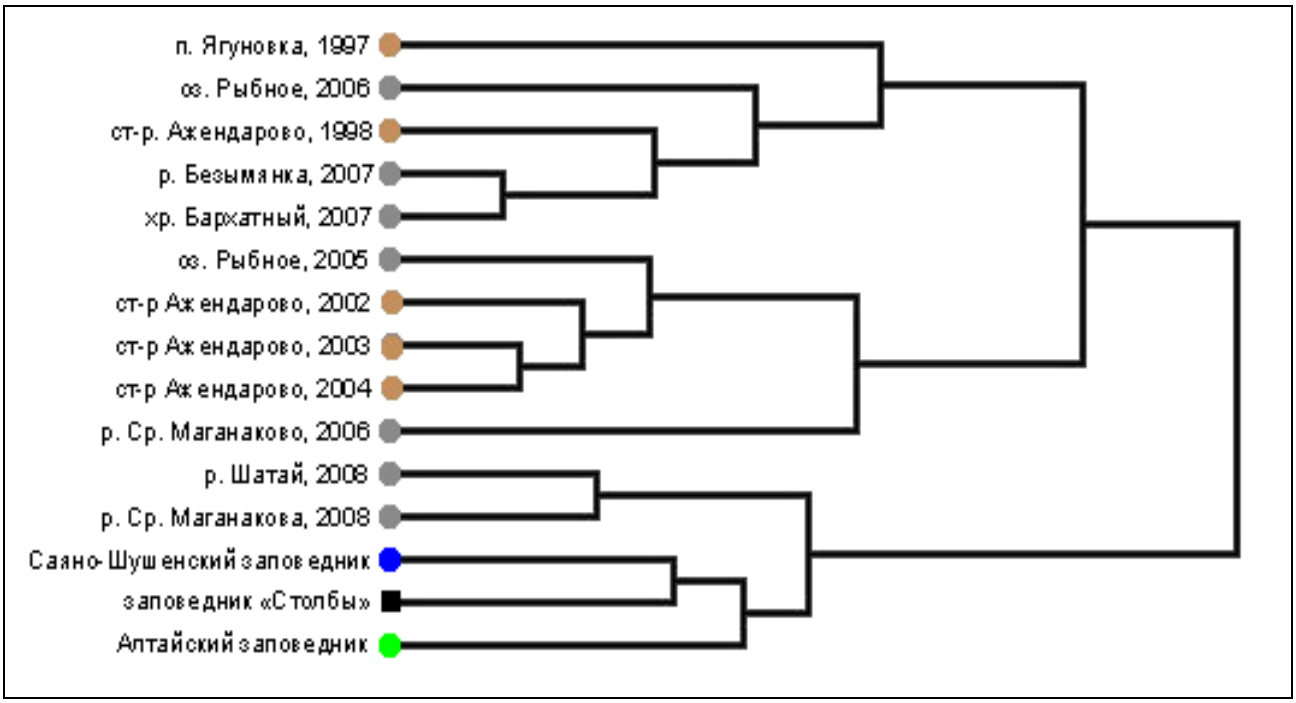


Рис. 3. Дендрограмма сходства выборок бурозубки обыкновенной, построенной по методу среднего арифметического, где: - Алтайский заповедник; - заповедник «Кузнецкий Алатау»; - Саяно-Шушенский заповедник; - заповедник «Столбы»; - разные районы Кемеровской области.

Сибирский хариус

Исходя из поставленных задач в ходе экспедиционных исследований в июле – сентябре 2007-2008 годов проведены отловы экземпляров сибирского хариуса. Отловы проведены с 8 точек (Таблица 5).

Таблица 6

Характеристика мест, времени и количества отловленных экземпляров сибирского хариуса

№	Год	Место контрольного отлова	Время отлова	Количество экземпляров
1	2007	р. Кия (устье р. Безымянка)	июль – август	26
2	2007	р. Кия (устье р. Кожух)	июль – август	12
3	2007	р. Нижн. Терсь (3 – 5 км от места впадения в р. Томь)	август	15
4	2007	р. Томь (Богданово – «Бычье горло»)	август – сентябрь	15
5	2008	р. Баянзас	июль	10
6	2008	р. Тайдон	август	10
7	2008	р.Ср. Маганакова (приток р. Ср. Терсь)	июль	4
8	2008	р. Уса (р-он кордона Шатай)	июль – август	20

Микроядра в эритроцитах фиксировали в виде одиночных, либо множественных, хроматиновых телец, находящихся в клетке отдельно от основного ядра. Дополнительный показатель, используемый нами - это частота клеток с двойными ядрами; он указывает на нарушения при клеточных делениях (Архипчук, Гончарук, 2001). От каждого обследуемого экземпляра анализировали по 1000 эритроцитов. Долю клеток с микроядрами и двойными ядрами определяли в промилле (‰).

В таблице 6 представлены результаты цитогенетического анализа микроядер в эритроцитах сибирского хариуса, полученные для четырех точек.

Таблица 6

Фоновый уровень микроядер в эритроцитах сибирского хариуса, обитающего на территории заповедника «Кузнецкий Алатау»

Исследуемая выборка	Число экземпляров	Число клеток	Доля клеток с микроядрами, ‰	Доля двуядерных клеток, ‰
р. Баянзас	6	6000	0,833	0
р. Тайдон	10	10000	0,800	0,300
р.Ср. Маганакова (приток р. Ср. Терсь)	4	4000	0,500	0
р. Уса (р-он кордона Шатай)	7	7000	0,134	0
р. Кия (устье р. Безымянка),	18	1800	0,560	0,390

2007г.				
р.Томь, 2007г.	10	1000	1,700	0,800

* достоверно ниже значения для группы сравнения (p = 0,007)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ материалов по тесту - показатель стабильности развития показал:

1. В выборках березы повислой существенные отклонения (достоверность на уровне более 99%) обнаружены на площадках Маганакова 1-3 (ГПЗ «Кузнецкий Алатау»), Ок-порок и Кривун в окр хоз. зоны. п. Яйлю и водопад Корбу (ГПЗ «Алтайский»), окр. оз. Шира (ГПЗ «Хакасский») и Таловка 2, Средняя Кызыл-Хая (ГПБЗ «Саяно-Шушенский) (табл. 7) . Если нарушения развития на площадках из заповедников «Алтайский» и «Хакасский» можно связать с интенсивной рекреационной нагрузкой, то ситуация с березой из окр. Маганакова не так однозначна. Нарушения развития листовых пластинок берез из этого района вероятно повлияло поражение листовертками. В 2008 г. наблюдалась вспышка численности этого вида, что привело к формированию в этом районе локального очага вредителя лесного хозяйства. В 2006 г. показатели асимметрии листьев берез оценивались как низкие. В Саяно-Шушенском заповеднике по материалам 2-х летних исследований индекс асимметрии существенно изменился на площадке Таловка 2 и Средняя Кызыл-Хая (достоверность отличия более 95%) (табл. 7). Возможно негативное влияние оказал климатический фактор, проявившийся более значительно на северной стороне макросклона осевого саянского хребта, где расположены обе площадки.

2. Более благоприятные условия для развития листьев сложились в остальных районах. Исследования показали, что оптимальные условия произрастания 2008 года сложились в заповеднике Хакасский на площадках Хол-Богаз и Подзаплоты, в Кузнецком Алатау на площадках Шатай 1 и Шатай 2 . В ГПЗ «Алтайский» в районе Кокши на всех трех площадках.

3. В сборах землероек этого года более высокие показатели асимметрии черепных признаков свойственны для популяции из Маганакова (уровень значимости более 95%) (табл. 8). В 2006 г. этот показатель ниже.

4. В сборе красных полевок из заповедника Столбы существенных отклонений между выборками нет.

5. Анализ результатов оценки асимметрии выборок листовых пластинок берез с ряда площадок (Маганакова 2006 и 2008 гг., хр. Бархатный 2007 г., кордон Безымяный 2007 г., Алтайский заповедник (окр. п. Яйлю) и черепных признаков бурозубок, отловленных в тех же местах показывает общие тенденции изменения показателей нарушения развития в большую или меньшую стороны. Это свидетельствует о сходном характере реакций

популяций этих двух видов на комплекс локальных стресс-факторов, несмотря на то что они относятся к разным трофическим уровням (продуцент и консумент 2-3 порядков).

Таблица 7

Значение коэффициента Стьюдента (левый нижний угол) и уровень достоверности различий (правый верхний угол) выборок листьев берез, собранных в 2008 г.

название выборки	Маганаково-1	Маганаково-2	Маганаково-3	Шатай-1	Шатай-2	Кокши-1	Кокши-2	Кокши-3	Ок-порок	Кривун	Корбу	Пьяная сосна	Шира	Иткуль	Беле	Хол-богаз	Подзаплоты	Таловка 1	Таловка 2	Абдыр	Средняя Кызыл-Хая	Голая
NN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1		< 95%	< 95%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	> 99%	< 95%	< 95%	> 95%	> 95%	> 99%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	> 95%	>99.9%	<99%	>99.9%
2	0.999		< 95%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	> 99%	< 95%	< 95%	> 95%	> 95%	< 95%	> 99%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	> 95%	>99.9%	> 95%	>99.9%
3	1.401	0.385		>99.9%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	< 95%	< 95%	> 95%	> 95%	< 95%	> 99%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	> 95%	>99.9%	> 95%	>99.9%
4	6.108	6.237	7.023		< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	>99.9%	>99.9%	> 95%	> 95%	>99.9%	> 99%	> 95%	< 95%	< 95%	>99.9%	> 99.9%	> 99%	>99.9%	>99.9%
5	4.258	4.446	5.252	0.628		< 95%	< 95%	< 95%	> 99%	> 99%	< 95%	< 95%	> 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	> 99%	>99.9%	> 95%	>99.9%	> 99%
6	3.625	3.889	4.682	0.062	0.570		< 95%	< 95%	> 99%	> 99%	< 95%	< 95%	> 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	> 99%	>99.9%	> 95%	>99.9%	> 99%
7	4.395	4.475	5.149	0.927	0.265	0.751		< 95%	> 99%	> 99%	< 95%	< 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%
8	2.911	2.937	3.417	1.182	0.675	0.991	0.444		< 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	> 95%	< 95%	> 95%	< 95%
9	1.485	1.083	1.060	3.732	3.084	2.952	2.787	1.854		< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	>99.9%	>99.9%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
10	0.970	0.433	0.249	4.177	3.312	3.016	3.140	2.112	0.526		< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	> 95%	>99.9%	>99.9%	< 95%	< 95%	> 95%	< 95%	> 95%
11	2.286	2.113	2.340	2.143	1.554	1.654	1.337	0.720	0.990	1.365		< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	> 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
12	2.321	2.171	2.450	2.313	1.775	1.916	1.488	0.826	1.090	1.466	0.014		< 95%	< 95%	< 95%	> 95%	> 99%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
13	2.620	1.926	1.791	3.702	2.456	2.297	2.398	1.429	0.313	0.865	0.689	0.696		< 95%	< 95%	>99.9%	>99.9%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
14	3.670	3.169	3.261	3.248	2.121	2.154	1.950	1.044	1.148	1.762	0.125	0.113	0.941		< 95%	> 99%	>99.9%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
15	4.122	3.717	3.890	2.469	1.486	1.637	1.301	0.569	1.567	2.143	0.311	0.343	1.493	0.655		> 95%	> 99%	< 95%	> 99%	< 95%	> 95%	< 95%
16	6.035	6.120	6.833	0.006	0.603	0.055	0.894	1.131	3.569	4.025	2.057	2.208	3.640	3.170	2.413		< 95%	>99.9%	>99.9%	> 99%	>99.9%	>99.9%
17	6.462	6.737	7.735	0.371	1.019	0.196	1.332	1.550	4.323	4.703	2.561	2.798	4.086	3.729	2.901	0.350		>99.9%	>99.9%	>99.9%	>99.9%	>99.9%
18	4.025	3.340	3.756	4.110	2.958	2.878	1.085	1.719	1.180	1.906	0.409	0.208	0.877	0.424	1.299	3.961	4.829		< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
19	2.899	2.099	2.169	5.741	4.431	4.018	2.156	2.750	0.250	1.905	1.293	1.225	0.320	1.905	2.760	5.535	6.568	1.837		> 99%	< 95%	< 95%
20	4.360	4.210	4.501	3.367	2.284	2.358	0.593	1.246	1.611	2.259	0.002	0.262	1.433	0.265	0.623	3.243	4.041	0.865	2.712		> 95%	< 95%
21	2.825	1.997	2.060	4.932	3.886	3.684	1.964	2.536	0.301	1.162	1.183	1.096	0.222	1.622	2.395	4.795	5.550	1.466	0.108	2.208		< 95%
22	3.923	3.559	3.779	3.931	2.825	2.784	1.015	1.646	1.225	1.941	0.357	0.148	0.935	0.333	1.195	3.794	4.613	0.103	1.895	0.738	1.528	

Таблица 11

Значение коэффициента Стьюдента (левый нижний угол) и уровень достоверности различий (правый верхний угол) выборок обыкновенной бурозубки

название	Шатай 2008	Маганаково 2008	Алтайский з.2008	Ягуновка 1997	Ажендарово 1998	Рыбное 2005	Рыбное 2006	Маганаково 2006	Ажендарово 2002	Ажендарово 2004	Таловка 2007	Сарлы 2007	Безымянка 2007	Бархатный 2007	Ажендарово 2003	Калтат 2008	Нелидовка 2008	Ермаковский 2008
NN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1		> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	>99,9%	> 99%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	> 99%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
2	2,218		> 95%	< 95%	> 99%	>99,9%	>99,9%	>99,9%	< 95%	> 95%	< 95%	> 95%	>99,9%	>99,9%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
3	0,983	2,645		< 95%	< 95%	< 95%	> 95%	< 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	> 95%	< 95%	< 95%	> 95%
4	0,349	1,499	1,098		< 95%	< 95%	>99,9%	> 99%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
5	1,161	2,869	0,125	1,255		< 95%	> 95%	< 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	> 95%	< 95%	< 95%	>95%
6	1,769	4,102	0,283	1,829	0,138		> 95%	< 95%	>99,9%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	>99,9%	>99%	< 95%	>99%
7	3,984	5,887	2,487	3,701	2,382	2,522		< 95%	>99,9%	> 99%	>99,9%	< 95%	> 99%	< 95%	>99,9%	>99,9%	>99%	>99,9%
8	2,912	4,925	1,272	2,736	1,174	1,465	1,081		>99,9%	> 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	>99,9%	>99%	< 95%	>99%
9	2,087	0,164	2,162	1,408	2,352	3,954	4,539	4,517		> 99%	< 95%	< 95%	>99,9%	>99,9%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
10	0,361	2,567	0,651	0,639	0,811	1,431	3,286	2,602	2,714		< 95%	< 95%	< 95%	> 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%
11	0,26	1,183	1,006	0,01	1,139	1,338	3,71	2,079	0,955	0,437		< 95%	< 95%	> 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%
12	1,267	2,517	0,481	1,287	0,385	0,309	1,562	0,483	1,903	0,926	1,43		< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	< 95%	>99%
13	1,229	3,539	0,094	1,376	0,247	0,56	2,887	1,93	3,487	0,887	0,992	0,573		< 95%	> 99%	> 95%	< 95%	>99%
14	2,727	5,054	1,048	2,654	0,911	0,995	1,912	0,578	4,382	2,267	2,163	0,225	1,52		>99,9%	>99,9%	< 95%	>99%
15	1,897	0,023	2,163	1,268	2,354	3,611	4,759	4,282	0,175	2,309	0,933	1,995	3,131	4,284		< 95%	< 95%	>95%
16	0.862	1.193	1.625	0.395	1.815	2.804	5.207	3.230	1.317	1.230	0.375	1.925	2.027	3.357	1.897		< 95%	< 95%
17	0.862	1.193	0.429	0.531	0.542	0.876	2.523	1.400	1.824	0.096	0.493	0.837	0.416	1.281	0.304	0.880		< 95%
18	1.659	0.285	2.176	1.286	2.313	2.873	4.410	3.251	0.161	1.901	1.235	2.429	2.405	3.237	2.317	1.056	1.579	

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипчук В.В., Романенко В.Д., Архипчук М.В., Кипнис Л.С. Цитогенетический метод определения влияния пороговых величин антропогенных факторов на геном растений и животных // Докл. РАН.- 1992. - т.326, N5. - С.908-910.

2. Архипчук В.В., Гончарук В.В. Биотестирование качества воды на клеточном уровне // Химия и технология воды. – 2001. - Т.23, № 5. - С. 531-544.

3. Бобылев С.Н. Экономика сохранения биоразнообразия (повышение ценности природы). – М.: Наука, 1999.

4. Захаров В.М. Асимметрия животных. – М.: Наука, 1987. – 216 с.

5. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Крысанов Е.Ю., Кряжева Н.Г.,. Пронин А.В, Чистякова Е.К., 2000. Здоровье среды: практика оценки. — М.: Центр экологической политики России, 2000 -320 с.

6. Захидов С.Т., Чеботарева Ю.В., Савваитова К.А., Максимов В.А. Цитогенетическое изучение кроветворных клеток рыб из водоемов Норило-Пясинской водной системы (Таймыр). // Известия РАН. Серия биологическая. 1996.№ 2, С. 10-15.

7. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Утверждены Распоряжением МПР № 460-р от 16.10.2003. – Москва, 2003

8. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 281 с.

9. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических исследованиях. – М.: Academia, 2004. – 416 с.

10. Смагин В.Н., Ильинская С.А., Назимова Д.И., Новосельцева И.Ф., Чередникова Ю.С. Типы лесов гор Южной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1980. – 336 с.

11. Сторожев В.П., Третьякова И.Н., Бажина Е.В., Мельков А.П., Кобзарь Д.Н., Чумаков С.В. Оценка жизненного состояния кедровых и пихтовых лесов ООПТ Алтае-Саянского экорегиона (с определение содержания в хвое фтора, серы и тяжелых металлов) // Научные труды Ассоциации заповедников и национальных парков Алтае-Саянского экорегиона: Вып. 1. Мониторинг биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях Алтае-Саянского экорегиона. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. - С. 62-68

12. Онищенко С.С., Ильяшенко В.Б., Бибик Е.В. Травмы и деформации черепа бурозубок (Insectivora, Sorex) // Териофауна России и сопредельных территорий (7 съезд Териологического общества). Материалы Международного совещания 6-7 февраля 2003 г., Москва – М., 2003. – С. 244

13. Онищенко С.С., Ильяшенко В.Б., Бибик Е.В. Тератологическая и травматическая изменчивость сибирских землероек родов *Sorex* и *Crocidura* // Биология насекомоядных млекопитающих: Матер. III Всерос. науч. конф. По биологии насекомоядных млекопитающих (15-20 сент. 2007 г., Новосибирск). – Новосибирск: Изд-во «ЦЭРИС», 2007. - С. 90-93

14. Строганов С.У. Звери Сибири, насекомоядные. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. - 267 с.

15. Толкачев О.В. Воздействие урбанизации на население бурозубок лесных экосистем: Автореф. дис...канд. биол. наук. – Екатеринбург, 2007. – 24 с.

16. Юдин Б.С. Насекомоядные млекопитающие Сибири. - Новосибирск: Наука, 1989. - 360 с.

17. «Экологический атлас заповедника Столбы» http://stolby.torins.ru/