

Министерство природных ресурсов и экологии
Российской Федерации

ТРУДЫ
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»

Выпуск XIX

Красноярск - 2010

УДК 574

ББК

Издается к 85-летию со дня создания заповедника «Столбы».

Редакционная коллегия
кандидат биологических наук А.А. Кнорре
кандидат биологических наук Е.Б. Андреева

Рецензенты
доктор биологических наук Д.И. Назимова
доктор биологических наук И.В. Семечкин

Труды государственного заповедника «Столбы»

Красноярск, 2010. Выпуск 19. 180 с.

В сборник включены результаты исследований научных сотрудников заповедника, институтов СО РАН и ВУЗов по различным направлениям экологии. Освещены вопросы по ландшафтно-лесотипологическому районированию территории, использованию геоинформационных систем для создания единого информационного пространства, экологии территории, пирологии, флористическому разнообразию, этологии и учета крупных и мелких млекопитающих, орнитофауны.

Для экологов, ботаников, зоологов, специалистов по охране природы.

ISBN

© Государственный природный
заповедник «Столбы»

Предисловие

В 2010 году государственному заповеднику «Столбы» исполняется 85 лет. Его создание было инициировано населением города Красноярска еще в начале прошлого века для сохранения живописных скал Такмаковского района и Столбинского нагорья, само существование которых стояло под угрозой уничтожения из-за перспективы их интенсивной разработки и использования камня при строительстве разрастающегося города.

Со временем стало понятно, что заповедник уникален не только своими скальными массивами, но и самой природой, представленной (на относительно небольшой территории) разнообразными растительными и ландшафтными комплексами, существование которых обусловлено расположением заповедника на стыке различных геоморфологических, климатических, ботанико-географических, ландшафтных и иных зон.

Началом систематических научных исследований можно считать 1925 год, когда была построена первая метеостанция заповедника, которая функционирует и по настоящее время. В разные годы здесь работали такие известные в российской науке ученые как А. Л. Яворский (первый директор заповедника), В.И. Верещагин, Д.Д. Нащокин, Т.Н. Буторина, В.В. Козлов, Г.Д. Дулькейт, Ю.И. Запекина-Дулькейт, Е.А. Крутовская, М.Н. Ширская и др.

Накоплена огромная база данных по составу и функционированию уникальной природы заповедника «Столбы». Начиная с 1940 г. научным отделом было выпущено 17 выпусков Трудов заповедника, которые представляют собой как отдельные тематические издания по вопросам зоологии, энтомологии, гидрофауны, количественного учета животных, охотничьей фауны, составления календаря природы, так и сборники по вопросам экологии, включающие все многообразие научных исследований, проводимых в заповеднике и за его пределами.

На сегодняшний день, в связи с постоянно нарастающей антропогенной и рекреационной нагрузкой, одной из основных задач научной деятельности заповедника «Столбы» является экологический мониторинг, направленный на оценку современного состояния природного комплекса и разработку рекомендаций по его сохранению.

Сборник представляет собой комплекс публикаций, отражающих результаты научных исследований по различным направлениям, проводимых как сотрудниками заповедника, так и учеными НИИ СО РАН и ВУЗов. Здесь освещены вопросы использования ГИС-технологий для создания единого информационного пространства, позволяющие анализировать и представлять многолетние данные в новом формате и на новом уровне; представлены материалы по оценке состояния среды заповедника, как в количественных, так и в качественных показателях; приведены новые разработки программ прогнозирования поведения пожаров с ретроспективной верификацией, а также результаты мониторинга пирогенной ситуации за весь период наблюдений в заповеднике; предпринята попытка моделирования динамики среды по длительным рядам наблюдений фенологических фаз растений и их связи с климатической составляющей среды.

Наряду с использованием новых подходов в анализе и сборе данных, в сборнике приводятся классические исследования по флоре заповедника, особенностям состава, структуры и динамики мелких млекопитающих, этологии поведения животных. Такие исследования уже в течение многих десятилетий являются основой мониторинга всех заповедных территорий и составляют базу для проведения глубокого анализа на основе новых технологий, являясь отправной точкой для прогностических моделей состояния среды.

При составлении сборника мы попытались скомпоновать статьи по тематическому принципу. Мы не стали приводить конкретные названия разделов, чтобы не сужать рассматриваемую в статьях проблематику, но, в общем, их последовательность выглядит так: ландшафтные исследования и ГИС; экология территории и видов; пирология; флора и грибы; этология и учет крупных и мелких млекопитающих; орнитофауна.

К сожалению, более чем скромное федеральное финансирование научных исследований заповедников оставляет за бортом многие крайне необходимые в настоящее время исследовательские направления (химия почв, климатология, экофизиология и др.), так как они нуждаются в значительных финансовых вложениях. Остается надеяться, что территория заповедника и в дальнейшем будет востребована многочисленным научным сообществом академических институтов и высших учебных заведений, с их достаточной материальной и приборной базой, как уникальный исследовательский полигон для решения не только фундаментальных задач науки, но и для обеспечения сохранения этого уникального уголка природы.

Редколлегия

Результаты и перспективы использования ГИС-технологий в заповеднике «Столбы»

М.Г. Ерунова, А.А. Гостева

Географические информационные системы (ГИС) становятся неременной частью нашей жизни. Приборы наземного позиционирования (GPS), компьютерные карты местности и связанные с ними базы данных все чаще применяются в заповедном деле, как для проведения научных исследований, так и для осуществления природоохранных мероприятий. Научные исследования с использованием ГИС в заповеднике «Столбы» ведутся более 10 лет. Помимо научного отдела заповедника, на данной территории работают Институт леса СО РАН, Институт экологии СО РАН, Институт вычислительного моделирования СО РАН, Сибирский Федеральный Университет, Красноярский государственный аграрный университет и многие другие. Полученные результаты внешних организаций не всегда совместимы и доступны для дальнейших исследований. Создание единого информационного пространства заповедника «Столбы» позволит обеспечить обмен информацией и опытом между всеми исследователями, изучающими данную территорию, и существенно повысить эффективность использования информации на всех уровнях и во всех областях деятельности заповедника.

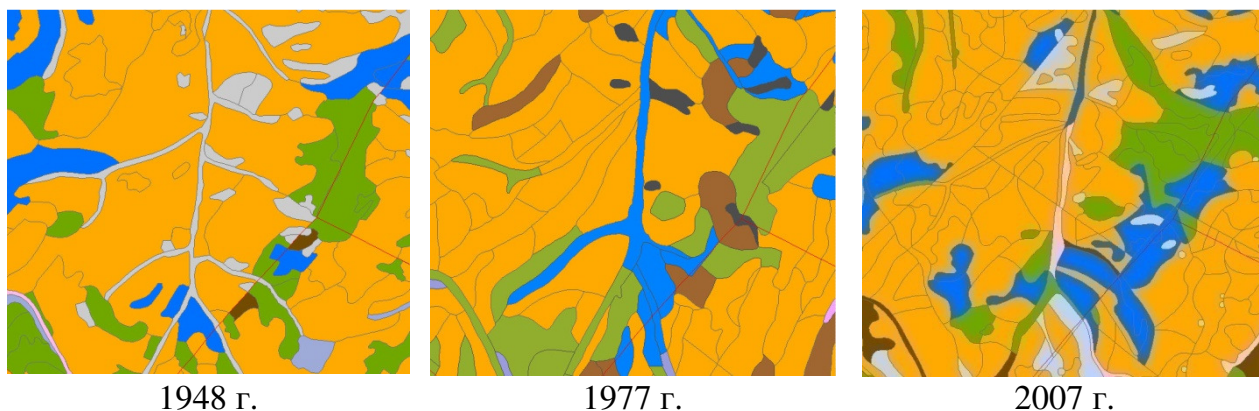
Единое информационное пространство заповедника «Столбы» – территориально распределенная система сбора, обработки, хранения и предоставления другим потребителям пространственных данных, полученных на территории заповедника в результате научно-исследовательской, эколого-просветительской, и природоохранной деятельности. Создание такого информационного ресурса требует решения следующих задач:

1. Инвентаризация всех цифровых картографических данных на данную территорию.
2. Разработка требований и структуры единой картографической основы.
3. Создание каталога ресурсов данных для систематизации и обмена данными между научными организациями, изучающими территорию заповедника.

Инвентаризация всех цифровых картографических данных. На этом этапе необходимо составить список (Каталог ресурсов) цифровых картографических данных на территорию заповедника «Столбы», не только хранящихся в научном отделе заповедника, но и создаваемых внешними организациями. Ниже приведен примерный перечень данных на территорию заповедника, в создании которого принимали участия авторы данной статьи.

1. Топографическая основа (1:25 000) – на данном этапе включает в себя набор электронных тематических слоев территории, таких как – границы (граница заповедника – линейный и полигональный слой), гидрография (реки и ручьи – линейные слои, крупные реки – площадные слои), рельеф (горизонтали основные и вспомогательные – линейный слой; и точечный слой

Данные 2007 года переданы в заповедник ФГУ «Восточно-Сибирского государственного лесоустроительного предприятия» сразу в цифровом формате в трёх векторных слоях – точечном, линейном и полигональном.



1948 г. 1977 г. 2007 г.
Рис. 2. Фрагмент карты растительного покрова по результатам лесоустройства 1948, 1977 и 2007 годов.

3. Данные о загрязнении поллютантами представлены набором тематических слоев по результатам мониторинга, проводимого под руководством Р.А. Коловского (Коловский, Бучельников, 2001). Оценка уровня химического загрязнения лесной подстилки, почвы, хвои и зимних осадков (рис. 3-5), проводилась по значению показателей, по коэффициенту концентрации отдельного поллютанта и по суммарному показателю загрязнения каждой компоненты экосистемы заповедника за несколько лет мониторинга.

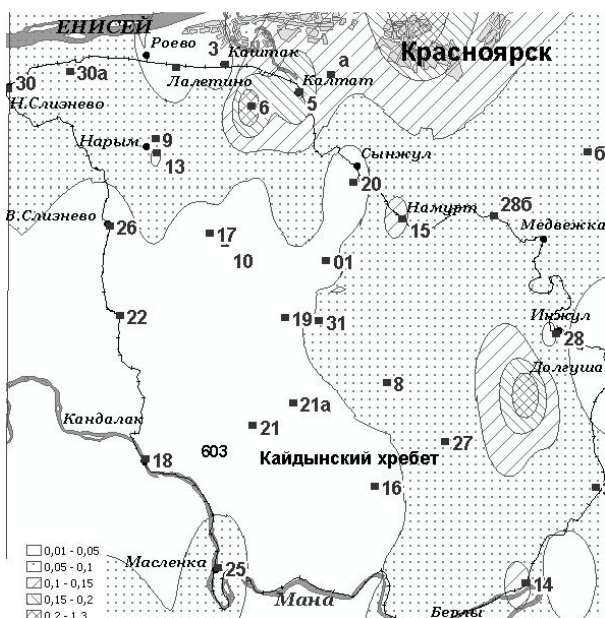


Рис. 3. Распределение фтора в зимних осадках на территории заповедника за 2005 год, мг/л.

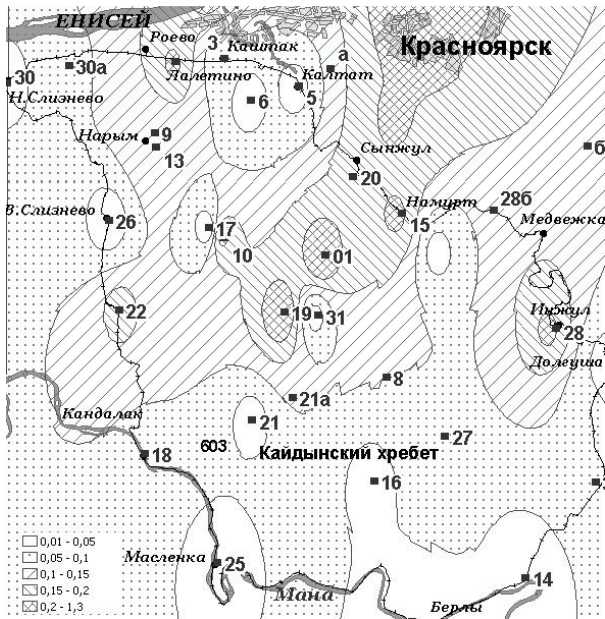


Рис. 4. Распределение фтора в зимних осадках на территории заповедника за 2006 год, мг/л.



Рис. 5. Распределение фтора в зимних осадках на территории заповедника за 2008 год, мг/л.

В настоящее время набор тематических карт распределения поллютантов насчитывает более 100 векторных слоев с 1999 по 2009 год, что позволяет проводить геоинформационный анализ динамики изменения распределения поллютантов за период мониторинга.

4. Данные о ландшафтно-лесотипологической структуре – результаты исследования территории заповедника, проведенного под руководством Назимовой Д.И. (Бабой и др., 2009), которые включают виды местности (рис. 6а), бассейны рек – полигональные слои.

5. Данные о животном мире – отдельные тематические слои по результатам исследования Кожечкина В.В. (ареалы и маршруты движения маралов, косуль, волков и росомах – рис. 6б) за несколько лет мониторинга.

6. Другие цифровые картографические данные.

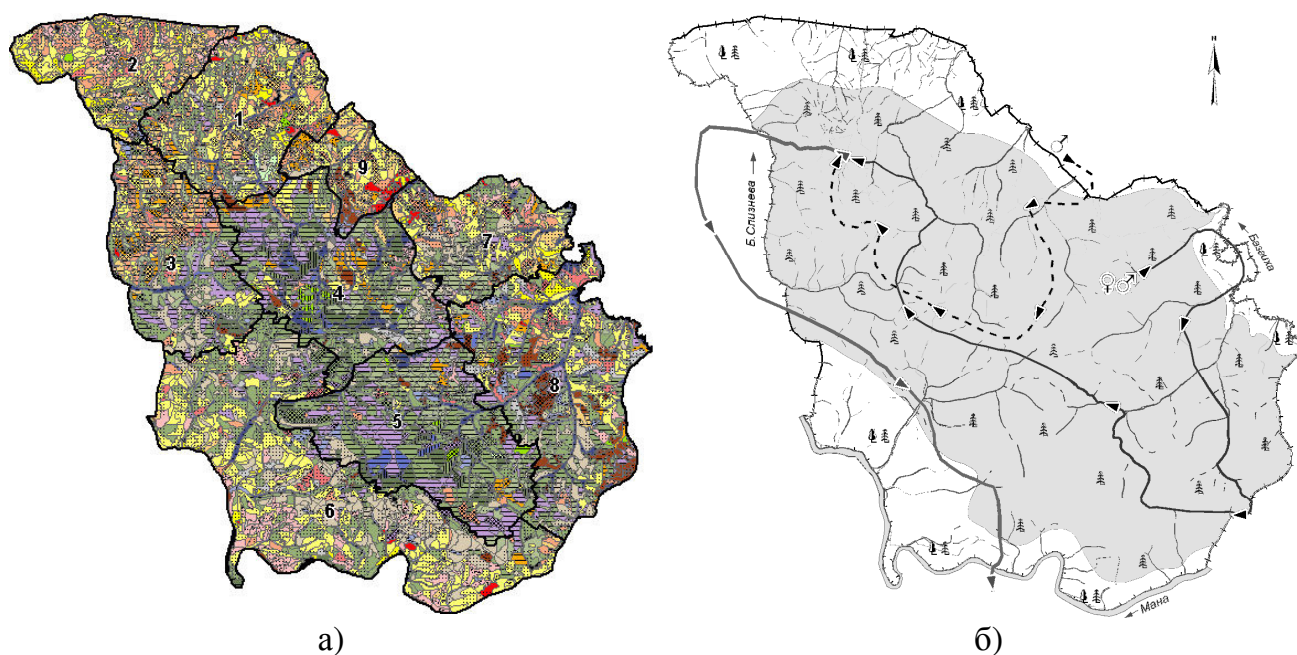


Рис. 6. Примеры тематических карт: а) Ландшафтно-лесотипологическая структура территории заповедника, б) движение росомах.

Помимо данных в цифровом формате, остается огромный объем информации о территории заповедника, не имеющий цифровой формат. Инвентаризация необходима и для бумажных источников данных, чтобы в дальнейшем приступить к заполнению Каталога ресурсов, содержащего информацию обо всех имеющихся данных, собранных на территории заповедника «Столбы», включая опубликованные работы, отчеты и т. д., с указанием формы, места их хранения и авторов.

Разработка требований и структуры цифровых материалов. Выше приведен неполный перечень цифровых материалов на территорию заповедника «Столбы», но даже эти данные хранятся в разных системах координат и не совпадают друг с другом. Перед тем, как формировать единое информационное пространство заповедника «Столбы», необходимо разработать требования и структуру данных, позволяющих обеспечивать доступ сторонних организаций и органов государственной власти, а также отдельных научных сотрудников, студентов и граждан к пространственным данным и их эффективное использование.

Для достижения означенных целей важны:

- полнота пространственных данных, их достоверность и актуальность, которые возможны за счет расширения применения современных систем позиционирования;
- сопоставимость и скоординированность данных между собой.

Цифровые картографические материалы должны удовлетворять единым требованиям:

1. *Требования к проекции.* Цифровые картографические материалы должны храниться в географических координатах (долгота/широта) или в картографической проекции Гаусса-Крюгера (Пулково – 1942), зона 16.

2. *Требования к формату данных.* Цифровые картографические материалы должны храниться в формате shape (программа ArcGIS) или в формате tab (программа MapInfo).

3. *Требования к структуре.* К каждой карте должно прилагаться ее текстовое описание, которое содержит информацию о названии карты и ее назначении, указывается порядок следования слоев относительно друг друга (первый слой – верхний, последний – нижний).

4. *Смысловая однородность векторных слоев.* Каждый векторный слой должен быть логически разделен по смыслу, т.е. нести информацию об одном типе данных (например, векторный слой «гидрография» содержит только объекты речной сети, векторный слой «растительность» содержит объекты растительного покрова и т.п.).

5. *Требования к метаданным.* Каждый слой должен сопровождаться метаданными, включающими, как минимум:

имя файла;

полное наименование слоя;

актуальность информации на слое;

масштаб источника данных;

сведения о секретности (открытые, ДСП);

структура атрибутивной таблицы векторного слоя (заголовки столбцов, тип данных, расшифровка названия столбца и хранимой информации);

объяснение способа измерения получения атрибутов или источники этих данных и способ кодирования атрибутов;

пояснение к цветовой легенде (значение цвета в RGB) карты и условным знакам (легенда);

сведения о дате, на которую информация актуальна;

сведения об источниках информации, методах ее получения;

пояснения к отсутствующим значениям в атрибутах – какой код отсутствия значений, что он означает (данный атрибут не имеет смысла для данного объекта, данное значение не было измерено или результат измерения был забракован, или измерения дали нулевой результат, т.е. значение ниже предела обнаружения);

другую информацию по усмотрению автора данных.

6. *Требования к атрибутивным данным.* Для каждого векторного слоя должны быть организованы атрибутивные таблицы, количество столбцов в таблице должно быть определено полнотой необходимых сведений, характеризующих объект.

7. *Требования к топологии.* Цифровые картографические материалы должны быть полностью обеспечены топологической согласованностью объектов, что достигается тождественностью координат:

– общей точки у примыкающих (пересекающихся) объектов;

- границы для смежных площадных объектов на отрезке примыкания;
- осевой линии линейного объекта и границы площадного объекта на отрезке их примыкания.

8. Объекты не должны обрезаться по границам номенклатурного листа. Топология и атрибутивная информация объектов в векторных слоях должны быть сведены по всем выходящим на общую границу объектам.

Векторная топологическая модель предусматривает использование в одном векторном слое данных одного типа, а именно – точка, линия, полигон.

Использование сети Интернет для публикации и популяризации данных. Полноценный и удобный обмен данными между научными организациями, изучающими территорию заповедника из единого информационного пространства заповедника «Столбы» должен быть организован через сеть Интернет. По сути, через сеть Интернет должен быть доступный каталог ресурсов данных и метаданных слоев, соответствующий регламенту доступа к данным. На рисунке 7 приведен пример, как такой каталог может выглядеть.

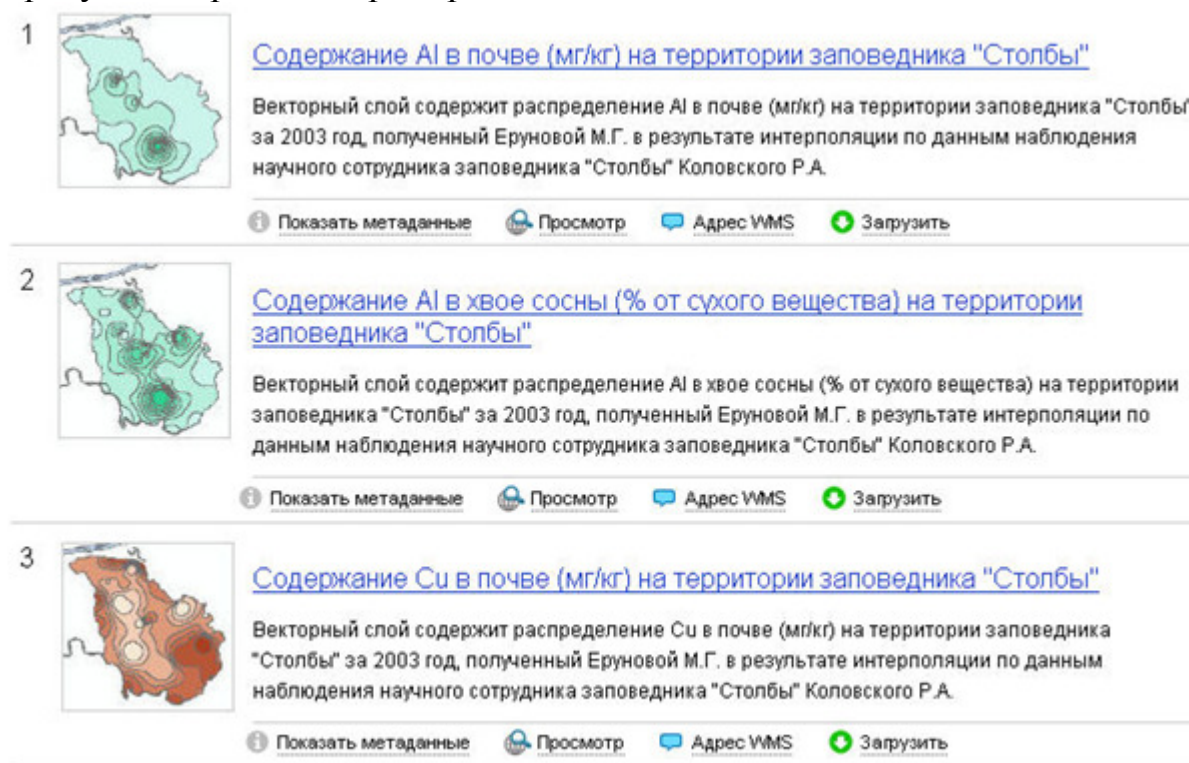


Рис.7. Макет Каталога ресурсов «Единое информационное пространство заповедника «Столбы».

При этом предполагается, что ресурсы Каталога:

— являются открытым доступным информационным ресурсом и предоставляются потребителям в порядке, устанавливаемом законодательством Российской Федерации, положениями о деятельности ООПТ РФ и решением научно-технического совета заповедника;

— создаются в соответствии с предложенными требованиями к структуре цифровых материалов. Так, например, согласно требованиям к атрибутив-

ным данным, в Каталоге ресурсов должна содержаться подробная информация для каждого векторного слоя о количестве столбцов, типе данных и описаний значений. Что, безусловно, облегчит поиск нужной информации. Макет атрибутивных данных в Каталоге ресурсов приведен на рис. 8.



Рис. 8. Макет Каталога ресурсов. Атрибутивная информация.

Создавать пространственные данные заповедника в установленном порядке могут любые юридические и физические лица.

Предполагается, что производство метаданных базовых пространственных данных будет являться обязательным для производителей пространственных данных.

Координация в сфере деятельности по созданию и развитию единого информационного пространства заповедника «Столбы», безусловно, должна осуществляться научным отделом заповедника.

Перспективы использования единого информационного пространства заповедника «Столбы» для анализа данных. Современные ГИС имеют в своем арсенале достаточно широкий набор средств анализа пространственных данных и обработки атрибутивной информации, что позволяет использовать ГИС для моделирования процессов, протекающих в окружающей среде. Последние достижения в информационных технологиях дают возможность проводить на более высоком уровне мониторинг окружающей среды, анализировать и моделировать различные ситуации как техногенного, так и природного характера (Берлянт, 1997). Создание единого информационного пространства заповедника «Столбы» позволит в полной мере использовать возможности современных ГИС.

Геоинформационный (пространственный) анализ чаще всего проводится с целью выявления следующих отношений:

- закономерностей в структуре или особенностях распределения объектов, а также их характеристик в пространстве;
- наличия и вида взаимосвязей в пространственном распределении нескольких классов объектов или отдельных характеристик.

Конечно, наилучшие возможности для изучения и количественной оценки взаимосвязей явлений предоставляют аппарат теории корреляции и информационный анализ (коэффициенты корреляции, показатели взаимного соответ-

ствия (Берлянт, 2001) и др.). Геоинформационные системы дают теперь возможность легко выполнять процедуры наложения, благодаря чему могут возникнуть новые гипотезы, теории и даже законы об этих корреляциях. На рисунке 9 показан пример оверлея почвенного покрова с рельефом для западной части территории заповедника «Столбы».

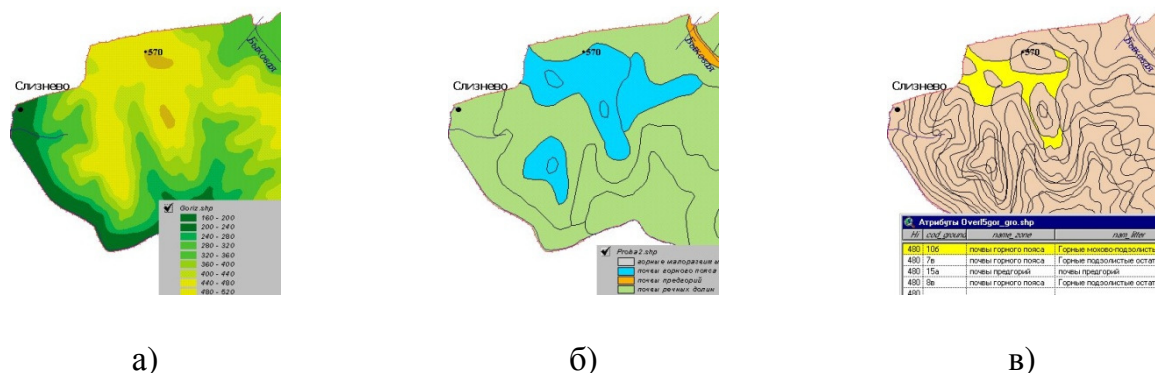


Рис. 9. Оверлей векторных слоев: а) рельеф, б) почвенный покров, в) результат.

Графический оверлей заключается в соотношении координат конечных и промежуточных точек линии с границей полигона с целью определения принадлежности этих точек полигону, то есть, по сути, оно сводится к выполнению нескольких точечных наложений. Дополнительным моментом является то, что линия может пересекать границу полигона. В простейшем случае можно считать, что если хотя бы одна точка линии принадлежит полигону, то и вся линия принадлежит ему. Но более корректным подходом является определение точек пересечения линии с границей полигона и создание в них узлов, что позволит разделить атрибуты внутренних и внешних по отношению к полигону частей линии (Якубайлик, 2001). ГИС позволяют проводить различные оверлейные операции, в таблице представлены основные возможности оверлея.

Вследствие визуальной привлекательности и интуитивной природы картографического наложения этот набор методов часто считается тем, что собственно и есть ГИС. Следует помнить о том, что никакая ГИС не сможет сама решить, являются ли используемые покрытия функционально связанными. Прежде чем слепо налагать покрытия, нужно выяснить, какие пространственные факторы могут быть связанными и почему. Предположение о том, что чем больше степень совпадения контуров или сходство рисунка изолиний, тем сильнее зависимость между явлениями, не всегда справедливо. Формальный расчет коэффициента корреляции может привести к парадоксальным выводам, поэтому всегда необходимо обдуманно и осторожно подходить к картографическому наложению. Также результаты наложения всегда зависят от точности географической основы и базовой карты, которая служит каркасом для последующей привязки, совмещения и координирования всех данных, поступающих в ГИС, для взаимного согласования информационных слоев и последующего анализа.

Виды оверлея в ГИС

| Возможности операции | Графическое представление |
|---|---------------------------|
| Слияние полигонов | |
| Создание полигона с дыркой, задаваемой вторым полигоном | |
| Удаление области перекрытия между полигонами (вычитание одного полигона из другого) | |
| Получение пересечения полигонов | |
| Разбиение точек полигоном | |

Перспективы использования ГИС в заповеднике «Столбы» имеют несколько направлений. Во-первых – это создание единого информационного пространства заповедника «Столбы», где все информационные ресурсы должны быть сопоставимы, и скоординированы между собой. Во-вторых – инвентаризация всех данных, и в цифровом, и в бумажном виде о территории заповедника позволит не только структурировать и систематизировать данные, накопленные за многие годы существования заповедника, но и перейти на новый уровень возможности использования ГИС – геоинформационный анализ территории, и, в частности, графический оверлей. И, в-третьих – привлечение сети Интернет в качестве предоставления доступа к необходимому Каталогу информационных ресурсов позволит обеспечить полноценный и удобный обмен данными между научными организациями, изучающими территорию заповедника.

Накопление разносторонней информации, объединенной средствами ГИС по пространственному признаку, позволяет перейти к моделированию и

прогнозированию процессов, происходящих в экосистемах заповедного комплекса, эффективно управлять территорией и обеспечить обмен эколого-просветительской информацией и опытом работы, как на российском, так и на международном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

- Бабой С.Д., Ерунова М.Г., Назимова Д.И.* Анализ распределения типов леса и формаций в заповеднике «Столбы» в связи с особенностями рельефа и литологии // VIII Междунар. научно-практ. конф. «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии», 19–22 октября 2009 года. Барнаул, 2009. С. 17–19.
- Берлянт А.М.* Геоинформационное картографирование. М: Астрей, 1997. 64 с.
- Берлянт А.М.* Картография. Учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям. М.: Аспект Пресс, 2001. 336 с.
- Ерунова М.Г.* Создание Геоинформационной системы Красноярского заповедника «Столбы» // Заповед. Дело. Научно-метод. зап. комиссии по заповед. делу. Вып. 9. Москва, 2001. С. 76–80.
- Ерунова М.Г.* Геоинформационный анализ и оценка состояния природных ресурсов государственного заповедника «Столбы»: Дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13. Красноярск: КГТУ, 2003. 160 с.
- Коловский Р.А., Бучельников М.А.* Биоиндикация в заповеднике «Столбы»: оценка и прогноз // Тр. гос. заповед. «Столбы». Вып. XVII. Красноярск, 2001. С. 226–244.
- Якубайлик О.Э.* Методы и приемы пространственного анализа в геоинформационных системах: Учебное пособие. Красноярск: изд-во КрасГУ, 2001. 140 с.

Ландшафтно-лесотипологическая структура заповедника

Д.И. Назимова, В.А. Первунин, Е.Ф. Тропина, М.Г. Ерунова

1. Место заповедника в системе лесорастительного и комплексного природного (ландшафтного) районирования

Согласно лесорастительному районированию, заповедник является частью Восточно-Саянской лесорастительной провинции со свойственным ей спектром поясности и особенностями типологического состава лесов (Типы лесов..., 1980). Для приенисейской части Манско-Канского округа характерно влияние долины р. Енисея на типологическую структуру лесов. Здесь сильно проявляются «краевые природные эффекты», связанные с контактом трех крупных природных лесорастительных областей – Западносибирской, Среднесибирской и Алтае-Саянской горной области. Именно здесь элементы флоры, фауны и целые биотические комплексы, свойственные западносибирским и среднесибирским лесостепным предгорным ландшафтам, проникают в низкогорный подтаежный высотный пояс. Примером могут быть комплексы растительных формаций остепненных южных склонов в приенисейской части и в бассейне р. Маны. Поэтому приенисейская часть, куда входит территория заповедника, была выделена из состава Манско-Канского лесорастительного округа в самостоятельный Приенисейский округ (Чередникова и др., 2001).

Сложное геологическое строение поверхности, контрастные сочетания кислых интрузивных и осадочных (часто карбонатных) пород, также усложняют структуру растительного покрова. Наконец, сказывается и разнообразие сукцессионных стадий и возрастных состояний насаждений, особенно в низкогорной части. Все эти факторы приводят к высокому фитоценологическому разнообразию растительности и уникальности отдельных природных комплексов заповедника.

С другой стороны, проявление высотной поясности и типология лесов на основной территории заповедника достаточно репрезентативны для Манско-Канского лесорастительного округа Восточно-Саянской провинции. Есть общие черты, сближающие территорию заповедника и с южной частью Енисейского края, где также распространены пихтовые леса на водоразделах. Поэтому его природные особенности сочетают в себе свойства как уникальности, так и репрезентативности отдельных экосистем и ландшафтов Саян.

Поскольку в лесостепи лежит нижняя ступень высотно-поясного спектра данного округа, а в ближайшем окружении заповедника находится зональная Красноярская лесостепь, то вся приенисейская часть Восточного и Западного Саян относится, по А.Г. Исаченко (1988), к горным семигумидным ландшафтам со свойственной им структурой высотной поясности. Для лесостепного пояса этих ландшафтов свойственно сочетание леса и степи при показателях относительного увлажнения около 1.0 и потенциальной эвапотранспирации ППЭ 0.8–1.2. Однако по условиям увлажнения низкогорного светлохвойного и верхнего темнохвойного поясов климат их относится уже к более влажному – гумидному

(подтайга) и даже к пергумидному (пихтовая тайга) варианту, с ППЭ 0.3–0.8. Коэффициент увлажнения Мезенцева в низкогорье значительно превышает 1.0, а в среднегорье достигает 2.0–2.5 и даже более, о чем можно судить по господству пихты как основного лесообразователя в верхней части водоразделов. Годовые суммы осадков на нижней границе горной тайги составляют 686 мм, выше в среднегорье возрастают до 800 мм, тогда как в лесостепи выпадает около 450–470 мм.

Суммы активных температур (выше 10⁰ С) в среднегорье составляют не более 1500⁰ (с учетом экспозиции склонов), а в лесостепи – 1700–1900⁰. Коэффициент континентальности, напротив, закономерно снижается и в среднегорье составляет менее 50, по сравнению с лесостепью (55.6). Приведенные данные по климату среднегорья получены расчетным путем и методами экстраполяции (Поликарпов и др., 1986). Прямые наблюдения имеются лишь для метеостанции «Столбы» (табл. 1), характеризующей нижнюю границу горной тайги (Справочник..., 1967, 1969).

Таблица 1

Сравнительные данные по климату (по показаниям метеостанций)

| Показатели климата | Красноярск (лесостепь, граница с подтайгой) | Столбы (нижняя граница пихтовой тайги, 536 м н.у.м.) |
|----------------------------|--|---|
| Сумма t >5 ⁰ С | 2092 | 1713 |
| Сумма t >10 ⁰ С | 1790 | 1376 |
| Сумма t >15 ⁰ С | 1196 | 853 |
| Осадки за год, мм | 485 (430) | 686 |

На территории заповедника по ландшафтно-биоклиматическим признакам выделяются два высотных лесорастительных пояса (или высотно-поясных комплекса, ВПК), различные по типологическому составу лесов, а также сезонному функционированию горных экосистем:

1. ВПК светлохвойной и мелколиственной низкогорной подтайги с господством травяных типов леса (200–550, местами до 600 м);
2. ВПК горной тайги с господством пихтовых травяно-зеленомошных лесов (500–750 м) и включениями сосновых интразональных лесов (до 800 м).

В классификации Т.Н. Буториной (1966), разработанной для лесоустройства, они отражены под названиями «пояс низкогорий (подтайги)» и «пояс среднегорий (горной тайги)», объединивший темнохвойные леса с преобладанием пихты и входящие в их контур сосняки на интрузиях граносиенитов. «Переходная зона» (экотон) между двумя поясами образует прерывистую полосу в интервале 450–650 м абс. выс., варьируя в разных частях территории в связи с экспозицией макросклонов. При включении ее в пояс горной тайги площадь горнотаежного ВПК возрастает до 60–70%, а на долю низкогорной подтайги приходится около 30% общей территории. В связи с экспозиционными различиями (подтайга – на световых, пихтовая тайга – на теневых и вогнутых мезосклонах), линейные границы между ВПК во многих местах отсутствуют, по-

этому фрагментарное включение горной тайги в подтайгу (и наоборот) – неизбежно. Аналогично происходит проникновение горных степных фрагментов в подтайгу по южным склонам.

Наряду с поясами Т.Н. Буториной выделены интразональные комплексы долин (на часто переувлажненных почвах) и водоразделов (сосняки на эродированных склонах, сложенных плотными породами гранитного интрузивного комплекса). Их следует разделять по факторам, определяющим их формирование, в две разные группы. Это не только разные, но и прямо противоположные типы условий местопроизрастания. В долинах – повышенное проточное увлажнение позволяет формироваться ельникам, на выходах сиенитовых интрузий – недостаток влаги, а иногда и бедность почвообразующих пород, не допускающие смены сосны на темнохвойные породы. Поэтому здесь господствуют сосняки, даже в условиях увлажнения климата, достаточного для роста пихты и кедра. Более точное название этих сосняков – аazonальные, литоморфные, тогда как долинские ельники относятся к интразональным, нередко гидроморфным и полугидроморфным. Разграничение всех сообществ (и биогеоценозов) на зональные, аazonальные, интра- и экстразональные – первое условие системного анализа ландшафтной структуры территории (Солнцев, 1981; Сочава, 2005).

Разработанные таблицы типов леса и коды классификаторов для лесоустройства 2006–2007 гг. (авторы В.И. Власенко, А.И. Бондарев) частично сохраняют преемственность, хотя не совпадают с предшествующими схемами типов леса (автор Т.Н. Буторина). Они очень детально характеризуют блок растительность. В пределах каждого ВПК, интразональных комплексов и экотона выделены серии типов леса (по сходству лесорастительных условий и лесовостановительных процессов), а далее группы типов леса (с учетом основной породы, коренных и производных формаций) и типы леса. Общее число типов сообществ (лесных, луговых, остепненных, петрофитных, болотных) около 100, что показывает высокую степень детальности в раскрытии пространственной структуры и динамики лесов. Немаловажное значение имеют особенности покрова и подлеска для составления карт специального содержания, включая зоологические, карты растительных горючих материалов (РГМ) и прогноза поведения пожаров (важную информацию несут доминирующие виды, а также группы видов, различные по своим «горючим свойствам»).

Следует отметить, что на данный момент многие черты растительного покрова изменились, поэтому типологический состав на картах спустя 30 лет (с 1977 до 2007 г. лесоустройства не проводилось) не повторяет прежней картины. Однако не все различия объясняются естественной динамикой покрова, сказываются различия в трактовке самих типов леса, изменение подходов к группированию типов леса в серии и группы. Известны также издержки и неточности в определении типов леса из-за несоответствия масштаба планов лесоустройства и той высокой степени дробности типов, которая предложена в классификации лесных фитоценозов. Для выделов, имеющих неоднородный напочвенный покров и большую площадь, практически всегда приходится указывать

лишь один (так называемый преобладающий) тип сообщества, тогда как все другие фитоценозы таксаторы-лесостроители вынуждены игнорировать. При такой генерализации неизбежно возникают искажения даже при высоком разряде лесоустройства. Все указанные моменты, осложняющие инвентаризацию лесов в горах, следует учитывать при проведении статистического анализа по выделительной базе данных в ГИС и построении схем динамики лесных сообществ.

2. Состояние изученности ландшафтной структуры заповедника и методы ее выявления

Согласно «Ландшафтной карте Алтае-Саянского экорегиона» 2001 г., заповедник «Столбы» относится к лесным эрозионно-денудационным низкогорным ландшафтам с крутосклонными, сильно и средне расчлененными низкогорьями, с маломощным суглинисто-щебнистым покровом. Возвышенные водораздельные пространства характеризуются кедрово-елово-пихтовыми лесами на горно-лесных бурых, иногда оподзоленных горных перегнойных почвах, остальная территория обозначается как лиственнично-сосновые, сосново-лиственничные леса на горных дерновых оподзоленных почвах (Самойлова и др., 2001).

На карте А.Г. Исаченко с соавторами (1988) пояс светлохвойных и мелколиственных лесов (контур 61, низкогорье), сменяется выше поясом горной темнохвойной тайги (контур 83), что однозначно говорит о признании этих категорий ландшафтными.

Вслед за другими исследователями *высотные пояса* рассматриваются нами как структурные части одного горного ландшафтного округа. Они различаются, прежде всего, по биоклиматическим показателям (климату, растительности, почвам). Вместе с тем, и по литологии это две разные видовые группы ландшафтов, хотя и довольно сходные между собой (Исаченко и др., 1988).

Наряду с высотной поясностью, специфику ландшафтной структуры заповедника определяет геологическое строение. Оно выступает и главным критерием разграничения видов местностей между собой в тех случаях, когда они находятся в пределах одного ВПК.

Таким образом, в пределах ВПК обычно представлены несколько местностей, и в то же время, в пределах одной местности могут находить место фрагменты соседних ВПК, как проявление экстразональности в ландшафтах. Кроме мозаичного включения фрагментов ВПК, на территории горных ландшафтов могут получать развитие и экотонные переходы по типу спектра (т.е. плавные и постепенные). Однако и для них приходится находить критерии проведения условных границ.

Цель данного раздела – выделить внутри ландшафтного округа и описать различия *видов местностей*. Более детальные единицы картографирования могут быть выделены полностью лишь в более крупном масштабе (в частности, фациальная структура в горах отражается в масштабе 1:5000 или 1:10000). Однако преобладающие группы фаций, практически совпадающие с группами или

сериями типов леса, могут быть представлены и проанализированы на основе создаваемой ГИС.

При ландшафтном картографировании авторы исходили из следующих основных свойств географического ландшафта как природно-территориального комплекса (ПТК) регионального ранга:

- генетического единства всех выделяемых морфологических элементов ландшафта, независимо от их ранга;
- тесной сопряженности всех компонентов ландшафта в пределах природного комплекса;
- пространственной обособленности природных комплексов и их объективного существования;
- закономерностей генетической и пространственной сопряженности ПТК;
- признания структуры ПТК как наиболее важного качественного признака, позволяющего использовать его при ландшафтном дешифрировании и последующем выделении типов леса на ландшафтной основе.

При крупномасштабном ландшафтном картографировании, проводимом на уровне фаций, урочищ и групп урочищ, важное значение приобретает дифференциация почв и растительности в системе элементарных геохимических ландшафтов: элювиальный, транзитный, транзитно-аккумулятивный, аккумулятивный. Им близко соответствуют в горах понятия 1) водоразделов и отрогов хребтов, 2) склонов и 3) долин и логов.

Основные источники ландшафтного картографирования территории заповедника «Столбы». По современным требованиям, выделение ландшафтов и их структурных подразделений (ПТК более низкого ранга) проводится при совместном использовании разномасштабных и разновременных космических и аэрофотоснимков в сочетании с данными наземных исследований (Ландшафтно-интерпретационное..., 2005). К числу основных источников картографирования нами отнесены:

1) Дистанционные материалы (космоснимки и их увеличенные копии; мелкомасштабные аэрофотоснимки, черно-белые или цветные).

2) Топографические карты среднего масштаба (М 1:100000, 1:50000).

3) Тематические природные карты. *Геологические* и геоморфологические карты, содержащие информацию о формах рельефа, поверхностных горных породах и отложениях, их генезисе, физико-химическом и гранулометрическом составе и т.д. Вместе с топографическими картами они обеспечивают выделение единиц по литолого-геоморфологическому сходству. *Почвенные* карты: в них отражаются тесные коррелятивные связи между растительностью, рельефом и характером почвообразующих пород. *Геоботанические* карты территории заповедника или их фрагменты различной степени изученности. Использовалась карта серий типов леса (автор В.И. Власенко), имевшаяся в ГИС, созданной по данным лесоустройства 1977 года М.Г. Еруновой (2003).

4) Литературные и фондовые источники, от которых напрямую зависит кондиционность полученных предварительных ландшафтных материалов. Необходимо отметить, что, несмотря на доступность территории заповедника, литературных источников остается недостаточно, чтобы охарактеризовать многие стороны ландшафтной структуры. Сказалась нехватка соответствующих специалистов, прежде всего, климатологов, геоморфологов, почвоведов. В частности, нет карты почвенного покрова, для которой недостает исходной информационной базы и разработанной современной классификации, а прежняя классификация и почвенная карта 1959 г. несовершенны и потому имеют очень ограниченное значение. В ряде случаев приходится прибегать к использованию данных по смежным территориям, где могут встречаться ландшафты-аналоги. Отсутствие кондиционной почвенной карты ограничивает возможность использования признаков почв при детализации ландшафтной структуры местностей, поэтому характеристика почвенно-гидрологических условий (режимов влажности и трофности) дана в самом кратком виде, с привлечением индикаторных свойств растительности.

Составление предварительной ландшафтной основы. При исследовании ландшафтной структуры в качестве основного метода принят дедуктивный, предполагающий путь от общего к частному, от высших единиц к низшим. Этот метод позволяет проводить выделение диагностических признаков ПТК среднего ранга на аэрокосмических материалах. На космических и аэроснимках и их увеличенных отпечатках хорошо читается ландшафтная морфологическая структура территории. База данных ГИС, существующая в заповеднике с 2000 г., дополнена нами серией снимков из космоса (NOAA, Terra/Modis, Landsat), собранных в отдельный блок. При дешифрировании и сравнении отдельных снимков удается проследить некоторые внутриландшафтные границы и выявить степень их пространственно-временной изменчивости в разные сроки съемок (Назимова и др., 2008).

При составлении предварительной ландшафтной карты среднего масштаба учитываются, прежде всего, прямые (физиономические) признаки ландшафта. Признано, что лучшим индикатором морфологической структуры ландшафта в заповеднике являются рельеф и растительность, отражающие изменение в пространстве всех остальных компонентов природной дифференциации. Поэтому систематизация материалов выполнена с учетом уже имеющихся многолетних научных результатов сотрудников заповедника. Все эти условия составления карты определили специфику и последовательность создания контурной ландшафтной основы в рамках общей технологии ландшафтного картографирования, изложенной выше.

Ландшафтное картографирование осуществляется на трех уровнях – обзорном (мелкомасштабные карты), региональном (средний масштаб) и топологическом (внутриландшафтное картографирование). Для первого уровня нами использованы снимки NOAA и TERRA/Modis. По ним установлена принципи-

альная возможность выделения высотных зон на всем горном юге Красноярского края. Для приенисейской части Саян, включающей территорию заповедника, проведена идентификация трех категорий – *светлохвойно-мелколиственной подтайги, горной темнохвойной тайги и фрагментов остепненных склонов* (лесостепных комплексов на склонах к Енисею и его притокам). Этот шаг позволил встроить эти категории в общую систему ландшафтной легенды обзорного масштаба (Исаченко и др., 1988). Далее следовало использовать полученные материалы для последующей детализации и уточнения границ местностей. Сложность использования указанных видов космосъемки заключается в слабом разграничении таких формаций, как сосновая и темнохвойные (пихтовая, смешанная темнохвойная и лиственнично-темнохвойная и др.). Ельники долинные выделяются достаточно отчетливо, но их площади при низком пространственном разрешении снимков сильно преувеличены. Потребовались исходные материалы более крупного масштаба. Поэтому весь последующий этап связан с уже имеющимися тематическими картами среднего и крупного масштаба. Они были необходимы для получения конкретных характеристик-индикаторов местностей на всей исследуемой территории.

Определение индикаторов местностей. По тематическому характеру индикаторы подразделяются на гео-, лито-, почво-, био-, гидроиндикаторы, среди которых *рельеф* и его элементы являются основополагающими во внутреннем строении геосистемы и базой для ее детальной «сегментации». Рельеф характеризует (индицирует) условия увлажнения, дренажа, влияет на интенсивность склоновых процессов и накопление минеральных и органических веществ, их перенос, почвообразование в целом и характер почв и, в конечном счете, на растительный покров. Вследствие этого, при анализе тематических картографических источников и отборе необходимой информации для создания ландшафтной контурной основы, в первую очередь, необходимо собрать информацию с геолого-геоморфологических карт, контурной основой, уже намеченной по зональным (высотно-поясным) различиям растительности. Она сопоставлялась с геологией и рельефом, что дало основание для уточнения контурной основы и ее детализации на местности.

Растительный покров отражает своей структурой самые различные стороны функционирования ландшафтов, в том числе и восстановительную динамику. Поэтому данные карт растительного покрова (геоботанических, ботанико-географических, экологических и др. с соответствующими детальными категориями динамики), также необходимы для ландшафтного дешифрирования, они выступают как важные индикаторы на этапе предварительного картосоставления и на всех последующих этапах. Ими проверяется правильность разграничения всех категорий ландшафта, включая местности, группы урочищ, группы фаций и фации. Такой подход наиболее рационален, т. к. позволяет при максимально возможном сокращении сроков картографических работ получить достаточно объективную и детальную информацию.

Границы геокомплексов, выявленных при предварительном ландшафтном дешифрировании, являются, как правило, достаточно условными и субъективными. Поэтому следующим этапом создания контурной ландшафтной основы является ряд операций по послойному наложению тематических (компонентных) картографических материалов с их контурной структурой на предварительную ландшафтную основу, полученную при дешифрировании дистанционных материалов.

Послойное наложение картографических материалов, предварительно приведенных к одному масштабу, или с четким выделением гидрографической сети, осуществляется в следующем порядке:

- геологические карты и картосхемы различных типов (тектонические, литологические, стратиграфические, поверхностных отложений и др.) на район исследований;
- геоморфологические карты и картосхемы;
- картосхемы рельефа, составленные на основе топографических карт и отражающие «пластику» рельефа (формы макро- и мезорельефа, высоту, крутизну и экспозицию склоновых поверхностей) или его комплексы;
- почвенные карты различных типов;
- картосхемы растительного покрова, составленные на основе разновременных геоботанических карт, из которых наиболее целесообразно использовать следующие:
 - формационные (с показом контуров основных (главных) лесных пород);
 - субформационные (с показом контуров сопутствующих пород);
 - картосхемы серий растительного покрова (типов леса), выделенных по почвенному покрову и подлеску;
 - другие геоботанические картосхемы, из которых наиболее существенны картосхемы бонитетов древостоев, типов местообитаний (по Погребняку и Воробьеву) и элементов рельефа, фиксируемых лесоустроителями в таксационных описаниях и планах лесонасаждений;
- фондовые картографические материалы, особенно картосхемы, входящие в состав проектов организации лесного хозяйства за последние два-три ревизионных периода;
- литературные (с тематическими картосхемами, топоэкологическими профилями и описаниями, составленными специалистами различного профиля).

Уточнение границ ландшафтных выделов представляет собой ряд весьма трудоемких операций, особенно на последнем этапе картосоставительских работ. Это связано с большим разнообразием растительного покрова как индикатора разнообразных условий среды. Поэтому при послойном наложении тематических карт одновременно проводится анализ связей видимых признаков растительности и рельефа с литологией, почвенным покровом, климатическими параметрами, другими замаскированными компонентами ландшафтной структуры. Отбираются наиболее значимые и информативные для данных целей признаки.

На окончательном этапе картосоставления приходится проводить границы структурных выделов ландшафтной контурной основы в соответствии с границами лесных выделов на планах и картосхемах последнего лесоустройства (т. е. условно зафиксировать их совпадение).

В связи с достаточно детальной проработкой имевшихся материалов после предварительного анализа можно сказать, что выделы на карте групп типов леса, лугов или степной растительности, имеющиеся в ГИС 2007 г., по исходным принципам их разграничения уже достаточно приближены к группам и классам фаций в трактовке ландшафтоведов сибирской школы (Сочава, 2005 и др.). Эту возможность следует использовать для отражения более детальной внутренней структуры выделенных местностей, с соответствующей интерпретацией готовой контурной основы. Так, в динамическом плане ландшафтоведами признается выделение коренных и мнимокоренных фаций, что близко к таким понятиям лесоведения, как коренные (условно-коренные) и производные (коротко- и длительнопроизводные) типы сообществ. Ландшафтоведы сибирской школы не выделяют на картах ни урочищ, ни местностей, а только геосистемы разного ранга (Ландшафтно-интерпретационное..., 2005). Ключевая единица регионального уровня, отражаемая на всех картах ландшафтной структуры, – *геом*, в нашем представлении, близка к виду местности. Объединения геомов по зональной принадлежности, выраженной через типологическое сходство растительности, дает зональные типы ландшафтов (в горах это высотные пояса). Таким образом, классификация местностей (или геомов) встраивается в общую систему классификации ландшафтов более высокого (зонального и высотно-зонального) уровня. На зональном уровне классификация ландшафтов смыкается с классификацией наземных экосистем (биомов).

В результате вышеизложенных приемов и технологических операций по созданию ландшафтной контурной основы была составлена карта ландшафтных местностей и дано их краткое описание, где содержится информация о:

- географическом положении, абсолютной высоте, формах рельефа с их привязкой к речным системам, характеристикой элементов рельефа;
- характере геоморфологических процессов, их связи с геологическим строением и почвообразовательными процессами, гидрологическим режимом;
- формационном и типологическом составе лесных и нелесных сообществ и их соотношении;
- преобладающих группах коренных и производных фаций (с учетом серий растительных группировок);
- особенностях динамических процессов в растительном покрове.

3. Описание местностей

Ниже приводится краткое описание местностей и результаты сравнительного анализа. Количественные соотношения лесных формаций, определяемые по преобладанию в составе (по запасу) одной древесной породы, соотношения групп формаций, групп и серий типов леса, приведены по данным последней инвентаризации 2007 г.

Местность № 1 «Столбинская». Столбинское нагорье с прилегающими низкогорьями приенисейской части заповедника, с обилием сиенитовых скал, с господством подтаежных светлохвойных травяных лесов и участием интразональных сосняков и темнохвойной тайги.

Границы проходят по орографическим рубежам, охватывая все выходы скал в один общий контур местности. Северо-западная окраина является границей между водосборным бассейном собственно Енисея (руч. Лалетина) и бассейном р. Базаихи (р. Моховая). Территория охватывает все Столбинское нагорье, хр. Откликной, Каштачную и Такмаковскую гривы, полностью включая Столбовский сиенитовый массив.

Абсолютная высота водоразделов 600–700 м. Относительные превышения над долинами 250–400 м, эрозионное расчленение выражено в максимальной степени по сравнению с другими местностями.

Долины ручьев Лалетина (верховья), Моховая, рч. Калтат (нижнее течение) и их мелких притоков, как правило, узкие, с крутыми залесенными склонами, при средней крутизне 16–20⁰, местами до 30⁰ и более.

Уникальность и живописность ландшафтов данной местности создали известность заповеднику «Столбы» в России и за ее пределами. На фоне горных лесов резко возвышаются сиенитовые останцы – «столбы»: Такмак, Китайская стена, 1-й Столб, 2-й Столб, Манская стенка, Воробушки, Крепость и др. В пределах данной местности расположен ТЭР. Степень антропогенной нарушенности оценивается как умеренная, в основном, вдоль троп.

Подтайга абсолютно господствует по площади (более 70%) и представлена светлохвойными и мелколиственными мезофильно-травяными лесами смешанного состава с господством сосны. Большая часть из них относится к условно-коренным, остальная – к производным группам фаций. Как и всюду, группы фаций подразделяются на *склоновые, водораздельные и долинные*.

Основные склоновые группы фаций составляют сосняки с лиственницей разнотравно-осочковые, спирейно-осочковые, сосняки и осинники осочково-крупнотравные, разнотравно-орляковые, занимающие разные по экспозиции и крутизне склоны. Приуроченность к мезорельефу нечеткая. Менее распространены склоновые и приводораздельные группы фаций лиственничных лесов со сходным травяным покровом и березняки, производные на месте сосняков и лиственничников. В долинах господствуют производные мелколиственные, реже – коренные осиново-еловые группы фаций с повышенным увлажнением (крупнотравные, приручейные и др., без признаков заболачивания.) Разнообразно представлен комплекс азональных боровых сосняков на элюво-делювии сиенитов и граносиенитов – сосновых «боров» и «суборей» (бруснично-разнотравных, чернично-осочковых, кустарничково-зеленомошных и др.). Боровые фации – один из характерных признаков ландшафтной структуры данной местности.

Горная тайга получает развитие только вблизи южной границы местности с 450–500 м. Пихтарники осочково-зеленомошные, мелкотравно- и крупнотравно-зеленомошные на теневых отрогах хребтов образуют сочетания с интра-

зональными сосновыми борами. Их общая площадь менее 30% от всей площади местности. Господствуют таежные склоновые и водораздельные зеленомошные группы пихтовых и сосновых (с лиственницей) фаций, с кустарничковым и осочковым покровом. Здесь же встречаются приручейные еловые с пихтой и лиственницей группы фаций по логовам и узким долинам ручьев (5% общей площади).

Все леса данной территории проходят стадии восстановительной и возрастной динамики. Под пологом светлохвойных и мелколиственных насаждений активнее других хвойных возобновляется пихта, в долинах – ель. При нарушениях в долинных комплексах и на склонах появляются осина, береза. Пожары на современном этапе уже практически не сказываются на динамике лесов, прошедших стадию восстановления и развивающихся по типу возрастных смен, на фоне циклических колебаний климата.

Продуктивность коренных и условно-коренных фаций сильно варьирует (I-IV классы бонитета).

Местность № 2 «Приенисейская». Пониженные водоразделы (до 500-550 м) и склоны низкогорий со светлохвойными (лиственнично-сосновыми) и мелколиственными подтаежными лесами, преимущественно на карбонатных породах.

Занимает северо-западную окраину заповедника, примыкающую к местности 1. Спецификой его является широкое распространение известняков кембрийского возраста и развитие карста (есть карстовые пещеры). В направлении от водоразделов к долинам крутизна склонов меняется: от 10–15° в верхней части склонов до 25–40° – вблизи русел рек.

На фоне преобладания подтаежных склоновых и водораздельных групп фаций на крутых южных склонах характерны частые включения остепненных кустарничково-травяных и петрофитных лесостепных фаций. В отличие от соседних местностей, здесь практически нет темнохвойных массивов на водоразделах. Это наиболее типично выраженная светлохвойная подтайга (с преобладанием разнотравных, крупнотравных, разнотравно-орляковых, кустарничково-разнотравных склоновых и долинных групп фаций) и фрагментарная горная лесостепь. Ей свойственен весь комплекс особенностей растительности и животного мира, характерных только для приенисейской части Восточного Саяна. Долинные комплексы фаций представлены березняками, лугами, кустарниками. Ельников, типичных для большинства долин заповедника, сравнительно мало, тогда как березняков, производных на месте сосново-лиственничных коренных лесов, больше, чем во всех остальных местностях. Сказывается большая относительная нарушенность Приенисейской части.

В ходе восстановительных смен после пожаров и антропогенных влияний сосна в последние века постепенно вытесняет лиственницу и расширяет сферу своего господства. Продуктивность коренных лесов оценивается II-III классами бонитета.

Местность № 3 «Слизневская». Западная часть основного водораздела (хр. Листвяжный) с преобладанием пихтовой горной тайги на осадочных породах рифея и венда.

Включает краевую часть водораздела и весь остальной бассейн руч. Слизневой Рассохи, кроме верховьев (местность 4). На севере граничит по основному хребту с местностью 2, на юге, по водоразделу с руч. Бол. Индей, проходит граница с местностью 6.

Абсолютные высоты возрастают от 300–400 м в долинах до 600 м на водоразделах, что позволяет проявиться высотной поясности. На водоразделах местами сохранились участки древнего пенеплена с крутизной около 5° , степень расчленения слабая, но заболоченность отсутствует. Крутизна склонов вблизи рек достигает 20–30 $^{\circ}$.

Речная сеть, образованная системой притоков руч. Слизнева Рассоха, имеет направление «юг – север», и только основная широкая долина реки открыта на запад. Как следствие, преобладают склоны западной и восточной экспозиции.

Более 50% лесов с преобладанием пихты и 20% – лиственничников с участием пихты. Пихтарники начинаются на отрогах и водоразделах уже с высоты 500 м, образуя высотный пояс. Группы фаций водораздельных плакорных поверхностей представлены коренными пихтово-еловыми травяно-зеленомошными (крупнотравными, осочковыми и др.) лесами; склоновых и приводораздельных среднегорных – пихтарниками осочково-зеленомошными, крупнотравными, лиственничниками и пихтарниками травяно-зеленомошными северных склонов (крупнотравно-кисличными, осочково-зеленомошными).

Подтаежные сосняки и лиственничники тяготеют к более низким участкам и южным склонам, поднимаясь здесь до 600 м. Склоновые фации подтаежных лиственничных кустарничково-крупнотравных (наиболее влажных) и сосновых разнотравно-осочковых, спирейно-осочковых (наиболее мезофильных) лесов занимают южные покаты Листвяжного хребта.

Смешанные темнохвойно-светлохвойные леса приурочены к бассейну руч. Слизнева Рассоха, образуя широкий экотон как на северном, так и на южном склоне ее долины. Распространены влажные темнохвойно-сосновые и лиственничные склоновые фации, которые имеют характер переходный к таежному (присутствие крупного пихтового подроста, осочково-, мелкотравно- и кустарничково-зеленомошный покров). По долинам и по вогнутым склонам широко распространены ельники крупнотравно-вейниковые с лиственницей и пихтой, они поднимаются от устьев до самых верхних частей водоразделов (550–600 м н. у. м.), составляя еще одну особенность данной водораздельной местности.

Горно-таежные пихтарники водораздельных фаций имеют в составе примесь ели, лиственницы либо сосны и преобладают на высотах 500–700 м. Лиственничники и сосняки выше 500 м также являются горнотаежными (кустарничково-, мелкотравно- и осочково-зеленомошные группы фаций наиболее характерны для всей данной местности). Из мелколиственных фаций на невы-

соких водоразделах встречаются спелые осинники крупнотравной серии, почти чистые по составу, имеющие длительно-производный характер.

Степень рекреационной и пожарной нарушенности лесов незначительная, но резко возрастает вблизи долин основных рек. Производительность оценивается I-III классом бонитета.

Местность № 4 «Калтатская». Пенепленезированные водораздельные пространства Центрального хребта с общим преобладанием темнохвойных травяно-зеленомошных лесов и включениями таежных и интразональных сосняков, на сиенитах и осадочных породах.

Занимает центральную часть заповедника. Геологический фундамент составляют преимущественно сиениты Абатакского интрузивного массива и прорванные им породы рифея-венда. Плакорные поверхности водораздельного пространства высотой до 650 м на севере и до 700 м на юге обеспечивают преобладание пояса горной пихтовой тайги. Степень расчленения наименьшая по сравнению с другими местностями, лишь по окраинам, вдоль границ она увеличивается. Соответственно, возрастают и уклоны: с $2-10^0$ в приводораздельных и средних частях склонов, до $16-25^0$ – в нижних частях.

Основная река местности – Калтат, верховья ее протекают по слабо расчлененной поверхности водораздела. В непосредственной близости к Калтату лежат верховья Слизневой Рассохи, Большого Индея, Сынжула, Намурта. Пологий характер рельефа в сочетании с высокой обводненностью ведет к формированию переувлажненных почвенно-растительных комплексов.

В ландшафтной структуре характерны горно-таежные темнохвойные группы фаций слабо дренированных вогнутых участков: пихтарники с елью хвощево-вейниковые, крупнотравные, на дренированных участках – приводораздельные мелкотравно-зеленомошные, в долинах – приручейно-крупнотравные и зеленомошные ельники с пихтой. Среди сосняков доминируют чернично-, кустарничково- и осочково-зеленомошные склоновые фации. Участие их по южной окраине данной местности вызвано геологическим строением, близостью интрузивных кислых пород и особенностями рельефа. В отличие от всех ранее описанных местностей, очень мало сосняков разнотравных.

Леса достигли стадии зрелости по возрасту и перешли в состояние условно-коренных, близких к климаксу. Это коренные и мнимо-коренные (по терминологии ландшафтоведов) фации. Восстановление их после пожаров может идти как со сменой на березу, так и без смены пород. Производительность оценивается III-IV классом бонитета, доходя до V в наиболее заболоченных местообитаниях. Степень нарушенности вырубками и пожарами минимальная.

Местность №. 5 «Кайдынская». Повышенные плакорные поверхности Кайдынского хр. и прилегающие склоновые расчлененные поверхности с темнохвойной (пихтовой) тайгой на рифейских толщах.

Граница с местностями № 3 (склон к Мане) и № 8 (бассейн Б. и М. Инжулов) определена по доминированию темнохвойной (пихтовой) тайги, с мест-

ностью № 4 – по тектоническому разлому, к которому приурочены долины ручьев М. Инжул и Колокольня. Здесь господствуют основные вулканические и осадочные (часто карбонатные) породы рифея. Еще один структурно-денудационный уступ на западной окраине выражен в рельефе в виде границы сильно расчлененного бассейна руч. Б. Индей.

По сравнению с предыдущим (хр. Центральный), обширное пространство водораздела Кайдынского хребта занимает более высокий гипсометрический уровень, располагаясь на высотах от 600 до 832 м н. у. м. Крутизна склонов на уровне 600–750 м не превышает 5–10⁰, и лишь по окраинам местности уклоны составляют более 10⁰. Наименьшая расчлененность рельефа характерна для верхней ступени водораздела с крутизной менее 5⁰. Кайдынский хребет имеет явно асимметричный профиль: юго-западная (Манская) его часть короткая, слабо расчлененная, а северо-восточная (Базайская) имеет сильно расчлененный характер и включает веерообразную структуру приводораздельных водосборов верховий Б. Инжула. Они имеют характерную вогнутую чашевидную форму, с чем связано переувлажнение почв и приуроченность к ним ели и кедра.

В горно-таежном поясе, единственном в данной местности, типологический состав фаций повторяет описанный в предыдущей местности. Господствуют типичные таежные плакорные пихтарники травяно-зеленомошные, с вейником тупоколосковым, крупнотравьем, местами папоротниками (небольшие участки). На выпуклых дренированных склонах и отрогах – пихтарники мелкотравно-зеленомошные, чернично-осочково-зеленомошные, на вогнутых склонах с повышенным проточным увлажнением и в долинах – крупнотравно-вейниковые, хвощево-вейниковые, приручейные травяно-зеленомошные. В этих группах фаций пихта содоминирует с елью, а местами и с кедром.

Часть пихтарников и ельников имеет в составе примесь кедра, а также лиственных пород. Примесь светлохвойных пород менее заметна, чем во всех ранее описанных местностях. Производительность лесов оценивается III–IV классом бонитета, реже II или V классами.

Кратковременная смена после верховых пожаров возможна как на осину, так и на березу, но успешное возобновление пихты и ели говорит о прочных позициях этих пород. Кедр почти нигде не является господствующей по запасу породой, но в данной местности его больше, чем в других на водоразделе.

Местность №. 6 «Манская». Юго-западный крутой макросклон к р. Мане, с подтаежными и таежными светлохвойными (лиственнично-сосновыми) лесами и петрофитными сообществами скал преимущественно на рифейских породах.

Эродированные крутосклонные поверхности манской покати главного водораздела имеют юго-западную и южную экспозиции, что определяет общие особенности почвенно-растительного покрова. Здесь также же расположены участки фрагментарно представленной долины р. Маны вдоль границы заповедника.

Граница с водораздельной частью Кайдынского хребта четкая, выделяется по структурному уступу и перегибу склона, за которым начинается полное господство пихтовой тайги. Юго-восточная граница, отделяющая бассейны рек Мана и Базаиха, проведена по руч. Берлы и имеет нечеткий характер, т. к. пихтарники по отрогам водораздела здесь спускаются близко к Мане.

Макросклон к р. Мане слагается преимущественно вулканитами, хлоритовыми и кремнистыми сланцами, а также известняками Бахтинской свиты (рифей); меньшую долю составляют осадочные породы верхнего рифея и венда. Весь макросклон имеет большую крутизну ($20\text{--}35^\circ$), а отроги хребтов с высотами до 650–700 м близко подходят к берегу, обрываясь в реку скальными уступами и осыпями. Местами встречаются безлесные участки склонов со скальными обнажениями и петрофитными фациями на примитивных дерновых и черноземовидных почвах.

Подтаежные сосняки и лиственничники с сосной в комплексе с интразональными сосняками повсеместно господствуют на склонах и отрогах хребтов до высоты 650–700 м. Группы фаций подтаежного пояса – лиственнично-сосновые световых склонов разнотравно-осочковые и разнотравно-орляковые, на выпуклых участках склонов – спирейно-осочковые, приводораздельные кустарниково-злаковые, на вогнутых – осочково-крупнотравные лиственничники. Присутствие пихты и ели в них минимальное (в виде подроста и единичных деревьев). Это отличительный признак состава лесов данной местности. В долинах Большого и Малого Индея ограниченное распространение имеют условно-коренные фации ельников, шире представлены производные фации березняков, кустарников, лугов антропогенного происхождения. В веерообразных верховьях ручьев отчетливо фиксируются фации осинников крупнотравных – это второй диагностический признак низкогорной манской подтайги. Третьим можно считать лиственничники спирейно- и злаково-разнотравные (крупнотравные), приуроченные к уступу водораздела Кайдынского хребта. Они маркируют часть границы между местностями 5 и 6.

Выше 560 м сосняки повсеместно имеют уже характер горно-таежных (с зелеными мхами, осочкой, брусникой, черникой) и связаны с выходами кислых коренных пород. Они аналогичны фациям азонального комплекса, встречающимся в предыдущих местностях (1, 4), однако пихты здесь мало даже на высотах более 560 м.

Долинный комплекс р. Маны выделяется фрагментарно в виде элементов ландшафтной структуры данной местности. Они образуют самостоятельную группу урочищ части аллювиальной аккумулятивной долины р. Маны со светлохвойными подтаежными и темнохвойно-мелколиственными травяными лесами, кустарниками и лугами, имеющей распространение за пределами заповедника.

Местность № 7 «Абатакская». Гора Абатак и прилегающие отроги Центрального хребта на интрузивном геологическом основании с господством подтаежных мезофильно-травяных лесов и интразональных сосняков.

Границы местности близки к границам Абатакского сиенитового массива и лежат по орографическим рубежам: водораздел с руч. М. Индеем на юге и долины ручьев Плетняжка и Намурт – на северо-востоке. При общей приподнятости над окружающими местностями (абсолютные высоты водораздела 650–700 м, максимальная отметка 803 м), расчленение рельефа относительно слабое, преобладают склоны крутизной 11–20°, с возрастанием крутизны от вершины горы к долинам рек. Преобладание в составе почвообразующих пород кислых вулканитов определило господство сосновых лесов на высотах до 800 м при ограниченном участии пихтовой тайги.

Местность характеризуется сочетанием подтаежных разнотравных (осочковых, орляковых) и горнотаежных (кустарничково-зеленомошных, осочково- и мелкотравно-зеленомошных) сосновых и смешанных лесов на продуктах выветривания интрузивных пород (граниты, щелочные граниты, граносиениты, гранодиориты). Относительно высока доля производных склоновых групп фаций (березняки, осинники тех же серий, что и коренные хвойные, в т.ч. крупнотравно-осочковые, кустарничково-осочковые на световых суховатых склонах). В седловинах и ложбинах смешанные с пихтой и елью крупнотравно-вейниковые фации, обязанные своим распространением повышенному почвенному увлажнению.

Ход восстановительной динамики определен низкой долей участия пихты, в силу литологических особенностей, что позволяет доминировать соснякам интразональной природы.

Местность № 8 «Инжульская». Северо-восточный макросклон к р. Базаихе с низкогорной подтайгой и смешанной тайгой, с развитым комплексом долинных лиственнично-пихтово-еловых лесов на осадочных породах рифея-венда.

Включает всю восточную покатку Кайдынского хребта к долине р. Базаихи от ручья Малый Инжул до ручья Веселый. Границы определены по орографическим рубежам и отделяют местность от соседних, с преобладанием пихтовых водораздельных фаций.

Второстепенные водоразделы, примыкающие к Кайдынскому хребту, вытянуты в восточном направлении и имеют высоты 500–600 м н. у. м., абсолютные высоты долин – более 250 м. Крутизна склонов в среднем 11–20°, и лишь местами (вблизи русел рек) доходит до 30°. В геологическом фундаменте преобладают осадочные породы венда и рифея, продукты выветривания которых разнообразны и служат почвообразующими породами.

Территория сильно расчленена системой ручьев Большого и Малого Инжулов. В нижнем течении долины их разработаны и имеют корытообразный профиль. В верховьях с веерообразным рисунком водосборов чаще всего встречаются осинники и ельники. Состав коренных и условно-коренных фаций наи-

более сложный, в силу обычного присутствия второго яруса и подроста пихты и ели. Господство до 600 м сохраняется за сосняками, в которых обычна примесь темнохвойных, березы и лиственницы. По всей территории местности долины заняты ельниками с пихтой. Наличие в долинных еловых фациях лиственницы и сосны можно рассматривать как реликт последнего этапа четвертичного времени.

На световых склонах отмечено преобладание подтаежных сосняков осочково-разнотравных, на теневых – осочково-, кустарничково-, и мелкотравно-зеленомошных смешанных темнохвойно-сосновых и лиственничных фаций. На водоразделах и в седловинах господствуют горнотаежные лиственничники и пихтарники с участием сосны и березы осочково-зеленомошные, крупнотравные, мелкотравно-зеленомошные.

Нарушенность пожарами сказывается в заметной примеси березы. Восстановительные сукцессии направлены в сторону смены сосны и лиственницы пихтой, возобновление которой протекает активно почти во всех фациях. Производительность сосняков оценивается II-IV классами бонитета, пихтарников и ельников в основном III-V.

Местность № 9 «Сынжувская». Пониженные водоразделы (до 500–550 м) и склоны низкогорий со светлохвойными (лиственнично-сосновыми) и мелколиственными подтаежными лесами, преимущественно на карбонатных породах.

Примыкает к юго-восточной границе местности 1 и включает междуречье ручьев Сынжул и Намурт. Границы местности определены по абсолютному господству светлохвойной подтайги. Геологический фундамент представлен преимущественно осадочными породами венда, с широким распространением известников и мергелей.

Подтаежные сосняки и производные мелколиственные склоновые группы фаций абсолютно доминируют. Примесь пихты и ели вблизи долин и участие ельников вдоль русел ручьев придает им характер переходный к таежным. Распространены мезофильные фации разнотравной и крупнотравной групп.

Исходя из описаний местностей, можно видеть, что местности как ландшафтные категории обладают единством фациальной структуры, литолого-геоморфологического основания, общими внутренними закономерностями распределения растительности по рельефу. В связи с расчлененным рельефом они имеют разнообразный набор коренных групп фаций, совпадающих по объему и принципам выделения с коренными группами и сериями типов леса. Между близкими по экологии группами фаций нет четких различий по экспозиции и абсолютной высоте. Более четко выражены различия фаций по положению в мезорельефе (водораздельные, склоновые, долинные), причем, выпуклая или вогнутая форма склона является наиболее информативным признаком и определяет группу фаций.

Большая часть местностей принадлежит преимущественно одному из двух высотных поясов – подтаежному или горно-таежному, но включает фрагменты смежного высотного пояса (экстразональные фации степей или тайги в подтайге). Возможен и экотонный переход в виде мозаики смешанных темнохвойно-светлохвойных склоновых групп фаций – в местностях 3, 7 и 8. Для других местностей границы высотных поясов более отчетливы, варьируя от 450–500 м на большей части территории до 550–650 м на юго-западном склоне к р. Мане (местность 6) и в приенисейской части.

Общими для всей территории заповедника являются закономерности высотной поясности: приуроченность пихты к верхнему (горно-таежному) поясу и господство сосны и лиственницы в нижнем (подтаежном). Повсеместной является и приуроченность к долинам ельников и пихтово-еловых лесов, образующих интразональные комплексы.

Специфику подтаежного и горно-таежного поясов составляют азональные (литоморфные) фации сосняков на выходах кислых интрузивных пород – гранитов, сиенитов, которые четко отличаются от подтаежных сосняков по типологическому составу и по присутствию крупного подроста темнохвойных пород, поэтому в классификации они относятся к разным ВПК.

Из сравнения выделенных местностей видно, что они могут быть естественным образом объединены в четыре группы.

Две местности (2, 9) сходны по преобладанию светлохвойной подтайги и наименьшей по сравнению с другими частями заповедника доле участия пихтовых водораздельных фаций (только вблизи границ с основными водораздельными местностями). Долинных еловых фаций также меньше, чем в других местностях. Господствуют склоновые светлохвойные группы фаций в связи с относительно сниженным уровнем водоразделов.

Всеми вышеперечисленными качествами обладает и местность 1, имеющая вместе с тем уникальный характер ландшафта, благодаря контрастному сочетанию разнотравных сосняков с участками степной и лесостепной растительности, с горной темнохвойной тайгой, сосновыми борами на интрузивных породах и многочисленными скалами.

Две местности (7,8) восточной (Базайской) покати основного водораздела сходны по преобладанию смешанной светлохвойной подтайги при заметном участии горной тайги. Позиции пихты в ходе лесовосстановительных и возрастных сукцессий здесь намного сильнее, чем в первых двух.

Местность 6 (Манский склон водораздела), в отличие от местностей 7 и 8 (Базайский склон), характеризуется наиболее устойчивыми позициями сосны и лиственницы, тогда как темнохвойные лесообразователи неустойчивы. Несмотря на наличие подроста и второго яруса из пихты и ели в ряде групп фаций, процесс смены на пихту не идет до конца. Этому препятствует высокая природная пожарная опасность, слабое развитие и каменистость почв на крутых склонах. Поэтому граница темнохвойной тайги поднимается до абсолютных высот 600–680 м, а сосновые склоновые и водораздельные фации подтаежного и переходного к таежному типов господствуют повсеместно.

Местности 3 (южная часть Листвяжного хр.), 4 (Центральный хр.) и 5 (Кайдынский хр.) – это повышенные водораздельные пространства и прилегающие склоны с *господством темнохвойной тайги*. Геоморфология их едина – это складчато-глыбовые среднегорья на герцинских и каледонских структурах, сложенные сцементированными и метаморфизованными осадочными, эффузивными и интрузивными породами. По биоклиматическим условиям местности 3, 4 и 5 (главный водораздел) имеют явные отличия от соседних (склоны к Енисею, Мане и Базаихе), что было показано ранее при характеристике высотных лесорастительных поясов. Их отличия в климате выражаются в более мощном снежном покрове в горной тайге и более поздних сроках его таяния, в больших суммах летних осадков и, что наиболее значимо для всех компонентов биоты, – в большем относительном увлажнении за счет сочетания избыточного увлажнения с умеренными температурами лета. Соответственно, природная пожарная опасность в темнохвойной тайге минимальна. Сроки начала вегетации сдвинуты почти на 2 недели по сравнению с низкогорьями, а сроки конца вегетации опережают те же сроки в низкогорной подтайге на 5–12 дней. Таким образом, ритмы природы в группе водораздельных местностей существенно отличаются от других. Во всех остальных местностях они могут считаться довольно близкими.

Возвращаясь к вопросу выделения ландшафтов и их структурных частей с позиций проведенного анализа, можно заключить, что наиболее существенная природная граница на территории заповедника – это граница *водораздельных, преимущественно темнохвойных, горно-таежных местностей* и склоновых преимущественно *низкогорных светлохвойных подтаежных местностей* (рис. 1). Они соответствуют выделяемым на обзорных картах подразделениям легенды (Исаченко и др., 1988; Самойлова, 2001; Ландшафтно-интерпретационное..., 2005) и близки им по своим природным характеристикам. Таким образом, выполненная классификация встраивается в обобщенную классификацию ландшафтов гор Южной Сибири, а высотные ландшафтные пояса представляют собой не что иное, как группы и классы местностей, или геомов. Уникальность природы заповедника наиболее ярко выражена в местности Столбинского нагорья, которая включает в себя всю территорию ТЭР.

К последующему этапу крупномасштабного картографирования ландшафтной структуры можно переходить лишь имея крупномасштабную топографическую основу (1:10000). В этом масштабе можно картографировать реальные контуры типов леса, а также фаций и урочищ.






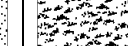

Ландшафтно-лесотипологическая структура заповедника "Столбы"

Авторы Ерунова М.Г., Назимова Д.И., Первунин В.А., Тропина Е.А.



Рисунок 1 – Ландшафтно-лесотипологическая структура заповедника «Столбы»

Легенда к карте Ландшафтно-лесотипологическая структура заповедника «Столбы». Таблица классов, формаций, серий типов леса

| Серии типов леса | | Формации | | | | | | | Без леса |
|---|------|---|---|---|---|---|---|---|----------|
| | | С | Л | П | К | Е | Б | Ос | |
| | |  |  |  |  |  |  |  | |
| Класс А. Степные и лесостепные предгорные и низкогорные склоновые | | | | | | | | | |
| Кустарниково-разнотравные | КСРТ | | | | | | | | |
| Разнотравно-остепненные | РТО | | | | | | | | |
| Класс Б. Подтаежные южносибирские водораздельно-склоновые | | | | | | | | | |
| Кустарниково-осочковые | КСОС | | | | | | | | |
| Разнотравно-осочковые | РТОС | | | | | | | | |
| Кустарниковые крупнотравные | КСКТ | | | | | | | | |
| Осочково-крупнотравные | ОСКТ | | | | | | | | |
| Кустарниковые крупнотравно-вейниковые | КТВН | | | | | | | | |
| Спирейно-осочковые | СПОС | | | | | | | | |
| Кустарниково-вейниковые | КСВН | | | | | | | | |
| Разнотравно-орляковые | РТОР | | | | | | | | |
| Крупнотравно-злаковые | КТЗЛ | | | | | | | | |
| Класс В. Горнотаежные южносибирские темнохвойные и смешанные водораздельные и склоновые группы фаций | | | | | | | | | |
| Мелкотравно-зеленомошные | МНЗМ | | | | | | | | |
| Осочково-зеленомошные | ОСЗМ | | | | | | | | |
| Кустарничково-зеленомошные | КЧЗМ | | | | | | | | |
| Злаково-крупнотравные | ЗЛКТ | | | | | | | | |
| Крупнотравно-вейниковые (вейник тупоколосковый) | КТВТ | | | | | | | | |
| Хвоцево-вейниковые (вейник тупоколосковый) | ХВВТ | | | | | | | | |
| Крупнотравно-папоротниковые | КТП | | | | | | | | |
| Зеленомошно-хвоцево-вейниковые (вейник Лангсдорфа) | ХВВЛ | | | | | | | | |
| Кустарниково-крупнотравно-зеленомошные | КТЗМ | | | | | | | | |
| Борово-таежные сублитоморфные склоновые группы фаций | | | | | | | | | |
| Боры с брусникой | ББР | | | | | | | | |
| Боры с черникой | БЧЕР | | | | | | | | |
| Боры сухомшистые | БОР | | | | | | | | |
| Долинные гидроморфные и мезоморфные группы фаций | | | | | | | | | |
| Приручейные травяно-зеленомошные | ПР | | | | | | | | |
| Приручейные мелкотравно-зеленомошные | ПРЗМ | | | | | | | | |
| Болота сфагновые с редидами | БОЛ | | | | | | | | |

На данном этапе работ нами не проводилось специального картографирования более дробной ландшафтной структуры. Тем не менее, дальнейшее деление местностей на более дробные единицы возможно с использованием уже имеющейся ГИС. Оно предполагает учет, в первую очередь, геоморфологии (водораздельные, склоновые, долинные группы фаций или урочищ) и характера соответствующих растительных комплексов. Однако, уже из материалов инвентаризации, совмещенной с топографической основой и гидросетью, становится ясным, что возможно объединять выделы не в группы урочищ, имеющих низкий уровень экотопической целостности, а в более однородные в экологическом отношении единицы: группы ландшафтных фаций. Последние совпадают в границах лесных выделов с группами типов леса и равны им по объему.

При этом большинство выделов отвечает понятию коренных и условно-коренных фаций. Производных фаций на территории заповедника сравнительно немного, и учет их связи с коренными фациями облегчает построение легенды к карте ландшафтно-типологической структуры заповедника «Столбы».

ЛИТЕРАТУРА

- Буторина Т.Н.* К характеристике лесорастительных условий Государственного заповедника «Столбы» // Тр. гос. заповед. «Столбы». Вып. III. Красноярское книжное изд-во, 1966. С. 248–282.
- Власенко В.И.* Структура растительного покрова заповедника «Столбы» // ГИС в научных исследованиях заповедников Сибири: Тр. междунар. научн. конф., посвящ. 75-летию гос. заповед. «Столбы». Красноярск: ЦОП «Принтрэйд», 2001. С. 67–89.
- Ерунова М.Г.* Геоинформационный анализ и оценка состояния природных ресурсов Красноярского заповедника «Столбы». Автореф. дис.... канд. мат. наук. Красноярск, 2003. 22 с.
- Ерунова М.Г., Щербинина И.С.* Создание геоинформационной базы данных природных ресурсов красноярского заповедника «Столбы» // Картограф. и геоинформ. обеспечение управления регион. развитием / Мат. научн. конф. тематич. картографии (Иркутск, 20–22 ноября 2002 г.). Иркутск: изд-во Института географии СО РАН, 2002. С. 89–92.
- Картоведение.* Уч. пособие для ВУЗов (Под ред. А. М. Берлянта). М.: Аспект Пресс, 2003. 477 с.
- Ландшафтная карта СССР М-б 1:4000000.* (авт. А.Г. Исаченко, А.А. Шляпников, О.Д. Робозерова и др. М: ГУГК, 1988.
- Ландшафтно-интерпретационное картографирование* (Т.И. Коновалова, Е.П. Бессолицына, И.Н. Владимиров и др.). Новосибирск: Наука, 2005. 372 с.
- Назимова Д.И., Гостева А.А., Ерунова М.Г., Пономарев Е.И, Первунин В.А., Бабой С.Д.* Ландшафтно-экологический подход к анализу новой пространственно-распределенной информации (на примере горной территории заповедника «Столбы») // Мат. Всерос. научно-методич. конф. «Системы географических знаний». Иркутск, 17–21 ноября 2008. С. 126–130.
- Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И.* Климат и горные леса Южной

Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. 226 с.

Пономарев Е.И., Дробушевская О.В., Назимова Д.И. Данные съемки TERRA/Modis в анализе структуры и динамики лесного покрова горных территорий // Мат. Междунар. конф. по измерениям, моделированию и информ. системам для изучения окружающей среды: ENVIRONMENTIS-04 2004. С. 109.

Самойлова Г.С. Ландшафтная карта Алтае-Саянского экорегиона. М-б 1:200000. М.: ИГЕМ РАН, 2001.

Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. М.: Мысль, 1981. 238 с.

Сочава В.Б. Теоретическая и прикладная география. Новосибирск: Наука, 2005. 288 с.

Справочник по климату СССР. Красноярский край. Вып.21. ч. II. Л., 1967.

Справочник по климату СССР. Красноярский край. Вып.21. ч. IVб. Л., 1969.

Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука. 1980. 336 с.

Чередникова Ю.С., Молокова Н.И., Перевозникова В.Д. Типы леса Приенисейской части Саян // География и природные ресурсы. 2001. № 2.

Векторизация плана лесоустройства госзаповедника «Столбы» 1948 года

А.А. Гостева, М.Г. Ерунова, А.П. Ильина

На протяжении последних десяти лет для исследования территории заповедника «Столбы» используются ГИС-технологии. За это время создано большое количество цифровых топографических и тематических карт. К данному моменту в заповеднике выполнены основные кадастровые исследования по компонентам экосистемы: климату, почве, растительности, животным, и выявлены характеристики некоторых динамических процессов растительного и животного населения (Ерунова, 2003; Коловский, 1996). Для заповедника «Столбы» существует цифровая модель территории. В качестве первичной информации были использованы: физико-географическая карта (М 1:25000), карта растительности (М 1:25000), карта почв (М 1:50000). Цифровая модель территории содержит слои, составляющие единую картографическую основу: изолинии высот, граница заповедника, скальные останцы, крупные и мелкие реки, ручьи, лесные дороги, пешеходные тропы, кордоны, квартальная сетка заповедника, высотные отметки, растительный покров, почвенный покров. Модель территории заповедника включает в себя более 50 тематических карт, в том числе физико-географическая карта, карта растительного покрова (представлена результатами лесоустройства 1977 и 2007 года), почвенная карта, карты распределения тяжелых металлов и фтора на территории заповедника в лесной подстилке, в почвенном покрове, в зимних осадках и в хвое темнохвойных пород, суммарные карты распределения поллютантов в каждой компоненте экосистемы заповедника. Существует электронный экологический атлас заповедника «Столбы», который включает все перечисленные тематические карты. Атлас представляет собой геоинформационный Интернет-сайт (<http://stolby.torins.ru>).

Количество цифровых картографических данных на территорию заповедника будет расти, вместе с этим будут расти возможности по его изучению. Так, для проведения анализа динамики изменения растительного покрова с использованием ГИС-технологий была проведена работа по векторизации плана лесоустройства от 1948 года.

Для создания такой карты была использована технология векторизации, разделяющая процесс на две части.

Первая часть работы состоит из четырех последовательных этапов, где бумажные источники преобразуются в цифровую модель территории:

Сканирование (аналогово-цифровое преобразование бумажных источников в цифровой растровый формат).

Проектирование векторной карты лесоустройства заповедника в соответствии с источником данных.

Векторизация слоев и заполнение атрибутивных таблиц по данным схемы лесоустройства.

Привязка векторных слоев к географической системе координат.

Вторая часть работы состоит из двух этапов преобразования векторных данных к единой картографической основе ГИС «Столбы»:

- Выбор эталонного векторного набора данных для ГИС «Столбы», сравнение существующих данных топографической основы, векторных карт лесоустройства 1948 и 1977 годов, речной сети территории заповедника «Столбы» масштабом 1:100 000 и наложение их на космические снимки Landsat, SPOT.
- Преобразование всех векторных данных к выбранному эталону.

Остановимся более подробно на каждом из этапов, последовательное выполнение которых позволит получить требуемый результат с минимальными затратами.

Первая часть. Как правило, исходными источниками картографической информации при создании ГИС являются карты на бумажных носителях. Их необходимо преобразовать в цифровую форму и подготовить для дальнейшего использования в технологической цепочке для построения ГИС. Картографические источники делятся на несколько основных блоков, в которые входят: общегеографические карты, карты природы, различные картосхемы и т.п. Бумажные карты являются аналоговым источником данных, поэтому их необходимо перевести в цифровой вид. Под цифрованием понимают процесс перевода исходных (аналоговых) картографических материалов в цифровую форму. Сканирование картографических источников является *первым этапом* выполнения данной части работы.

Вторым этапом можно выделить проектирование векторной модели на основе имеющихся источников данных.

Проект – это ограниченная во времени целенаправленная деятельность, направленная на получение уникальных продуктов. В ГИС такими продуктами могут быть различные карты, планы, аэрокосмические снимки, цифровые модели местности, программное обеспечение для поддержки принятия решений на основе географической информации, геоинформационные сервисы в Интернет, типографская продукция, аппаратное обеспечение и др.

Проектирование – процесс создания прототипа, прообраза предполагаемого объекта, состояния. При создании цифровой векторной модели первоначальное проектирование является неотъемлемой частью процесса и позволяет произвести оптимизацию работ. В данном случае проектирование позволило оценить объем обрабатываемых данных, определить порядок их занесения.

Третий этап – это создание слоев спроектированной модели и построение их атрибутивных таблиц. Создание цифровой карты может осуществляться с помощью дигитайзера или цифрованием растрового изображения исходных картографических материалов. Программы векторизации растровых изображений условно можно разделить на три группы: ориентированные на ручную векторизацию, полуавтоматическую и автоматическую. При векторизации растра субъективные факторы влияют меньше, чем при дигитайзерном вводе, так как растровая подложка позволяет все время корректировать ввод. При выборе спо-

соба цифрования основополагающим фактором является качество исходного растра, для использования автоматического и полуавтоматического способа необходим его высокий уровень. Итогом должна являться векторная топологическая модель данных – векторное топологическое представление, описывающее не только геометрию, но и топологические отношения между узлами, дугами и полигонами.

Четвертый этап – это выбор проекции и регистрация векторов в географической системе координат. Вообще выбор проекции зависит от многих факторов: географические особенности картографируемой территории, ее положение на земном шаре, размеры и конфигурация; назначение, масштаб и тематика карты, предполагаемый круг потребителей; условия и способы использования карты, задачи, которые будут решаться по ней, требования к точности результатов измерений; особенности самой проекции – искажения длин, площадей, углов и их распределение по территории, форма меридианов и параллелей, их симметричность, изображение полюсов, кривизна линий кратчайшего расстояния (Барабанов, 1999).

Вторая часть работы – приведение данных к единой картографической основе.

Единая картографическая основа — это комплексная система цифровых картографических материалов, согласованных по территориальному охвату, содержанию, формату, масштабам, системам условных знаков, классификаторам.

На рисунке 1 отражена технологическая цепочка создания векторного набора данных единой картографической основы территории, для удобства представления назовем их входным набором векторных данных.



Рис. 1. Технологическая цепочка преобразования векторных данных в единую картографическую основу.

Обработка данных проводится в четыре этапа. На первом этапе производится предварительный анализ имеющегося на природную территорию картографического материала. Если на одну территорию существует несколько вариантов, определяющих один и тот же слой, то необходимо выбрать набор наиболее актуальный, а также программное обеспечение ГИС, в котором будут производиться необходимые преобразования со слоями. В зависимости от этого производится или не производится экспорт входных векторных картографических данных через обменный формат в необходимое программное обеспечение ГИС.

На втором этапе входные векторные данные необходимо проверить на выполнение трех основных условий, обеспечивающих создание единой картографической основы, в соответствии с предъявляемыми требованиями к выходному векторному набору для создаваемой ГИС:

Наличие единой системы координат (включает в себя приведение всех данных в единую систему координат, например, географических): определение проекции, привязки к единой системе координат; в случае если нет привязки к единой системе координат, выбирается необходимое преобразование плоскости для привязки к единой системе координат: если известны координаты четырех опорных точек, три из которых не находятся на одной прямой (пересечения линий координатной сетки, покрывающие набор векторных данных), то выбирается проективное преобразование; если предыдущее условие не выполнено, то привязку необходимо провести с помощью аффинных или локально-аффинных преобразований; перемасштабирование.

Наличие топологической корректности слоев и набора в целом (исправление неточностей топологии): проверка на однородность слоя, где слой должен быть представлен объектами одного типа (точка, линия, полигон) и не допустима комбинация объектов разного типа в одном слое; разбиение входного набора векторных данных на отдельные слои по смыслу; объединение однотипных данных в единый слой; проверка на топологическую связанность, где линейные и полигональные объекты должны отвечать требованиям, предъявляемым векторной топологической моделью данных, т.е. реки должны впадать в или вытекать из озера, а не браться из-под земли; проверка наложения полигональных объектов, выбор единых границ; создание на основе вышеизложенных пунктов новых слоев.

Наличие семантики: создание атрибутивных таблиц; редактирование существующих атрибутивных таблиц, с дополнением, перестроением и т.п.; создание дополнительных столбцов для связи с внешней базой данных (Гостева, 2006).

На основе всего вышеизложенного была создана модель лесоустройства заповедника. Источником данных являлась заранее отсканированная карта лесоустройства заповедника «Столбы» 1948 года, представленная на рисунке 2.

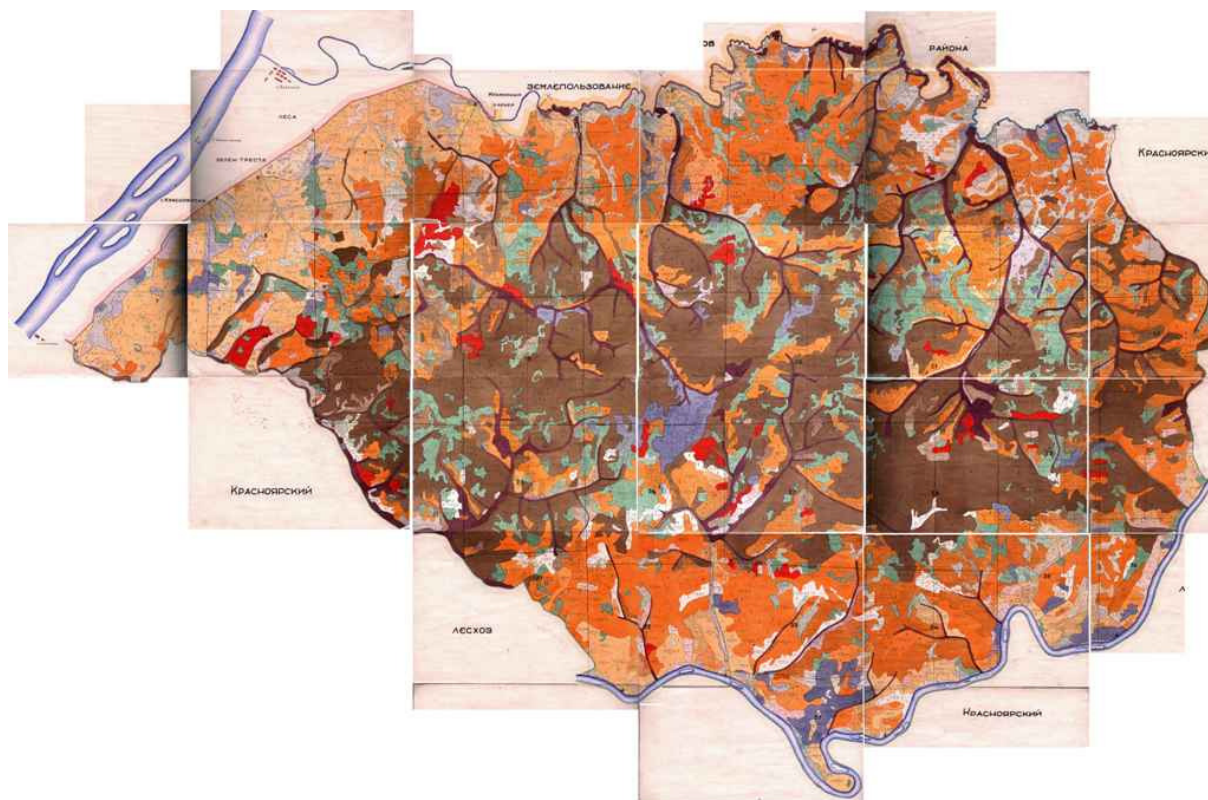


Рис. 2. План лесоустройства госзаповедника «Столбы» 1948 года.

Изначально были изучены данные, представленные на плане. При проектировании векторной карты лесоустройства были выделены 6 слоев (граница – полигональный слой внешней границы; кварталы – полигональный слой квартальной сети; выделы – полигональный слой лесонасаждений; скалы – полигональный слой, содержащий скалы-останцы; ПРеки – полигональный слой речной сети; ЛРеки – линейный слой речной сети). Для каждого векторного слоя сформулирована структура атрибутивных данных, представленная в таблице 1.

В связи с низким качеством исходного раstra был выбран ручной способ векторизации. Векторизация проводилась в программном пакете MapInfo. Первоначально были созданы полигональные слои границы и квартальной сетки. Эти два слоя послужили основой для последующей обработки. Все объекты были созданы с помощью встроенных инструментов программного пакета MapInfo, который предоставляет возможность сразу добавлять полилинейные и полигональные объекты, а не создавать их поэтапным путем введения точек и дальнейшего их объединения. Проверка топологии объектов производилась вручную – проверялось совпадение совместных вершин полигонов и узлов полилиний.

Данные в атрибутивные таблицы были внесены согласно проекту. Тип растительности и формация леса были определены по цвету выдела. Класс и группа возраста, площадь и бонитет согласно соответствующим надписям. Иные знаки занесены под атрибутом «other» и в дальнейшем могут быть заполнены по данным таксационного описания.

Таблица 1

Атрибутивные данные

| Название атрибута | Описание | Тип данных |
|-------------------|-------------------------|----------------|
| Граница | | |
| ID | номер | Целое |
| Кварталы | | |
| N_area | номер квартала | Целое |
| ID | номер выдела по порядку | целое |
| N_area | номер квартала | целое |
| N_allotmen | номер выдела в квартале | целое |
| Afforestation | вид лесонасаждений | символьное(30) |
| class_age | класс_возраста | целое |
| group_age | группа_возраста | целое |
| Area | площадь | целое |
| growth class | бонитет | целое |
| Other | штриховка | символьное(30) |
| ID | номер выдела по порядку | целое |
| N_area | номер квартала | целое |
| N_allotmen | номер выдела в квартале | целое |
| Afforestation | вид лесонасаждений | символьное(30) |
| class_age | класс_возраста | целое |
| group_age | группа_возраста | целое |
| Area | площадь | целое |
| growth class | бонитет | целое |
| Other | штриховка | символьное(30) |
| Скалы | | |
| Title | название скалы | символьное(30) |
| ПРеки | | |
| Title | название реки | символьное(30) |
| ЛРеки | | |
| Title | название реки | символьное(30) |

При привязке векторных слоев к географической системе координат выяснилось, что программные средства MapInfo не могут обработать получившийся объем информации. Данные из формата MapInfo были экспортированы в формат ArcGIS с помощью встроенной программы «Универсальный транслятор».

Привязка векторных слоев была осуществлена в программном пакете ESRI ArcGIS посредством встроенной программы «Spatial Adjustment» методом трансформации «Аффинные преобразования», который оказался наиболее приемлемым после использования всех методов. Аффинные преобразования – точечные взаимно однозначные отображения плоскости (пространства) на себя, при которых прямые переходят в прямые (Баранов и др., 1999). Формулы аффинного преобразования:

$$X_2 = a_1 X_1 + a_2 Y_1 + a_3,$$

$$Y_2 = a_4 X_1 + a_5 Y_1 + a_6,$$

где $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ — коэффициенты преобразования; $X_1 Y_1$ и $X_2 Y_2$ - координаты точки в первой и второй системах координат.

Коэффициенты преобразования могут быть вычислены по трем точкам, не лежащим на одной прямой, координаты которых заданы до и после преобразования. Аффинное преобразование позволяет совмещать изображение по трем опорным точкам. Использование аффинных преобразований позволяет восстанавливать изображение, претерпевшее такие изменения, как сдвиг, поворот, масштабирование (в том числе с различными коэффициентами по осям X и Y) по трем опорным точкам, а также с помощью m опорных точек, несколько уменьшить отклонения точек изображения, не подчиняющихся простому закону, связанных с неравномерным растяжением/сжатием бумаги.

Кроме того, на основе типа лесонасаждений была создана тематическая карта. Были выделены следующие типы: сосна, ель, береза, осина, пихта, лиственница. Макет отчета, содержащий в себе название карты, тематическую карту, легенду, стрелку, указывающую на север, шкалу масштаба, градусную сетку, построен в программных пакетах ArcGIS и MapInfo Professional и представлен на рисунке 3.

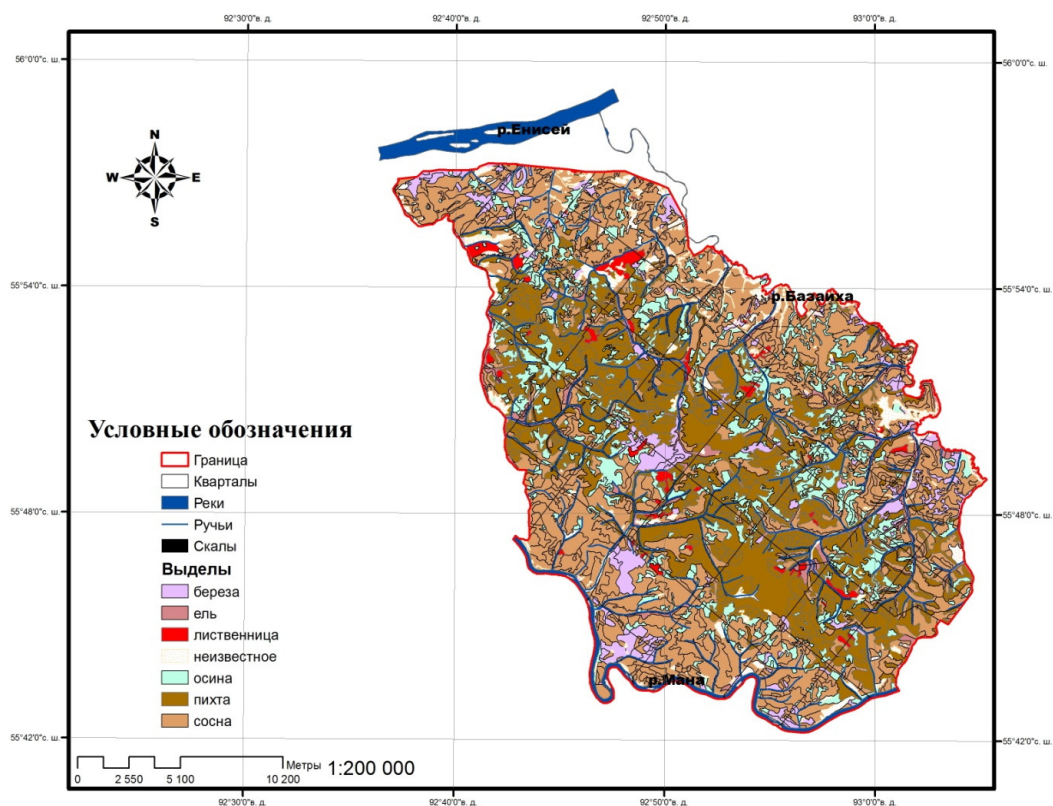


Рис. 3. Карта лесонасаждений заповедника «Столбы» 1948 года.

Далее было необходимо привести все имеющиеся данные к единой картографической основе. Для выбора эталона было принято решение рассмотреть

векторные слои лесоустройства от 2007 года (переданные в заповедник в цифровом формате ФГУ «Восточно-Сибирского государственного лесоустроительного предприятия»); речную сеть, масштабом 1:100 000 – векторный слой, вырезанный на исследуемую территорию из данных Роскартографии 2008 г.; космические снимки Landsat и SPOT – растровые слои, данные дистанционного зондирования Земли. Для проведения корректного сравнения было необходимо выбрать единую проекцию, которой стала проекция UTM Zone 46N, так как в ней изначально отображены космические снимки. Проекция UTM Zone 46N – универсальная топографическая Меркатора на эллипсоиде WGS (UTM WGS84). Проекция Меркатора относится к равноугольным цилиндрическим проекциям, то есть проектирование шара (эллипсоида) ведется на поверхность касательного или секущего цилиндра, а затем его боковая поверхность разворачивается в плоскость, углы и формы контуров остаются без изменений. Сравнение между всеми источниками данных проводилось на основе речной сети, которая включает в себя мелкие реки и ручьи, расположенные на территории заповедника, а также крупные реки Енисей, Базаиха, Мана, две последние на определенной территории описывают границы заповедника. Также за основу сравнения между планами от 1948 и 1977 годов были приняты векторные слои, содержащие данные о границе заповедника и квартальной сети.

На имеющиеся космические снимки были наложены векторные слои речной сети и с помощью встроенных инструментов ESRI ArcGIS были измерены расстояния между устьями рек слоев из различных источников данных. Было замечено, что допустимую погрешность со снимками имеют два набора данных: слой речной сети данных Роскартографии 2008 г. и данные за 2007 год. На основе этого эталоном для единой картографической основы в координатном пространстве был принят слой речной сети данных Роскартографии 2008 г.

После сравнения планов лесоустройств от 1948 и 1977 гг. выяснилось, что в векторном слое данных, полученных на основе 1977 г., содержится более подробная квартальная сеть, которая расширена и уточнена по сравнению с квартальной сетью 1948 г. Поэтому для уменьшения погрешности привязки сначала была проведена коррекция векторной карты лесоустройства заповедника от 1977 г. Редактирование проводилось в пакете ESRI ArcGIS с помощью встроенного инструментария «Spatial Adjustment». Методом трансформации был выбран метод «Резинового листа», который основывается на локально-аффинных преобразованиях. Опорными точками послужили устья мелких рек и ручьев, изгибы крупных рек и легкоопределимые точки на границе заповедника. Были использованы около двухсот опорных точек. Далее проводилась коррекция векторной карты лесоустройства от 1948 г., в процессе которой очень важным было сопоставить квартальную и речную сети на планах 1948 и 1977 годов. Поэтому основными опорными точками послужили каждый узел квартальной сети, линии границ кварталов, устья мелких рек и ручьев, изгибы крупных рек. Аналогично, как и в предыдущем преобразовании, были использованы метод «Резинового листа» и около двухсот опорных точек.

Итогом проделанной работы является созданная векторная карта плана лесонасаждений заповедника «Столбы» от 1948 года. В процессе созданы топологически корректные слои, в географических координатах, отображающие данные актуальные на 1948 г. о границе заповедника «Столбы», его квартальной сети, речной сети, скалах и растительности. Кроме того, выбрана единая картографическая основа, данные в которой находятся в унарных координатном и информационном пространствах. Итоговые векторные карты позволяют провести корректный геоинформационный анализ и полностью соответствуют требованиям к цифровым материалам для формирования единого информационного пространства заповедника «Столбы».

ЛИТЕРАТУРА

- Баранов Ю.Б., Берлянт А.М., Кошкарев А.В., Серапинас Б.Б., Филиппов Ю.А.* Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. М.: ГИС-Ассоциация, 1999. 204 с.
- Гостева А.А.* Методическое и информационное обеспечение региональных геоинформационных систем мониторинга природной среды: Дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13. Красноярск: КГТУ, 2006. 160 с.
- Ерунова М.Г.* Геоинформационный анализ и оценка состояния природных ресурсов государственного заповедника «Столбы»: Дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13. Красноярск: КГТУ, 2003. 160 с.
- Коловский Р.А.* Опыт организации экологического мониторинга в заповеднике «Столбы» // Пробл. заповед. дела Сибири. Мат. межрегион. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию образования Саяно-Шушенского гос. заповед. Шушенское, 1996. С. 70-71.
- Экологический атлас Государственного природного заповедника «Столбы»* [Электронный ресурс] – <<http://stolby.torins.ru>> [86]

Осадки и экология заповедника «Столбы»

Р.А. Коловский, М.Г. Ерунова

Экологическая характеристика территории заповедника

Экологические условия в заповеднике «Столбы», в отличие от большинства ООПТ России, весьма специфичны и определяются сочетанием целого ряда факторов. Главным из них является непосредственная близость территории заповедника к крупному промышленному центру с разнообразными по составу выбросами в атмосферу почти 200 тысяч тонн загрязняющих веществ. В то же время основной пресс их действия, благодаря благоприятной розе ветров и рельефа местности, минует заповедник. Тем не менее, некоторая часть поллютантов поступает на его территорию, а суммируясь с выбросами, переносимыми трансконтинентальным воздушным потоком, формируют на водораздельных поверхностях повышенные концентрации токсикантов.

Подтверждает сказанное картосхема расположения территории заповедника относительно г. Красноярск с рельефом местности, а также таблица розы ветров (рис.1, табл.1). Из приведенного материала следует, что содержащиеся в воздушном бассейне города химические вещества могут поступать на территорию заповедника только при ветрах СЗ, С и СВ направлений, а это составляет лишь 10% от их общей суммы. Практически же при расположении основных загрязняющих атмосферу производств в восточной части города – для заповедника наиболее опасны только ветры северо-восточных румбов (4%). Между тем распространению воздушных масс с этого направления препятствует Торгашинское нагорье с довольно высоким (500-600 м над у. м.) хребтом, при абсолютных высотах Красноярска 115–140 метров.

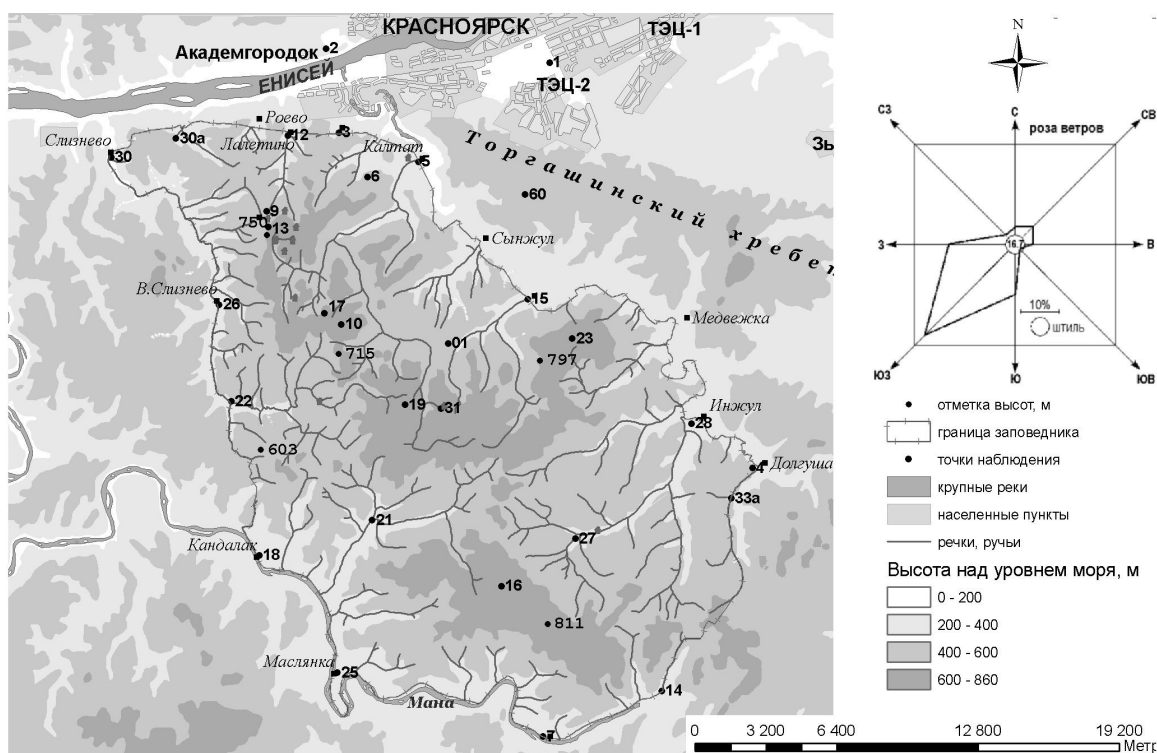


Рис. 1. Схема расположения территории заповедника.

Таблица 1

Повторяемость направления ветра и штиля

| Год | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | Штиль |
|------|-----|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|-------|
| 1970 | 58 | 108 | 92 | 27 | 347 | 1030 | 281 | 82 | 896 |
| 1975 | 47 | 69 | 90 | 39 | 350 | 1013 | 388 | 66 | 859 |
| 1980 | 56 | 86 | 93 | 38 | 402 | 898 | 476 | 88 | 687 |
| 1985 | 58 | 148 | 107 | 41 | 560 | 1002 | 298 | 68 | 641 |
| 1990 | 87 | 135 | 149 | 48 | 141 | 1046 | 682 | 148 | 425 |
| 1995 | 107 | 153 | 104 | 32 | 258 | 1063 | 515 | 104 | 585 |
| 2000 | 114 | 175 | 124 | 30 | 369 | 983 | 527 | 102 | 499 |

Эту же роль Торгашинский хребет выполняет весьма активно во время штиля, особенно в зимнее время. К тому же за последние 30 лет наличие штиля непрерывно сокращается с 31% в 1970 г. до 17% в 2000 г. Тем не менее, при длительном штиле смог нередко распространяется на территорию заповедника от 5 до 10 км от границы по руслам рек, впадающих в Базаиху и Енисей, при этом наибольшему загрязнению в этих случаях подвергается охранная зона. Площадь же заповедной зоны, подвергающаяся этому загрязнению, относительно невелика – 10–15 % от всей территории. По этому же коридору поступает в заповедник и часть поллютантов с северо-восточными ветрами. При этом в летнее время они могут распространяться по всей заповедной территории.

Определенную роль в загрязнении территории, в основном, в летнее время оказывают поллютанты, содержащиеся в атмосферном воздухе при трансконтинентальном их переносе в широтном направлении. Поскольку максимальные концентрации скапливаются в нижнем облачном слое, то значительная их часть осаждается («высеивается») на вершинах гор и перевалов, суммируясь при этом с химическими веществами локального происхождения. Таким образом формируются очаги повышенных концентраций токсических веществ, но из-за значительной межгодовой вариабельности их местоположение может меняться, а периодичность с повторностью в 3-5 лет позволяет насаждениям частично восстанавливаться. В целом же, основную роль в загрязнении территории токсикантами, несомненно, играют локальные источники. Препятствует этому, наряду с благоприятной розой ветров, значительное, порядка 400-600 метров, превышение территории заповедника над городом, которое, помимо снижения антропогенного влияния, способствует общему смягчению климатических условий. В отличие от окружающих заповедник лесостепей, здесь значительно сглажена континентальность климата из-за повышения влажности и меньшего контраста температур. Это обуславливает, в свою очередь, более высокую продуктивность лесного биогеоценоза в полном соответствии с гидротермическим коэффициентом. Все эти факторы создают относительно благоприятную, несмотря на близость к городу, экологическую обстановку в заповеднике. Кроме того, гористость территории и отсутствие котловин создают условия для транзитного сноса загрязнителей по склонам.

Вынос загрязнителей на территорию заповедника

Согласно данным, публикующимся в ежегодных Государственных Докладах «О состоянии охраны окружающей среды в Красноярском крае», в течение последнего десятилетия суммарные выбросы предприятий города и автотранспорта остаются довольно высокими, несмотря на закрытие части заводов. Так при относительно стабильной величине выбросов от стационарных предприятий (175–180 тысяч тонн), постоянно увеличивается их доля от автотранспорта (с 53 до 70 тысяч тонн). Между тем, для растительных объектов транспортные выбросы являются менее токсичными из-за снижения содержания в топливе соединений свинца.

Из приблизительно 80-ти стационарных предприятий города почти половину (82 тыс. тонн) загрязняющих веществ выбрасывал в 2006 году гигант отечественной цветной металлургии Красноярский алюминиевый завод («КрАЗ»). Около 80 тысяч тонн выбрасывают теплоцентрали и лишь 10 тысяч тонн - остальные предприятия города. Определенный отрицательный фон создают Ачинский промузел (50 тыс. тонн) и Назаровская ГРЭС (34 тыс. тонн), но содержание токсических веществ в этих выбросах незначительно, в пределах 2–10% от Красноярских.

Нет практически достоверных сведений о составе и концентрации поллютантов, поступающих в заповедник с трансконтинентальным потоком. Между тем, есть основания считать, что по токсическому эффекту эти поступления сравнимы с локальным, особенно на вершинах гор и перевалах центральной и южной части территории заповедника. Косвенно о привносимых концентрациях поллютантов можно судить, сравнивая их с ближним фоном (г. Колдун, Мининские Столбы), Евразийским, а также фоном Центрально-Сибирского заповедника (табл. 2).

Таблица 2

Среднеарифметические значения концентрации химических элементов в твердых осадках за годы наблюдений (1993–2008) для территории заповедника в сравнении с фоном, мг/л

| Наименование | S | NH ₄ | NO ₃ | F | Cl | Al | Sr | Pb | Cr | Zn | Ni |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Ср. арифм. значение по заповеднику | 0.77 | 0.24 | 0.17 | 0.150 | 0.70 | 0.15 | 0.222 | 0.0018 | 0.0032 | 0.093 | 0.0080 |
| Фон | Ближний | 0.35 | 0.25 | 0.15 | 0.200 | 0.35 | 0.35 | - | 0.0020 | 0.017 | 0.0020 |
| | Евразийский | 0.65 | 0.25 | 0.22 | 0.020 | 0.80 | - | - | 0.0030 | 0.100 | 0.0500 |
| | Центрально-сибирский | - | - | - | 0.015 | 0.10 | 0.02 | 0.007 | 0.0007 | 0.0006 | 0.008 |

Приводимые в Государственных Докладах перечни и суммы химических веществ, характеризуют, в основном санитарно-эпидемиологические свойства, которые практически не оказывают негативного влияния на растительность. Из

общей их суммы только 1% представляют токсические вещества. Так в 2006 году их ПДК в городе составляли:

| | | | | | | | |
|-----|------|-----------------|------|------------------|-----|-------------------|--------------|
| | Cl | NO ₂ | NO | H ₂ S | HF | CH ₂ O | Бенз\а\пирен |
| ПДК | 0.36 | 1.20 | 0.57 | 0.0 | 0.4 | 3.8 | 3.33 |

Среди представленных в докладах концентраций тяжелых металлов и токсических веществ, указаны наиболее неблагоприятные для растений Pb, Cu, Ni, F, Cl и бенз\а\пирен. Между тем, по нашим многолетним данным, представленные суммы элементов Pb, Cu, Ni и Cl в атмосферном воздухе города на несколько порядков выше.

Как правило, при проведении мониторинга анализируется до 17–21 химических элементов, определяющих состояние лесных экосистем или влияющих на них косвенно. Это SO₂, NO₃, PO₄, K, Ca, Mg, F, Cl, Cd, Zn, Cu, Sr, Mo, Pb, Hg, As, Cr, Mn, Fe, Al, бенз\а\пирен. К сожалению, большинство из них не представлено в Государственных Докладах.

Между тем, по литературным данным, основное, многократно превышающее отрицательное влияние на растительные организмы других химических элементов, оказывает фтор и его соединения. Высокие концентрации фтора в атмосфере Красноярска уже в течение 40 лет поддерживает КраЗ, крупнейший в стране и мире завод с ежегодной выплавкой около одного миллиона тонн алюминия (табл. 3). Даже несмотря на активно ведущуюся модернизацию производственного цикла, суммарные выбросы фторидов в 2007 году составили 2232 тонн с прогнозом снизить этот объем в ближайшие годы лишь на четверть.

Таблица 3

Фторсодержащие выбросы КраЗа за 1995–2007 гг., тонн

| Годы | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
| Твердые | 2570 | 1935 | 1968 | 1908 | 1114 | 1046 | 1014 | 935 | 1084 | 1860 | 1571 | 935.7 | 905 |
| Газообразные | 1649 | 1650 | 1938 | 1085 | 653 | 637 | 643 | 661 | 663 | 1023 | 1038 | 1444.8 | 1327 |
| Сумма | 4219 | 3585 | 3906 | 2993 | 1767 | 1683 | 1657 | 1596 | 1747 | 2883 | 2609 | 2380.5 | 2232 |

В положительном плане следует рассматривать щелочные выбросы цементного завода, нейтрализующие кислые выбросы КраЗа и ТЭЦ. Однако их локальное влияние невелико, в пределах 5–7 км от границ заповедника в южном и юго-западном направлении. Так, если на хребте Абатак рН осадков составляет 7.0–7.5 ед., то уже на Кайдынском хребте – 5.8.

Кратко остановимся на характеристике других источников отрицательных воздействий.

В последние годы активно дискусируется транспортная проблема в плане обострения экологической ситуации в регионе. Так, выбросы от транспорта на отчетный период значительно увеличились и находятся в пределах 70–75 тысяч тонн. Они представлены нетоксичными для растений углеводородами, диоксинами и, в ничтожно малых количествах, бенз\а\пиреном и свинцом¹. По

¹ По литературным данным конца 90-х годов.

данным, приведенным в Государственном Докладе за 2006 год, суммарные выбросы бенз(а)пирена составляли 2418 кг.

Как уже указывалось, по нашим данным в 2006 году на территорию заповедника выпало 470 кг свинца, но и эта масса не превышает фоновых показателей содержания данного элемента ни в осадках, ни в хвое. Таким образом, транспортная угроза пока не критична.

Озабоченность вызывает констатация в Государственных Докладах факта загрязнения почв в крае, почти вдвое превышающего Федеральный уровень по всем санитарно-химическим показателям и, в первую очередь, по мышьяку (2.0 ПДК) и бенз(а)пирену (5.5 ПДК). Хотя данные по степени интоксикации этими элементами как для почв, так и надземной части биоты противоречивы, в список анализируемых элементов их следует внести.

Химизм осадков – основной показатель экологической обстановки

Первые визуальные признаки ухудшения экологических условий в заповеднике были отмечены в начале 80-х годов. Это выразилось в изменении внешнего вида и цвета (бурого) накипных и кустистых лишайников, уменьшении длины прядей бородача (*Usnea* sp.), исчезновении ягеля, снижении плодоношения черники, брусники, особенно в зоне туристско-экскурсионного района. Но лишь в 1993 году был начат экологический мониторинг с целью выяснения степени деградации экосистем заповедника и возможного прогноза. Сеть наблюдательных пунктов включает 30-35 опорных точек, рекомендованных для территории соответствующей площади и рельефа (рис.1). На них изучался уровень загрязнения токсическими веществами осадков, почвы, хвои и лишайников в сравнении с фоном, а также жизненное состояние хвои и лишайников.

Из-за высокой межгодовой вариабельности содержания токсических веществ в атмосферном воздухе, наиболее сложным, трудоемким и длительным оказалось изучение поступления и распределения осадков по территории. Известно, что на конкретную площадь часть токсикантов поступает из локального источника с твердыми и жидкими осадками, сухим осаждением, другая привносится с трансконтинентальным потоком воздушных масс с запада. Наиболее простым и общепринятым методом учета поступивших поллютантов является химический анализ твердых осадков. Однако, следует иметь в виду, что они составляют лишь 25–30% от среднегодовой суммы осадков и не учитывают вещества, задержанные кронами.

Для примера в таблице 4 приведено соотношение содержания химических элементов в твердых и жидких осадках, подкроновых водах, а также их суммарное количество, поступившее на территорию заповедника в течение года.

В таблице впервые приведены конкретные данные, характеризующие уровень атмосферного загрязнения по состоянию на 1996 год. Как базовые данные они требуют соответствующих пояснений и комментариев:

а) Приведенный в таблице перечень химических элементов (14) является неполным. Обычно анализируется от 17 до 21 элемента, играющих, как правило, значительную роль в состоянии лесных экосистем.

б) Для заповедника «Столбы» из всего списка представленных в таблице химических веществ основным, депонирующим элементом, несомненно, является фтор. Остальные играют второстепенную роль, тем более в силу их малых концентраций.

в) Приведенная в таблице масса фтора в 50 тонн репрезентативна. Так по данным, использованным для таблицы 2, выбросы газообразного фтора составляли в 1996 году 1650 тонн. По данным же таблицы 1 повторяемость ветров С и СВ румбов – около 10%. Следовательно, в этот год в сторону заповедника могло направиться 165 тонн. Как правило, из них около 70% участвуют в формировании глобального переноса токсикантов (глобального фона). Остальные 30% (42 тонны), с учетом допусков при расчетах, вполне сопоставимы с нашими данными. Можно предположить, что и тоннаж по другим элементам также близок к реальным значениям.

Таблица 4

Вес химических элементов, выпавших с осадками на территорию заповедника в 1996 году, тонн.

| | K | Ca | Mg | NH ₄ | NO ₃ | S | Cl | F | Al | Nj | Cu | Sr |
|--|--------|--------|-------|-----------------|-----------------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| Снег, 47154 га | 30.20 | 76.30 | 16.23 | 10.52 | 7.46 | 22.77 | 24.56 | 8.33 | 16.66 | 0.09 | 0.18 | 10.96 |
| Дождь, открытое место, 14.894 га | 58.84 | 60.48 | 13.99 | 2.43 | 26.74 | 51.02 | 27.57 | 5.76 | 12.34 | 0.08 | 0.23 | 1.15 |
| Дождь, темно- хвойный лес (пихта), 12.128 га | 300.99 | 123.45 | 30.10 | 12.46 | 0.94 | 58.79 | 19.28 | 14.11 | 15.52 | 0.03 | 0.11 | 1.15 |
| Дождь, светло- хвойный лес (сосна), 20.132 га | 113.76 | 133.84 | 36.14 | 16.06 | 5.35 | 107.07 | 26.72 | 21.86 | 17.40 | 0.09 | 0.1 | 3.12 |
| Всего выпало с дождем | 473.59 | 327.77 | 80.23 | 30.95 | 33.03 | 216.88 | 73.63 | 41.73 | 45.26 | 0.20 | 0.44 | 5.42 |

Одним из основных критериев оценки экологического состояния территории является сравнение части или всей суммы концентраций анализируемых элементов на этой территории с фоновыми значениями. Это соответствует понятию (термину) – «единица фоновой нагрузки», т. е. степени загрязнения, деградации, своего рода аналога ПДК элементов в опыте и тех же элементов в контроле (фон). В последние 15–20 лет в подавляющем числе публикаций по

экологии растительных сообществ используется термин-понятие «фоновая нагрузка» как точка отсчета уровня загрязнения. Она более адекватно отражает комплексное, интегральное влияние на растительные экосистемы в отличие от ПДК, которым пользуются, в основном исследователи фауны.

Так Е.Л. Воробейчик, Е.В. Хантемирова (1994), пишут, что «информация о загрязненности, рассчитанная с помощью суммарного показателя, который измеряется в условных единицах, показывает, во сколько раз превышен фоновый уровень загрязнения...», «который выступает как интегральный показатель дозы токсической нагрузки на экосистемы».

Т.Н. Михайлова, Е.Л. Воробейчик (1995) отмечают, что «В качестве дозы токсической нагрузки принят относительный показатель, часто используемый в экологических исследованиях – сумма превышения фоновых концентраций приоритетных поллютантов:

$$[\text{Cu}]_i/[\text{Cu}]_ф + [\text{Pb}]_i/[\text{Pb}]_ф \dots \text{ и т.д.},$$

где $[\]_i$ - концентрация в точке i , $[\]_ф$ - фоновая концентрация.

Данный показатель рассматривается как удобный маркер всего комплекса поллютантов, действующих на экосистему.

Дополнительную информацию по этому вопросу можно получить у Н.Ф. Реймерса (1990), а также в книге по «Экологическому нормированию техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень)» (1994).

В свою очередь, в зависимости от поставленной задачи, разными могут быть и фоновые значения. Часто употребляются понятия: ближний фон, дальний фон. Конкретно для заповедника в качестве ближнего фона брались усредненные концентрации элементов в твердых осадках, собранных в 3–5 близлежащих к южным границам заповедника точках (10–15 км).

Основным, общепринятым в настоящее время, фоном считается Евразийский, который формируется глобальным (трансконтинентальным) переносом воздушных масс в восточном направлении, в основном, в коридоре широт 50–54° с.ш. В качестве Евразийского фона приняты усредненные значения химических элементов по 5–6 локальным фоновым участкам в указанном выше коридоре широт от Тирольских Альп до Приморского края. Именно он определял и определяет качество атмосферного воздуха близлежащих к нам регионов. Для сравнения приведен также более чистый фон Центрально-Сибирского заповедника (табл. 2).

Как видно из таблицы 2, средние концентрации S, Fe, Zn, K, Ca в заповеднике в твердых осадках в указанные годы находились в пределах Евразийского фона, Ni, Mg – выше фона в 2–3 раза и лишь фтор – в 7 раз! В свою очередь, фон Центрально-Сибирского заповедника оказался многократно (от 2 до 65 раз) чище Евразийского.

По современной методологии экологического нормирования считается, что в ООПТ удвоенный местный фон содержания токсических элементов находится еще в пределах естественной флуктуации (1 стадия). При дальнейшем повышении загрязнения он переходит в новое качество, при котором начинает-

ся деградация чувствительных видов: лишайников, мхов, черники, ассимилирующего аппарата и репродуктивных органов хвойных растений, но процесс еще обратим (2 стадия). При более чем 10-кратном загрязнении последствия необратимы.

Исходя из этой концепции, степень загрязнения, 1/3 территории заповедника находится пока в первой стадии, на остальной территории – во второй. Но здесь уже можно выделить зоны опасности, расположенные, в основном, на водоразделах, возвышенностях, где суммарная фоновая нагрузка достигает 3–4 единиц. Однако, из-за значительной межгодовой вариабельности поступления токсикантов и, в первую очередь, фтора на единицу площади, именно здесь процессы еще обратимы. В то же время в пригородной зоне уже сейчас могут складываться условия, близкие к критическим. Повторяемость высоких концентраций фтора в атмосферном воздухе здесь почти ежегодная, тогда как на остальной территории – один раз в 3–5 лет. Все это предопределяет необходимость постоянного слежения за уровнем содержания в осадках как сверхагрессивного фтора, так других токсических веществ, в том числе и стронция. Последний весьма специфичен именно для Красноярского региона из-за высокого его содержания в углях Канско–Ачинского бассейна. Кроме того, из-за большого удельного веса его соединений, зона распространения стронция невелика (рис. 2). В отличие от тяжелого стронция, загрязнение фтористым водородом охватывает практически всю территорию заповедника (рис. 3). Однако, его концентрация уже в южной части постепенно переходит в фоновую. Представляет интерес островной характер осаждения фтористого водорода, зависящий, как уже отмечалось, от рельефа местности, конфигурации хребтов, розы ветров.

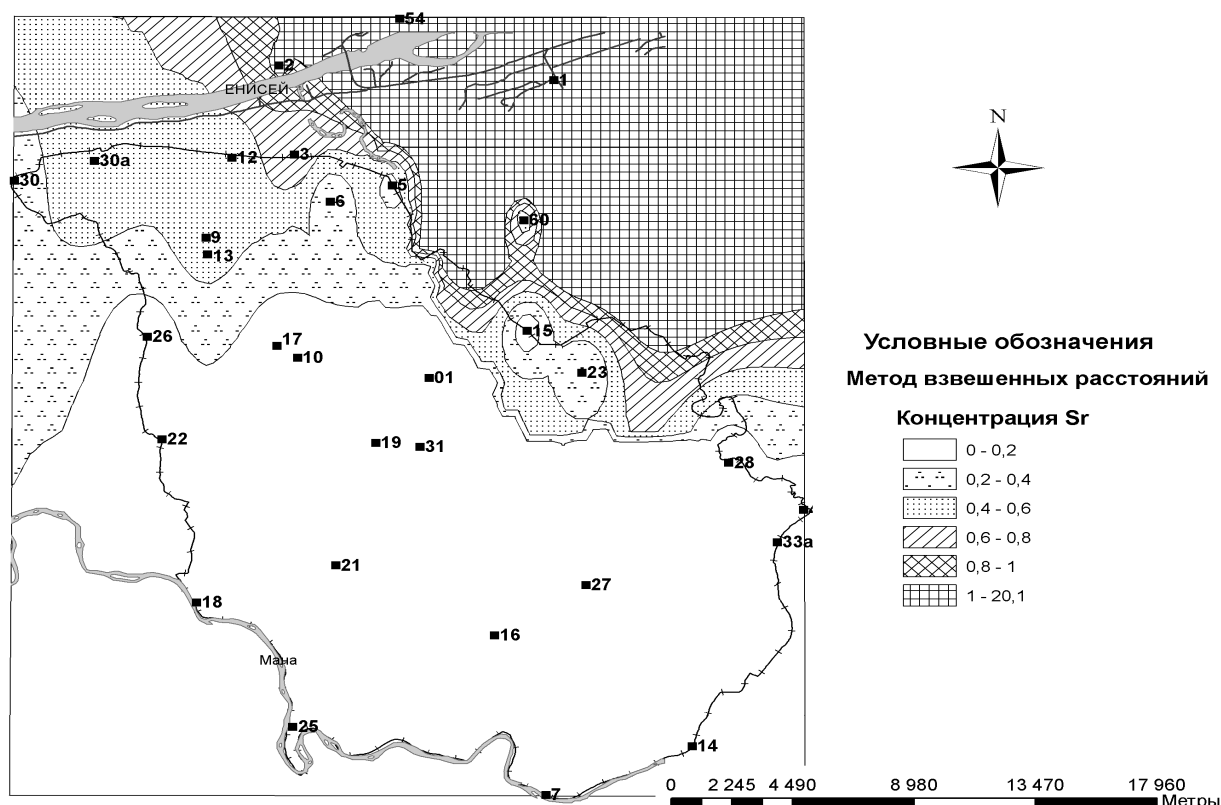


Рис. 2. Содержание стронция, выпавшего с осадками, мг/л (2006 г.).

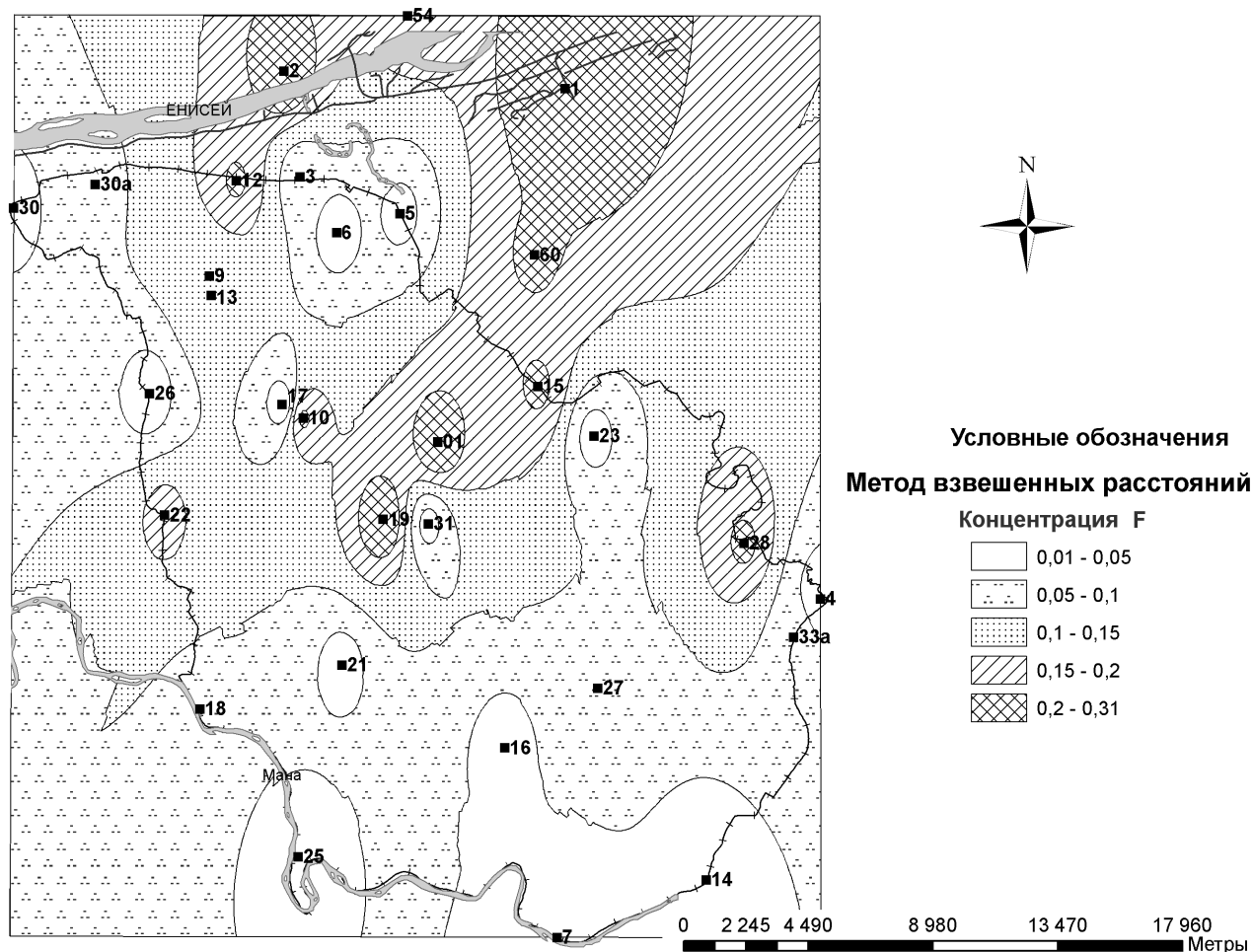


Рис. 3. Содержание фтора, выпавшего с осадками, мг/л (2006 г.).

Для построения карт распределения загрязнений использовались ГИС ArcGIS с модулем расширения Spatial Analyst, а именно – Интерполятор Обратного Взвешенных Расстояний – ОВР (Inverse Distance Weighted – IDW), который предполагает, что каждая входная точка имеет локальное влияние, которое уменьшается с расстоянием.

Таким образом, к настоящему времени получены достаточно легитимные характеристики степени загрязнения заповедника, изучены закономерности поступления из атмосферы и распределения токсических веществ по территории. Они являются результатом 15-летних исследований (при рекомендованном сроке в 10 лет) и могут служить надежной основой при проведении работ по оценке влияния техногенного загрязнения на отдельные составляющие лесных экосистем, а также иметь прогностический характер.

Заключение

Как уже указывалось, наиболее общепринятым методом оценки экологической обстановки изучаемой территории служит определение качественных и количественных характеристик осадков, сравнение их с фоном. Одним из недостатков этого метода является общая высокая межгодичная вариабельность получаемых данных. Их возникновение зависит от многих причин: структуры осадков, особенностей горного рельефа, способствующего образованию турбу-

лентных потоков и завихрений, колебаний в розе ветров, влажности воздуха, изменения содержания поллютантов в атмосферном воздухе, и т. д. Все это вносит значительные коррективы в ежегодно замеряемые значения концентраций элементов на опорных точках. Так, по данным В.С. Безеля (1994), даже в равнинной местности отмечается высокая пространственно-временная неоднородность распределения техногенно-зимней нагрузки с коэффициентами вариации концентраций от 0.08 до 1.44, при этом разными для каждого из определяемых элементов. Эта вариабельность практически не зависит от пространственного масштаба взятия образцов (10 x 10 м, 100 x 100 м, 4 x 4 км). По нашим данным, суммарные максимальные концентрации по опорным точкам не повторялись в течении многих лет, поэтому рекомендуемый срок для адекватной оценки степени загрязнения конкретной местности – 10 лет. Между тем средние арифметические значения концентрации элементов всех точек могут достаточно точно характеризовать степень загрязнения территории на данный момент, выявить тенденции.

Особенно важен этот метод при конкретизации качественных и количественных характеристик элементов локального и трансконтинентального происхождения. Так, при локальном источнике соотношение между максимальными и минимальными концентрациями изучаемого элемента на территории составляет 20 и более крат, при трансконтинентальном переносе – 5–8 крат.

Известны также наработанные десятилетиями эмпирические зависимости концентрации отдельных групп элементов в осадках. Надежной альтернативой в плане оценки уровня загрязнения могут служить лишайники, адсорбирующие поллютанты в данной точке в течение десятилетий. Особенно перспективен в плане оценки тандем «осадки – лишайники».

С начала ведения мониторинга ухудшения лесорастительных условий в заповеднике в силу объективных причин (близость алюминиевого завода, уникальные химические свойства, литературные данные) связывались с фтором, концентрация которого на территории, в отличие от других элементов, превосходила в 3-5 раз фоновый уровень. Однако, проведенные в последние годы исследования по изучению состояния физиолого-биохимических показателей (хлорофилл–белковый комплекс, аминокислоты) в хвое сосны, эталонах лишайников не выявили прямой связи с концентрацией в них фтора.

Между тем в последние 2-3 года в зарубежной и отечественной литературе появилась информация о содержании в комплексе фторсодержащих выбросов химических соединений, обладающих свойствами суперэкоотоксикантов, негативно действующих на ферментную систему растений, синтез в них нуклеиновых кислот (Горшков и др., 2008). Это большая, разбитая на 25 классов группа полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), близкая по массе к газообразным фторидам. Самым известным и незначительным по массе ПАУ является бенз(а)пирен. Настораживает, что с началом модернизации КраЗа содержимое ПАУ непрерывно растет (Поляков, Кучеренко, 2010).

Кроме того в выбросах КраЗа были зафиксированы диоксиды, ПДК которых в 2000 раз выше, чем у бенз(а)пирена.

Таким образом, повторяя закономерности распределения фтора на территории заповедника, ПАУ и диоксиды многократно превышают его по степени токсичности. К сожалению, высокая стоимость анализов является основным препятствием для их изучения

ЛИТЕРАТУРА

- Безель В.С., Большаков В.Н., Воробейчик Е.Л.* Популяционная экотоксикология. М.: Наука, 1994. 80 с.
- Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г.* Методология экологического нормирования аэрогенных загрязнителей наземных экосистем от локальных источников // Экологическое нормирование: проблемы и методы. М.: Наука, 1992. С. 39–40.
- Воробейчик Е.Л., Хантемирова Е.В.* Реакция лесных фитоценозов на техногенное загрязнение: зависимость доза - эффект // Экология. 1994. № 3. С. 31–43.
- Горшков А.Г., Михайлова Т.А., Бережная Н.С., Верещагин А.Л.* Накопление полициклических ароматических углеводородов в хвое сосны обыкновенной на территории Прибайкала // Лесоведение. 2008. № 2. С. 21–26.
- Михайлова И.Н., Воробейчик Е.Л.* Эпифитные лишеносинузии в условиях химического загрязнения: зависимости доза–эффект // Экология. 1995. № 6. С. 455–460.
- Поляков П.В., Кучеренко А.В.* КраЗ и Красноярск // Красноярский рабочий, № 47 от 19.03.2010. С. 4–5.
- Реймерс Н.Ф.* Природопользование: Словарь-справочник // Москва: Мысль, 1990. 637 с.
- Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень)* // Екатеринбург: Наука, 1994. 280 с.

Состояние пихты сибирской в пригородной части заповедника «Столбы»

Е.В. Бажина

Усыхание темнохвойных и, в частности, пихтовых лесов в настоящее время приобрело глобальный характер (Алексеев, Шабунин, 2000; Бажина, Третьякова, 2001; Воронин, 1989; Карбаинов, 1993; Манько, Гладкова, 1995; Меньялло, 2001; Третьякова и др., 1996; Aldinger, Kremer, 1985; Bertchold et al., 1981; Forest Decline..., 1993; Johnson, Siccama, 1984; Landmann et al., 1987; Leibundgut, 1981; Medwecka-Kornas, Gowronski, 1990). В последние десятилетия интенсивное усыхание деревьев пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) наблюдается и в горах Южной Сибири: хр. Хамар-Дабан, Западный и Восточный Саяны (Бажина, 1998; Бажина, Третьякова, 2001; Воронин, 1989; Карбаинов, 1993; Сторожев и др., 1994; Третьякова, Бажина, 1994, 1995, 1996). Повышенная смертность пихтовых древостоев вследствие влияния комплекса повреждающих факторов может быть обусловлена вековыми сменами растительности, древностью данного рода, повышенной чувствительностью его к различным условиям среды, в частности, к загрязнению (Бажина, Третьякова, 2001). Факторы, вызывающие повреждение биоценозов в горах Южной Сибири пока не определены. Для выяснения причин и прогноза развития этого явления необходим тщательный анализ региональных условий и особенностей усыхания деревьев.

Цель настоящего исследования заключалась в анализе состояния и особенностей усыхания деревьев пихты сибирской в пригородной части заповедника «Столбы».

Исследования проводились в долине руч. Лалетина (п/п № 1, 4–5 км от северной границы заповедника, высота – 480–520 м над у. м.) и руч. Б. Сынжул (п/п № 2 – непосредственно на северо-восточной границе заповедника, высота – 440–480 м над у. м.), а также в верховьях рч. Калтата (в 5–6 км от северо-восточной границы заповедника, юго-западный, п/п № 3 и северо-западный, п/п № 4 склоны к руч. Кедровый, 630–730 м над у. м.). На всех п/п проводилась оценка жизненного состояния древостоев (Алексеев, 1989), анализ модельных деревьев пихты сибирской (Третьякова, Бажина, 1994), определение количества общего и белкового азота в хвое (Маслов, 1987).

Исследования показали, что индекс жизненного состояния пихтовых древостоев варьирует от 69.9 до 98.5 (табл. 1). Доля усыхающих деревьев составляет 8.6–19.6% на разных п/п. Количество усыхающих деревьев уменьшается с уменьшением абсолютной высоты местности и с увеличением расстояния от города. Лесные биоценозы, произрастающие в долине руч. Лалетина и на юго-западном склоне рч. Калтат (п/п №№ 1, 3), относятся к здоровым (индекс жизненного состояния более 90%). В более суровых условиях северо-западного склона к рч. Калтат (п/п № 4) наблюдается начальное повреждение древостоя (индекс жизненного состояния – 88.9%).

Таблица 1

Характеристика модельных деревьев пихты сибирской по пробным площадям

| Пробная площадь | Состав древостоя | Тип леса | Индекс жизненного состояния | Характеристика деревьев | | Представленность деревьев по категориям состояния, % | | Встречаемость пораженных ржавчинным раком деревьев, % | |
|---|------------------|--|-----------------------------|-------------------------|----------------------|--|-----------|---|----------------------|
| | | | | возраст, лет | диаметр на 1.3 м, см | здоровые | усыхающие | с раковыми опухолями | с ведьмиными метлами |
| 1. Долина руч. Лалетина | 5П1Л1Е2Б1Ос+С | Пихтач разнотравный | 94.5 | 149±22.6 | 29±1.9 | 91.4 | 8.6 | 14.2 | 7.2 |
| 2. Долина руч. Б. Сынжул | 8П1С1Е+Б | Пихтач крупнотравный | 69.9 | 147±3.4 | 30±1.9 | 80.4 | 19.6 | 21.2 | 50.2 |
| 3. Верховья рч. Калтат: юго-западный склон | 9П1Б+К, Е | Пихтач разнотравно-зеленомошновейниковый | 98.5 | 145±2.9 | 29±1.4 | 87.6 | 12.4 | 17.3 | 13.6 |
| 4. Верховья рч. Калтат: сев.-западный склон | 9П1Б+К, Е | Пихтач разнотравно-вейниковый | 88.9 | 149±22.6 | 29±1.9 | 88.2 | 11.8 | 16.2 | 15.2 |

Поврежденные биоценозы (с индексом 69.9%) сосредоточены на границе заповедника с г. Красноярском (п/п № 2). Интересно отметить, что на п/п № 2 и 4 в наибольшей степени усыхают деревья с диаметром 16–20 см на 1.3 м, тогда как на п/п № 1 и 3 – деревья, имеющие диаметр более 35 см (рис. 1).

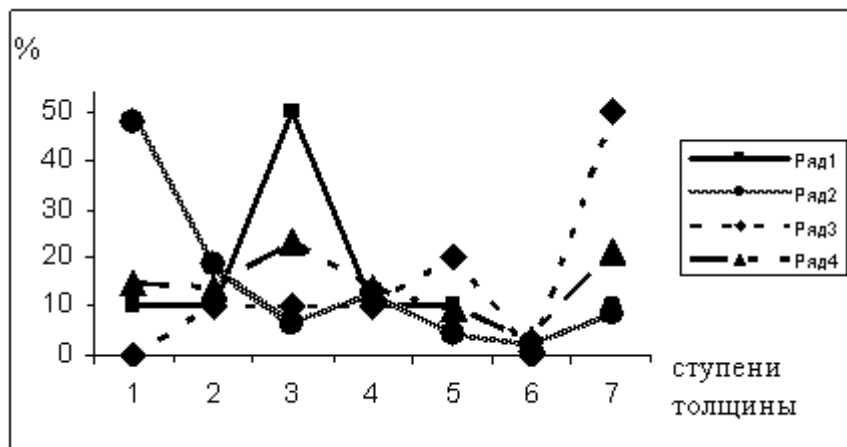


Рис. 1. Распределение усыхающих деревьев по ступеням толщины, % (Ряд 1 – долина руч. Лалетина, ряд 2 – долина рч. Сынжул, ряд 3 – юго-западный склон к рч. Калтат, ряд 4 – северо-западный склон к рч. Калтат).

Установлена тесная связь ($R^2=0.99$) между количеством усыхающих деревьев и деревьев, пораженных ржавчинным раком (рис. 2). Очевидно, ослабление резистентности деревьев вследствие воздействия неблагоприятных факторов среды приводит к поражению их ржавчинным раком, что в свою очередь способствует усыханию.

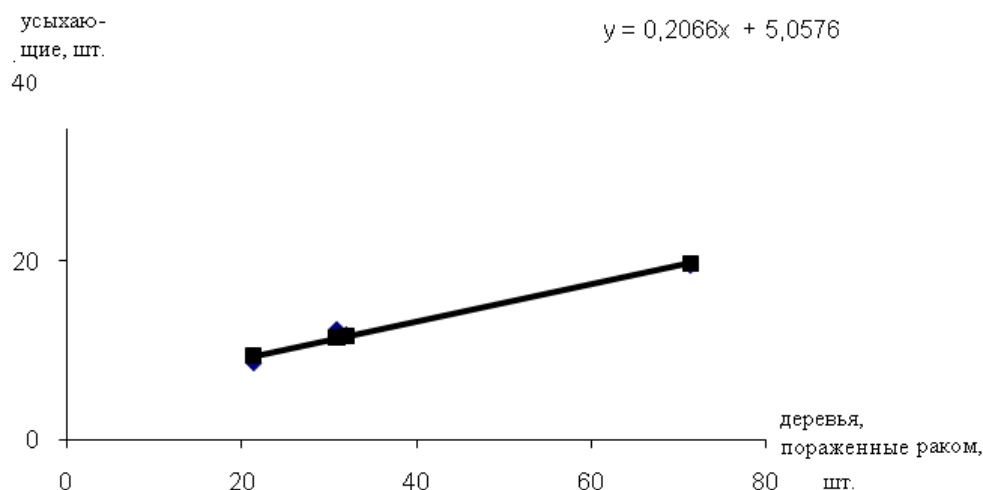


Рис. 2. Регрессия между количеством усыхающих и пораженных раком деревьев пихты сибирской.

Анализ морфоструктуры кроны показал, что для деревьев пихты сибирской, растущих в заповеднике, характерны: узкопирамидальная форма кроны, апикальная доминантность, отрицательный геотропизм ветвей, строгая ярусность кроны по типам сексуализации. В верховьях рч. Калтат (северо-

западный склон, п/п № 4), наблюдаются изменения в морфоструктуре кроны: появляется подверхушечная зона усыхания, увеличивается угол отхождения веток от ствола, теряется апикальная доминантность. Деструктивные процессы наблюдаются на расстоянии 0.5–1.0 м от вершины дерева. Поврежденные деревья характеризуются депрессией роста, хлорозами и некрозами хвои, нарушением репродуктивных процессов. У сильно поврежденных деревьев происходит изреживание хвои по всей кроне. По классификации, предложенной ранее (Третьякова, Бажина, 1995), деревья, растущие в верховьях рч. Калтат на юго-западном склоне к руч. Кедровый, относятся к средней категории усыхания (протяженность усохшей части – 0.63–1.70 м). Деревья, растущие на северо-западном склоне – к средней и сильной категориям (усохшая часть составляет – 1.52–2.98 м).

Процессы усыхания деревьев в низкогорье Восточного Саяна имеют ряд особенностей по сравнению с деревьями, растущими в других частях гор Южной Сибири. На п/п № 3-4 усыхание начинается в верхней части мужского, либо в нижней части женского генеративных ярусов. Особый интерес представляют деревья, у которых наблюдается усыхание вершины (верхние 0.37 м от вершины), затем следуют несколько мутовок с ветвями женской сексуализации без признаков повреждения (протяженность до 0.6 м), после чего идет усохшая часть кроны, занимающая до 3.3 м. Мужской генеративный ярус и переходная зона между женским и мужским ярусом усохли полностью, нижняя часть живых ветвей кроны представлена вегетативным ярусом. У деревьев пихты сибирской, растущих на п/п № 1–2, усыхание происходит по всей кроне, в большей степени повреждается нижняя часть кроны.

Биометрические показатели побегов и хвои деревьев пихты сибирской, изменяются в зависимости от условий произрастания (рис. 3, 4). С увеличением высоты местности (п/п № 3–4) наблюдается закономерное уменьшение длины побегов различной сексуализации (на 23.9–37.1%), их охвоенности (на 7.3–13.2%), а также линейных размеров и массы хвои (на 12.7–16.8%). Исключение составили лишь побеги женской сексуализации, диаметр которых в горах увеличивается на 34.7%, масса хвои – на 8%, тогда как охвоенность падает на 7.2%.

Известно, что активность ростовых процессов хвойных в значительной мере определяется состоянием азотного обмена (Кретович, 1972). Содержание азота в хвое морфологически здоровых деревьев, растущих на п/п 1, колеблется в пределах 11.3–14.6 мг/г абс. сух. массы, что соответствует фоновому уровню для пихты сибирской (Бажина, Зубарева, 2005; Гирс, 1998). Выявлены достоверные различия по вертикальному профилю кроны, причем наибольшая разница отмечена между женским и мужским генеративными ярусами (табл. 2). У отдельных деревьев содержание азота варьировало на 31.4% (в мужском генеративном ярусе) – 33.9% (в женском). Характер распределения азота определяется возрастом дерева. У деревьев в возрасте 110–126 лет отмечается максимальное содержание азота в женском генеративном ярусе и резкое падение в мужском. Такое распределение азота является, очевидно, характерным для дан-

ного вида вследствие генеративной ярусности кроны по типам сексуализации (Третьякова, Бажина, 1996). В то же время у деревьев старшего возраста (185–250 лет) выявлена тенденция к сглаживанию различий по содержанию азота по кроне при некотором увеличении его содержания в вегетативном ярусе. Это обусловлено, очевидно, снижением ростовых процессов в женском генеративном ярусе и замедлением корнелистовых взаимодействий при преобладании процессов старения над процессами роста.

У деревьев, произрастающих в верховьях рч. Калтат (п/п № 3, 4), наблюдались несколько иные закономерности распределения азота по кроне. У деревьев, не имеющих признаков усыхания, наблюдалось достоверное повышение содержания общего азота в мужском ярусе. У морфологически здоровых деревьев старшего возраста (170–190 лет) содержание общего азота в женском генеративном ярусе снижается, тогда как в мужском и вегетативном остается практически неизменным. Различия по содержанию азота между отдельными деревьями сглаживались (до 15.2–22.9% в различных ярусах). У усыхающих деревьев (170–180 лет) наблюдается накопление общего азота в женском генеративном и вегетативном ярусах, при одновременном падении его содержания в мужском. Вероятно, интенсивно растущие женские побеги и макростробилы (которых на одном дереве может образовываться более 100 шт.) активно утилизируют азот и оттягивают его резервы из расположенного ниже мужского генеративного яруса. Кроме того, значительная часть азота мужского генеративного яруса расходуется на образование и рост микростробилов, которых формируется более 25 шт. на одном годичном побеге. Вследствие этих процессов создается дефицит азота в мужской генеративной сфере. Деревья, произрастающие в оптимальных условиях (п/п №1), очевидно, способны компенсировать дефицит азота в мужской генеративной сфере. Деревья старшего возраста, растущие на п/п № 4, вероятно, не способны (вследствие более суровых условий произрастания и нарушения гомеостаза со средой) компенсировать созданный дефицит азота, что приводит к специфическому, «подверхушечному» усыханию дерева.

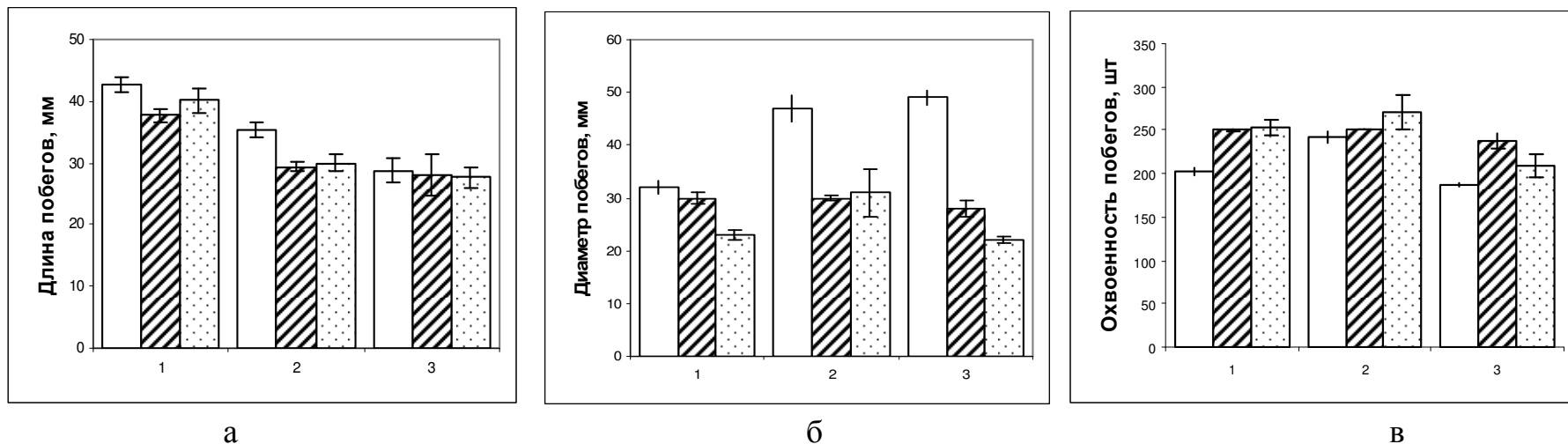


Рис. 3. Морфологическая характеристика побегов деревьев пихты сибирской по пробным площадям (1, 2, 3):

а – длина, мм; б – диаметр, мм; в – число хвоинок на 10 см побега, шт.

(□ - женской сексуализации, ▨ - мужской сексуализации, ▨ - вегетативные).

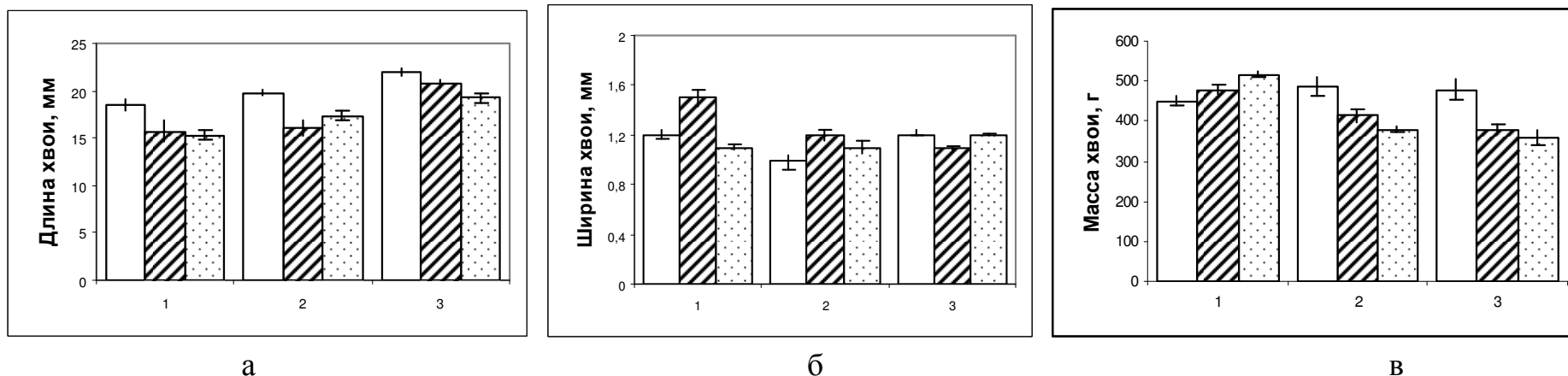


Рис. 4. Морфологическая характеристика хвои деревьев пихты сибирской по пробным площадям (1, 2, 3):

а – длина, мм; б – ширина, мм;

в – масса, г. (□ - женской сексуализации, ▨ - мужской сексуализации, ▨ - вегетативные).

Содержание общего азота в хвое второго года у пихты сибирской по вертикальному профилю кроны на разных пробных площадях

| Возраст дерева, лет | Генеративные ярусы | | Вегетативный ярус |
|------------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| | женский | мужской | |
| п/п № 1 | | | |
| 110 | 15.33±0.23 | 10.62±0.19 | 13.71±0.31 |
| 110 | 14.55±0.21 | 10.74±0.21 | 13.80±0.25 |
| 126 | 15.12±0.30 | 12.99±0.35 | 14.70±0.23 |
| 110 | 13.08±0.33 | 8.91±0.42 | 12.57±0.30 |
| 125 | 14.22±0.40 | 12.12±0.15 | 14.07±0.30 |
| 126 | 15.09±0.36 | 12.54±0.30 | 14.73±0.28 |
| 185 | 11.80±0.33 | 12.00±0.36 | 12.81±0.38 |
| 250 | 10.14±0.36 | 10.02±0.32 | 9.87±0.34 |
| В среднем | 14.60±0.41 | 11.33±0.55 | 13.95±0.41 |
| п/п № 3 | | | |
| 130 | 14.49±0.33 | 13.89±0.26 | 13.32±0.29 |
| 126 | 14.82±0.23 | 14.40±0.34 | 13.98±0.31 |
| 120 | 15.09±0.34 | 14.61±0.35 | 13.56±0.31 |
| 180 | 11.44±0.36 | 12.54±0.39 | 13.71±0.30 |
| 170 | 11.82±0.30 | 12.21±0.39 | 11.56±0.36 |
| 190 | 11.44±0.33 | 12.33±0.30 | 13.51±0.29 |
| В среднем | 13.18±0.73 | 13.33±0.45 | 13.27±0.35 |
| п/п № 4 | | | |
| 180 | 16.35±0.21 | 12.06±0.70 | 15.63±0.28 |
| 170 | 15.78±0.32 | 11.44±0.69 | 15.53±0.36 |
| 180 | 16.05±0.35 | 11.94±0.30 | 15.06±0.30 |
| 170 | 16.47±0.30 | 12.30±0.30 | 15.24±0.29 |
| В среднем | 16.16±0.36 | 11.94±0.40 | 15.37±0.34 |

Соотношение фондов белкового и небелкового азота является важным показателем направленности обменных процессов у растений. Регрессионный анализ выявил, что наблюдается тенденция к увеличению содержания в хвое белкового (значимость $F=0.61$) и уменьшению содержания общего азота (значимость $F=0.05$) при увеличении размеров хвои (рис. 5). У деревьев, растущих на п/п № 1, отношение белкового азота к небелковому довольно высокое: в женском (92/8) и вегетативном (89/11) ярусах, в мужском ярусе – несколько ниже (84/14). У средневозрастных деревьев пихты, растущих в верховьях рч. Калтат, в хвое женского и вегетативного ярусов увеличивалась фракция, представленная белками, а в мужском ярусе, напротив, небелковая. У деревьев старшего возраста и у усыхающих наблюдается снижение соотношения белковой фракции по отношению к небелковой, особенно в мужском генеративном ярусе.

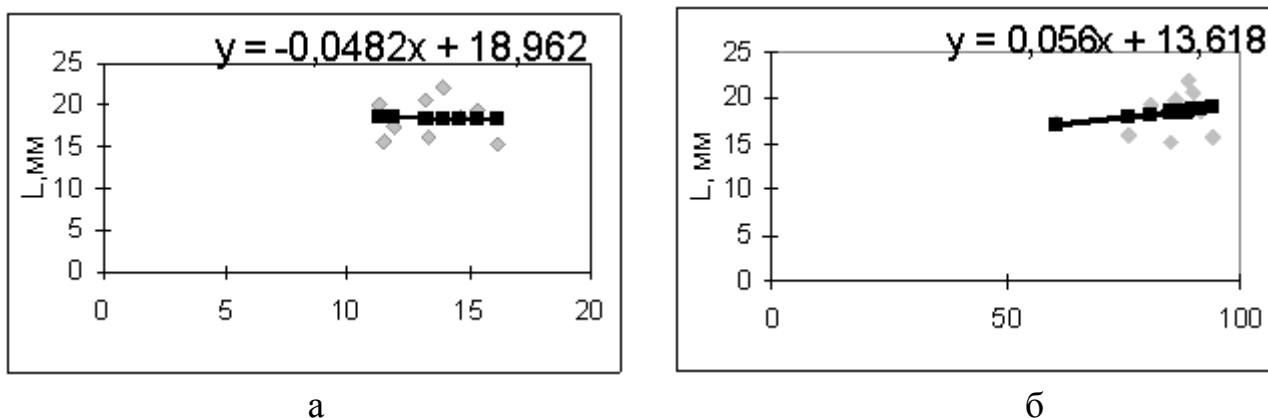


Рис. 5. Содержание общего (а) и белкового (б) азота в зависимости от длины хвои (L, мм).

Усыхание видов рода *Abies* наблюдается в глобальном масштабе в различных лесорастительных условиях, при этом зависимость между интенсивностью усыхания и составом древостоя отсутствует (Bertchold et al., 1981). Внешними признаками повреждения являются хлорозы и некрозы хвои, сокращение продолжительности жизни хвои, снижение прироста, разреживание кроны (Алексеев, Шабунин, 2000; Бажина, 1997; Воронин, 1989; Aldinger, Kremer, 1985; Bertchold et al., 1981; Forest Decline..., 1993; Johnson, Siccama, 1984; Landmann et al., 1987; Leibundgut, 1981; Medwecka-Kornas, Gowronski, 1990). Характер усыхания имеет общие особенности во всех регионах: между деревьями, растущими на одном участке, выявлены значительные различия по степени поражения. Доминантные деревья 1 и 2 классов Крафта менее устойчивы к повреждению, чем деревья 3 и 4 классов (Medwecka-Kornas, Gowronski, 1990). Усыхающие деревья характеризуются нарушением физиолого-биохимических процессов, изменением химического состава хвои, в которой происходит накопление хлора, азота и фосфора (Сторожев и др., 2008; Landmann et al., 1987), а также снижение содержания кальция по сравнению со здоровыми деревьями (Bertchold et al., 1981). В то же время анализ флоэмы поврежденных деревьев показал более низкое содержание в ней азота, фосфора, калия и магния и аккумуляцию кальция и марганца.

Несмотря на длительный период исследований феномена усыхания пихты сибирской в горах Южной Сибири (Бажина, Третьякова, 2001; Воронин, 1989), повреждающие факторы до сих пор не определены. В качестве возможных причин усыхания рассматриваются изменения климата (засухи, морозы), неблагоприятные условия произрастания (химический состав почв, их заболоченность и пр.), возрастной состав древостоя, повреждение насекомыми, грибными болезнями, вирусами, бактериями, антропогенное загрязнение среды (различные эмиссии, повышенная кислотность атмосферных осадков) и всевозможные их комбинации (Алексеев, Шабунин, 2000; Бажина, 1997, 1998; Воронин, 1989). Безусловное значение имеют естественные факторы (вековые смены растительности, засухи, сильные морозы, избыток осадков). Глобальный характер усыхания пихтовых лесов свидетельствует в пользу климатических его причин. Однако, прогноз изменения климата в горах Юж-

ной Сибири благоприятен для пихты сибирской. Анализ трендов основных метеопараметров показал, что за последние 30 лет небольшие положительные тренды зимних температур и отрицательные – годовых осадков создают в высокогорьях гор Южной Сибири условия, более оптимальные для обитания данного вида (Parfenova, Tchebakova, 2009). Уменьшение осадков в сочетании с потеплением может привести к перемещению оптимальных местообитаний для кедра и пихты в более высоко расположенные высотные пояса, тогда как в низкогорьях создадутся условия для распространения степей, и лес поднимется вверх по склону. Очевидно, климатические изменения не могут рассматриваться как основная причина усыхания пихты в верхних частях гор Восточного Саяна.

Не исключено, что определенную роль играет загрязнение атмосферы. Регрессионная модель зависимости реакции прироста пихты белой от условий внешней среды (Visser, Molinaar, 1992) показала, что различия в приросте здоровых и поврежденных деревьев не могут быть объяснены исключительно метеорологическими условиями. Найдена прямая зависимость между выбросами диоксида серы и изменениями ширины годичного кольца поврежденных деревьев. Установлено также, что изменяется чувствительность пихты к диоксиду серы и сере, содержащихся в осадках. Зона усыхания пихтовых древостоев в горах Южной Сибири практически совпадает с границами избыточно влажного ВПК (Поликарпов и др., 1986). Градиент осадков в этом ВПК за счет «подпора» влажных воздушных масс достигает 150-180 мм/100 м высоты, что способствует выпадению токсических веществ из атмосферы. Так, в частности, отрицательное влияние загрязнения среды на состояние пихтовых древостоев наглядно прослеживается в горах Кузнецкого Алатау, где индекс жизненного состояния кедрово-пихтовых биоценозов значительно снижается в непосредственной близости к нефелиновому руднику (Сторожев и др., 2008). В хвое деревьев здесь наблюдается повышенное содержание кадмия, а также серы и цинка, аккумуляция которых может привести к усыханию деревьев. Однако, содержание серы в хвое пихты сибирской на территории заповедника «Столбы» в весенний период не превышает фоновый уровень (Бажина, Зубарева, 2005). У усыхающих деревьев наблюдается тенденция к снижению содержания общей серы в хвое и накоплению ее в мужском ярусе, что, возможно, связано с дефолиацией, и незначительному понижению в женском ярусе.

Характер усыхания деревьев на п/п 3, 4 видоспецифичен и подтверждает гипотезу о большей уязвимости мужского генеративного яруса, высказанную ранее (Бажина, Третьякова, 2001). Усыхание других видов пихт распространяется снизу вверх по кроне дерева, т. е. в первую очередь гибнут вегетативный и мужской генеративный ярусы. В условиях техногенного стресса у древесных растений наблюдаются торможение ростовых процессов, коррелирующее со снижением активности фотосинтеза и снижением содержания хлорофиллов и обеспеченности тканей водой и ассимилятами (Меняйло, 2001), нарушения отношения белкового азота к небелковому в пользу последнего (Кудашова, 1999; Рожков, Михайлова, 1986). Снижение соотношения белковой фракции по отношению к небелковой в мужском генеративном ярусе мо-

жет быть обусловлено перераспределением азотных метаболитов и ослаблением синтеза белков при усыхании дерева. Учитывая увеличение содержания в мужском ярусе общего азота, можно предположить, что вследствие нарушения обменных процессов у усыхающих деревьев происходит накопление его в минеральной форме. Усыхание пихтовых лесов в горах Южной Сибири тем более опасно, что сопровождается падением их репродуктивного потенциала. Пыльца формируется низкого качества, слабо прорастает на питательных средах и формирует нежизнеспособные пыльцевые трубки, развитие макростробилов останавливается на ранних этапах их формирования, семенная продуктивность женских шишек снижается, семена формируются низкого качества (Третьякова, Бажина, 1995; Третьякова и др., 1996).

Таким образом, анализ изменений морфоструктуры кроны и метаболизма азота деревьев пихты сибирской на территории заповедника «Столбы» свидетельствует о деструктивных процессах и позволяет высказать предположение о причинах специфического усыхания данного вида.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
- Алексеев В.А., Шабунин Д.А. Побеговый рак пихты сибирской. Описание болезни и методические рекомендации по его полевой диагностике. СПб: СПб НИИЛХ, 2000. 29 с.
- Бажина Е.В. Половая репродукция пихты сибирской в нарушенных лесных экосистемах озера Байкал. Автореф. дис.... канд. биол. наук. Красноярск, 1997. 20 с.
- Бажина Е.В. Особенности половой репродукции пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) в низкогорье Восточного Саяна. Реконструкция гомеостаза // Мат. IX междунар. симпозиума «Реконструкция гомеостаза». Красноярск, 1998. Т.2. С. 11–14.
- Бажина Е.В., Зубарева О.Н. Содержание различных форм азота в хвое пихты сибирской при усыхании // Мат. Всеросс. конф.: «Природная и антропогенная динамика наземных экосистем». Иркутск: изд-во Иркутского государственного университета, 2005. С. 523–525.
- Бажина Е.В., Третьякова И.Н. К проблеме усыхания пихтовых лесов // Успехи современной биологии. 2001. Т.121. № 6. С. 626–631.
- Батраева А.А. Содержание серы в хвое пихты сибирской, как показатель загрязнения атмосферы // География и природные ресурсы. 1990. № 3. С. 66–70.
- Воронин В.И. Действие серосодержащих эмиссий на пихту сибирскую в Южной Прибайкалье: Автореф. дис.... канд. биол. наук. Красноярск, 1989. 19 с.
- Гирс Г.И. Содержание азота и зольных элементов в органах древесных растений России. Красноярск, 1998.
- Карбаинов Ю.М. Экологические последствия катастрофических нарушений в темнохвойных лесах Байкальского биосферного заповедника. Автореф. дисс.... канд. биол. наук. М.: ИЭМЭЖ им. А.Н. Северцова, 1993. 79 с.

- Кретович В.Л. Обмен азота в растениях. М., 1972. 526 с.
- Кудашова Ф.Н. Метаболические аспекты устойчивости гомеостаза *Abies sibirica* Ldb. в условиях техногенного стресса // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. 1999. С. 77–81.
- Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. 200 с.
- Манько Ю.И., Гладкова Г.А. О факторах усыхания пихтово-еловых лесов на Дальнем Востоке // Лесоведение. 1995. № 2. С. 3–12.
- Маслов Ю.И. Микроопределение серы в растительном материале // Методы биохимического анализа растений. Л.: Ленингр. ун-т, 1987. С. 146–155.
- Меняйло Л.Н. Пихта сибирская в условиях техногенного загрязнения Красноярского заповедника «Столбы» // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. 2001. С. 160–161.
- Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. 226 с.
- Рожков А.С. Михайлова Т.А. Действие фторосодержащих эмиссий на хвойные деревья. Новосибирск: Наука, 1986. 159 с.
- 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 региона // Мониторинг биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях Алтае-Саянского региона. Науч. тр. Ассоциации заповед. и нац. парков Алтае-Саянского экорегиона. Новосибирск: изд-во СО РАН, 2008. Вып 1. С. 62–68. 19.
- Третьякова И.Н., Бажина Е.В. Жизнеспособность пыльцы пихты сибирской в нарушенных лесных экосистемах гор Южной Сибири // Экология. 1994. № 6. С. 20–28.
- Третьякова И.Н., Бажина Е.В. Морфоструктура кроны и состояние генеративной сферы у пихты сибирской в нарушенных лесных экосистемах близ озера Байкал // Изв. РАН. Сер. биол. 1995. № 6. С. 685–692.
- Третьякова И.Н., Бажина Е.В. Семенная продуктивность макростробилов и качество семян у пихты сибирской в нарушенных лесных экосистемах гор Южной Сибири // Экология. 1996. № 6. С. 430–436.
- Третьякова И.Н., Зубарева О.Н., Бажина Е.В. Влияние загрязнения среды окислами серы на морфоструктуру кроны, генеративную сферу и жизнеспособность пыльцы у пихты сибирской в Байкальском регионе // Экология. 1996. № 1. С. 17–23.
- Aldinger E., Kremer W.L. Zuwachsuntersuchungen an gesunden und geschadigten Fichten und Tannen auf aften. Praxiskalkungsflächen. Forstw. Cbl. 1985. V. 104. № 6. P. 360–372.
- Bertchold R., Alcubilla M., Foerst K., Rehfuess K.E. Standortkundliche Studien zum Tannensterben: Kronen- und Stammerkmale von Probebaumen aus funf baye-rischen Bestanden // European J. of Forest Pathology. 1981. V. 11. N. 4. S. 233–243.
- Forest Decline in the Atlantic and Pacific Region/ R.F. Huettl, D. Mueller-Dombois (eds.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1993. 366 p.

- Johnson A.H., Siccama T.G.* Decline of red spruce in the Northern Appalachians: assesing the possible role of air deposition // TAPPY j., 1984. V. 67. N 1. P. 63–72.
- Landmann G., Bonneau M., Adrian M.* Le deperissement du sapin pectine et de l'epicea commun dans le massif forestier vosgien est-il en relation avec l'etat nutritionnel des peuplements? // Rev. forest. fr. 1987. V. 39. P. 5–11.
- Leibundgut H.* Zum Problem des Tannensterbens // Schweiz. Z. Forstw. 1981. Bd. 132. N 10. S. 847–856.
- Medwecka-Kornas A., Gowronski S.* The dieback of *Abies alba* Mill. and changes in the Pino-Quercetum stands in the Ojcow National Park (Southern Poland) // Vegetatio. 1990. V. 87. N 2. P. 175–186.
- Parfenova EI, Tchebakova NM.* Conifer trees of the South Siberia Mountains in a changing climate of XXI century. Beyond 4 degrees // Int. Climate Conference, 2009. Oxford. P. 91–94.
- Visser H., Molinaar I.* Estimating trends and stochastic Response Functions in Dendroecology with an Application to fir decline // Forest Science. 1992. V. 38. N 2. P. 221–237.

Динамика выживания подростка пихты в среднегорном поясе Восточного Саяна

В.В. Кузьмичев, А.Т. Дутбаева

Изучение подростка различных древесных пород обычно проводится путем однократных учетов его численности, размеров, состояния и размещения по территории. На основании этих данных делаются выводы о возможности обеспечения формирования нового древостоя после разрушения имеющегося. В то же время надежность такого прогноза бывает небольшой вследствие отсутствия материалов по выживаемости разных категорий подростка в условиях конкуренции со стороны верхнего полога.

Целью нашей работы была проверка прогностических свойств набора морфометрических показателей подростка пихты и анализ роста отдельных особей для уточнения причин их отпада.

В 1983–86 гг. сотрудниками заповедника «Столбы» были заложены четыре постоянные пробные площади (ППП), на которых проводилась нумерация особей пихтового подростка и их детальный обмер. В дальнейшем обмеры повторялись, что позволило выявить характер и темпы отпада учтенных особей. ППП расположены парами в разных частях заповедника (Базайское лесничество – ППП 3 и 6, Столбинское – ППП 7 и 8). На них можно также сравнить выживаемость и рост подростка под пологом сосняков (ППП 3 и 7) и пихтарников (ППП 6 и 8).

Материалом послужили результаты обмеров 800 экземпляров подростка на четырех ППП в 1983–86 гг. и в 2004–2009 гг. Повторные учеты позволяют определить морфометрические показатели, как сохранившихся экземпляров подростка, так и отпавших особей, и сравнить их. Дополнительно к ранее измеряемым параметрам были произведены обмеры диаметра кроны и пятилетнего прироста осевого побега для более полной оценки жизнеспособности подростка пихты под пологом леса (Успенский, 1976).

В 1983 году лесоводом Л.М. Кругловой в Базайском лесничестве для каждой модели был определен тип нарастания побегов по соотношению среднего прироста и среднего текущего прироста пихты за последние 10 лет. В Столбинском лесничестве учет распределения подростка по типу нарастания был сделан в 1986 году. Средний прирост вычислялся как частное от деления высоты подростка (в сантиметрах) на количество прожитых лет. Среднепериодический текущий прирост – как частное от деления суммы приростов за последнее десятилетие на 10 лет. В итоге, по соотношению среднего и среднего периодического приростов в высоту главного побега, модели были распределены на три группы по типу нарастания:

I группа – модели, у которых среднепериодический текущий прирост больше среднего прироста;

II группа – модели, у которых среднепериодический текущий прирост равен среднему;

III группа – модели, у которых среднепериодический текущий прирост меньше среднего.

Предполагалось, что подрост третьей группы в результате неблагоприятных факторов обречен на вымирание. Во время закладки проб подрост I группы нарастания преобладал в пихтарнике Базайского лесничества и в сосняке Столбинского.

Группы нарастания у Л.М. Кругловой соответствуют принятому делению подростка на благонадежный, сомнительный и неблагонадежный, отличаясь тем, что при выделении групп нарастания используется один параметр – соотношение среднего и среднепериодического текущего прироста за промежуток времени (5 или 10 лет), а не три, как при определении благонадежности.

При делении подростка на благонадежный, сомнительный и неблагонадежный, Е.И. Успенский (1976) использовал следующие признаки:

I – благонадежный подрост имеет соотношение среднего периодического прироста за последнее пятилетие к предыдущему более 1; протяженность кроны по стволу – 51–80%; отношение ее длины к ширине – 0.9–1 и более (т. е. крона остро конусовидная); хвоя функционирует около 7 лет.

II – сомнительный подрост имеет соотношение приростов около 1; т. е. примерно равные приросты за оба последних пятилетия; протяженность кроны по стволу – 51–60%; а отношение ее длины к ширине – 0.6–0.8; хвоя функционирует около 7 лет.

III – неблагонадежный подрост отличается сильно ослабленным приростом за последние годы; прирост последнего пятилетия – менее 0.8 прироста высоты предыдущего; протяженность кроны – 30–50%, длина ее в 2 раза меньше ширины (т. е. зонтиковидная); хвоя функционирует только около 4 лет.

Проведено сравнение этих двух методов, в которых используются разные наборы морфометрических показателей подростка пихты.

В 2009 г. были проведены повторные обмеры по описанным выше показателям и методикам, выделены типы нарастания. В настоящий момент преобладает подрост I группы нарастания, т.е. больше благополучного подростка отмечается в пихтарниках обоих лесничеств и сосняке Столбинского (табл.1).

Таблица 1

Оценка состояния подростка по типу нарастания на постоянных пробных площадях в 2009 году

| Лесничество | Базайское | | | | Столбинское | | | |
|-------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | ППП 3 | | ППП 6 | | ППП 7 | | ППП 8 | |
| Номер пробы | Кол-во, шт. | % | Кол-во, шт. | % | Кол-во, шт. | % | Кол-во, шт. | % |
| Группа нарастания | | | | | | | | |
| I | 9 | 10.9 | 62 | 59.6 | 59 | 62.1 | 74 | 85.1 |
| II | 1 | 1.1 | 1 | 1.0 | 2 | 2.1 | 0 | 0.0 |
| III | 73 | 88.0 | 40 | 38.5 | 34 | 35.8 | 13 | 14.9 |
| Всего | 83 | 100.0 | 103 | 100.0 | 95 | 100.0 | 86 | 100.0 |

В 1983 г. (Базайское лесничество) и в 1986 г. (Столбинское лесничество) на всех ППП средние значения высот и диаметра подроста, а также их возраст, были почти одинаковыми. При отборе экземпляров подроста для последующих наблюдений было взято одинаковое количество особей (моделей) в пяти ступенях высот (от 0.5 до 1.75 м, с интервалом 0.25 м), поэтому их средние размеры (высота и диаметр на шейке корня) были примерно одинаковы, как и коэффициенты изменчивости. Однако, изменчивость возраста подроста, появившегося под пологом пихтовых древостоев, была заметно выше (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения размеров, возраста и их изменчивость у подроста пихты в разные годы на ППП 3, 6, 7, 8

| № ППП /год закладки | Кол-во экз. | Текущая высота, м | Коэфф. вариации по высоте | Диаметр, мм | Коэфф. вариации по диаметру | Возраст, лет | Коэфф. вариации по возрасту |
|---------------------|-------------|-------------------|---------------------------|-------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|
| 3/1983 | 250 | 112 | 32 | 19 | 35 | 29 | 15 |
| 3/1988 | 240 | 141 | 31 | 24 | 36 | 34 | 16 |
| 3/1999 | 168 | 221 | 42 | 36 | 29 | 45 | 9 |
| 3/2004 | 101 | 284 | 34 | 39 | 28 | 50 | 8 |
| 3/2009 | 83 | 326 | 30 | 48 | 25 | 52 | 8 |
| 6/1983 | 250 | 113 | 31 | 20 | 32 | 28 | 22 |
| 6/1988 | 227 | 143 | 31 | 24 | 31 | 33 | 18 |
| 6/1999 | 161 | 202 | 34 | 31 | 30 | 44 | 14 |
| 6/2004 | 140 | 237 | 37 | 35 | 31 | 49 | 12 |
| 6/2009 | 103 | 277 | 39 | 49 | 32 | 53 | 9 |
| 7/1986 | 125 | 113 | 33 | 23 | 32 | 32 | 16 |
| 7/1999 | 111 | 201 | 30 | 34 | 26 | 45 | 12 |
| 7/2004 | 97 | 235 | 30 | 37 | 25 | 50 | 11 |
| 7/2009 | 95 | 271 | 30 | 45 | 26 | 55 | 10 |
| 8/1986 | 125 | 112 | 34 | 21 | 38 | 35 | 33 |
| 8/1999 | 100 | 180 | 30 | 33 | 28 | 49 | 22 |
| 8/2004 | 90 | 222 | 32 | 36 | 30 | 54 | 20 |
| 8/2009 | 86 | 272 | 34 | 49 | 32 | 59 | 18 |

Это связано, вероятно, с хорошим обсеменением и заселением подроста в этих условиях, но худшей его выживаемостью в условиях конкурентного воздействия материнского полога.

В целом по возрасту подрост однороден в пихтарнике Базайского лесничества и обоих сосняках, а в пихтарнике Столбинского лесничества (ППП 8) – неоднороден.

Изменчивость по высоте и диаметру в последующие периоды обмера остается постоянной, несмотря на уменьшение числа особей (табл. 2). Процент отпада подроста колеблется от 24 до 67%, самая низкая выживаемость подроста пихты в Базайском лесничестве (табл. 3). К 2009 г. количество сохранившегося подроста на всех пробах стало примерно одинаково.

Выживаемость подроста на 2009 год

| № ППП | Выживших, шт. | Отпавших, шт. | Итого, шт. | Процент отпада |
|--------------------------------|---------------|---------------|------------|----------------|
| <i>Базайское лесничество</i> | | | | |
| 3 | 83 | 167 | 250 | 67 |
| 6 | 103 | 147 | 250 | 59 |
| Всего | 186 | 314 | 500 | 63 |
| <i>Столбинское лесничество</i> | | | | |
| 7 | 95 | 30 | 125 | 24 |
| 8 | 86 | 39 | 125 | 31 |
| Всего | 181 | 69 | 250 | 28 |

При оценке жизнеспособности подроста пихты в 2009 г. по трем параметрам (табл. 4) – соотношение среднего периодического прироста за последнее 5-летие к предыдущему, протяженность кроны по стволу и отношение ее длины к ширине – выявилось, что благонадежный подрост преобладает на ППП 8 и в сосняке на ППП 7 (при условии включения половины сомнительного). На пробных площадях Базайского лесничества преобладает неблагонадежный подрост.

Таблица 4

Оценка состояния подроста по трем параметрам на постоянных пробных площадях на 2009 год

| Лесничество | Базайское | | | | Столбинское | | | |
|-------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | ППП 3 | | ППП 6 | | ППП 7 | | ППП 8 | |
| Номер пробы | | | | | | | | |
| Характеристика подроста | Кол-во, шт. | % | Кол-во, шт. | % | Кол-во, шт. | % | Кол-во, шт. | % |
| Благонадежный | 14 | 16.9 | 20 | 19.4 | 41 | 43.2 | 50 | 58.1 |
| Сомнительный | 27 | 32.5 | 26 | 25.2 | 27 | 28.4 | 13 | 15.1 |
| Неблагонадежный | 42 | 50.6 | 57 | 55.4 | 27 | 28.4 | 23 | 26.8 |
| Всего | 83 | 100.0 | 103 | 100.0 | 95 | 100.0 | 86 | 100.0 |

Оценка выживаемости подроста двумя методами дает разный результат, но, вероятнее всего, более достоверны все же результаты, полученные при использовании трех параметров.

Возрастные изменения высот отдельных экземпляров подроста отличаются большим разнообразием. Часть экземпляров подроста имеет затухающую кривую роста в высоту. Получившие возможность ускоренного роста особи отличаются экспоненциальным характером кривых роста. Сравнение результатов выравнивания кривых роста показывает, что больше всего экземпляров подроста, обладающих экспоненциальным характером увеличения высот, наблюдается на ППП 8, где наблюдалось разрушение верхнего полога, а меньше всего – на ППП 3, где сформировался темнохвойный ярус с высокой полнотой. Однако оценка различий присутствия особей с экспоненциальным характером роста в высоту среди живых и отпавших экземпляров показывает недостоверные результаты, поэтому нельзя утверждать, что выживаемость подроста связана с ха-

рактором роста особей в высоту. Случайные причины (заваливание травой, нападение вредителей, и др.) имеют почти такое же воздействие на отпад подроста, как и конкурентные отношения.

Оценивая динамику выживания подроста пихты, имевшего к началу наблюдений средний возраст около 30 лет, следует прийти к выводу, что за период в 23-26 лет произошел его значительный отпад и ухудшение качественного состояния. Наличие мелкого подроста свидетельствует о непрерывности возобновительного процесса и постепенной замене особей, исчерпавших свои возможности роста в условиях высокой конкуренции.

ЛИТЕРАТУРА

Успенский Е.И. Морфологическая структура елового подроста // Современные исследования продуктивности и рубок леса. Каунас, 1976. С. 85–91.

Моделирование фенологической динамики.

II. Анализ корреляций сроков сезонных явлений у древесных растений с климатическими факторами

Т.М. Овчинникова, В.А. Фомина, Н.П. Должковая, Е.Б. Андреева, В.Г. Суховольский

Анализ закономерностей фенологической динамики развития растений представляет значительный интерес, так как данные о фенологическом развитии потенциально могут содержать информацию как о механизмах влияния на растения внешних модифицирующих, в частности, погодных, факторов, так и о регуляторных процессах в самом растении (Данилевский, 1961; Серебряков, 1966; Аксенова и др., 1973; Battey, 2000; Шульц, 1981; Жмылев и др., 2005).

Одним из важных факторов сезонного развития растений является температура воздуха. Прежде всего, это относится к «весенним» фенофазам. Для определения момента начала вегетации растений достаточно часто предлагается использовать метод накопленных положительных температур (Шульц, 1981; Горышина, 1979; Культиасов, 1982; Лынов, 1986). Согласно этому методу, для начала той или иной фенофазы растению требуется определенный, из года в год одинаковый, запас «накопленного» тепла (S_0).

Пусть i – день года, а j – год. Тогда сумму температур, накопленную к дате k в j год можно выразить формулой

$$S_{kj} = \sum_{i=1}^k [T_{ij} - T_0] \cdot \delta(T_{ij} - T_0) \quad (1)$$

где T_{ij} – текущая температура на день i года j ; $\delta(T - T_0) = \begin{cases} 0, T < T_0 \\ 1, T \geq T_0 \end{cases}$

T_0 – критическая температура воздуха, при которой у растения активируются физиологические процессы, в конечном итоге приводящие к переходу в состояние, характеризуемое изучаемой фенофазой.

Считается, что сумма эффективных температур S_0 – видоспецифическая константа, которая отражает климатические условия формирования вида (Шнелле, 1961). Действительно, предположение о постоянстве во времени величин S_0 и T_0 для определенного вида растений позволяет из приведенной формулы (1) вычислить для j -го сезона дату k , на которую достигается необходимое для реализации изучаемой фенофазы значение по уравнению: $S_{kj} = S_0$.

Для начала вегетации различным видам растений требуются различные «пороги» T_0 температур (Лархер, 1978; Горышина, 1979; Культиасов, 1982). В качестве пороговых обычно рассматриваются такие значения температуры воздуха, как 0°C , $+3^\circ\text{C}$ и $+5^\circ\text{C}$. Предполагается, что в условиях холодного и умеренного климата для начала вегетации растений оказывается достаточным устойчивый переход среднесуточных температур воздуха к положительным значениям (Лархер, 1978). Такой переход обычно совпадает со сходом снега. Напротив, Г.Э. Шульц (1981) считает, что начало вегетации совпадает с установлением среднесуточной температуры $+5^\circ\text{C}$. Вегетация хвойных в заповеднике «Столбы» по средним многолетним данным начинается с переходом минимальных температур через $+5^\circ\text{C}$ (Крутовская, Буторина, 1958).

Метод суммы эффективных температур и температурных порогов имеет как горячих последователей, так и резких противников (Аврорин, 1956). Противники этого подхода рассматривают его как метод, который не учитывает различную потребность растения в тепле на разных стадиях развития и не принимает во внимание остальные переменные среды. Действительно, в разные годы суммы эффективных температур для одних и тех же фенофаз оказываются неодинаковыми (Юркевич, Парфенов, 1961). При этом уровень температуры, при которой может начаться вегетация какого-либо вида, изменяется от года к году в зависимости от других условий, таких как, например, продолжительность и характер зимы или эндогенный покой растения (Шульц, 1981). Многие растения способны приступить к вегетации при кратковременных оттепелях, эпизодических переходах температуры через 0 градусов или даже при слабых отрицательных температурах. Так, *Picea abies* обладает способностью фотосинтезировать в зимний период при температуре до -3°C (Культиасов, 1982).

Вероятно, расчет эффективных температур наиболее оправдан для поздноцветущих растений или для видов, весеннее развитие которых в значительной степени связано с эндогенной ритмикой. В частности, такой подход используется при изучении фенологии древесных растений, для которых (в отличие от трав) свойственна большая консервативность времени начала вегетации (Галахов, 1962; Щеголева, 1969; Минин, 2000).

Кроме температуры воздуха, существенным фактором сезонного развития растений (особенно в весенний период) является температура почвы. Многие авторы отмечают, что интенсивность прогревания почвы в весенний период является ограничивающим фактором для раскрывания почек при оптимальной температуре воздуха. По данным И.Н. Елагина (1978), при достаточной для активной вегетации температуре воздуха, почки у березы, сосны и осины не раскрываются, пока почва не прогреется до $+5(6)^{\circ}\text{C}$.

Существенное влияние на сезонное развитие растений могут оказывать суточные колебания температуры (Культиасов, 1982; Марковская, Сысоева, 2004). Считается, что в районах с континентальным климатом растения наиболее хорошо развиваются при перепадах ночных и дневных температур в $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ (Лархер, 1978; Шульц, 1981). Однако, детальный анализ роли суточного температурного градиента в онтогенезе растений свидетельствует о том, что влияние температуры воздуха на развитие растений не однозначно и зависит от фотопериодической реакции. При этом оптимальным показателем является среднесуточная температура воздуха, а не дневная или ночная температура (Марковская, Сысоева, 2004).

Всплеск интереса к фенологии растений в последние десятилетия связан с исследованиями в области глобального потепления климата. Анализ трендов в периодических событиях растительного и животного мира может выступать не только как хороший биоиндикатор климатических изменений, но также как количественный показатель воздействия потепления на биосистемы. Действительно, из приведенной формулы (1) следует, что при потеплении и росте ве-

сенних температур T_i ; критическая сумма накопленных температур будет достигнута в более ранние сроки. Эти предположения за последние годы проверялись в различных географических зонах для разных видов растений.

Для выявления связей фенологических явлений с погодными характеристиками чаще всего используют расчет парных корреляций между фенодатами и температурными показателями весенних месяцев (Chmielewski, Rotzer, 2001; Гордиенко и др., 2009).

Настоящая работа представляет собой обзор возможностей корреляционного анализа при исследовании сопряженности фенологических сдвигов с изменениями климатических данных. Работа выполнена на данных наблюдений за фенологическими событиями весны у древесных растений в заповеднике «Столбы».

Территория заповедника «Столбы» расположена вблизи пригородов Красноярска, в непосредственной близости к правому берегу Енисея ($55^{\circ}38' - 55^{\circ}58'$ с.ш., $92^{\circ}38' - 93^{\circ}05'$ в.д.). Заповедник находится на Куйсумском хребте Манского Белогорья в системе хребтов Восточного Саяна. Более 70% территории заповедника – среднегорье (500–800 м), менее 30% занимает низкогорная часть (200–500 м). Метеостанция «Столбы» в настоящее время расположена на высоте 536 м над у.м.

Систематические метеорологические наблюдения в заповеднике «Столбы» ведутся с 1927 г., с 1935 г. стали фиксировать данные четырех сроков наблюдения в течение суток. За последние десятилетия среднегодовые и средне-многолетние температуры воздуха отчетливо показывает тенденцию к увеличению (Фокина и др., 2006). Минимальные значения среднегодовой температуры воздуха за последние 75 лет наблюдались в 1937 г. (-2.7°C), а максимальные – в 1997 г. ($+2.8^{\circ}\text{C}$). Самое большое потепление за данный период зафиксировано с 1993 по 2003 гг., когда среднегодовая температура изменилась с 0.3 до 0.9°C (Фокина и др., 2006). Наблюдается также увеличение числа безморозных дней, однако за указанный период не выявлено четкой тенденции изменения годового количества осадков.

Заповедник «Столбы» находится на стыке трех ботанико-географических районов: Красноярская лесостепь, горная тайга Восточных Саян и подтайга Средне-Сибирского плоскогорья. Среди лесообразующих пород преобладают сосняки (41%) и пихтачи (28%).

Фенологические наблюдения проводятся на территории заповедника с даты основания по настоящее время. Для данной работы использовался непрерывный ряд (1980–2008 гг.) фенологических наблюдений в среднегорье и разрозненные данные календарей природы с 1952 по 1980 гг. Материалы по фенологии собирались сотрудниками заповедника в соответствии с рекомендациями Т.Н. Буториной (Филонов, Нухимовская 1985, Вопросы составления..., 1986). Для анализа климатической ситуации в этом районе взяты данные метеостанции «Столбы», находящейся в непосредственной близости к феноплощадкам.

В статье мы рассматриваем этап весенней вегетации, связанный с раскрытием почек деревьев и разворачиванием листвы. Выбраны фенодаты «разворачивание листвы – начало» и «разворачивание листвы – полное» для следующих видов деревьев: пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), осины (*Populus tremula* L.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.), березы повислой (*Betula pendula* Roth), рябины сибирской (*Sorbus sibirica* Hedl.), черемухи (*Padus avium* Mill.).

Для анализа временных сдвигов фенодат в последние десятилетия имеющиеся данные были разбиты на 2 группы: I – период 1952–1989 и II – период 1990–2008. В таблице 1 приведены усредненные по группам весенние фенодаты для древесных растений заповедника «Столбы». Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента отличия ($p_1 < 0,05$) в сроках начала распускания листвы наблюдались у березы и осины, а также хвои кедра и сосны.

Таблица 1

Изменение сроков фенофаз для древесных растений заповедника «Столбы» за два последних десятилетия

| Порода | Разворачивание листвы – начало | | | | p_1 | Разворачивание листвы – полное | | | | p_2 | Δ_1 |
|-------------|--------------------------------|------------|---------------|------------|--------|--------------------------------|------------|---------------|------------|-------|------------|
| | 1952-1989 гг. | | 1990-2008 гг. | | | 1952-1989 гг. | | 1990-2008 гг. | | | |
| | M_1 | σ_1 | M_1 | σ_1 | | M_2 | σ_2 | M_2 | σ_2 | | |
| Черемуха | 18.05 | 7 | 15.05 | 8 | 0.153 | 01.06 | 7 | 22.05 | 8 | <0.05 | 10 |
| Рябина | 20.05 | 7 | 19.05 | 9 | 0.699 | 03.06 | 6 | 24.05 | 9 | <0.05 | 10 |
| Береза | 22.05 | 7 | 18.05 | 8 | <0.05 | 04.06 | 6 | 24.05 | 9 | <0.05 | 11 |
| Осина | 28.05 | 7 | 21.05 | 8 | <0.05 | 07.06 | 6 | 26.05 | 8 | <0.05 | 12 |
| Лиственница | 21.05 | 6 | 20.05 | 10 | 0.832 | 05.06 | 7 | 28.05 | 8 | <0.05 | 9 |
| Пихта | 04.06 | 7 | 01.06 | 6 | 0.110 | 18.06 | 6 | 09.06 | 6 | <0.05 | 9 |
| Ель | 04.06 | 8 | 02.06 | 6 | 0.530 | 18.06 | 8 | 09.06 | 6 | <0.05 | 8 |
| Сосна | 16.06 | 9 | 05.06 | 8 | <0.050 | 06.07 | 14 | 13.06 | 9 | <0.05 | 22 |
| Кедр | 20.06 | 8 | 05.06 | 7 | <0.050 | 11.07 | 11 | 13.06 | 10 | <0.05 | 27 |

Примечание: M_i – усредненная фенодата за временной период; σ_i – стандартное отклонение за временной период, количество дней; p_i – уровень значимости различия между усредненными датами I и II периода; $i=1$ – начало разворачивания листвы, $i=2$ – полное разворачивания листвы; $\Delta_1 = M_2(I) - M_2(II)$ – смещение сроков полного распускания листвы, количество дней.

У кедра, сосны, осины и березы во II периоде фенодата «разворачивание листвы – начало» наступила раньше на 14, 11, 6 и 4 дня соответственно. Фенодаты «разворачивание листвы полное» сдвинулись на более ранние сроки, по сравнению с I периодом, для всех исследованных видов (Δ_1) (приблизительно на две декады – у сосны и кедра и на одну – у остальных древесных пород).

Как видно из таблицы 1, во второй половине мая распускаются черемуха, рябина, береза, лиственница и осина, в начале июня – пихта и ель.

Сам факт более раннего начала вегетации, особенно в последние два десятилетия согласуется с исследованиями многих авторов (Walther et al., 2002), однако следует отметить уникальное смещение почти на месяц сроков полного развертывания листвы для кедра и сосны (на 27 и 22 дня соответственно) в заповеднике «Столбы».

Более ранние сроки полного раскрытия листвы и хвои вызваны не только более ранним началом весенних фенофаз, но и более быстрым их прохождением. Из таблицы 2 видно, что длительность периода от начала до полного развертывания листвы (Δ_2) сократилась приблизительно на декаду у сосны и кедра и на неделю – у других пород.

Таблица 2

Изменение длительности весенних фенофаз для древесных растений заповедника «Столбы» за два последних десятилетия*

| Порода | Количество дней от начала до полного распускания листвы | | Δ_2 |
|-------------|---|---------------|------------|
| | 1952-1989 гг. | 1990-2008 гг. | |
| Черемуха | 13±6 | 7±5 | 7 |
| Рябина | 13±7 | 5±3 | 9 |
| Береза | 12±6 | 6±4 | 6 |
| Осина | 10±5 | 5±3 | 5 |
| Лиственница | 15±6 | 7±5 | 8 |
| Пихта | 13±7 | 7±4 | 6 |
| Ель | 14±8 | 7±6 | 7 |
| Сосна | 19±11 | 8±6 | 11 |
| Кедр | 20±11 | 8±5 | 12 |

Примечание: *при уровне значимости различия между средними двух временных периодов $p < 0.001$; Δ_2 - сокращение длительности периода от начала до полного развертывания листвы, количество дней.

Методы корреляционного анализа для интерпретации наблюдений за фенологическими событиями древесных растений анализировались на данных 1980–2008 гг. Изменение сроков наступления фенофаз за этот период наблюдений имеет постепенный характер для хвойных пород деревьев (рис. 1а). Для лиственных пород такая закономерность отсутствует (рис. 1б).

Из рассмотренного периода можно выделить интервал с 1984 по 2002 гг., когда наблюдалась линейная тенденция к ранним срокам распускания листвы (рис.1). Для хвойных пород существует статистически достоверная линейная тенденция наступления вегетации в более ранний срок в эти годы. Однако с 2003 г. эта тенденция не наблюдается.

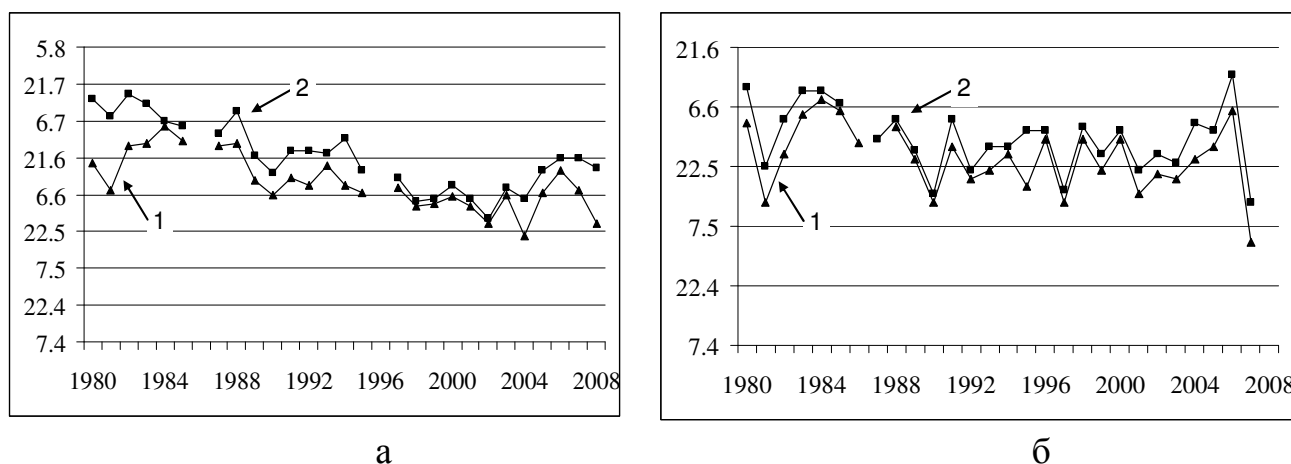


Рис. 1. Динамика изменения фенодат распускания листвы для сосны (а) и осины (б). 1 – фенодата начала распускания; 2 – фенодата полного распускания.

Для достоверных линейных уравнений большие угловые коэффициенты от -0.89 у лиственницы до -2.04 у сосны свидетельствуют о значительном изменении сроков начала вегетации. Так, у сосны из года в год, с 1984 по 2002 гг., в среднем, на два дня раньше наступало полное распускание хвои.

Таблица 3

Параметры линейной аппроксимации изменения сроков полного распускания листвы в период с 1984-2002 гг. для разных пород

| Параметры линейного уравнения | Черемуха | Рябина | Береза | Осина | Лиственница | Пихта | Ель | Кедр | Сосна |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Угловой коэффициент и стандартное отклонение | -0.59 ±0.30 | -0.38 ±0.39 | -0.57 ±0.35 | -0.55 ±0.28 | -0.89 ±0.29 | -1.52 ±0.23 | -1.52 ±0.22 | -1.89 ±0.18 | -2.04 ±0.27 |
| Достоверность аппроксимации (R ²) | 0.19 | 0.06 | 0.14 | 0.19 | 0.38* | 0.73* | 0.76* | 0.87* | 0.81* |

Примечание: *значимые согласно критерия Фишера (F-критерия) для уровня значимости $p=0.05$.

Для выявления возможных причин фенологических сдвигов были проанализированы климатические данные этого периода по метеостанции заповедника «Столбы».

Чаще всего для этого используют расчет парных корреляций между фенодатами и температурными показателями весенних месяцев (Chmielewski, Rotzer 2001, и др.). Так было показано существование взаимосвязи распускания сосны со среднемесячными температурами мая (Гордиенко и др., 2009) в Ильменском заповеднике.

В таблице 4 представлены результаты парного корреляционного анализа между фенодатами и весенними среднемесячными максимальными температурами в заповеднике Столбы.

Таблица 4

Коэффициенты корреляции между фенодатами и среднемесячными максимальными температурами для разных пород

| Порода | Распускание листвы - начало | | | | Распускание листвы - полное | | | |
|-------------|-----------------------------|-------|--------|-------|-----------------------------|-------|--------|-------|
| | февраль | март | апрель | май | февраль | март | апрель | май |
| Черемуха | -0.47 | -0.22 | -0.78 | -0.46 | -0.35 | -0.14 | -0.74 | -0.56 |
| Рябина | -0.30 | -0.26 | -0.69 | -0.43 | -0.35 | -0.24 | -0.72 | -0.53 |
| Береза | -0.32 | -0.16 | -0.72 | -0.55 | -0.30 | -0.18 | -0.63 | -0.54 |
| Лиственница | -0.33 | -0.29 | -0.65 | -0.38 | -0.31 | -0.22 | -0.61 | -0.58 |
| Осина | -0.48 | -0.26 | -0.68 | -0.60 | -0.38 | -0.32 | -0.62 | -0.64 |
| Пихта | -0.42 | -0.32 | -0.48 | -0.75 | -0.48 | -0.25 | -0.38 | -0.81 |
| Ель | -0.36 | -0.21 | -0.57 | -0.67 | -0.33 | -0.17 | -0.42 | -0.73 |
| Кедр | -0.44 | -0.34 | -0.20 | -0.67 | -0.34 | -0.29 | -0.07 | -0.53 |
| Сосна | -0.52 | -0.24 | -0.18 | -0.68 | -0.43 | -0.20 | -0.10 | -0.58 |

Даты начала распускания деревьев хвойных пород в значительной степени коррелируют со средними максимальными температурами мая, в то время как даты начала распускания у лиственных деревьев в большей степени сопряжены со средними температурами апреля. Зависимость фенодат от среднемесячных минимальных и средних дневных температур также высока.

Для того, чтобы посмотреть совокупный эффект влияния весеннего сезона на процесс распускания древесных растений в заповеднике «Столбы», мы провели канонический анализ. Рассматривая явление начала вегетации как период от распускания почек до раскрытия листвы, можно его характеризовать тремя фенодатами, которые фиксируются в «Календарях природы». Это даты распускания почек, начала распускания листвы и полное распускание листвы. Погодную ситуацию сезона характеризуют месяцы перехода к положительным температурам воздуха и месяцы начала вегетации. Это, в нашем случае, март, апрель, май и июнь.

Для анализа влияния одной совокупности факторов (погодных) на другую (фенодаты) используют метод канонических корреляций (Кендалл, Стьюарт, 1976).

Климатический сезон характеризуется среднемесячными значениями температур с марта по июнь (4 переменные). Фенологическое события – фенодатами: распускание почек, начало разворачивания листвы и полное разворачивание листвы (3 переменные).

В таблице 5 приведены результаты канонического анализа, выполненного в пакете STATISTICA 6.0 (Халафян, 2007). При вычислении канонических корней STATISTICA подсчитывает собственные значения матрицы корреляций. Эти значения равны доле дисперсии, объясняемой корреляцией между соответствующими каноническими переменными. Корень

квадратный из максимального собственного значения называют канонической корреляцией и интерпретируют как степень зависимости между двумя наборами переменных. Из таблицы 3 видно, что для всех пород канонические корреляции имеют большие значения (0.79–0.88) и достоверны (уровень значимости $p < 0.05$).

В этом случае можно рассмотреть веса первой канонической переменной погодных факторов. При анализе, обычно, пользуются тем, что чем больше приписанный вес (т. е. абсолютное значение веса), тем больше вклад соответствующей переменной в значение канонической переменной. Из таблицы 5 видно, что для листопадных пород максимальные веса соответствуют, в основном, среднемесячным температурам апреля и в меньшей степени – мая. Для хвойных пород даты начала вегетации определяются температурами мая.

Таблица 5

Результаты канонического анализа связи начала вегетации с погодными характеристиками весенних сезонов с 1980 по 2007 гг.

| | Канонические корреляции-R | Уровень значимости- p | Канонические веса первой температурной переменной | | | |
|-------------|---------------------------|-------------------------|---|--------|-------|--------|
| | | | март | апрель | май | июнь |
| Черемуха | 0.86 | <0.05 | -0.11 | -0.76 | -0.50 | -0.007 |
| Рябина | 0.87 | <0.05 | -0.20 | -0.64 | -0.62 | -0.10 |
| Береза | 0.85 | <0.05 | 0.01 | -0.87 | -0.39 | -0.30 |
| Осина | 0.88 | <0.05 | -0.16 | -0.68 | -0.56 | 0.07 |
| Лиственница | 0.82 | <0.05 | -0.21 | 0.85 | 0.34 | 0.21 |
| Пихта | 0.88 | <0.05 | -0.31 | -0.25 | -0.83 | -0.25 |
| Ель | 0.83 | <0.05 | -0.20 | -0.44 | -0.77 | -0.41 |
| Сосна | 0.79 | <0.05 | -0.08 | -0.33 | -0.88 | -0.16 |
| Кедр | 0.88 | <0.05 | -0.19 | -0.28 | -0.88 | -0.16 |

Рассмотрим зависимость между исследуемыми фенодатами и суммами накопленных положительных температур в заповеднике «Столбы». Среднее значение за 1980-2008 гг. суммы положительных среднесуточных температур, накопленных до даты распускания листвы, для различных пород представлено в таблице 6.

Близкие значения накопленных положительных температур для пихты и ели, сосны и кедра, а также между листопадными породами объясняется сопряженностью фенодат для этих видов. Хронология начала вегетации на Столбах выглядит следующим образом. Друг за другом во второй половине мая распускаются черемуха, рябина, береза, лиственница и осина, затем в начале июня распускаются пихта и ель и во второй половине июня распускаются кедр и сосна.

Таблица 6

Среднее значение суммы положительных среднесуточных температур, накопленных до даты распускания листвы для различных пород за 1980-2008 гг.

| | Черемуха | Рябина | Береза | Лиственница | Осина | Пихта | Ель | Кедр | Сосна |
|---|----------|--------|--------|-------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| <i>До даты начала распускания листвы</i> | | | | | | | | | |
| Сумма температур | 185.8 | 234.5 | 218.3 | 241.4 | 244.1 | 386.5 | 387.0 | 456.4 | 465.4 |
| Стандартное отклонение | 46.57 | 70.04 | 39.05 | 53.45 | 42.56 | 58.72 | 69.35 | 104.60 | 110.90 |
| <i>До даты полного распускания листвы</i> | | | | | | | | | |
| Сумма температур | 259.0 | 279.0 | 289.0 | 330.0 | 312.0 | 471.0 | 477.0 | 521.0 | 537.0 |
| Стандартное отклонение | 52.0 | 47.1 | 60.2 | 65.2 | 57.6 | 81.3 | 87.6 | 128.0 | 111.0 |

Проанализируем сопряженность этапов распускания листвы между разными породами с помощью канонических корреляций. Фенологические события характеризуются тремя фенодатами: распускание почек (θ_1), начало разворачивания листвы (θ_2) и полное разворачивание листвы (θ_3). Таким образом, мы вычисляем канонические корреляции между сроком распускания одной породы (например, пихты) и другой (например, ели), каждая из которых характеризуется тремя фенодатами ($\theta_1, \theta_2, \theta_3$, таб. 7).

Таблица 7

Результаты канонического анализа связи дат начала вегетации разных пород

| | Канонические корреляции- R | Уровень значимости- p | Канонические веса первой переменной | | |
|----------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------|------------|
| | | | θ_1 | θ_2 | θ_3 |
| Пихта | 0.99 | 0.00 | -0.69 | -0.16 | -0.18 |
| Ель | | | -0.74 | -0.10 | -0.21 |
| Сосна | 0.98 | 0.00 | -0.65 | 0.16 | -0.56 |
| Кедр | | | -0.65 | 0.20 | -0.60 |
| Осина | 0.9 | 0.00 | 0.66 | -1.09 | 1.41 |
| Береза | | | 0.43 | -0.57 | 1.13 |
| Черемуха | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 0.48 | 0.55 |
| Рябина | | | 0.07 | 0.23 | 0.73 |
| Сосна | 0.73 | 0.02 | -0.06 | 1.56 | -0.58 |
| Береза | | | -1.83 | 1.89 | 0.37 |

Примечание: θ_1 – распускание почек, θ_2 – начало разворачивания листвы, θ_3 – полное разворачивание листвы.

В таблице 7 приведены значения канонических корреляций между породами с близкими сроками распускания: пихты и ели; сосны и кедра; осины и березы; черемухи и рябины, а также между сосной и березой, даты распускания которых разнятся более чем на месяц.

Из таблицы 7 видно, что для пород с близкими сроками распускания канонические корреляции имеют большие значения (0,99-0,86). Максимальные канонические веса для хвойных соответствуют датам распускания почек. Для лиственных, напротив, наибольший вклад в высокие значения корреляций вносят даты полного распускания листвы.

Корреляции между распусканьем хвойных и лиственных (на примере сосны и березы) значительно меньше (0.73) и, в основном, обусловлены сопряженностью дат начала распускания хвои у сосны и раскрытия почек и начала распускания листвы у березы. С другой стороны, $R=0.73$ достоверный на 98% уровне значимости, позволяет говорить, что внешние погодные факторы сезона определяют изменения сроков начала вегетации у всех древесных пород, несмотря на разные сроки начала вегетации у хвойных и лиственных.

Считается, что сумма эффективных температур отражает климатические условия вегетации вида. Как видно из таблицы 6, к дате начала распускания листвы черемухи на Столбах накапливается, в среднем, 186 градусов, а к дате распускания хвои сосны – 495 градусов. Стандартные отклонения средних значений сумм положительных температур приблизительно одинаковы (15–25%) для всех пород.

Большие дисперсии средних значений накопленных температур для всех исследованных видов не позволяют принять гипотезу о существовании констант тепла (S_0), определяющих момент начала вегетации древесных на Столбах. Метод накопленных положительных температур, в его классическом варианте не может быть использован для расчета фенодат по климатическим данным с помощью приведенной в данной статье формулы (1).

Мы предлагаем использовать метод накопленных температур для анализа календарных сроков наступления фенофазы для разных растений с помощью корреляционного анализа. Пусть $X = \{ x_j \}$ – дискретный набор фенодат, например, начала разворачивания листвы по годам j . x_1 – дата начала разворачивания листвы в 1980 г, x_2 – в 1981 гг., $j=1..29$.

$S_k = \{ S_{kj} \}$ – дискретный набор сумм накопленных положительных температур к дате сезона k (например к 9 мая или 12 июня) в те же годы j , с 1980 по 2008, рассчитанные по формуле (1), при условии $T_0=0$.

Коэффициент корреляции $R(k) = R(X, S_k)$ характеризует степень зависимости фенодаты и сумм положительных температур накопленных к дате сезона k в анализируемые годы.

На рис. 2 представлен коэффициент корреляции $R(k)$ для дат сезона k с 1 марта по 30 июня.

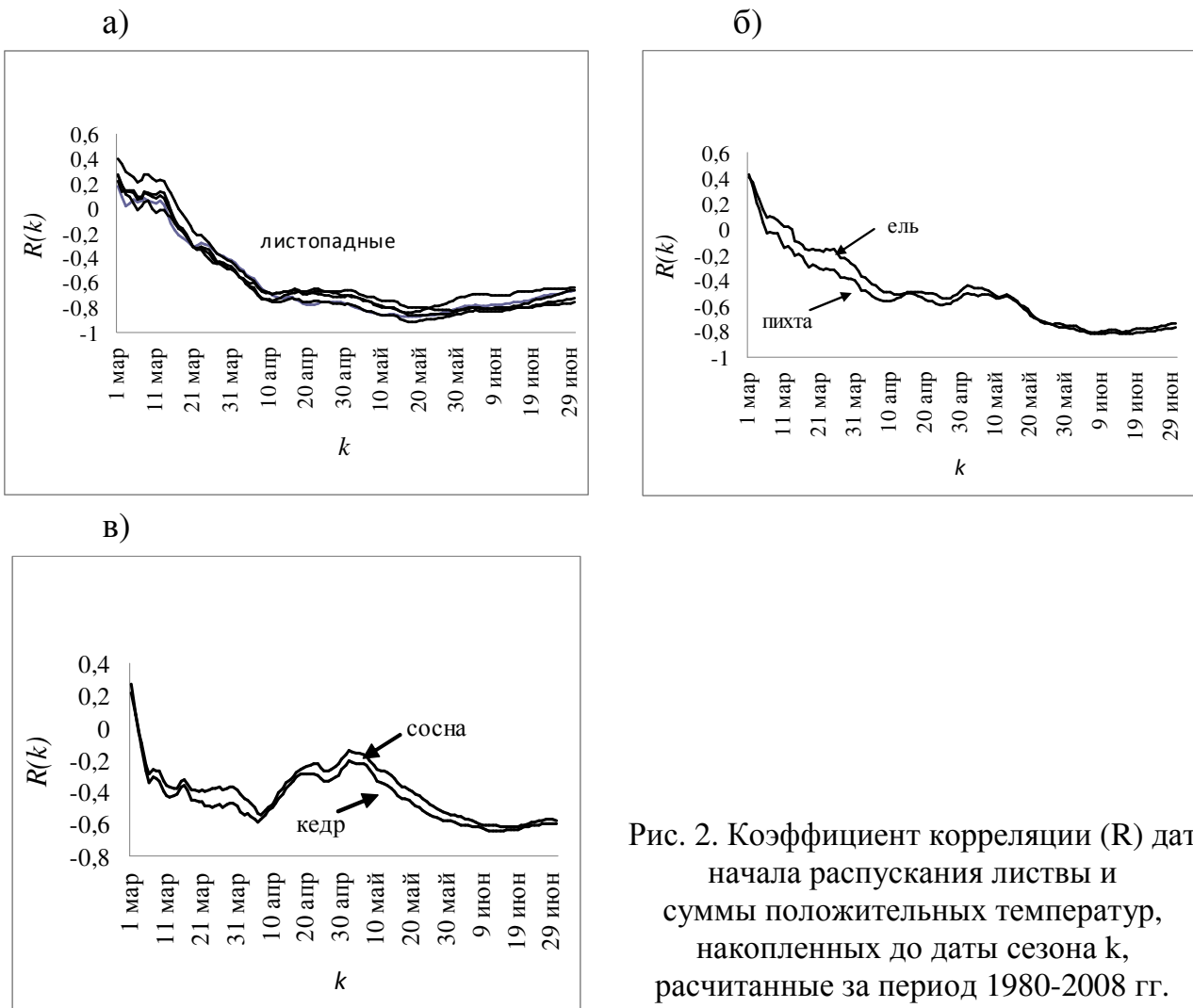


Рис. 2. Коэффициент корреляции (R) дат начала распускания листвы и суммы положительных температур, накопленных до даты сезона k , рассчитанные за период 1980-2008 гг.

Как видно на рис. 2а, корреляции сроков распускания лиственных с накопленным теплом достигают больших значений ($R_{max}=0.7$) к концу первой декады апреля и максимальных ($R_{max}=0.85$) к концу второй декады мая, когда начинает распускаться листва. Результаты такого анализа можно интерпретировать следующим образом. Сроки распускания лиственных предопределяются, во-первых, сроками достижения критических положительных температур (так, средняя за весь период температура 10 апреля составила $+4^{\circ}\text{C}$ при максимуме $+9^{\circ}\text{C}$ и минимуме $+1^{\circ}\text{C}$). Во-вторых, эти сроки корректируются суммой накопленного тепла в последующий месяц, что отражено в увеличении коэффициента корреляции с 0.7 до 0.85.

Для пихты и ели (рис. 2б) корреляции первый раз достигают значений $R_{max}=0.55$ также к концу первой декады апреля. Температурный режим последующего месяца практически не влияет на начало распускания хвой. Увеличение коэффициента корреляции начинается со второй декады мая, достигая максимального значения $R_{max}=0.8$ к концу мая – началу июня, когда начинает распускаться хвоя.

Для сосны и кедра (рис. 2в) динамика изменения коэффициента корреляции подобна картине для пихты и ели. Первый раз значение $R_{max}=0.55$

достигается также к концу первой декады апреля. Накопленные температуры практически не коррелируют со сроками распускания хвои в последующий период. Второй максимум $R_{max}=0.65$ достигается к середине июня, непосредственно перед началом распускания хвои.

Таким образом, для всех исследованных пород показано существование двух периодов, влияющих на начало распускания листы. Первый, по-видимому, связан с запуском механизма начала вегетации и определяется достаточностью светового и температурного режима на начало апреля. Второй период, влияющий на начало распускания листы, характеризует накопленное тепло непосредственно перед распусканием. Для листопадных пород это сумма накопленных температур в апреле, для пихты и ели – со второй половины апреля по первую половину мая, и для сосны и кедра – это накопленное тепло в мае.

Предложенный метод анализа корреляций по дням сезона позволяет рассчитать календарный период, определяющий весенние фенодаты, а также по абсолютному значению R_{max} определить степень влияния накопленных температур. В качестве климатического параметра, вместо суммы накопленных положительных температур, можно выбрать средние, максимальные или минимальные температуры воздуха, температуры почвы и т.д.

Корреляция между фенологическими и климатическими трендами показана на рисунке 3. Мы использовали расчет суммы положительных среднесуточных температур на определенную дату для объяснения смещения сроков вегетации сосны и кедра.

На рис. 3 показано, что с 1984 по 2004 гг. суммы положительных среднесуточных температур, рассчитанные на середину июня, увеличивались приблизительно от 400 до 650 градусов (прямая 2, левая ось ординат). На этом же графике показано смещение распускания хвои кедра на более ранние сроки, за тот же период (прямая 1, правая ось ординат).

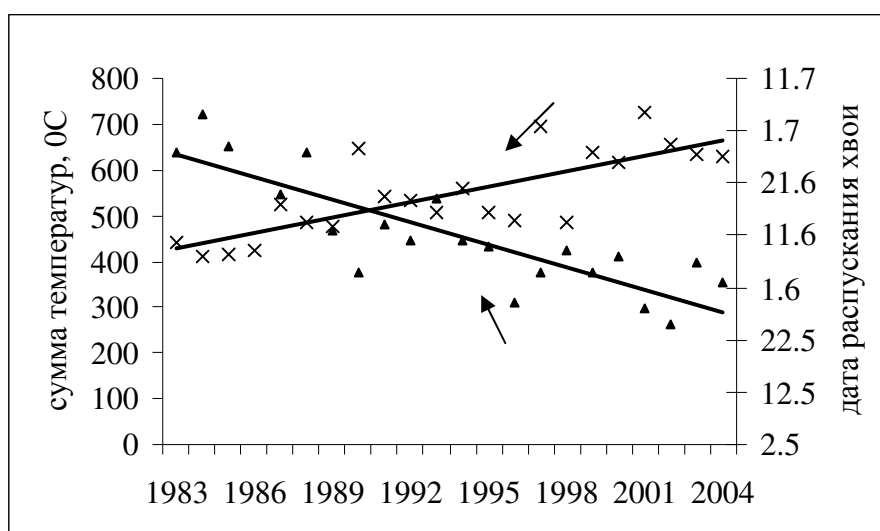


Рис. 3. Сравнительная динамика сроков распускания хвои кедра (1) и суммы положительных среднесуточных температур, рассчитанных на середину июня (2).

Точность линейной аппроксимации высокая, для изменения накопленного тепла $R^2=0.6$, а для изменения сроков начала вегетации $R^2=0.72$. Полученные зависимости позволяют утверждать, что весенние фенодаты сосны и кедра могут служить хорошим показателем, характеризующим изменение климата в весенне-летнем сезоне.

Выводы

Для хвойных пород существует статистически достоверная линейная тенденция наступления вегетации в более ранний срок в период с 1984 по 2002 годы. Это явление обусловлено увеличением суммы положительных среднесуточных температур, рассчитанных на середину июня. С 2003 года эта тенденция не наблюдается.

Даты начала распускания деревьев хвойных пород в значительной степени коррелируют со средними максимальными температурами мая, в то время как даты начала распускания у лиственных деревьев в большей степени сопряжены со средними температурами апреля. Применение канонических корреляций позволяет анализировать совокупный эффект влияния внешних факторов на начало вегетации растительности.

Сроки начала вегетации листопадных пород достигают максимальных корреляций с суммами накопленных температур в апреле. Для пихты и ели максимальные корреляции достигаются во второй половине апреля - первой половине мая. Существует два периода весны, влияющие на дату распускания хвои сосны и кедра. Первый раз высокий коэффициент корреляции между фенодатой и суммой накопленных температур достигается в апреле. Второй раз высокий коэффициент корреляции между фенодатой и суммой накопленных температур достигается в начале июня.

ЛИТЕРАТУРА

- Аврорин Н. А.* Переселение растений на Полярный Север. Эколого-географический анализ. М.–Л., 1956. 286 с.
- Аксенова И.П., Баврина Т.В., Константинова Т.Н.* Цветение и его фотопериодическая регуляция. М.: Наука, 1973. 294 с.
- Галахов Н.Н.* Климат зоны травяных лесов и островов лесостепи Красноярского края // Прир. районирование центр. части Красноярского края и некот. вопр. пригород. хоз-ва. М.: изд-во АН СССР, 1962.
- Гордиенко Н. С., Соколов Л. В.* Анализ долговременных изменений сроков сезонных явлений у растений и насекомых ильменского заповедника в связи с климатическими факторами // Экология. 2009. №2. С. 96–102.
- Горышина Т.К.* Экология растений. М.: Высшая школа, 1979. 347 с.
- Данилевский А.С.* Фотопериодизм и сезонное развитие насекомых. Л.: изд-во ЛГУ, 1961. 243 с.
- Елагин И.Н.* Реакция сосны, березы и осины на длительное снижение температуры почвы // Лесоведение. 1978. № 4. С. 53–59.

- Жмылев П.Ю., Жмылева А.П., Карпухина Е.А., Прилепский Н.Г., Робау А., Шоттл А.* Фенологическая пластичность растений и возможные механизмы изменения фенотипа в связи с потеплением климата: обсуждение результатов многолетних и краткосрочных наблюдений // Тр. Звенигородской биол. станции. М., 2005. Т. 4. С. 154–165.
- Кендалл, Стьюарт* Многомерный статистический анализ и временные ряды. М: Наука, 1976. 736 с.
- Крутовская Е. А., Буторина Т. Н.* О корреляции некоторых феноиндикаторов с температурой // Тр. гос. заповед. «Столбы». Вып. II. Красноярск: Красноярское кн. изд-во, 1958. С. 70–100.
- Культясов И.М.* Экология растений. М.: изд-во МГУ, 1982. 360 с.
- Лархер В.* Экология растений. М.: Мир, 1978. 384 с.
- Лынов Ю.С.* Эколого-фенологические особенности цветения растений и растительных сообществах в среднегорье и высокогорье Западного Тянь-Шаня // Бюлл. МОИП. Отд. биол. М.: изд-во МГУ, 1986. Т. 91. Вып. 2. С. 153–158.
- Марковская Е. Ф., Сысоева М. И.* Роль суточного температурного градиента в онтогенезе растений. М.: Наука, 2004. 119 с.
- Минин А.А.* Фенология Русской равнины: материалы и обобщения. М.: изд-во АБФ/АБФ, 2000. 160 с.
- Серебряков И.Г.* Соотношение внутренних и внешних факторов в годичном ритме развития растений: к истории вопроса // Бот. журн. 1966. Т. 51. № 7. С. 923–938.
- Филонов К. П., Нухимовская Ю. Д.* Летопись природы в заповедниках СССР: Методич. пособ. М.: Наука, 1985. 143. с.
- Фокина Н.В., Лигаёва Н.А., Андреева Е.Б., Должковая Н.П.* Исследование климатических особенностей заповедника «Столбы» // Вестник Красноярского гос. пед. ун-та им. В.П. Астафьева. 2006. № 2. С. 22–27.
- Халафян А.А.* Статистика 6. Статистический анализ данных. М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. 512 с.
- Шнелле Ф.* Фенология растений. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 258 с.
- Шульц Г. Э.* Общая фенология. Л.: Наука, 1981. 188 с.
- Щеголева С. В.* Изменчивость фенологических интервалов на Русской равнине // Бот. журн. 1969. Т. 54. С. 1335–1346.
- Юркевич И.Д., Парфенов В.И.* Ход роста сероольшаников Белоруссии по типам леса // Изв. высш. учеб. завед. Лесн. журн. 1961. № 1. С. 5–10.
- Bathey N.H.* Aspects of seasonality // J. Exper. Bot. 2000. V. 51. № 352. P. 1769–1780.
- Chmielewski F.-M., Rötzer T.* Response of tree phenology to climate change across Europe // Agricultural and Forest Meteorology. 2001. V. 108. P. 101–112.
- Walther G.-R., Post E., Convey P. et al.* Ecological responses to recent climate change // Nature. 2002. V. 416. P. 389–395.

Совершенствование охраны от лесных пожаров в заповеднике «Столбы»

А. В. Волокитина, А. Ю. Редькин, М. А. Корец, И. А. Михайлова

В первоочередной охране от пожаров нуждаются особо охраняемые природные территории (ООПТ) и, прежде всего, заповедники и национальные парки (Реймерс, Штильмарк, 1978; Соколов и др., 2002). В практические рекомендации по охране от пожаров ООПТ должны включаться указания по прогнозу поведения лесных пожаров (прогнозу их распространения, развития и последствий). Прогноз поведения пожаров необходим для управления ими. Для прогнозирования поведения нужна информационная база, т. е. сведения о распределении комплексов растительных горючих материалов (РГМ) по территории ООПТ. Их содержат карты РГМ. Методика и технология создания таких карт по материалам лесоустройства или в процессе лесоустройства разработаны и совершенствуются в лаборатории лесной пирологии Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН.

Все участки растительности как объекты горения представляют собой структурные комплексы из разнообразных горючих материалов. Особенно сложными комплексами являются лесные биогеоценозы. Практически к растительным горючим материалам в лесном биогеоценозе относятся все растения, живые и мертвые, а также опад, валежник, подстилка, перегнойный и торфяной горизонты. При пирологических исследованиях как лесные, так и нелесные участки получают характеристики по составу, запасам и свойствам горючих материалов. К настоящему времени разработана классификация РГМ и методы их картографирования (Курбатский, 1962, 1970; Волокитина, Софронов, 1996, 2002).

Способы создания карт растительных горючих материалов. Важнейшим моментом в создании карт РГМ является пирологическая характеристика участков растительности (выделов), показанных на картах. Способы создания карт РГМ различаются по методам пирологической характеристики участков, прежде всего, по методам определения типов основных проводников горения (типов ОПГ) – главной группы РГМ, определяющей возможность возникновения пожара, его развития и последствий, которая отражается непосредственно на карте. Характеристика других групп горючих материалов находится в прилагаемом к карте пирологическом описании.

1. ***«Автономный способ» создания карт РГМ.*** При описании участков используются известные методы таксации (наземные и дистанционные), дополненные методами определения типов ОПГ на участках непосредственно в лесу и путем дешифрирования аэро- и космоснимков – по определителям, а также критических классов засухи для участков – по таблицам (Волокитина, 2009).

Составление карты РГМ путем описания участков непосредственно в лесу, хотя и имеет высокую точность, но в то же время является очень трудоем-

ким и дорогим мероприятием. Составлять карты РГМ таким путем целесообразно на сравнительно небольшие участки, например, где запланировано проведение целевых палов, а также на площади, прилегающие к лесным поселкам и к другим важным объектам в лесу (буровые вышки, склады и т. п.).

2. *Способ создания карт РГМ по материалам лесоустройства.* Для оценки типов ОПГ в таксационных выделах используется косвенный метод, учитывающий связь типов ОПГ с типами леса, которые отмечены в таксационном описании. С этой целью необходимо составить пирологическую характеристику типов леса данного ООПТ, используя «Схемы типов леса», прилагаемые к проекту организации ведения лесного хозяйства, в которых приводятся достаточно подробные описания типов леса. В лесотипологических схемах нередко отсутствуют описания производных типов леса (березняков, осинников и т. д.). В таких случаях желательно посетить несколько выделов с данными типами леса и определить типы ОПГ в них с целью дополнения составляемой таблицы пирологической характеристики типов леса.

3. *Способ создания карт РГМ в процессе лесоустройства.* На участках, где проводится наземная таксация, таксаторы дополнительно оценивают типы ОПГ по определителю и отмечают их в карточке таксации. На площадях, где таксация выполняется методом дешифрирования, используется метод дешифрирования типов ОПГ на аэрофотоснимках или космоснимках с высокой разрешающей способностью. Он сходен с методом дешифрирования типов леса.

В настоящее время при лесоустройстве используется компьютерная обработка и хранение материалов, причем картографических материалов – на основе ГИС. Поэтому создание карт РГМ может выполняться в компьютерном варианте по специально разработанной программе (Каталог, 2009).

Создание информационной базы для прогноза поведения лесных пожаров в заповеднике «Столбы». Для заповедника «Столбы» был выбран способ создания карт РГМ *в процессе лесоустройства* как наиболее точный, тем более что лесоустройство проводилось по первому разряду, при котором таксаторы посещают каждый выдел. Для этого еще до лесоустройства, которое началось в 2006 году, был разработан краткий определитель типов основных проводников горения (табл. 1).

До лесоустроительных работ с таксаторами были проведены занятия, где они были ознакомлены с разработанной в ИЛ СО РАН классификацией растительных горючих материалов и методами ее использования. Детально обсуждался предварительный вариант определителя типов ОПГ, который таксаторам предстояло использовать при лесоустройстве заповедника «Столбы». В определитель вносились коррективы по замечаниям таксаторов, большей частью связанные с его упрощением.

Краткий определитель типов ОПГ

| | | |
|----|--|--|
| 1. | Определить подгруппу типа ОПГ: Если проективное покрытие мхов и лишайников $\geq 50\%$ – это « <i>мшистая</i> » подгруппа (2А), если $< 50\%$ – « <i>опадная</i> » (2Б). | |
| 2. | Определить тип ОПГ в подгруппах | |
| 2А | Определение типа ОПГ в « <i>мшистой</i> » подгруппе: | |
| | по описанию типов ОПГ, приведенному ниже, выбрать для выдела один из 4-х типов и отметить в карточке таксации его шифр | |
| | Лш | <i>лишайниковый:</i> в покрове преобладают кустистые лишайники или присутствуют на очень сухих почвах вместе с покровом из соснового |
| | Сх | <i>сухомшистый:</i> в покрове преобладают зеленые мхи, иногда с примесью лишайников, на дренированных почвах. |
| | Вл | <i>влажномшистый:</i> в покрове зеленые мхи с примесью политрихума или сфагнума на слабо дренированных почвах. |
| | Бм: | <i>болотно-моховый:</i> в покрове сфагновые мхи на заболоченных и болотных почвах или политрихумы (кукушкин лен) на любых почвах: |
| | Бм1 | заболоченные леса и болота среди суходолов (сфагновые типы леса), или преобладание в покрове кукушкина льна (долгомошные типы леса); |
| | Бм2 | крупные массивы верховых сфагновых болот. |
| | <i>Примечание:</i> Типы ОПГ « <i>мшистой</i> » подгруппы не меняют своих свойств в течение пожароопасного сезона. В карточке таксации выбранный тип ОПГ обозначается его шифром (в скобках – цифровой шифр): <i>Лш</i> (101), <i>Сх</i> (102), <i>Вл</i> (103), <i>Бм</i> (105). | |
| 2Б | Определение типа ОПГ в « <i>опадной</i> » подгруппе: | |
| | по описанию типов ОПГ, приведенному ниже, выбрать один из 4-х типов и отметить в карточке таксации его шифр: | |
| | Тв | <i>травяно-ветошный:</i> в покрове преобладают усохшие злаки или осоки, обычно весной и осенью (вейниковые, осоковые, злаковые типы леса). |
| | Рх | <i>рыхлоопадный:</i> в покрове преобладает: опад сосны, кедра, рыхлый опад из листвы березы, осины и других лиственных пород весной и осенью; усохшее разнотравье весной и осенью; войлок из осок и злаковой ветоши – летом; покровы из зимнее-зеленых осочек – весной и осенью. |
| | Пл | <i>плотноопадный:</i> в покрове преобладает: опад из хвои ели, пихты, лиственницы; уплотненный опад из листвы березы, осины и других лиственных пород – летом; уплотненный слой усохшего разнотравья – |
| | Бп: | <i>беспроводниковый:</i> в покрове нет слоев ОПГ, по которым могло бы распространяться пламенное горение. |
| | Бп1 | участки с наличием других, не основных проводников горения (подстилка, дернина, перегнойный горизонт); участки с зеленым травостоем летом, когда запас зеленых трав превышает запас усохших, что исключает распространение пламенного горения; |
| | Бп2 | отсутствуют любые проводники горения (пески, галечники, дороги, пашни и т.п.). Такие участки негоримы. |

Примечание. В «*опадной*» подгруппе типы ОПГ могут изменяться в течение пожароопасного сезона и переходить друг в друга. В карточке таксации на первом месте отмечается тип ОПГ весной (осенью) и через косую черту – тип ОПГ летом. В скобках – цифровой шифр каждого типа ОПГ. Например: Тв(105)/Рх(106), Тв(105)/Пл(107), Тв(105)/Бп1(108), Рх(106)/Пл(107), Рх(106)/Рх(106), Пл(107)/Пл(107), Бп1(108)/Бп2(109).

Перед лесоустройством мы приняли участие в тренировочных таксациях в 2006-2007 гг., где совместно с таксаторами по разработанному определителю устанавливали типы ОПГ на постоянных пробных площадях.

Во время лесоустроительных работ у таксаторов возникали затруднения в определении типа ОПГ весной (осенью) на участках с травяными типами леса, так как основная часть полевых работ проходила в летнее время. Приходилось возвращаться на эти участки весной или осенью, чтобы уточнить тип ОПГ. Каменистые россыпи, которые по методике характеризуются как негоримые, на территории заповедника «Столбы» часто оказывались сплошь покрытыми мхами и характеризовались не беспроводниковым, а пожароопасным сухомшистым типом ОПГ. Вопросы вызывали также участки со сплошным моховым покровом, покрытые осочкой, которая, несмотря на значительное участие в покрове, не могла существенно повлиять на скорость пожарного созревания. Практически все неясности были сняты во время тренировочной таксации или непосредственно в полевых условиях.

В результате использования определителя в процессе лесоустройства заповедника «Столбы» пирологическую характеристику по типам ОПГ получил каждый таксационный выдел (всего на территории заповедника около 5 тысяч выделов). Данные в виде шифра были отмечены в карточках таксации, а затем внесены в информационную базу данных наряду с таксационными характеристиками.

На основе полученной информационной базы были составлены карты растительных горючих материалов на всю территорию заповедника «Столбы», причем отдельно для весеннего (осеннего) и летнего сезонов. На самих картах нашли отражение типы ОПГ, а в качестве пирологического описания служит дополненное таксационное описание. На рис. 1 и 2 приведены фрагменты карт РГМ.

Анализ карт РГМ на всю территорию заповедника показал, что приуроченность типов ОПГ к определенным формам рельефа практически не проявляется (за исключением прирусловой части рек и ручьев).

Весной на территории заповедника преобладают участки с *рыхлоопадным* (51.8%) и *плотноопадным* (15.7%) типами ОПГ (табл. 2). Вкрапление участков с *сухомшистым* типом ОПГ (11.2%) характерны для юго-западной части (Манское лесничество), а *влажношистого* типа ОПГ (7.1 %) – для центральной части заповедника (Базайское лесничество). Участки с *травяно-ветошным* типом ОПГ (13.8%) разбросаны по всему горному массиву. Это указывает на то, что значительная часть территории становится пожароопасной при величине метеорологического показателя пожарной опасности (В.Г. Нестерова или ПВ-1) более 1000 единиц, а при показателе более 3000 единиц весной пожароопасна почти вся территория заповедника.

Таблица 2

**Характеристика территории госзаповедника «Столбы»
по типам основных проводников горения (типам ОПГ) в %**

| Типы основного проводника горения (типы ОПГ) | Всего по заповеднику (46.9 т. га) | в том числе по лесничествам | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|
| | | Столбинское (7.6 т. га) | Базайское (22.1 т. га) | Манское (17.3 т. га) |
| <i>Весна (осень)</i> | | | | |
| Сухомшистый (Сх) | 11.2 | 4.6 | 2.4 | 25.4 |
| Влажномшистый (Вл) | 7.1 | 2.2 | 12.2 | 2.7 |
| Болотно-моховый (Бм1) | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| Травяно-ветошный (Тв) | 13.8 | 11.5 | 13.8 | 14.6 |
| Рыхлоопадный (Рх) | 51.8 | 53.0 | 50.5 | 53.1 |
| Плотноопадный (Пл) | 15.7 | 28.2 | 20.8 | 3.7 |
| Беспроводниковый (Бн1) | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 |
| Беспроводниковый (Бн2) | 0.3 | 0.5 | 0.1 | 0.5 |
| Итого: | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| <i>Лето</i> | | | | |
| Сухомшистый (Сх) | 11.3 | 4.6 | 2.4 | 25.5 |
| Влажномшистый (Вл) | 7.0 | 2.2 | 12.1 | 2.4 |
| Болотно-моховый (Бм1) | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| Травяно-ветошный (Тв) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Рыхлоопадный (Рх) | 4.7 | 0.9 | 9.4 | 0.4 |
| Плотноопадный (Пл) | 40.2 | 51.7 | 39.9 | 36.0 |
| Беспроводниковый (Бн1) | 36.3 | 40.1 | 36.0 | 35.1 |
| Беспроводниковый (Бн2) | 0.4 | 0.5 | 0.1 | 0.6 |
| Итого: | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Летом, по причине уплотнения и разложения опада и развития сочных зеленых трав, господствующим становится *плотноопадный* тип ОПГ (40.2%), за исключением Манского лесничества. Кроме того, появляются значительные площади с практически негоримым *беспроводниковым* типом ОПГ (36.3%). Они сосредоточены в средней и южной частях заповедника. Это увеличивает пирологическую расчлененность территории. Летом лесные пожары могут возникать, в основном, при показателе ПВ-1 более 3000 единиц.

Осенью после увядания трав и опадения листвы пожароопасность сходна с весенним периодом (если осень сухая).

Поскольку основные пирологические характеристики типов ОПГ были разработаны ранее (Софронов, Волокитина, 1985; Волокитина, Софронов, 1996, 2002), появилась возможность составить на территорию заповедника «Столбы» карты природной пожарной опасности (по периодам сезона) и карты текущей природной пожарной опасности (или карты «пожарной зрелости») в зависимости от класса засухи по условиям погоды.

Легенда к картам природной пожарной опасности приведена в таблице 3. Для раскраски карт приняты те же цвета, которые используются в лесоустройстве при изготовлении лесопожарных карт и схем противопожарного уст-

ройства территории. Составляются две отдельные карты: для весеннего (осеннего) и летнего периодов сезона.

Таблица 3

Легенда к картам природной пожарной опасности

| Классы природной пожарной | Характеристика участков |
|---------------------------|--|
| I | Включает участки с лишайниковым и травяно-ветошным типами основного проводника горения (типами ОПГ). Пожарное созревание происходит при величине метеорологического показателя пожарной опасности ПВ-1 от 0 до 300 единиц. |
| II | Включает участки с сухомшистым и рыхлоопадным типами ОПГ. Пожарное созревание происходит при величине показателя ПВ-1 от 301 до 1000 единиц. |
| III | Включает участки с влажномшистым и плотноопадным типами ОПГ. Пожарное созревание происходит при величине показателя ПВ-1 от 1001 до 3000 единиц. |
| IV | Включает участки с типов ОПГ: болотно-моховым подтип Бп1) и беспроводниковым (подтип Бп1). Пожарное созревание происходит при величине показателя ПВ-1 от 3001 до 10000 единиц. |
| V | Включает участки с типами ОПГ: болотно-моховым (подтип Бм2) и беспроводниковым (подтип Бп2). Подтип Бп2 негорим. Пожарное созревание участков с подтипом Бп2 может происходить в чрезвычайные засухи. |

Примечание: классы природной пожарной опасности (КППО) отражают пожарное «созревание» выделов при типовых условиях (полнота 0,5-0,7 и равнинная поверхность), при других условиях требуется введение поправок, используя специальную таблицу
Цвета на карте: I КППО - красный, II КППО - розовый, III – КППО - желтый, IV КППО - зеленый, V КППО – фиолетовый.

Карты текущей природной пожарной опасности отражают состояние готовности к горению на данный момент участков растительности, отраженных на карте РГМ. Готовность к горению определяется путем сопоставления критических классов засухи (ККЗ) для каждого выдела, указанных в пирологическом описании для каждого периода сезона, с классом засухи (КЗ) по условиям погоды на данный день. Выделяется три уровня готовности к горению:

- участок (выдел) не готов к горению, если $KЗ < KКЗ$;
- участок (выдел) готов к горению, если $KЗ > KКЗ$;
- готовность участка (выдела) к горению неопределенная, т.е. $KЗ = KКЗ$.

На картах готовые к распространению горения выделы раскрашиваются красным цветом, не готовые к горению – зеленым, а выдела с неопределенной готовностью к горению – желтым цветом. Неопределенность в готовности к горению участков на практике можно устранить экспертным путем, используя профессиональный опыт и дополнительную информацию (например, анализ характера уже пройденных огнем участков).

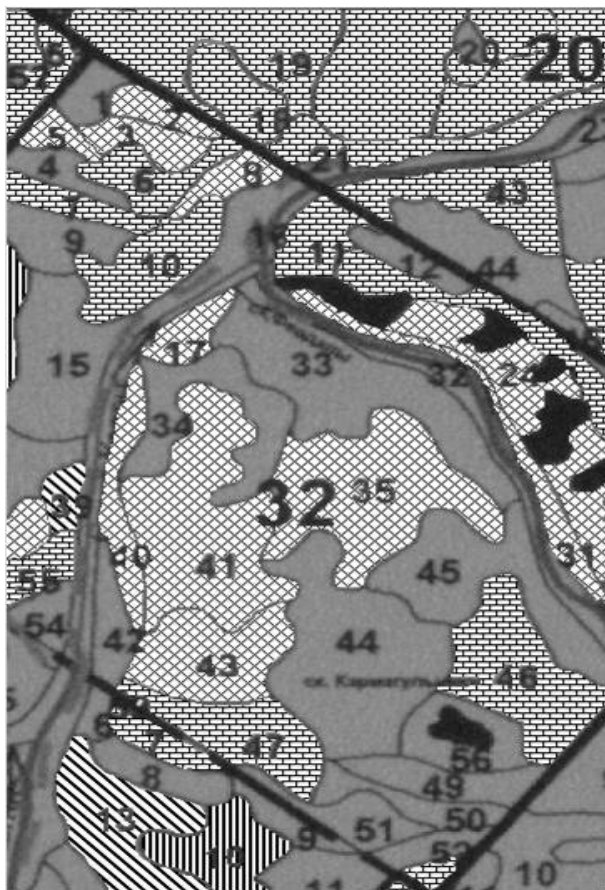


Рис. 1. Фрагмент карты растительных горючих материалов для летнего сезона.

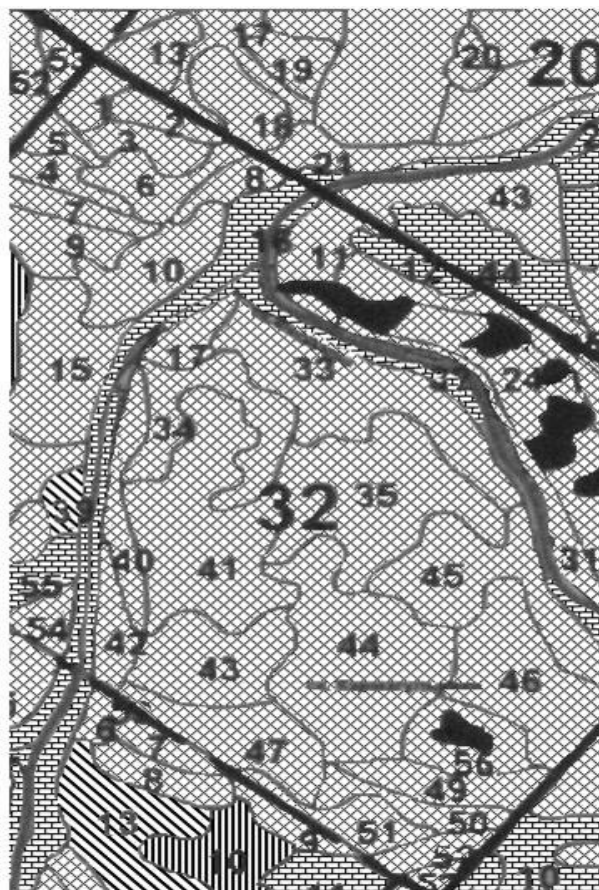


Рис. 2. Фрагмент карты растительных горючих материалов для весеннего (осеннего) сезонов.

Условные обозначения

| Типы основных проводников горения | Обозначения |
|-----------------------------------|-------------|
| Лш – лишайниковый | |
| Сх – сухомшистый | |
| Вл – влажномшистый | |
| Бм – болотно-моховый | |
| Тв – травяно-ветошный | |
| Рх – рыхлоопадный | |
| Пл – плотноопадный | |
| Бп1 – беспроводниковый 1 | |
| Бп2 – беспроводниковый 2 | |

Такие карты могут быть составлены заранее как на всю территорию заповедника, так и на наиболее посещаемую его часть для всех пяти классов засухи по условиям погоды (отдельно для весеннего (осеннего) и летнего периодов (т. е. 10 комплектов карт).

Использование карт растительных горючих материалов. В Проекте организации лесного хозяйства в заповеднике «Столбы» помещены рекомендации по использованию карт РГМ для прогноза распространения пожаров на основе материалов лесоустройства 2006-2007 гг.

В 2009 году по Договору 1263/10 между Институтом леса им. В. Н. Сукачева и Институтом космических исследований (через ФГУ «Авиалесоохрана») была разработана компьютерная программа прогноза поведения пожаров на основе карт РГМ. Прогноз поведения пожара включает его распространение по территории, интенсивность (силу) и последствия (Каталог, 2009).

Важным моментом для прогнозирования поведения лесных пожаров является установление границы между весенним и летним периодами в пожароопасном сезоне. Анализ сведений о лесных пожарах по Красноярскому природному государственному заповеднику «Столбы» за 1995 – 2008 годы показал, что имеются значительные сезонные различия в горимости лесов заповедника в связи с тем, что здесь преобладают травяные типы леса. Основное количество лесных пожаров возникает в весенний период, с конца апреля до начала июня, т. е. до разрастания травяного покрова. В случае сухой осени возможна осенняя вспышка лесных пожаров после увядания трав и опадения листвы в начале октября (как было в 1997 году). Летом лесных пожаров практически не бывает.

Оптимальное деление пожароопасного сезона на периоды на территории заповедника «Столбы»: весенний период – с 20 апреля до 10 июня; летний период – с 10 июня до 15 сентября; осенний период – с 15 сентября до выпадения снега.

Для ретроспективной проверки программы прогноза поведения пожаров в заповеднике «Столбы» были получены данные по пожарам за 2001-2004 годы (в 2005–2009 гг. пожаров не было). Подбирались пожары, площадь которых измерялась гектарами и десятками гектаров. Использовать более крупные пожары затруднительно, поскольку на абрисах отсутствуют промежуточные контуры их распространения. Главным критерием при выборе было качество абрисов. Предпочтение отдавалось абрисам, выполненным на выкопировках с планшетов, что очень важно для точной привязки пожаров при компьютерном прогнозировании их распространения.

Необходимые данные для расчета метеорологического показателя пожарной опасности брали по метеостанции «Столбы» (температура и относительная влажность воздуха, суточная сумма осадков, скорость и направление ветра и др.).

Результаты ретроспективной проверки работы программы PGM2 в целом хорошие. Они приведены на рис. 3. При прогнозировании поведения пожара 2003 г. по программе PGM2 (табл. 4) расчет положения его контура пожара проводился от начала обнаружения пожара, указанного в протоколе. Далее расчет свободного распространения контура пожара выполнялся для трех интервалов от времени обнаружения пожара. На конец каждого интервала времени рассчитывались и выводились характеристики прогнозируемого пожара, включая оценку сил и средств, рекомендуемых для тушения.

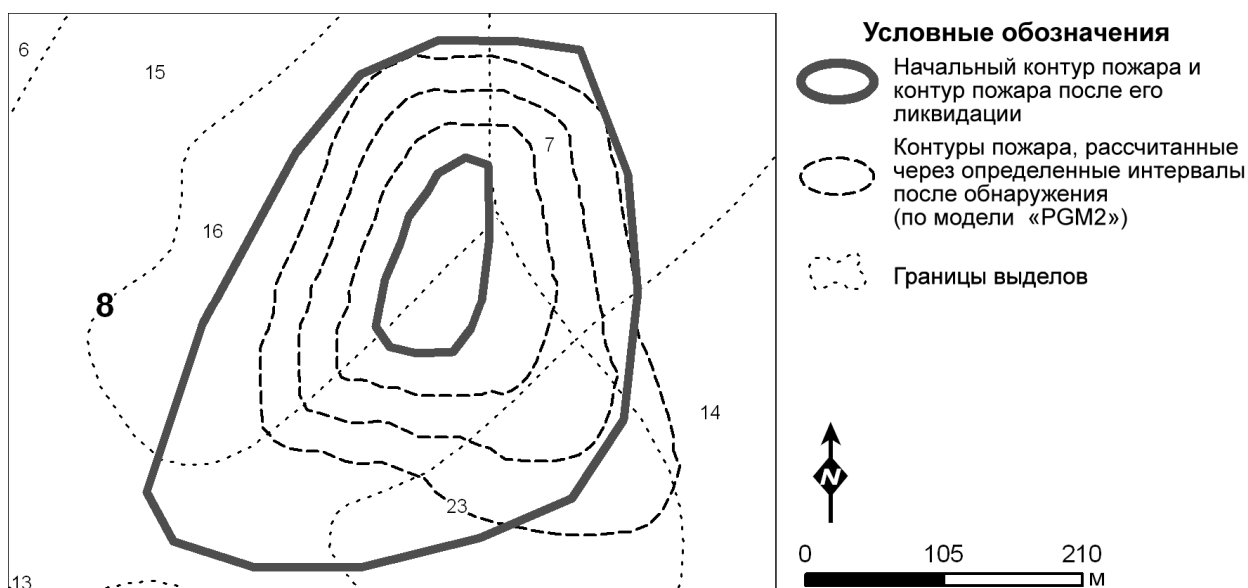


Рис. 3. Прогноз распространения лесного пожара № 5, обнаруженного 25 мая 2003 года в 11.40 в квартале 8 заповедника «Столбы» на площади 1 га и ликвидированного 25 мая в 20.30 на площади 11 га.

Погодные условия: метеорологический показатель пожарной опасности ПВ-1 – 949 ед.; ветер – 2 м/с; относительная влажность воздуха – 31%.

Таблица 4

Характеристики пожара № 5 (2003 г.), рассчитанные в программе «PGM2»

| Характеристика пожара | Время от начала прогноза, ч | | |
|---|-----------------------------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Площадь пожара, га | 2.7 | 5.2 | 8.5 |
| Периметр пожара, м | 620 | 870 | 1120 |
| Скорость увеличения периметра, м/час | 226 | 260 | 240 |
| Скорость увеличения площади, га/час | 2 | 2.9 | 3.6 |
| Средняя скорость фронта пожара, м/час | 33 | 35 | 34 |
| Средняя интенсивность кромки, кВт/м | 112 | 109 | 107 |
| Оценка силы пожара | Средняя | Средняя | Средняя |
| <i>Оценка количества сил и средств для тушения пожара</i> | | | |
| Оптимальная скорость тушения, м/час | 680 | 780 | 720 |
| Продолжительность тушения, час / площадь пожарища после тушения, га в зависимости от числа рабочих | | | |
| Рабочих 3 | 7 / 16 | - | - |
| Рабочих 5 | 3 / 8 | 5 / 20 | 7 / 40 |
| Рабочих 7 | 1.5 / 4.5 | 2.5 / 11 | 3.5 / 20 |
| Рабочих 10 | 1 / 3.5 | 1.5 / 9 | 2.5 / 17 |
| Рабочих 15 | 0.5 / 3 | 1 / 7 | 1.5 / 15 |
| Рабочих 20 | - | - | 1 / 14 |

Заключение

На территории заповедников нельзя допускать опустошительных пожаров. Для этого необходимо контролировать любой возникший пожар, прогнозируя его поведение на основе карт растительных горючих материалов.

Впервые на примере заповедника «Столбы» создана информационная база в ГИС для оперативного контроля и тушения лесных пожаров на основе использования карт растительных горючих материалов. Разработана программа прогноза поведения пожаров, выполнена ее ретроспективная проверка, показавшая хорошие результаты. Для обучения специалистов лесопожарной охраны создана и совершенствуется специальная компьютерная программа.

ЛИТЕРАТУРА

- Волокитина А.В.* Опыт картографирования растительных горючих материалов в Центральной Эвенкии // География и природные ресурсы. 2009. № 1. С. 124–130.
- Волокитина А.В., Софронов М.А.* Классификация растительных горючих материалов // Лесоведение. 1996. № 3. С. 38–44.
- Волокитина А.В., Софронов М.А.* Классификация и картографирование растительных горючих материалов. Новосибирск: Изд. СО РАН, 2002. 314 с.
- Каталог «8-я Международная специализированная выставка ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ XXI ВЕКА».* Система прогноза поведения лесных пожаров. Москва, 2009. С. 65.
- Курбатский Н.П.* Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопр. лесн. пирологии. ИЛиД СО АН СССР. Красноярск, 1970. С. 5–58.
- Курбатский Н.П.* Техника и тактика тушения лесных пожаров. М.: Гослесбумиздат, 1962. 154 с.
- Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р.* Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с.
- Соколов В.А., Фарбер С.К., Соколова Н.В. и др.* Организация особо охраняемых природных территорий. Новосибирск: СО РАН, 2002. 264 с.
- Софронов М.А., Волокитина А.В.* Типы основных проводников горения при низовых пожарах // Лесн. журн. 1985. № 5. С. 12–17.

Итоги мониторинга природных пожаров в заповеднике «Столбы»

О.А. Тимошкина, В.Б. Тимошкин

В связи с особенностью географического расположения, на протяжении всей истории существования заповедника «Столбы» одним из важнейших антропогенных воздействий на его территории являются пожары (Дельпер, 1988; Проект организации..., 2007). Лесные пожары, периодически возникая на протяжении жизни одного поколения древостоя, вызывают многообразные изменения в его структуре и состоянии, характере подлеска, подроста и живого напочвенного покрова (Орлов, 1947; Мелехов, 1948; Корчагин, 1954; Курбатский, 1964). Мониторинг пожаров позволяет прогнозировать и предотвращать их возникновение в будущем.

Первое обобщение данных о пожарной ситуации в заповеднике было сделано Е.А. Крутовской. Сводка за 1925-1945 гг. описывала пирогенное состояние заповедника в первые годы его существования так: «все леса заповедника несут на себе следы былых, бывших когда-то периодическими, пожаров. Особенно пожарами затронуты окраинные части заповедника (сосняки разнотравные предгорной зоны, сосняки зеленомошные горно-таежной зоны, а также сменившие их березняки и осинники). Район светлохвойных разнотравных лесов занимает примерно 2/3 лесов заповедника, окружает центральную водораздельную часть заповедника, менее пострадавшую от пожаров и занятую пихтарниками. Пожары были в основном низовые. Привели к тому, что из структуры насаждений выпал тонкомер, снизилась густота древостоя, значительно увеличилась сумма площадей сечения».

По данным лесостроительных материалов 1949, 1960, 1977 гг. (Летопись..., 1984), с начала века до 1950 г. пожарами было пройдено 3500 га заповедной территории. Пожары возникали по всей северной и северо-восточной части заповедника. Основными местами возникновения являлись: бассейны рр. Мана, Б. Слизнева, Калтат, Намурт, окрестности горы Абатак.

Нами проведен анализ архивных, ведомственных и лесостроительных материалов (Летопись..., 1946-2009; Проект организации..., 2007; Акты регистрации пожаров, 1995, 1996, 2000-2009). Всего за период с 1950 по 2009 гг. в заповеднике было отмечено 164 случая возникновения пожара, общей площадью более 3400 га. По типам большинство пожаров относятся к низовым, от слабой до средней интенсивности (97.6%). Площадь возгорания изменяется от 0.02 до 675 га, в среднем составляет 23.2 га.

С самого начала создания заповедника в 1925 году был введен запрет на разведение на его территории костров, однако, существующая в то время концепция охраны не предусматривала абсолютного выполнения данного требования. Официальное выделение туристско-экскурсионного района (ТЭР) позволило значительно снизить риск возгораний на закрытой для посещения терри-

тории, с другой стороны, это привело к повышению концентрации лесных пожаров в пределах ТЭР.

Основное число пожаров (66.6%) и наибольшая их площадь (51.7%) зафиксированы в Столбинском лесничестве. Именно наличие ТЭР в составе Столбинского лесничества определяет высокую вероятность возникновения возгораний на его территории. Большая часть выгоревшей территории ТЭР пройдена огнем повторно. Почти в половину меньше случаев пожаров (30%) и их доли в общей площади (27.7%) отмечается для Базайского лесничества. На территории число возникновений пожаров минимальное (5.5%). Наибольшие площади, охваченные пожарами, приходится на отдельные годы. Так, в мае 2002, в Манском лесничестве сгорело 675 га леса, что составляет 20.6% от всех гарей за период 1925–2006 гг. неблагоприятные погодные условия 1997 г. (засушливая осень) спровоцировали осенние пожары общей площадью в 457.6 га.

Наиболее подвержена пожарам северная и северо-западная часть заповедника с прилегающими к ней садоводческими обществами и детскими оздоровительными лагерями. Самыми опасными участками по вероятности возникновения пожара в заповеднике являются:

- окрестности Каштакской гривы, Столбинского нагорья, скал Такмак, Ермак, Цыпа, горы Абатак, тригопункта;
- долина руч. Лалетино;
- окрестности кордона Калтат;
- район «Гранитного карьера», «Мраморного карьера»;
- прибрежные участки р. Мана;
- в охранной зоне – район трамплинов и окрестностей фанпарка «Бобровый лог».

Известно, что природная пожарная опасность любой территории напрямую зависит от распределения по ней растительных горючих материалов (РГМ), среди которых главное место занимают основные проводники горения (ОПГ). По результатам составления карт РГМ и карт природной пожарной опасности (карт ППО) было выявлено, что в заповеднике «Столбы» наиболее пожароопасным является весенний период (примерно с 20 апреля по 10 июня), когда 77% территории отнесено к участкам с первым и вторым классами пожарной опасности (Проект организации..., 2007; Редькин, 2010). По данным, характеризующим время возникновения пожаров, было установлено, что основная их доля (71.5%) приходится на весенний период, причем из всех учтенных пожаров более половины случаев (51%) были отмечены в мае. В летний период (июль-август) природная пожарная опасность опускается до уровня ниже среднего. Количество пожаров, отмеченных для этого периода, составило 23%. Осенью в случае длительной сухой погоды может развиваться осенняя вспышка пожаров. В заповеднике доля осенних пожаров (сентябрь-октябрь) составила 5.5% от общей (рис. 1).

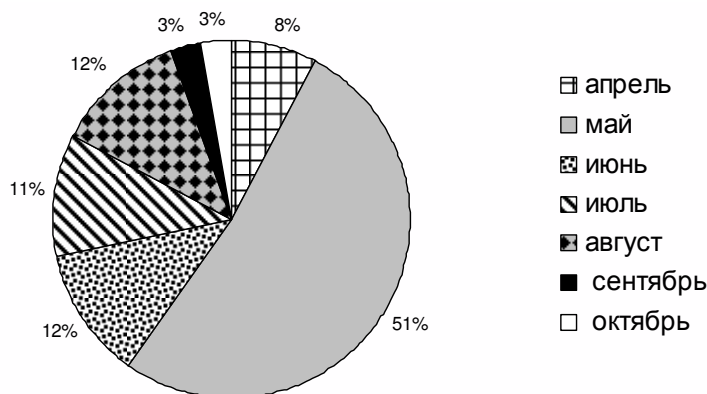


Рис. 1. Периоды возникновения пожаров на территории заповедника «Столбы».

Если рассматривать частоту возникновения пожаров за весь период существования заповедника, то основное количество пожаров (более 63%) произошло в период с 1951 по 1975 гг., причем почти половина (45%) – в 1960–1965 гг. На пожары этих лет приходится 1428 га выгоревшей площади (41% от общего количества гарей), из нее 917 га (64%) относятся к 1956–1958 гг. (рис. 2). Наименьшее количество случаев пожаров (11.5%) было отмечено в 1976-1995 гг. За этот период выгорело всего 152 га (4.4% гарей). В последнее десятилетие, благодаря усиленному противопожарному контролю за территорией заповедника и его охранной зоны, число пожаров, отмечающихся ежегодно составляет 1–6 (в среднем 2.3). Общая площадь, пройденная огнем, за этот период составила 978.8 га, из нее большая часть (69%) – результат сильного низового пожара 2002 г., прошедшего в Манском лесничестве.

До 1946 г. в ряде мест заповедника велась рубка леса: сплошная, условно-сплошная и все виды выборочной, нередко они сопровождались пожарами. В бывших лесах госфонда интенсивные рубки велись в районе, прилегающем к рч. Слизневой (кв. № 16, 17, 24). В северо-восточной части заповедника наиболее вырублены кв. № 5, 6. Обширные территории гарей чередовались с листовенничным молодняком (Дельпер, 1988). Начиная с 1950 г. в заповеднике ведутся только выборочные рубки, кроме того, были усилены противопожарные мероприятия, что сразу же сказалось на количестве отмеченных пожаров. Если в период с 1950–1960 гг. среднее число пожаров в год составляло 6, то с 1961–1970 гг. – уже 2, с 1981–2000 гг. – 1.1. В последнее десятилетие среднее количество учтенных пожаров на территории заповедника составляет 2.5 в год.

Анализируя расположение гарей можно сделать вывод, что ранее, до 50-х гг., возникновение и распределение пожаров на территории заповедника находилось в прямой зависимости от хозяйственной деятельности человека связанной с вырубкой леса. Позднее и в настоящее время, основной причиной возникновения пожаров в заповеднике является нарушение пожарного режима посетителями, в результате присутствия с целью отдыха или браконьерства. Основными методами решения данной проблемы являются проведение разъяснительных работ среди посетителей и усиление охраны заповедника, которые положительно влияют на снижение частоты возникновения пожаров.

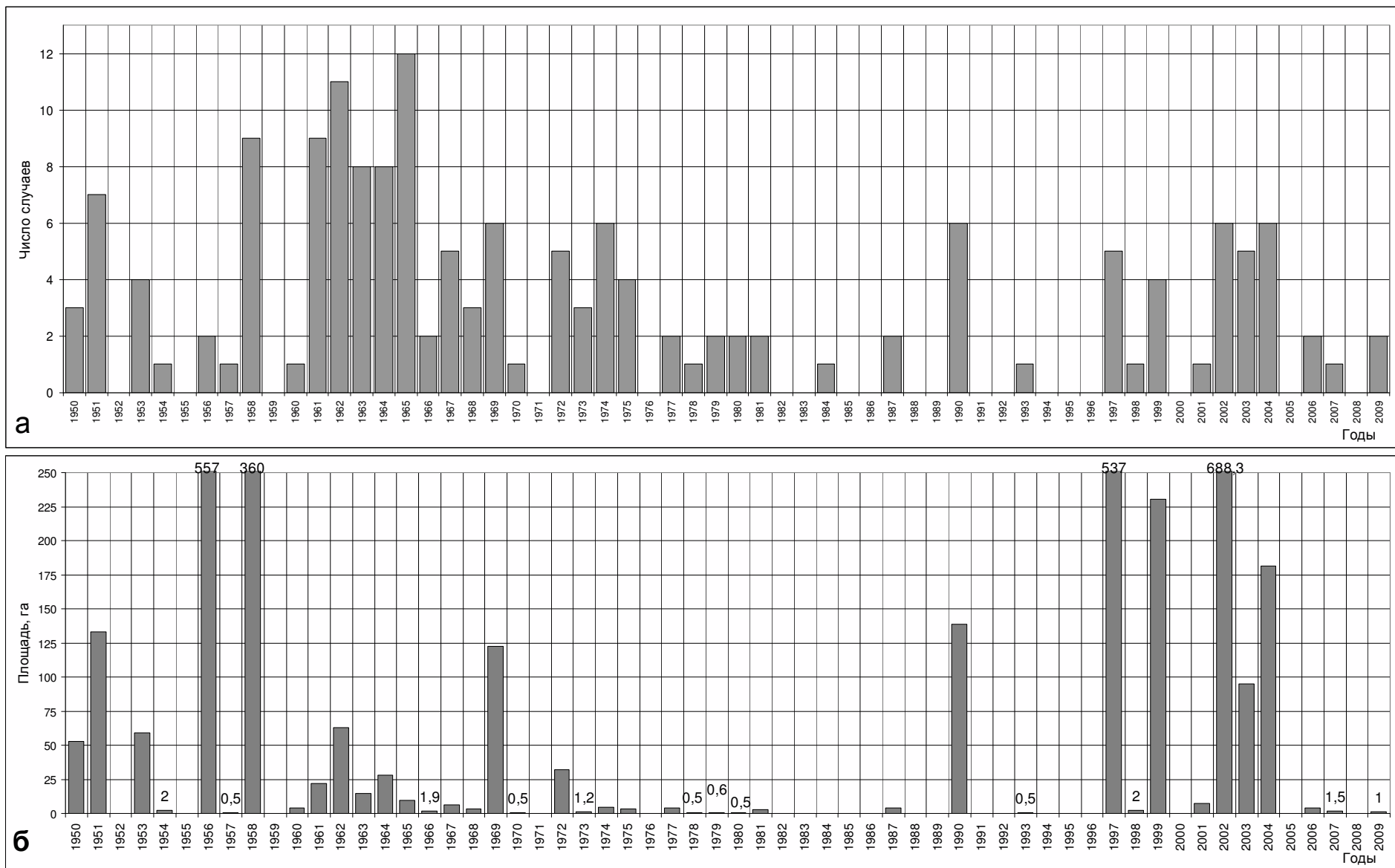


Рис. 2. Число случаев возникновения пожаров (а) и площади гарей (б) на территории заповедника «Столбы» с 1950 по 2009 гг.

ЛИТЕРАТУРА

- Дельпер А.Р.* Элементы антропогенного воздействия на природный комплекс заповедника «Столбы» // Тр. гос. заповедника «Столбы». Вып. XV. Красноярск: изд-во Краснояр. ун-та, 1988. С. 212–231.
- Корчагин А.А.* Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление ее после пожаров на Европейском Севере // Тр. ВИН АН СССР. Сер. III. Геоботаника. 1954. Вып. IX. С. 145–149.
- Курбатский Н.П.* Проблема лесных пожаров // Возникновение лесных пожаров. М.: изд-во АН СССР, 1964. С. 5–60.
- Летопись природы госзаповедника «Столбы».* Красноярск, 1946–2009.
- Мелехов И.С.* Влияние пожаров на лес. М.–Л.: Гослесбумиздат, 1948. 126 с.
- Орлов Ф.Б.* Об изменении напочвенного покрова на горях // Сб. научно-исследовательских работ. Архангельск, 1947.
- Проект организации и ведения лесного хозяйства Государственного учреждения заповедника «Столбы».* Т.1. Красноярск, 2007.
- Редькин А.Ю.* Пирологическая характеристика растительности в заповеднике «Столбы» // Исследования компонентов лесных экосистем Сибири. Мат. конф. молодых ученых, 6–7 апреля 2010 г., Красноярск, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. С. 56–58.

Дополнения к флоре государственного природного заповедника «Столбы»

Н.В.Степанов

За время, прошедшее с момента опубликования «Конспекта» флоры заповедника «Столбы» нами были выявлены новые местонахождения видов, ранее не приводившихся для данной территории.

Rhamnus cathartica L. Очевидно, заносный вид, натурализующийся в последнее время в окрестностях Красноярска. Ближайшие естественные местонахождения – на юге Западной Сибири. Отмечен в пойменных кустарниковых сообществах по руч. Лалетиной в окрестностях Чертова Пальца. Совместно с яблоней сибирской, черемухой, караганой древовидной. Вероятно, разносится птицами, так как наибольшее количество растений наблюдается в относительной близости от искусственных посадок: дендрариев, садов и пр. Имеет хорошую жизненность, плодоносит.

Acer tataricum L. Заносный вид, иногда выращиваемый в городских посадках и дендрариях. Имеет европейский ареал, заходящий в юго-западную Азию (Замятнин, 1958). Отмечался нами неоднократно по руч. Лалетиной в естественных или незначительно нарушенных экосистемах, а также по обочине дороги в районе Чертова Пальца.

Aegopodium podagraria L. Встречается по склону гривы левого берега руч. Каштак в смешанных сосново-березовых с участием липы сообществах.

Epilobium pseudorubescens A.Skvorts. Встречен в тех же местообитаниях, что и предвыдущий вид.

Cotoneaster sp. Вид, отличающийся от тех, что известны в Красноярском крае – черноплодного и одноцветкового. Высота от 30 до 80 см. Кустарник с распластанными, горизонтально расположенными ветвями. Листья сверху сизовато-зеленые, снизу светлые, с редким опушением. Произрастает на щебнистых осыпях и по склонам близ скал.

Anemone ranunculoides L. Известны местонахождения по руч. Лалетиной в районе Чертова Пальца и близ кордона заповедника. В пойменных и долинных кустарниковых сообществах, на лужайках.

ЛИТЕРАТУРА

Замятнин Б.Н. Семейство Кленовые // Деревья и кустарники СССР. Т. IV. М.–Л., 1958. С. 405–499.

Состояние изученности видового состава грибов и миксомицетов на территории заповедника «Столбы»

А.П. Кошелева, Н.П.Кутафьева, Ю.К. Новожилов

Государственный заповедник «Столбы» представляет собой уникальный природный комплекс с сочетанием степной растительности и типичной горной тайги Восточного Саяна. Леса заповедника разделяются на два высотных пояса, обязанных своим существованием разнице высот над уровнем моря и соответственным климатическим изменениям. Разнообразие растительности, – а флора сосудистых растений заповедника в настоящее время насчитывает 790 видов, – неизменно ведет к видовому богатству микобиоты. Но, несмотря на 85-летнюю историю, на значительные занимаемые площади, на богатство растительного мира, изученность видового состава грибов и миксомицетов заповедника весьма незначительна и неоднородна для разных групп.

Самый ранний гербарный образец миксомицета или слизевика (кл. *Mухомycetes*) с территории заповедника, находящийся в гербарии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (КГПУ, г. Красноярск), датирован 1913 годом. Еще несколько образцов относятся к 1916–1917 гг. Автором этих сборов стал известный русский миколог и первый директор заповедника «Столбы» Александр Леопольдович Яворский. Он первым провёл планомерное исследование видового состава афиллофороидных грибов на территории заповедника с 1916 по 1937 гг. и с 1947 по 1948 гг., в результате которого выявил 68 видов грибов из 31 рода (Яворский, 1971). Попутно он же собрал несколько образцов миксомицетов. Большая часть его коллекции хранится в гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (ЛЕ, г. Санкт-Петербург), остальные образцы находятся в уже отмеченном гербарии КГПУ.

В 1969 и 1970 гг. Т.А. Прохненко провела рекогносцировочное лесопатологическое обследование, охватывающее следующие обходы заповедника: Верхне-Слизнево, Нижне-Слизнево, Роево, Лалетино, Каштак, Калтат, Сынжул, Медвежка, Инжул, Долгуша, Берлы, Маслянка, Кандалак, и пополнила список А.Л. Яворского на 24 вида афиллофороидных грибов, 5 видов ржавчинных грибов и 2 вида аскомицетов (Прохненко, 1975а). С 1976 по 1982 гг. она изучала видовой состав и экологию миксомицетов – патогенов древесных пород из отделов *Ascomycota* (24 вида), *Basidiomycota* (20 видов), *Deuteromycota* (47 видов), вызывающих заболевания древесных пород на территории заповедника. В результате пятилетней работы Т.А. Прохненко выявила 91 вид грибов-патогенов (Прохненко, 1975б, 1977, 1980, 1982).

Через 11 лет после выхода в свет статьи А.Л. Яворского, в середине июля 1979 г., И.А. Дудка провела микофлористическое обследование ряда водотоков заповедника с целью отбора проб пены и пленки для выявления водных гифомицетов. В семи обследованных реках и ручьях были выявлены

конидии 20 видов водных гифомицетов, в том числе 5 редких – *Anguillospora gigantea* Ranz. (рис. 1а, впервые обнаружен в водотоках азиатского континента), *Culicidospora gravis* Petersen, *Lemonniera centrosphaera* Marvanova, *Tricladium patulum* Marvanova et Marvan (рис. 1б, является новой находкой для микофлоры России), и *Vargamyces aquaticus* (Dudka) Toth.

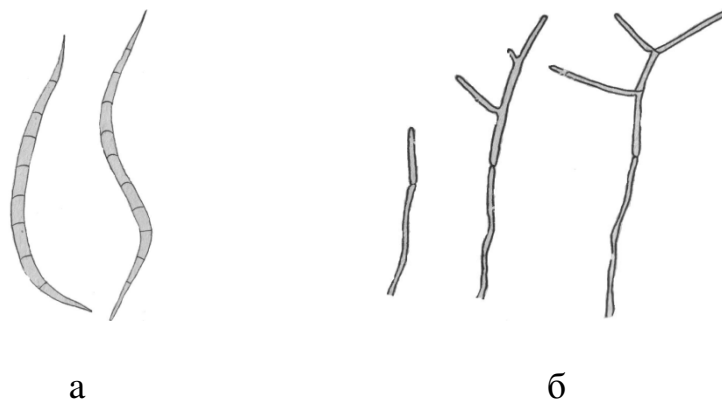


Рис. 1. Конидии *Anguillospora gigantea* Ranz. (а) и конидиеносцы с конидиями на разных стадиях развития *Tricladium patulum* Marvanová et Marvan (б) (по И.А. Дудка, 1982).

По данным автора, доминантными видами водных гифомицетов, которые в виде конидий были зарегистрированы в меронейстоне большинства обследованных водотоков заповедника «Столбы», являются *Anguillospora crassa* Ing., *A. longissima* (Sacc. et Syd.) Ing. и *Alatospora acuminata* Ing. (Дудка, 1982).

Данные о миксомицетах заповедника, как и о грибах, весьма незначительны. Лишь несколько образцов плодовых тел некоторых видов хранится в гербарии КГПУ и гербарии Института леса им. В.М. Сукачева (KRF, г. Красноярск), а в литературе упоминание о миксомицетах заповедника можно встретить только в статье «Миксомицеты Южной части Красноярского края» (Беглянова, Катцына, 1973). Авторы приводят список из 35 видов слизевиков, из которых 9 видов собраны на территории заповедника «Столбы».

С 2003 г. и по настоящее время мы проводим планомерное изучение миксомицетов заповедника «Столбы» (Кошелева, 2004а, 2004б, 2005). За это время выявлено 53 вида из этой группы организмов, относящихся к 24 родам, 8 семействам и 5 порядкам. Дополнительно нами проводится сбор образцов грибов. В частности, собрано 52 вида агарикоидных, 11 видов афиллофороидных грибов и 7 видов аскомицетов-сапротрофов, новых для территории заповедника «Столбы». В заповеднике агарикоидные грибы никогда не изучались, если не считать нескольких образцов хранящихся в гербарии Красноярского педагогического университета, собранных студентами, и наши данные – это, несомненно, лишь малая часть их видового состава, заселяющего территорию заповедника «Столбы».

К настоящему времени на территории заповедника «Столбы» отмечено 266 видов грибов и 53 вида миксомицетов.

Сравнительные данные по состоянию изученности видового состава грибов и миксомицетов на территории заповедника представлены на рисунке 2.

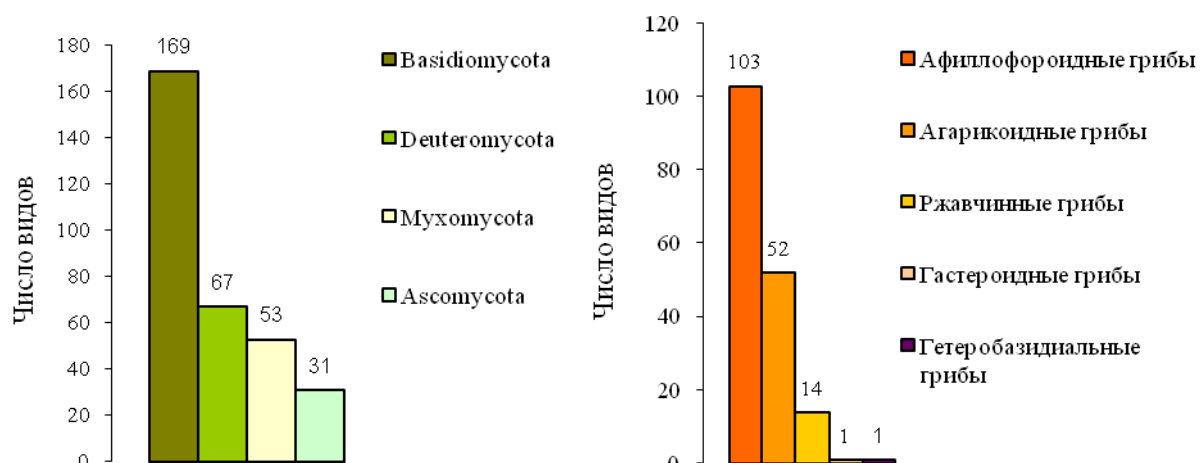


Рис. 2. Соотношение числа видов различных групп грибов на территории государственного заповедника «Столбы».

Наибольшее число найденных видов – это представители отделов *Basidiomycota* (169 видов: афиллофороидных грибов – 103 вида, агарикоидных грибов – 52 вида, ржавчинных грибов – 14 видов) и *Deuteromycota* (67 видов), что неудивительно, т. к. эти группы грибов-макромицетов являются самыми многочисленными по видовому составу в мире. В связи с достаточно продолжительным периодом исследования, наиболее полно изучен видовой состав миксомицетов-патогенов из отдела *Ascomycota* (24 вида).

На территории заповедника впервые для России были обнаружены *Tricladium patulum* Marvanová et Marvan. (*Deuteromycota*), *Clitopilus hobsonii* (Berk. et Broome) P.D. Orton. (*Basidiomycota*) (рис. 3), *Symphytocarpus amaurochaetoides* Nann.-Bremek. (*Мухомycota*) (рис. 4).

Впервые для Красноярского края отмечено 25 видов миксомицетов и 1 вид гифомицетов – *Anguillospora gigantea* Ranz.

Несколько видов грибов с территории заповедника выделены Надеждой Васильевной Псурцевой в коллекцию чистых культур в лаборатории биохимии грибов БИН РАН (LE), в частности два редких вида: *Steccherinum ochraceum* (Pers.: Fr.) Gray и *Clitopilus hobsonii* (Berk. et Broome) P.D. Orton.

Нужно отметить, что полученные нами данные – это лишь малая доля микобиоты государственного заповедника «Столбы». При дальнейшей работе по сбору и изучению, например, агарикоидных грибов, их видовой состав может возрасти до 200-250 видов, а у миксомицетов – до 100 видов и более.

Авторы выражают глубокую признательность сотрудникам лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН: д.б.н., профессору Вадиму Александровичу Мельнику, к.б.н. Ивану Викторовичу Змитровичу, к.б.н. Ольге Викторовне Морозовой; сотрудникам лаборатории биохимии грибов БИН РАН: к.х.н. Нине Васильевне Беловой, к.б.н. Надежде Васильевне Псурцевой, к.б.н. Анне Александровне Сопиной за помощь в обработке полученных материалов.



Рис. 3. Плодовые тела *Clitorilus hobsonii* (Berk. et Broome) P.D. Orton.
(фото И.В. Морозовой, А.П. Кошелевой).

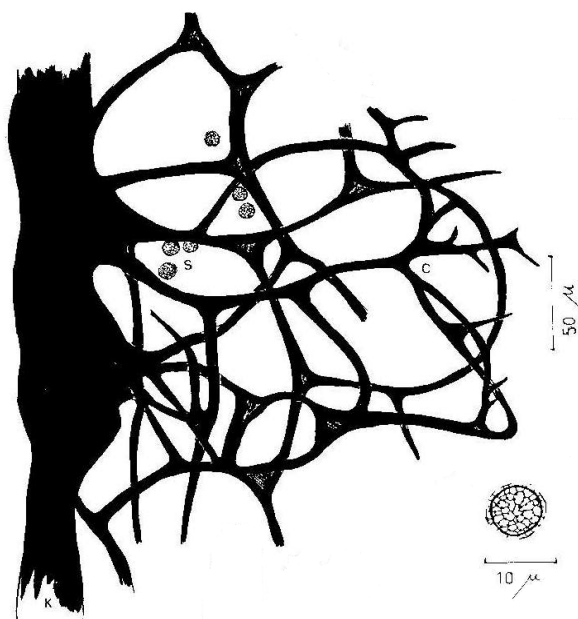


Рис. 4. Часть капиллиция и споры *Symphytocarpus amaurochaetoides* Nann.-
Bremek. (по Nannenga-Bremekamp, 1974).

ЛИТЕРАТУРА

- Беглянова М.И., Катцына Л.* Миксомицеты южной части Красноярского края // *Вопр. бот. физиол. раст.* Вып 4. Красноярск: КГПУ, 1973. С. 36–47.
- Дудка И.А.* Водные гифомицеты водотоков заповедника «Столбы» // *Тр. гос. заповед. «Столбы».* Вып. XIII. Красноярск, 1982. С. 57–72.
- Кошелева А.П.* Изучение миксомицетов государственного заповедника «Столбы» (Красноярский край, Восточная Сибирь) // *Мат. докл. юбилейной конф. «Микология и альгология – 2004».* Москва, МГУ, 2004а. С. 78.
- Кошелева А.П.* Миксомицеты Восточной Сибири // *Тез. докл. 8-ой Пушкинской школы-конф. молодых ученых «Биология – наука 21 века».* Пушкино, 2004б. С. 200.
- Кошелева А.П.* Редкие виды миксомицетов заповедника «Столбы» (Восточная Сибирь) // *Грибы в природных и антропогенных экосистемах.* Т. 1. СПб, 2005. С. 303-306.
- Прохненко Т.А.* К списку грибов заповедника «Столбы» // *Тр. гос. заповед. «Столбы».* Вып. X. Красноярск, 1975а. С. 32–42.
- Прохненко Т.А.* Экологические особенности цитоспороза осины в заповеднике «Столбы» // *Тр. заповед. «Столбы».* Вып. X. Красноярск, 1975б. С. 22–31.
- Прохненко Т.А.* Поражение деревьев осины цитоспорозом и меры борьбы с этим заболеванием // *Тр. гос. заповед. «Столбы».* Вып. XI. Красноярск, 1977. С. 101–110.
- Прохненко Т.А.* Закономерности развития эпифитотий цитоспороза в условиях горной тайги и обоснование мер борьбы с болезнью (на примере заповедника «Столбы») // *Тр. гос. заповед. «Столбы».* Вып. XII. Красноярск, 1980. С. 91–132.
- Прохненко Т.А.* Видовой состав и экология грибов, вызывающих заболевание коры древесных пород заповедника «Столбы» // *Тр. гос. заповед. «Столбы».* Вып. XIII. Красноярск, 1982. С. 14–56.
- Яворский А.Л.* Трутовые грибы заповедника «Столбы» // *Тр. гос. заповед. «Столбы».* Вып. VIII. Красноярск, 1971. С. 135–140.

Марал (*Cervus elaphus sibiricus* Sev., 1873) и волк (*Canis lupus* L.) в заповеднике «Столбы»

А.А. Каспарсон, В.В. Кожечкин

В статье рассматриваются взаимоотношения популяций марала и волка в периоды его низкой (1980–1989 гг.), высокой и средней (1990–2001 гг.) численности на территории заповедника «Столбы».

Приводимые сведения, собранные в заповеднике «Столбы» и сопредельных угодьях, позволяют существенно расширить наши представления о степени воздействия хищников на половозрастной состав популяции оленей в горах по высотным поясам и оценить значение структурно-функционального механизма поддержания естественного равновесия в системе «олени-волки».

Полевые работы были проведены на территории заповедника «Столбы» (площадью 47,2 тыс. га) и сопредельных с ним участков (около 3 тыс. га) горной тайги на высотах от 200 до 800 м над уровнем моря. Относительно небольшая территория позволяет собирать достаточно полную информацию о взаимоотношениях «хищник–жертва».

Исследования проводились с использованием общепринятой методики зимних маршрутных учетов, адаптированной к местным горным условиям. Особенности пространственного распределения маралов выявлялись путем визуального учета по отдельным зимовкам. Под контролем находилось 7 крупных зимовок марала. Пол и возраст обнаруженных животных устанавливался по их внешним признакам.

Численность волка устанавливалась методом «засечек» – разграничением участков и фиксацией местонахождений в момент учета (Насимович, 1952). Изучались особенности зимнего передвижения и охоты. Для этого использовался метод тропления, картировались места встреч. При изучении территориального распределения волка использовался бассейновый подход.

Волк

Волк – один из крупных хищников на охраняемой территории, а также в ее окрестностях, обитавший в бассейне р. Базаихи – был истреблен ещё в 1950-е годы. Отдельные заходы зверей отмечались в северо-восточной предгорной части ручьев Миничева Рассоха, Сынжул, Намурт, Веселый, Каракуша, рч. Калтат (Малков лог) и в Яхонтовом логу (Крутовская, 1947; Щербакова, 1949; Дулькейт, 1964; Зырянов, Кнорре, 1971).

Отсутствие этого вида в определенной степени привело к нарушению естественного баланса в соответствующих биологических системах. В 70-х годах освободившаяся экологическая ниша волка на изучаемой территории была частично занята бродячими собаками (*Canis familiaris* L.).

Начало 80-х гг. прошлого столетия характеризовалось редкими заходами волков на территорию заповедника. В январе 1980 г. было зарегистрировано их первое (после 1966 г.) появление на берегах р. Маны. В январе–феврале 1981, 1982 и 1983 гг. следы одного самца регулярно встречались на небольших уча-

стках реки. По боковым притокам его следы регистрировались на расстоянии не более 0.5 км от главного русла, что, видимо, объясняется высокой плотностью популяции маралов (от 10 до 15 особей/1000 га) на участке пространства, где держалась данная особь. В 1984 г. присутствие волков в заповеднике не отмечено. В 1985 г. следы стаи из пяти особей отмечались на проходе дважды по южной границе заповедника (март–апрель, обход Долгуша). В декабре 1986 г. в бассейне р. Маны был обнаружен заход группы из 3-х волков, отмечавшихся здесь до апреля 1987 г. Следы двух волков удалось обнаружить и в феврале 1987 г. по берегам р. Базаихи (Суворов, 1989, 1991).

Начиная с 1990 г., на фоне общего подъема численности волков в регионе, произошло вторичное заселение этим видом охраняемой территории (Зырянов, Кожечкин, 1995). Причем следы пары матерых были отмечены по берегам р. Маны (Суворов, 1990), а не в местах прежнего обитания – в бассейне р. Базаихи (зоне контакта леса с Красноярской лесостепью, в значительной степени затронутой хозяйственной деятельностью). Размножившиеся за достаточно короткий период (1990–1994 гг.) волки освоили всю доступную территорию заповедника (более 40 тыс. га), включая бассейн р. Базаихи и рч. Б. Слизневой, за исключением 5–7 тыс. га приенисейского участка территории, куда их заходы были не так часты. Выявлены общие закономерности в динамике численности волка на территории заповедника (рис. 1).

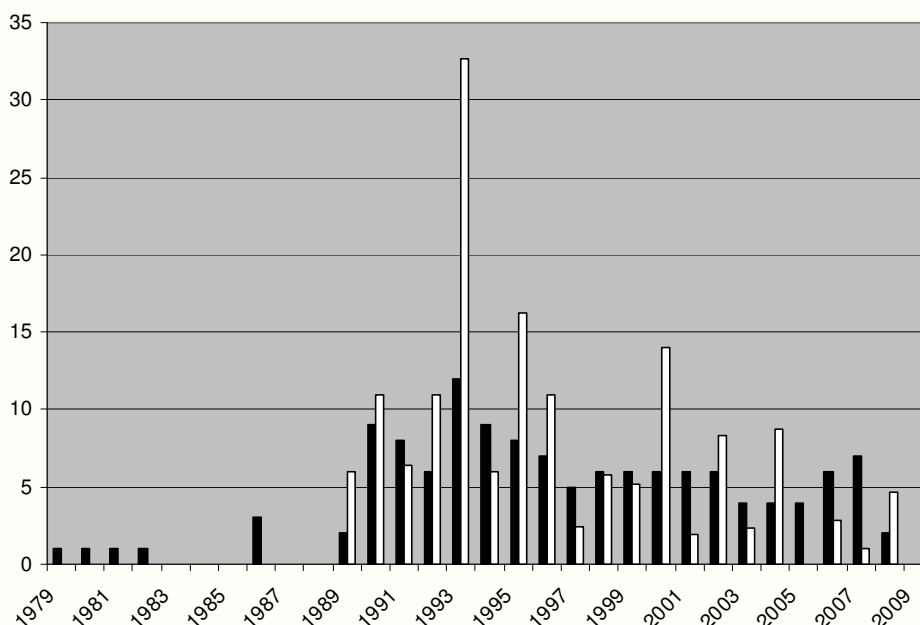


Рис. 1. Динамика показателя учета следов и численности волка (февраль-март) на территории заповедника «Столбы» по годам: по оси абсцисс – зимние сезоны, по оси ординат – число пересечений следов на 100 км маршрута (□); число особей волка (■).

В сезон 2000–2001 г. было выявлено два участка обитания семейных пар волка. Первый участок, охватывающий значительную часть бассейна р. Маны на особо охраняемой территории и прилегающих площадях, контролировался семейной парой на протяжении всего года. Периодически в снежный период

эти волки посещали и бассейн рч. Бол. Слизневой. По месту обитания эта пара названа «Манской». Второй участок расположен по левобережью р. Базаихи. Здесь также обитает семейная пара волков («Базайская»), которые контролируют большую территорию, проникая на сопредельные участки правобережья реки.

В горной тайге граница территорий между участками семейных пар относительно постоянна и проходит по осевой части главного водораздела рек Базаиха и Мана. С увеличением снежного покрова во второй половине зимы верхние границы семейных участков сдвигаются в нижний пояс гор и пересекают долины ручьев.

Марал

Марал – коренной обитатель гор юга Сибири, распространен по всей территории заповедника. В летний период встречается во всех стациях обоих высотных поясов заповедника, а зимой большинство животных концентрируется на остепненных участках низкогорного пояса.

В заповеднике «Столбы» выявлены два типа зимних местообитаний маралов, существенно отличающихся по высотному положению и экологическим условиям.

Места одиночных зимовок марала расположены у вершин распадков в полосе 500–700 м над у.м., где господствуют сомкнутые темнохвойные леса. Глубина снега в зимний период составляет 70–90 см. В таких условиях зимуют крупные взрослые олени (преимущественно самцы), которые держатся чаще поодиночке, иногда – парами. Звери кормятся побегами деревьев и кустарников, а также лишайниками. Средняя плотность популяции в этих местообитаниях обычно не превышает 1.0–1.5 особей на 1000 га. Сходные зимние местообитания характерны и для марала в Туве (Смирнов, 1988).

Участки зимней концентрации расположены по речным долинам на южных и западных склонах по берегам рек Маны, Базаихи, рч. Большой Слизневой и их притоков. Звери предпочитают крутые остепненные участки с неглубоким снеговым покровом (от 20 до 45 см), преимущественно южных экспозиций, в пределах 200–400 м над у. м. В комплекс зимовок («стойбищ») входят и прилегающие к ним светлохвойные и смешанные древостои (Кожевкин и др., 1990). Обитание маралов в подобных угодьях весьма характерно для Южной Сибири и связано с обилием зимних кормов: ветоши травянистых растений, кустарников с преобладанием акации, кизильника и т. д. Доступность пищи привлекает сюда, прежде всего, самок с телятами и молодых оленей. Плотность населения варьирует от 6 до 20 особей на 1000 га.

С учетом особенностей распределения маралов в горах (различные экологические условия и форма рельефа определяют и локализацию различных половозрастных групп марала) выделяются участки: 1) с преобладанием взрослых самцов; 2) с преобладанием взрослых самок (Кожевкин, Кельберг, 2002).

До появления волков, в 80-е годы, в глубокоснежный период маралы концентрировались чаще всего на открытых склонах гор. Всего в низкогорном поясе были выделены границы 37 относительно обособленных зимовок, (Ко-

жечкин, 1983). При этом наиболее крупные из них отмечались на лесостепных участках южной и юго-западной экспозиций с небольшой глубиной снега (руч. Лалетино, Роево, Калтат, Моховая, Таволожный, и низовья рч. Бол. Слизневой), характеризующихся хорошей кормностью. В свое время, на Лалетинскую зимовку в 40-е годы указывала Е.А. Крутовская (1947).

В заповеднике «Столбы» на приенисейскую часть, включая охранную зону, приходится значительно больше малоснежных участков (около 49% площади степных островков) (Штаркер, 1988), что способствует и большей концентрации здесь оленей. В этом районе в 1970–1980-е годы на площади 5 тыс. га зимовало до 90 оленей, с одной точки можно было увидеть от 7 до 27 пасущихся маралов. Из-за высокой скученности и нехватки кормов, наблюдалось интенсивное, повсеместное поедание маралами коры караганы, что приводило к деградации зимних пастбищ (Кожечкин, Зырянов, 1987).

В годы, когда популяция марала слабо контролировалась волком, численность оленей на зимовках достигала высоких показателей (табл. 1). Определяющим фактором скученности оленей являлись кормовые, а не защитные условия стадий. Ранее к такому же выводу пришел Н.М. Гордиук (1981), изучавший популяцию марала, акклиматизированного на территории Башкирского заповедника.

Таблица 1

Динамика численности марала на зимовках

| Места зимовок марала | Максимальное число наблюдавшихся оленей на зимовках | | |
|--|---|----------------------------|----------------------------|
| | 1979-1983 гг. ¹ | 1991-1994 гг. ² | 1999-2001 гг. ³ |
| <i>Бассейн р. Базаихи, в том числе:</i> | | | |
| рч. Калтат | 27 | 13 | 12 |
| руч. Моховая | 14 | 7 | |
| <i>Приенисейская часть, в том числе:</i> | | | |
| руч. Лалетино | 24 | 16 | 10 |
| руч. Роево | 12 | 5 | |
| руч. Таволожный | 7 | 4 | 2-3 |
| <i>Бассейн р. Маны</i> | | | |
| Хайдынские утесы | 8 | 5 | 2-3 |

Примечание: 1 – период заходов волков, 2 – период высокой численности волка, 3 – период стабилизации численности волка. В третьей колонке указано общее количество животных, учтенных на 2-х соседствующих зимовках (Калтат–Моховая и Лалетина–Роева).

В период, когда популяция находилась под контролем волка, наблюдалось общее снижение численности маралов на остепнённых склонах. Олени стали опасаться открытых мест и долин рек, где пролегалы основные маршруты передвижения волков. Такое изменение территориального распределения животных, на наш взгляд, вызвано защитным поведением маралов против хищничества волка.

Особенности пространственной структуры популяции марала. Характер распределения особей в пространстве лежит в основе всех форм нормальной жизнедеятельности популяций (Шилов, 1977). Предшествующими исследователями (Филонов, 1989; Субботин, 1980; Зырянов, 1975, 1985; Завацкий, 1986, 2004; Данилкин, 1999; Суворов, 1983-1991), изучавшими структуру группировок благородного оленя, приводились данные о состоянии всего зимующего стада.

Анализ структуры популяции марала на всей территории заповедника «Столбы» в период 1980-1983 и 1986/87 гг. (слабое влияние волка) показал, что во встреченных группах оленей (число особей $n=2819$), соотношение самцов, самок и телят составило 1:2.2:0.4 (табл. 2).

Таблица 2

Половая и возрастная структура популяции марала заповедника «Столбы» по периодам

| Сезоны наблюдений | Встречено особей, шт. | Возрастные группы, % встреч | | |
|--|-----------------------|-----------------------------|-------------|------------------|
| | | Взрослые (2 + и старше) | | Молодые (0+, 1+) |
| | | Самцы | Самки | |
| <i>Слабый пресс волка</i> | | | | |
| 1979-1980* | 1087 | 28.0 | 67.5 | 4.5 |
| 1980-1981 | 397 | 25.9 | 58.5 | 15.6 |
| 1981-1982 | 487 | 27.8 | 54.0 | 18.2 |
| 1982-1983 | 464 | 27.4 | 64.2 | 8.4 |
| 1986-1987 | 384 | 28.9 | 61.7 | 9.4 |
| Итого | 2819 | в среднем | | |
| | | 27.6 | 61.2 | 11.2 |
| <i>Сильный и умеренный пресс волка</i> | | | | |
| 1989/1990-1994/1995 | 1165 | 13.6 | 72.2 | 14.2 |
| 1995/1996-2000/2001 | 160 | 18.7 | 63.7 | 17.6 |
| Итого | 1325 | в среднем | | |
| | | 14.3 | 71.0 | 14.7 |

Примечание: * глубокоснежный сезон.

Подобная структура популяции марала отмечена и для южноуральского региона, где соотношение половых групп составляло 1:2.1:0.7, соответственно (Гордюк, 1981).

Вторичное заселение волками территории заповедника в 90-е годы привело не только к существенному изменению в динамике численности марала, но также повлияло и на особенности его пространственного распределения. В этот период, из-за постоянного преследования волками оленей, на охраняемой территории заметно снизилась доля взрослых быков (в среднем до 14.3 % от общей численности) и, соответственно, увеличилась относительная численность молодняка и взрослых самок (табл. 2).

Немаловажное значение имеет сравнение половозрастной структуры группировок марала, зимующих на разных участках. Особенности таких зимовок хорошо выделяются во второй половине зимы. Они обладают определенными характеристиками, позволяющими выявить некоторые закономерности (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Половая и возрастная структура группировок марала с преобладание самок в местах зимних концентраций

| Место наблюдений | Всего особей, шт. | Встречено особей, % | | |
|--|-------------------|---------------------|----------------|------------------|
| | | Взрослые самцы | Взрослые самки | Молодые (0+, 1+) |
| Участки, слабо контролируемые волками | | | | |
| Склоны у ручья Роево (1979/80 гг.) * | 190 | 5.8 | 74.2 | 20.0 |
| Склоны у ручья Роево (1980/81 гг.) | 50 | 4.0 | 76.0 | 20.0 |
| Склоны у ручья Таволожный (1979/80 и 1980/81 гг.). | 116 | 10.3 | 71.6 | 18.1 |
| Склоны у ручья Таволожный (1981/82 и 1982/83 гг.). | 68 | 4.4 | 60.3 | 35.3 |
| Склоны горы «Синий Камень» (1984/85 гг.) * | 33 | 24.3 | 42.4 | 33.3 |
| Склоны горы «Синий Камень» (1987/88 гг.) * | 49 | 22.4 | 44.9 | 32.7 |
| Итого | 506 | в среднем | | |
| | | 11.9 | 61.5 | 26.6 |
| Участки, находящиеся под контролем волков | | | | |
| Склоны у рч. Калтат (1990-94 гг.) | 362 | 2.2 | 88.4 | 9.4 |
| Склоны у рч. Калтат (1995-96 гг.) | 129 | 0.9 | 87.5 | 11.6 |
| Склоны у рч. Калтат (1997/98 и 2000/2001 гг.) | 146 | 0 | 73.3 | 26.7 |
| Итого | 637 | в среднем | | |
| | | 1.0 | 83.1 | 15.9 |

Примечание: * глубокоснежные сезоны.

В годы, когда зимовки находились под слабым контролем волка, до 88.1% встреч маралов, обитающих в долинах ручьёв Роево, Таволожный, и у горы «Синий Камень», приходились на группы самок и молодых особей (табл. 3). Скальные участки здесь, как правило, отсутствуют, а крутизна склонов составляет 20–35⁰. Эти уголья, где зимуют преимущественно самки, имеют высокую кормовую ценность и хорошо защищены от преобладающих ветров. Самцы в этот же период (табл. 4), зимовали преимущественно на хорошо продуваемых участках леса, где имеются выходы скальных пород (до 85% встреч).

Таблица 4

Половая и возрастная структура группировок марала с преобладанием взрослых самцов в местах зимних концентраций

| Место наблюдений | Встречено всего особей, шт. | Встречено особей, % | | |
|---|-----------------------------|---------------------|----------------|------------------|
| | | Взрослые самцы | Взрослые самки | Молодые (0+, 1+) |
| <i>Участки, слабо контролируемые волками</i> | | | | |
| Хайдынские утесы (1979/80 гг.) * | 39 | 66.6 | 30.7 | 2.7 |
| Хайдынские утесы (1984/85 гг.) * | 20 | 85.0 | 10.0 | 5.0 |
| Хайдынские утесы (1987/88 гг.) | 37 | 78.4 | 10.8 | 10.8 |
| Склоны у ручья Лалетино (1982/83 гг.) | 120 | 65.0 | 24.2 | 10.8 |
| Склоны у р. Маны между ручьями Князев-Берлы (1984/85 гг.) | 40 | 40.0 | 45.0 | 15.0 |
| Склоны у р. Маны между ручьями Князев-Берлы (1987/88 гг.) | 59 | 52.5 | 27.2 | 20.3 |
| Итого | 315 | в среднем | | |
| | | 64.6 | 24.65 | 10.75 |
| <i>Участки под контролем волков</i> | | | | |
| Склоны руч. Лалетиной (1991–1994 гг.) | 413 | 67.1 | 20.8 | 12.1 |
| Склоны руч. Лалетиной (1995–1997 гг.) | 269 | 39.4 | 39.4 | 21.2 |
| Склоны руч. Лалетиной (1997/98 и 2000/2001 гг.) | 97 | 25.8 | 42.3 | 31.9 |
| Итого | 779 | в среднем | | |
| | | 44.1 | 34.2 | 21.7 |

Примечание: * глубокоснежные сезоны

Как в целом по заповеднику (табл. 2), так и в местах концентрации марала (табл. 3, 4), в годы повышенного пресса волков относительная численность взрослых самок на зимовках возрастала (табл. 3). В годы, когда зимовки, где преобладали самцы, находились под контролем волчьей стаи, частота встреч быков также заметно уменьшилась, достигнув предельно низкого значения 25.8 % (табл. 4) (Кожечкин, Кельберг, 2005).

Влияние волков на смертность маралов

Территориальное распределение хищников обусловлено особенностями зимнего размещения оленей и наличием удобных для охоты мест. Замерзание рек и небольшая высота снежного покрова способствует быстрому передвижению хищников к местам зимовок береговых группировок марала, разобщенных и вытянутых вдоль всего правобережья рек Мана и Базаиха (рис. 2). Такие участки малолесисты, круты и скалисты, с относительно небольшим снежным покровом. В условиях гор юга Сибири эти местообитания с элементами степной растительности в снежные зимы наиболее посещаемы маралом.

При высокой плотности популяции марала пресс волков в пределах участка обитания стаи на зимовки оленей относительно равномерен. Суточные переходы хищников в этот период бывают небольшими. В своих охотах волки часто загоняют копытных на скальные обнажения. Так, по материалам троплений трех волков в 1992 г., обнаружено, что хищники добывали отдельных особей оленей с периодичностью в 5–6 дней: 19 января около Изыкских скал, в июньках был задавлен марал-сеголеток; ночью 25 января на поляне у «Синего камня» добыта взрослая самка; 31 января у Хайдынских утесов ночью на льду реки волками был убит крупный марал-бык. Все три жертвы были обнаружены вдоль береговой линии реки в 5–7 км друг от друга (Кожечкин, 2001). В феврале 1993 г. при учете вдоль ручья Колокольня (правый приток р. Мана), где преимущественно зимуют быки, в один день были обнаружены два разорванных волками крупных самца оленя в 1 км друг от друга.

В глубокоснежные зимы или в отдельные снежные месяцы при локальном скоплении маралов на ограниченных участках, волки уничтожают их в большом количестве. Так, за февраль–март 1995 г. Хайдынская зимовка самцов потеряла половину стада. Обнаружены остатки трехлетней самки и двух быков в возрасте 5–7 лет, ставших жертвами четырех волков. В районе зимовки «Синий камень», на льду реки Мана с интервалом в 6 дней (12 и 18 декабря 1996 г.) стая из пяти волков добыла 2-х маралов (взрослую самку и самца) (Кожечкин, 2001). В многоснежную суровую зиму 2000/2001 г. на участках обитания двух стай (Базайской и Манской) пресс волка на марала значительно усилился. Начало волчьих охот совпало с установлением ледового покрова на реках. При разреженной популяции оленей протяженность охотничьего участка волков вдоль водотоков Мана, Б. Слизневая и Базаиха увеличилась до 50–60 км. В границах участков этих 2-х семейных пар, в течение зимы было обнаружено по 7 задавленных маралов (рис. 2).

Распределение жертв волка на территории заповедника при разной его активности приводятся в таблице 5.

Таблица 5

Гибель маралов в бассейновых районах заповедника и охранной зоны

| Периоды активности волка | Количество маралов – жертв волков, %* | | | Общее число жертв |
|--|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| | р. Мана | р. Базаиха | рч. Б. Слизневой, руч. Лалетиной | |
| Появление (1980-1983; 1986/87) | 100 (20) | - | - | 20 |
| Высокая численность (1990-1997) | 75 (108) | 16,0 (23) | 9,0 (13) | 144 |
| Средняя и низкая численность (1998-2009) | 54,2 (32) | 40,7 (24) | 5,1 (3) | 59 |
| Всего | 71,7 (160) | 21,1(47) | 7,2 (16) | 223 |

Примечание: в скобках (n) число погибших животных.

Места гибели оленей приурочены, в основном, к двум бассейна Мана и Базаихи.

По наблюдениям Г.Д. Дулькейта (1958), в Алтайском заповеднике в 1951 г. на зимовке маралов, расположенной в долине р. Кайры (приток Чулышмана), были найдены останки 8 оленей, добытых волками. В Приамурье, по сведениям Н.В. Ракова (1975), на ограниченных участках за зиму волки способны истребить популяции изюбрей полностью.

Информации об уничтожении волками маралов в верхних поясах, где зимуют одиночные животные, крайне мало. С уплотнением снежного покрова в марте и появлением наледей на таежных речках, волки могут расширить свои территории, проникая на водоразделы Центрального хребта, где высота снега может достигать 85–90 см (как отмечено в 1997 и 1999 гг.).

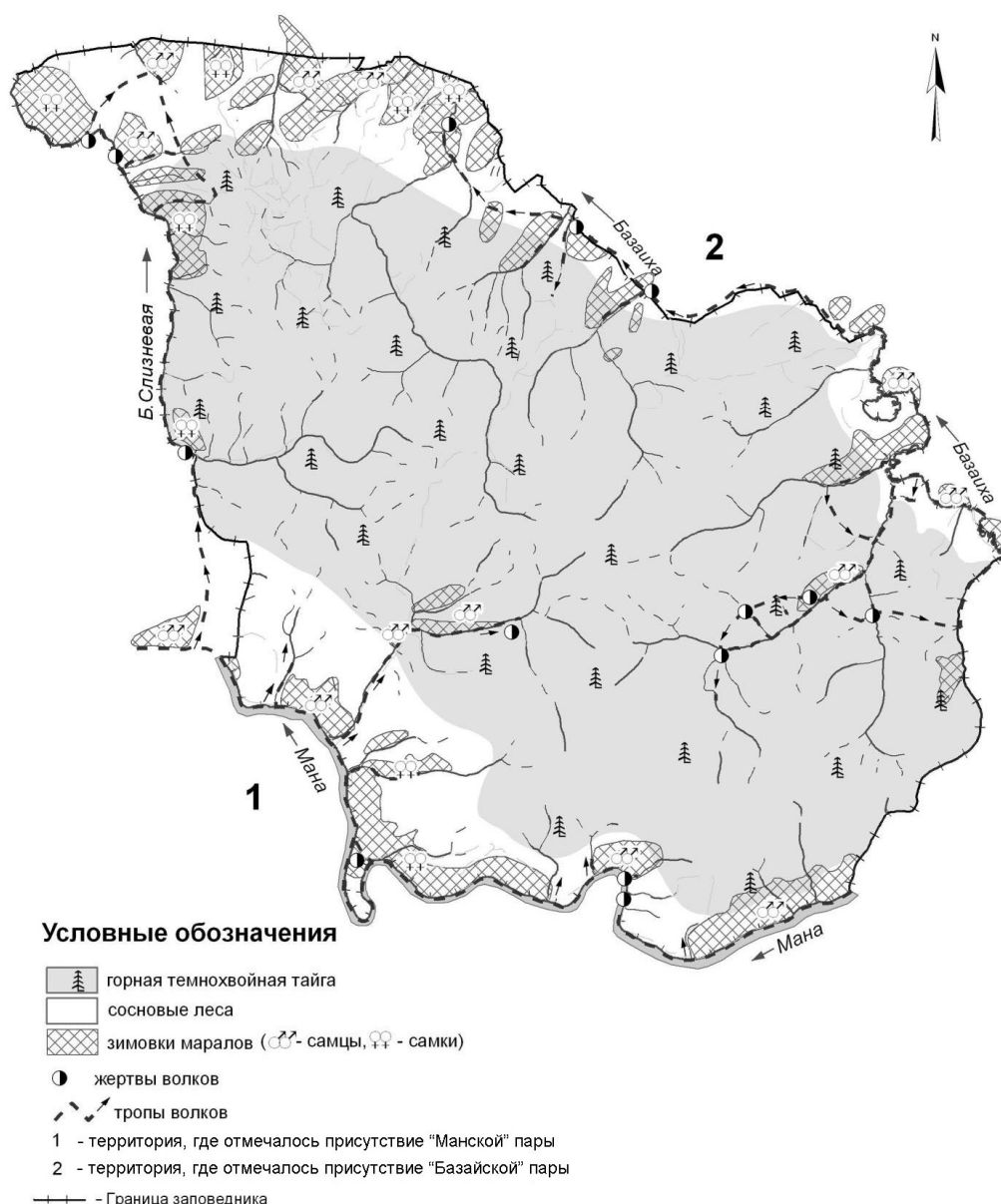


Рис. 2. Места находений погибших маралов в заповеднике «Столбы» в 2000/2001 г.

Хотя Г.Д. Дулькейт (1958) отмечал, что «не следует думать, что волки в своих охотах делают предпочтение самцам или самкам. Волк достаточно силь-

ный зверь, чтобы одинаково успешно овладеть взрослым маралом любого пола» (стр. 4), в результате анализа данных о смертности и половозрастном составе популяции оленей (табл. 6), мы пришли к выводу, аналогичному мнению К.П. Филонова (1989), что «..эти хищники явно предпочитали охотиться за самцами и сеголетками.» В годы высокой численности волков, несмотря на то, что доля быков в популяции снизилась почти в два раза, процент их среди жертв почти не изменился, то есть элиминация, в основном, идет по этой категории. Большинство оленей добывается на зимовках с преобладание самцов.

Таблица 6

Избирательность хищничества волка в популяции марала

| Показатель | Всего особей | Половозрастные показатели % | | |
|---|--------------|-----------------------------|----------------|--|
| | | Взрослые самцы | Взрослые самки | Молодые особи (0 ⁺ , 1 ⁺) |
| <i>Годы заходы волка (1980–1983; 1986/87 гг.)</i> | | | | |
| Структура популяции марала | 2819 | 27.6 | 61.2 | 11.2 |
| Состав жертв волка: в целом | 18 | 27.8 (5) | 38.9 (7) | 33.3 (6) |
| в местах концентрации быков | 11 | 36.3 (4) | 27.4 (3) | 36.3 (4) |
| в местах концентрации самок | 5 | 0 | 20.0 (1) | 80.0 (4) |
| <i>Годы высокой и средней численности волка (1990–2001 гг.)</i> | | | | |
| Структура популяции марала | 1325 | 14.3 | 71.0 | 14.7 |
| Состав жертв волка: в целом | 144 | 27.1 (39) | 42.4 (61) | 30.5(44) |
| в местах концентрации быков | 102 | 39.2 (40) | 34.3 (35) | 26.5 (27) |
| в местах концентрации самок | 32 | 3.1 (1) | 71.9 (23) | 25.0 (8) |

Примечание: в скобках - число погибших животных.

Коллекция из 86 черепов марала с датировкой возраста была разбита на 5 возрастных групп (табл. 7). Судя по этим данным, среди молодых, ставших жертвами волка, второгодки и сеголетки попадают в равных количествах; среди старшей группы чаще погибают маралы до 5 лет.

Таблица 7

Возраст маралов - жертв волка в 1990-2001 гг., по данным камеральных определений.

| Возрастные группы | Обнаружено всего | |
|--------------------------------|------------------|--------------|
| | особей | % |
| Старые (старше 10 лет) | 14 | 16.3 |
| Взрослые II (от 6 до 10 лет) | 20 | 23.2 |
| Взрослые I (от 2,5 до 5 лет) | 28 | 32.5 |
| Всего старые и взрослые | 62 | 72.0 |
| Второгодки | 12 | 14.0 |
| Сеголетки | 12 | 14.0 |
| Всего молодые | 24 | 28.0 |
| Итого | 86 | 100.0 |

Половой и возрастной состав оленей, погибших в 1990–2001 гг. в заповеднике «Столбы» (табл. 6), значительно отличается от таковых в других регионах (табл. 8). В бассейнах рек Б. Абакана и Куляжа в добыче волка преобладают взрослые самцы. Видимо, эти различия можно объяснить тем, что на этих зимовках преобладают быки, которые отдают предпочтение скальным участкам. Схожая ситуация отмечена и в Саяно-Шушенском заповеднике с 1978 по 2001 гг., где среди убитых волками маралов (количество $n=234$ особи) 12.8% составляли молодые, 37.6% – самки и 49.6% – взрослые самцы (Завацкий, 1986). Основные жертвы – быки, обнаружены по долинам рек со скальными выходами (от 540 до 1300 м над у.м.).

Таблица 8

Доля основных возрастных групп маралов - жертв волка

| Периоды, годы (место наблюдения) | Найдено жертв | Жертвы, % | | | |
|--|---------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | | Взрослые самцы | Взрослые самки | Второгодки | Сеголетки |
| 1986-1990 гг. р. Б. Абакан (Западный Саян) | 16 | 50.0 (8) | 31.2 (5) | 12.5 (2) | 6.3 (1) |
| 1990-1991 гг. рч. Куляжа (Восточный Саян) | 7 | 42.8 (3) | 28.6 (2) | 14.3 (1) | 14.3 (1) |
| Всего | 23 | 47.8 (11) | 30.5 (7) | 13.0 (3) | 8.7 (2) |

Примечание: в скобках число погибших животных (n).

Также, по наблюдениям охотоведа Е.Б. Самойлова в 2002 г., на скальных участках зимой от волков чаще гибнут самцы изюбрей. По его данным, в Забайкалье, в верховьях реки Джилы – притоке Зун-Джиле под отстоями находилось целое кладбище черепов изюбрей. Видимо, этот скальный участок, был постоянным местом их добычи. Судя по сохранности черепов, можно считать, что изюбрей здесь добывали в течение довольно длительного времени. Все рога принадлежали взрослым самцам, погибшим в разные годы.

Выводы

В 90-е годы в связи с ростом поголовья волков (до 12 особей) достаточно многочисленная но «ослабленная» популяция, марала сократилась в 3-4 раза. Изменение территориального распределения оленей в снежный период времени были вызваны давлением хищников в первую очередь на группировки марала расположенные по р.р. Мана, Базаиха и рч. Б.Слизневая.

Современная тенденция понижения численности популяции волка, видимо, связана с дефицитом зимних кормов и влияниями антропогенного характера, вызванными близостью города. Присутствие этого активного хищника в заповеднике желательна в качестве фактора, регулирующего деятельность бродячих собак.

ЛИТЕРАТУРА

- Гордиюк Н.М. Особенности экологии копытных Башкирского заповедника: Автореф. дис.... канд. биол. наук. М., 1981. 24 с.
- Данилкин А.А. Олени (*Cervidae*). М., 1999. 552 с.
- Дулькейт Г.Д. О факторах, вызывающих гибель маралов в Северо-Восточном Алтае. Рукопись. 1958. С. 1–7.
- Дулькейт Г.Д. Охотничья фауна, вопросы и методы оценки производительности охотничьих угодий Алтае-Саянской горной страны // Тр. гос. заповедника «Столбы». Вып. IV. Красноярск, 1964. 362 с.
- Завацкий Б.П. Роль волка в биоценозах Саяно-Шушенского заповедника // Роль крупных хищников и копытных в биоценозах заповедников. Сб. науч. тр. ЦНИЛ Главохоты РСФСР. М., 1986. С. 35–54.
- Завацкий Б.П. Снежный барс, бурый медведь и волк Саяно-Шушенского заповедника. Шушенское, 2004. 127 с.
- Зырянов А.Н. Дикie копытные животные заповедника «Столбы» и прилежащих районов // Тр. гос. запов. «Столбы». Вып. X. Красноярск, 1975. С. 224–338.
- Зырянов А.Н. Особенности развития популяций копытных в условиях заповедного режима // Сб. научн. тр. ЦНИЛ Главохоты РСФСР. М., 1985. С. 92–99.
- Зырянов А.Н., Кнорре А.В. К изучению млекопитающих заповедника «Столбы» // Тр. заповед. «Столбы», вып. 8. Красноярск, 1971. С. 16–23.
- Кожечкин В.В. Копытные животные. Марал // Летопись природы заповедника «Столбы» за 1982 г. Красноярск, 1983. С. 119.
- Кожечкин В.В. Волки и олени северо-западной части Восточного Саяна // Тр. гос. запов. «Столбы». Вып. XVII. Красноярск, 2001. С. 8–26.
- Кожечкин В.В., Зырянов А.Н. Повреждения акации (*Caragana arborescens* Lam.) маралами в заповеднике «Столбы» // Экология и охрана горных видов млекопитающих. М., 1987. С. 88–90.
- Кожечкин В.В., Кельберг Г.В. Особенности пространственного размещения и использования маралами остепненных участков на территории заповедника «Столбы» // Изучение и охрана природы Алтае-Саянской горной страны: Мат. науч. конф., посвящ. 70-летию Алтайского заповед. Г. Алтайск, 2002. С. 66–68.
- Кожечкин В.В., Кельберг Г.В. Влияние волка на изменение структуры популяции марала (*Cervus elaphus sibiricus* Sev., 1873) на территории заповедника «Столбы» // Тр. гос. природ. заповед. «Тигирекский». Вып. 1. Барнаул, 2005. С. 307–310.
- Крутовская Е.А. Млекопитающие Красноярского государственного заповедника «Столбы». Рукопись фонда заповедника «Столбы», 1947. 12 с.
- Насимович А.А. Количественный учет россомахи, медведей и зверей из семейства кошачьих // Методы учёта численности и географического распределения наземных позвоночных. М., 1952. С. 204–213.
- Раков Н.В. Факторы смертности изюбря и его взаимоотношения с хищниками в Приамурье // Копытные фауны СССР. М.: Наука, 1975. С. 202–203.
- Смирнов М. Марал в Туве // Охота и охотничье хоз-во. 1988. № 12. С. 12–14.

- Субботин А.М.* Структура популяций изюбря и северного оленя Хамар-Дабана как показатель их состояния // Фауна и ресурсы позвоночных бассейна озера Байкал. Сб. ст. Улан-Удэ: БФ СО АН СССР, 1980. С. 116–119.
- Суворов А.П.* Марал // Летопись природы заповедника «Столбы» за 1983-1991 гг. Красноярск.
- Суворов А.П.* Марал в заповеднике "Столбы" и проблемы его хозяйственного использования в Красноярском крае // Тр. гос. заповед. «Столбы». Вып. XVI. Красноярск, 1989. С. 35–66.
- Суворов А.П.* Дикие копытные и крупные хищники в экосистемах заповедника «Столбы» и сопредельных территорий // Отчет о научно-исследовательской работе (пятилетний). Красноярск, 1991. 104 с.
- Филонов К.П.* Копытные животные и крупные хищники на заповедных территориях. М., 1989. 256 с.
- Шилов И.А.* Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных. М.: изд-во МГУ, 1977. 262 с.
- Штаркер В.В.* Флора южного и юго-западного макрасклонов главного междуречья заповедника «Столбы» // Вопр. экологии. Красноярск: изд-во Красноярского ун-та, 1988. С. 3–87.
- Щербакова Н.А.* Млекопитающие и птицы заповедника "Столбы". Рукопись фонда заповедника "Столбы" , 1949. 88 с.

Сезонные кочевки косули в нижнем течении р. Маны

В.Б. Тимошкин, В.В. Кожечкин

Стационарные наблюдения проводились в нижнем течении р. Маны в период с 1992 по 2010 год. Под контролем находилась территория около 180 тыс. га. Для установки наиболее точных сроков кочевки косули ежегодно отрабатывалось не менее 30 календарных дней стационарных наблюдений (как личных, так и инспекторов заповедника «Столбы»). Визуальные наблюдения проводили на открытых склонах гор и вблизи устьев боковых притоков с лугами и кустарниками, где эти звери обычно концентрируются на зимовках. Проанализировано около 300 визуальных встреч. Зафиксировано около 40 жертв волка. Кроме полученных данных, использовались сведения опроса 10 работников лесной охраны, постоянно проживающих в этих местах.

В процессе исследований были выявлены две разные группировки косули.

Правобережная группировка. Она представлена животными, населяющими летом правый берег р. Маны, занимает широкие надпойменные террасы в долинах ручьев и малых речек: Солодовня, Кандалак, Сарала, Малый Индей, Маслянка, Выносная, Хайдынка, Кривопохвальная, Большая и Малая Кизы, Князева, Ломовой, Снежная, Берлы. Звери встречаются в светлохвойных лесах с вкраплением степной растительности. Границей летнего распространения вида является часть водораздельных хребтов и вершины распадков (до 550 м над ур. моря). На присутствие косули здесь указывают гонные тропы, метки (задиры) и встречи самих животных. Реже звери переходят на левый берег (рис.)

Обычно откочевки этой группировки происходит в ноябре, в течение 1–1.5 недель. От Изыкских утесов часть животных поднимается вверх по правому берегу реки Мана и концентрируется примерно в 5-ти километровой полосе от руч. Берлы до руч. Береть. В 20-х числах ноября, с началом обильных снегопадов, животные, придерживаясь автодороги Береть–Маганск, постепенно продвигаются в пойму р. Базаиха (деревня Ерлыковка), а затем рассредотачиваются на выходе в Красноярскую лесостепь (станция Сорокино и т.д.). Другая часть косули уходит вниз по р. Мана на 10–15 и более километров и концентрируется на открытых склонах гор, обращенных к реке. Так, 25.12.1998 в урочище «Седло», наблюдали одновременно 12 косуль. Как показывают наблюдения (по следам), животные переходят и в пойму речек Малая и Большая Слизнева (по прямой около 8–10 км). На склонах долин ручьев Таволожный и Медвежий (правые притоки Б.Слизневой) зимуют только отдельные особи (в декабре 1998 г. здесь зимовало 2 косули).

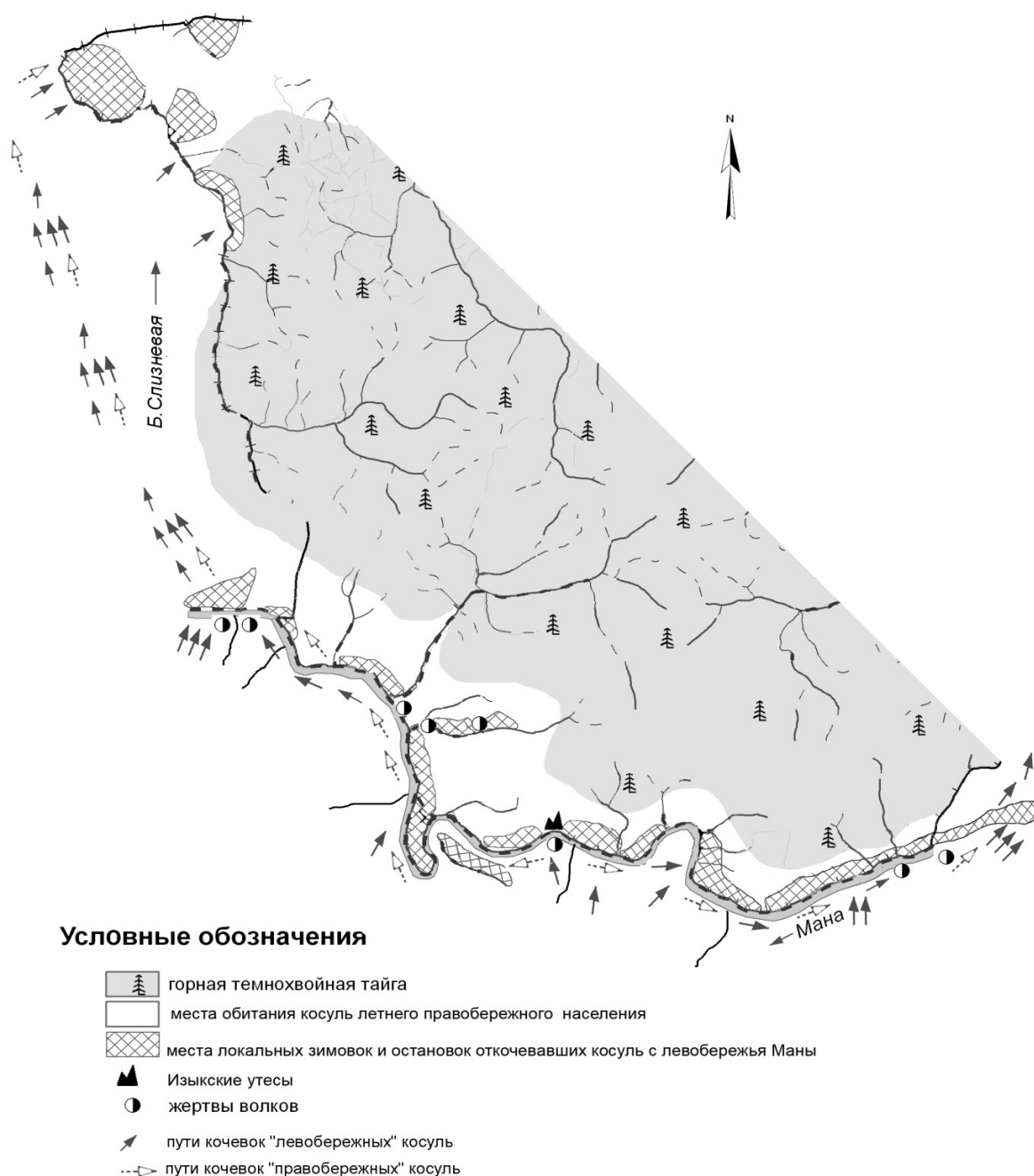


Рис. Осенне-зимние кочевки косули.

Как видно из таблицы 1, встречаемость следов косули в бассейне рч. Б. Слизнаевой заметно увеличивается в январе, что можно объяснить подкочевкой животных с сопредельных территорий.

На зимовках, расположенных в нижнем течении р. Мана, речек Малая и Большая Слизнаева, звери используют сосняки и остепненные склоны, где уровень снега меньше. В весенний период косуля вновь поднимается по р. Мана и занимает летне-осенние стации.

Таблица 1

Динамика встречаемости следов косули в обходе Н. Слизнево заповедника «Столбы» в зимний период 2001/2002 г. (по данным учетов на ПУМах)*

| Месяцы | Длина учетных маршрутов (км) | Количество следов на 10 км | Средняя высота снежного покрова (см) |
|---------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Ноябрь | 18.0 | 3.8 | 3.0 |
| Декабрь | 9.0 | 3.3 | 16.0 |
| Январь | 27.0 | 16.6 | 31.0 |
| Февраль | - | - | - |
| Март | 27.0 | 5.9 | 23.0 |
| Всего: | 81.0 | 8.7 | - |

Левобережная группировка. Сроки перехода косуль данной группировки с Красноярского водохранилища на правобережье р. Мана проходят с 25 декабря по 14 января, с установлением многоснежного покрова (свыше 30–40 см). Звери двигаются примерно в одном «коридоре» – вдоль склонов рек, пересекая второстепенные притоки, избегая захламленных и загущенных насаждений.

На левом берегу реки косули задерживаются не более чем на 1–2 суток в двухкилометровой прибрежной полосе и переходят ее, как правило, при отсутствии «голового» льда. В районе Изыкских утесов поток косуль разделяется на два ярко выраженных направления: вверх и вниз по течению. При этом ход косули повторяет ход осенней откочевки правобережной группировки (рис.)

Идущие вверх по Мане, косули преодолевают небольшие расстояния. Так, детальное отслеживание отдельных групп (по 3, 4 и 6 особей) показали, что в первый день (25.12.2007 г.) после перехода косули паслись и отдыхали в районе руч. Выносная и руч. Хайдынка, на вторые сутки – держались между устьями ручьев Кривопохвальная и Кизы, на третьи – перешли на участок между ручьями Князева и Снежная, а на четвертые – Ломовой–Берлы. В среднем за сутки животные продвигались на 3 км. Особенно показательны в этом отношении учеты 2007 г. когда по данному маршруту 27 декабря в дневное время было учтено по следам перемещение 36 косуль, а ночью видели три группы – 8, 14 и 16 особей.

Примерно через неделю животные выходят к Торгашинскому хребту. Такой приток мигрантов здесь был отмечен в 2004 г. – 13 января (на 6 км маршрута учтено 45 следов косули), в 2005 г. – 2 января (на 10 км маршрута – 53 следа), в 2006 г. – 8 января (на 5 км маршрута – 37 следов), в 2007 г. – 14 января (на 10 км маршрута – 64 следа).

Другая часть группировки идет транзитом вниз по течению. Так, в начале января 1992 г., после двухмесячного полного отсутствия косули, в обходе Маслянка количество её следов резко увеличилось до 12.2 на 10 км маршрута.

Основные места остановок и одиночных зимовок в пределах южной границы заповедника находятся в двухсотметровой береговой полосе (наиболее кормные места), реже – в зоне контакта светлохвойной и темнохвойной тайги.

Так, в феврале 1998 г., при малоснежье, одна особь зимовала в верховьях руч. Маслянка (в трех километрах от устья), где глубина снега достигала 45 см.

Характеристика зимующих группировок

Зимой 1994–95 гг. были предприняты работы по определению общей численности косули на склонах, обращенных к р. Мане. При этом учетами была охвачена долина реки на протяжении 80 км от её устья. Обследование показало, что численность косули достаточно высока в нижней части р. Маны, где рельеф носит сглаженный характер, а уровень снежного покрова на выдуваемых склонах меньше (табл. 2), чем в заповеднике.

Таблица 2

Численность косули в пойме р. Мана в зимний период 1994/1995 гг.

| Места учета | Учтено особей |
|-----------------------------|---------------|
| <i>Заповедник «Столбы»</i> | |
| руч. Кизы | 2 |
| руч. Выносная | 4 |
| Манская петля | 2 |
| «Синий камень» | 4 |
| руч. М. Индей | 2 |
| руч. Б. Индей | 5 |
| руч. Сарала | 2 |
| руч. Кандалак | 4 |
| <i>Сопредельные угодья:</i> | |
| руч. Солодовня | 2 |
| руч. Сосновка | 8 |
| остров Сикта | 6 |
| 44-й км от устья р. Маны | 7 |
| 40-й км от устья р. Маны | 9 |
| руч. Кубак | 8 |
| руч. Негнет | 5 |
| остров Нагала | 12 |
| руч. Миля | 8 |
| «Гладыши» | 4 |
| «Соломины» | 5 |
| «Застенки» | 10 |
| руч. Каракуша | 5 |
| «Орлы» | 2 |
| «Займище» | 20 |
| «Подсобное» | 3 |
| «Церковное» | 4 |
| «Савельево» | 4 |
| «Запань» | 12 |
| Всего: | 159 |

По многолетним данным, численность зимующей косули в Манском лесничестве заповедника остается относительно стабильной и по материалам учетов оценивается в 15.0 ± 5.4 особей.

По результатам наблюдений можно сделать следующее **заключение**.

При перемещениях косули избегают темнохвойных насаждений и скальных выходов и идут осветленными светлохвойными участками вдоль склонов больших боковых притоков рр. Изык, Б. Тюбиль, Дьячиха. При переходе косули используют мыски, спускающие к реке и надпойменные террасы. Эти переходы постоянны, включая узловые места (Изыкские утесы) расхождения потоков.

Правобережная и левобережная группировки косуль на р. Мане обособлены и контактируют только во время зимовок. Сроки откочевки правобережной и левобережной группировок не перекрываются. Пространство правобережной группировки косули остается свободным с конца октября по декабрь.

Контрольный учет численности кабарги в заповеднике «Столбы»

Б.К. Кельбешев, В.Б. Тимошкин

В настоящее время для оценки численности диких животных широко применяется зимний маршрутный учет. Показатель плотности населения получают путем вычислений из материалов линейных (маршрутных) учетов. Специальные учеты по определению плотности населения вида на контрольных площадках не практикуются. В данной работе проверялась точность показателей численности кабарги, полученных на линейных маршрутах за предыдущие годы.

Исследования выполнены в районе Изыкского разрыва. По самому разрыву течет река Мана, над которой нависают каменные утесы, как с правой, так и с левой стороны. Для учета численности кабарги были заложены 2 пробные площадки: одна расположена на правой стороне реки, на территории заповедника «Столбы», а другая – на левой стороне Маны в границах принадлежащего заповеднику научно-исследовательского стационара «Изык». Растительность представлена на южных склонах сосновыми лесами с пихтовым подростом, а на теневых склонах преобладают темнохвойные леса, преимущественно из пихты и кедра. Островками встречаются прогалины с высокотравьем. Эпифитные лишайники на деревьях преобладают по ручьям, запасы их невелики.

Участок представляет собой местообитание кабарги с высокими защитными качествами (на скалах оленям удается оторваться от преследующих их хищников). К каждому отстою ведут торные тропы животных, как от территории заповедника, так и со стороны научно исследовательского участка, поэтому на данном участке плотность населения кабарги всегда выше, чем в окружающих угодьях.

Контуры контрольной площадки «Маслянка» на территории заповедника «Столбы» установлены по квартальным визирам и естественным рубежам, а по левобережью реки Маны, на стационаре «Изык», только по естественным рубежам: по хребту, речке, тропе. Общая площадь контрольной площадки на территории заповедника составляет 4.93 км², а на территории научно-исследовательского участка – 5.28 км².

Учетные работы проводились в течение 17 дней (с 30 ноября по 16 декабря 2007 г.) на площадке «Изык», и в течение 9 дней (с 30 января по 8 февраля 2008 г.) – на площадке «Маслянка». При выполнении работ мы попытались определить истинное количество обитателей на площадке путем распознавания каждого зверя по его следам жизнедеятельности. Для этого ежедневно регистрировались: направление перемещения животного; его индивидуальные признаки, такие как размер следа, шаг зверя, характерные особенности следа на снегу, размер лежки, места локализации лежек, особенности мочевого точки; размеры и запах экскрементов; особенности кормового поведения животного и т. д. В некоторых случаях животных тропили. На основании анализа пространственного размещения следов определялся центр участка каждой кабарги.

На основании многодневных исследований в пределах площадки «Маслянка» были идентифицированы индивидуальные участки 18 кабарог (рис. 1). В 4-х случаях границы индивидуальных участков оленей выходили за пределы площадки. В двух случаях мы не смогли установить, был ли это олень со своим индивидуальным участком, или это было животное, участок которого расположен за пределами контрольной площадки. Отдельно надо выделить четыре кабарги, обнаруженные в центре излучины Маны. По всей вероятности, это были молодые животные, временно остановившимися в этих угодьях с низкими кормовыми и защитными качествами. С учетом этих четырех особей, плотность населения кабарги на площадке «Маслянка» составила 36.5 особей на 1000 га, а без них – 26.3 особи на 1000 га (табл.1).

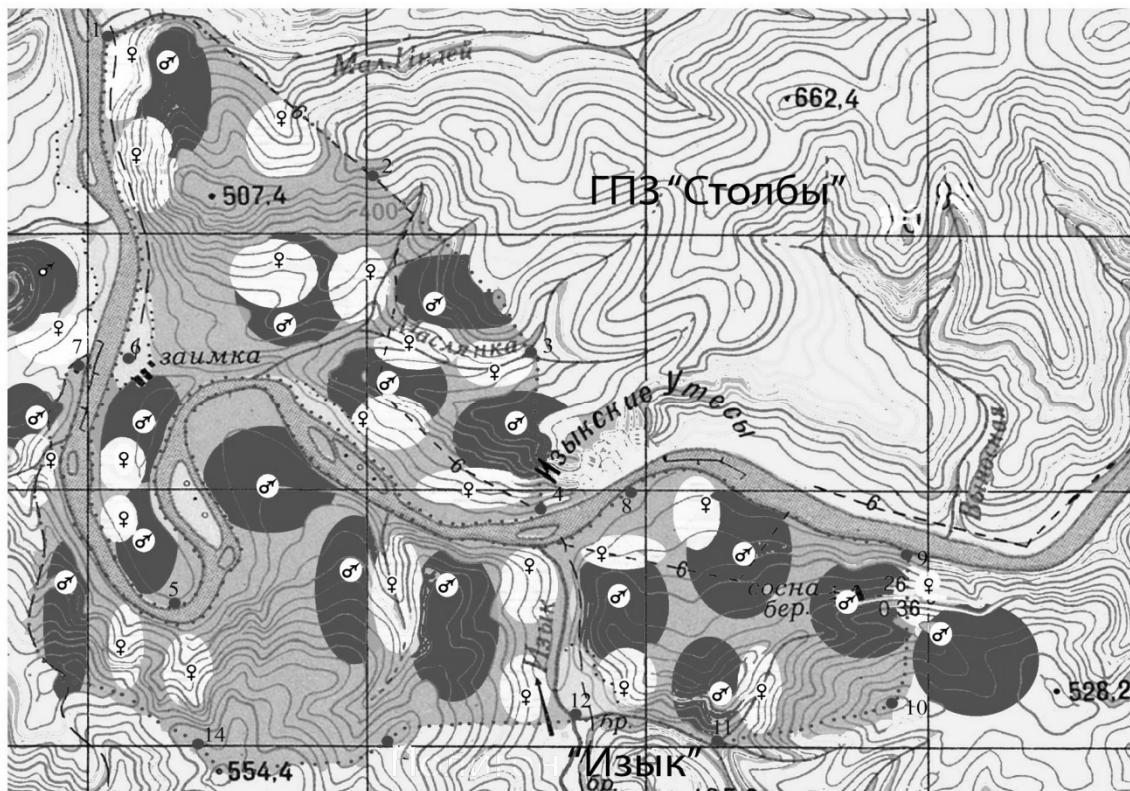


Рис. 1. Размещение индивидуальных участков самцов (♂) и самок (♀) на контрольной площадке.

На Изыкской стороне были учтены 23 кабарги. Двух кабарог мы исключили из списка, так как не сумели определить их центр местообитания, они вели «блуждающий» образ жизни и выходили за пределы площадки. У пяти заходящих оленей основной участок обитания находился за пределами контрольной площадки, поэтому их мы тоже исключили. Таким образом, на контрольной площадке учтено 16 кабарог со своим индивидуальным участком. Плотность населения оленя составила 30.3 особи на 1000 га.

С учетом всех оленей, следы которых регистрировались на площадках, плотность населения составила 40.2 особи на 1000 га. Однако, после того как на основании изучения пространственной структуры популяции были исключены

из расчета индивидуальные участки, центры которых оказались за пределами контрольной площадки, в среднем по обоим участкам плотность населения кабарги оценивается 27.4 особи на 1000 га угодий.

Таблица 1

Плотность популяции кабарги на контрольных площадках

| Площадки | Площадь, тыс. га | Учтено животных | | Плотность населения на 1000 га | |
|--------------|------------------|-----------------|-------------|--------------------------------|-------------|
| | | Всего | На площадке | Всего | На площадке |
| Маслянка | 0.493 | 18 | 12 | 36.5 | 26.3 |
| Изык | 0.528 | 23 | 16 | 43.6 | 30.3 |
| Всего | 1.021 | 41 | 28 | 40.2 | 27.4 |

Изучение размещения кабарги показывает, что индивидуальный участок самца всегда приурочен к хребтам и гривкам. Торные тропы с метками в виде кучек экскрементов идут вдоль хребта. Зимой при глубоком снеге олени изредка переходят с мыска на другую гривку через долину ручья по одному и тому же следу. За индивидуальный участок нами принимался хребтик, где с наибольшей частотой встречаются метки и следы оленя. Средняя длина 18-ти изученных индивидуальных участков самцов вдоль гривки составила 1.1 км. Длина самого большого участка – 1.4 км, а самого маленького – 0.8 км. Средняя ширина участка составила 0.73 км, наибольшая – 1.04 км, минимальная – 0.36 км. Средняя площадь участка самца составила 0.78 км², наибольшая – 1.25 км², минимальная – 0.51 км².

Индивидуальные участки самок находятся на пониженной части рельефа, вдоль речек, и, как правило, налегают на участки самцов с той и другой стороны. Размер участка самки несколько меньше, чем самца. Средняя длина 23 изученных индивидуальных участков самок составила 1.02 км. Длина самого большого участка – 1.32 км, а самого маленького – 0.76 км. Средняя ширина участка составила 0.61 км, наибольшая – 0.72, минимальная – 0.48 км. Средняя площадь участка самки составляет 0.61 км², наибольшая – 0.77 км², минимальной – 0.46 км².

Весьма проблематичным оказалось определение границ индивидуальных участков молодых особей. Сеголетки пасутся обычно с матерью или рядом с ней. Зимой часто попадаются лежки самок с теленком. Наблюдения за четырьмя молодыми животными, обнаруженными в излучине Маны, показали, что средний размер участка у самцов (2 особи) – 0.55 км², а самок (2 особи) – 0.25 км².

Полученные материалы характеризуют участок обитания животного только на период исследования. Границы участка и количество их на площадке могут меняться в связи с изменением экологических условий, под влиянием хищника и охоты. Участки особей разного пола и возраста свободно накладываются друг на друга. Контролируемый участок самца свободно посещают самки и молодняк. При возникновении опасности они используют отстой, находящиеся в участке самца. Агрессивное поведение между самцами отмечается

только во время гона. По расчетам, в пределах участка самца обитают еще в среднем 1.4 особи.

Среди учтенных животных соотношение полов оказалось в пользу самок (18:23), но не исключено, что часть молодых самцов мы отнесли к самкам. Доля молодых оленей, учтенных на площадке, составляет 20-25%.

Подсчет следов кабарги при проведении зимнего маршрутного учета в феврале 2008 года показывает, что максимум следов жизнедеятельности оленей на стандартный отрезок маршрута (10 км) зарегистрирован вокруг Изыкских скал (табл. 2). По всей вероятности, из-за наличия скал для оленя это самые благоприятные, с высокими защитными качествами, местообитания в заповеднике.

Таблица 2

Встречаемость следов кабарги в заповеднике в феврале 2008 г.

| Местности | | Протяженность учетных маршрутов, км | Учтено следов | |
|---------------|----------------|-------------------------------------|---------------|-------------|
| | | | Всего | На 10 км |
| Приенисейская | | 32.0 | 12 | 3.8 |
| Столбинская | | 20.0 | 23 | 11.5 |
| Слизневская | | 12.0 | 10 | 8.3 |
| Калтатская | | 22.0 | 17 | 7.7 |
| Сынжульская | | 21.5 | 6 | 2.8 |
| Абатакская | | 13.0 | 16 | 12.3 |
| Инжульская | | 59.5 | 155 | 26.0 |
| Кайдынская | | 36.0 | 85 | 23.6 |
| Манская | Берлы, Снежная | 14.0 | 49 | 35.0 |
| | Изыкские утесы | 15.0 | 99 | 66.0 |
| | Индей, Сарала | 58.5 | 119 | 20.3 |
| Всего | | 314.5 | 602 | 19.1 |

Учет численности любого вида исходит из аксиомы, что каждая особь имеет свой индивидуальный участок. Как видим из выше представленных материалов, это положение распространяется и на кабаргу. Самцы обладают участками, приуроченными к хребтам и их отрогам, самки – к долинам ручьев, молодняк может обитать на участке матери и самца. В силу этих особенностей, участки разных половозрастных групп накладываются, и поэтому на одном участке могут обитать несколько животных. Скорее всего, животные пользуются семейными участками, и с большой осторожностью надо говорить об индивидуальных участках кабарги.

Во время выполнения учетных работ на участке самца учтены 2.4 оленя. Из-за такой скученности учеты численности могут дать заниженные результаты.

На основании учетов численности кабарги на контрольной площадке можно получить пересчетный коэффициент, позволяющий рассчитать плотность населения вида по встречаемости следов на маршруте. В нашем случае 66 следов на 10 км маршрута отмечается при плотности 27.4 животных на 1000 га. Можно принять, что зависимость прямолинейная и этот коэффициент равен 2.4

(66/27.4). По материалам встречаемости следов на маршруте были получены показатели плотности населения кабарги по всему заповеднику (табл. 3).

Таблица 3

**Плотность населения кабарги (особей на 1000 га)
в разных местностях заповедника в разные годы**

| Местности | 1954 ¹ | 1975 ² | 1995 ³ | 2007 ⁴ | 2008 | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------|
| | | | | | плотность населения на 1000 га | число особей |
| Приенисейская | 4 | 1.5 | | | 1.6 | 5 |
| Столбинская | 8 | | | | 4.8 | 22 |
| Слизневская | | | | | 3.5 | 17 |
| Калтатская | 4 | 4.0 | | | 3.2 | 20 |
| Сынжурская | | | | | 1.2 | 2 |
| Абатакская | 17 | | | | 5.1 | 18 |
| Инжурская | 15 | 2.3 | | | 10.8 | 75 |
| Кайдынская | | | | | 9.8 | 52 |
| Мана (Берлы, Снежная) | 44 | | | | 14.5 | 44 |
| Мана (Изыкские утесы) | 44 | 1.7 | | | 27.4 | 84 |
| Мана (Кандалак, Сарала) | 44 | 5.0 | | | 8.4 | 34 |
| В среднем | 10.6 | 1.5 | 4.0 | 3.67 | 7.9 | |
| Общее поголовье кабарог (голов) | 500 | 60-70 | 188 | 174 | | 375 |

Примечание. ¹ Дулькейт, Козлов, 1958; ² Зырянов, 1975; ³ Зырянов, Кельбешеков, 1995; ⁴ Кельбешеков и др., 2008.

Рассмотрим данные по учету численности кабарги в заповеднике более чем за полувековой период. Г.Д. Дулькейт и В.В. Козлов (1958) оценивали общую численность кабарги в заповеднике 500 особей.

А.Н. Зырянов (1975) отмечает сильное сокращение численность кабарги в заповеднике, где к тому времени осталось 60–70 оленей. Но в тоже время замечает, что в эти годы (в годы депрессии численности) ареал вида в заповеднике не сократился.

В 1995 году численность оленей в заповеднике оценивается 188 особей (табл. 3), а в 2001–2007 гг. – от 150 до 210 (Кельбешеков и др., 2008). Плотность населения кабарги была получена путем перерасчета показателя встречаемости следов вида на маршрутах. Контрольные учеты на площадках не проводились.

Наши материалы по плотности населения кабарги на контрольных площадках, показывают, что поголовье оленей в предыдущие годы, когда контрольные учеты на площадках не проводились, занижалось. На самом деле, численность кабарги в заповеднике более чем за полувековой период снизилась незначительно.

Анализ встречаемости следов кабарги на 10 км маршрута по материалам, хранящимся в фондах заповедника, показывает не только сезонные, но и многолетние колебаний численности вида в природе. График встречаемости

следов кабарги на зимних маршрутных учетах с 1947 по 2008 год (рис. 2) дает общее представление о динамике численности вида в заповеднике «Столбы». Самая высокая численность кабарги приходится на период работы в заповеднике А.Н. Щербакова и Г.Д. Дулькейта. Фаза высокой численности кабарги заканчивается в 1965 году. Сокращение численности было спровоцировано суровыми, многоснежными зимами 1961–1962 и 1965–1966 гг., а также неурожаем кедрового ореха в 1961–1962 гг., к тому же в эти годы идет рост поголовья соболей в заповеднике, а в результате бескормицы хищничество его резко повысилось. На конец 60-х годов приходится самая низкая численность кабарги. В последующие годы ее численность постепенно увеличивается, по всей вероятности, вид приспособился жить вместе с новым хищником (соболем). С 1970 годы встречаемость следов кабарги на маршрутах неуклонно растет в связи с увеличением поголовья оленя.

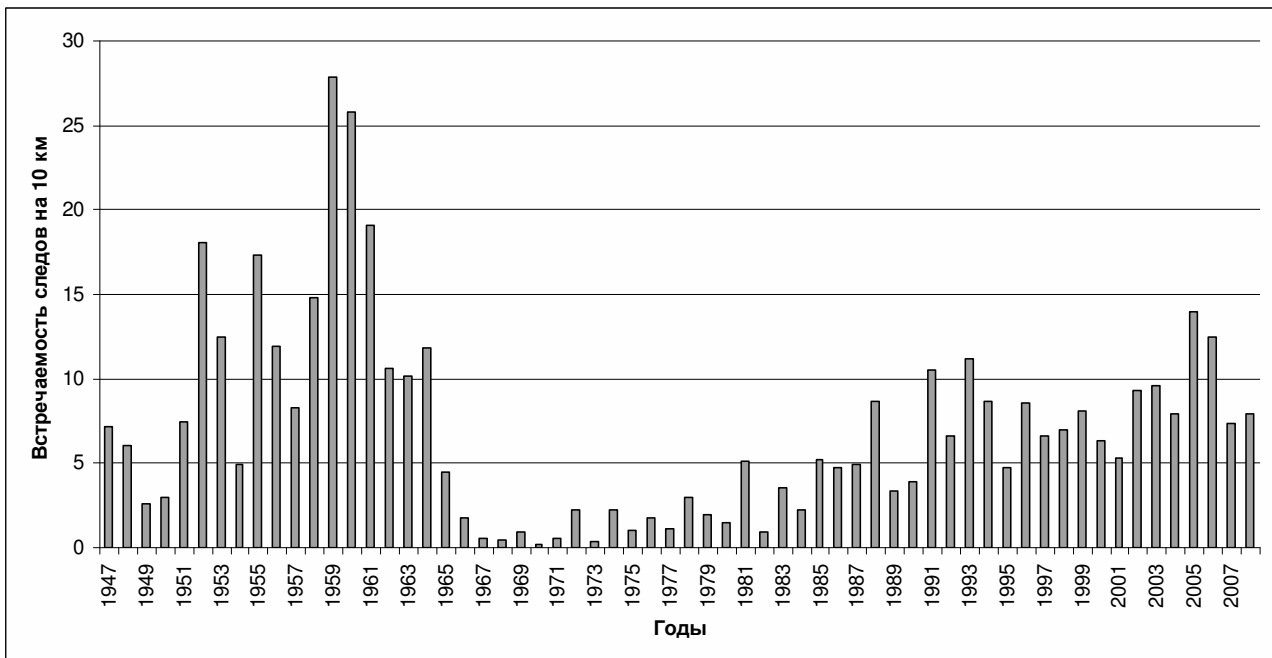


Рис. 2. Динамика встречаемости следов кабарги в заповеднике «Столбы» по материалам зимних маршрутных учетов.

По материалам учета численности кабарги в 2008 году оказалось, что поголовье этого оленя почти два раза выше, чем считалось. Такая ошибка, по всей вероятности, была допущена не только при перерасчете следов в особи, но и пренебрежением факта существования семейных, парцеллярных группировок. Обычно учетчик, обнаружив место со следами кабарги, считает, что тут обитает один зверь, а на самом деле их может быть и больше. По материалам 2008 года получены весьма приблизительные данные по размещению кабарги в заповеднике. По этим материалам можно утверждать, что половина ресурсов вида на территории заповедника находится в Манском лесничестве. Много кабарги в бассейне Инжула и на Кайдынском хребте. Вероятно, занижение численности вида по Сынжулу также вызвано неполной регистрацией следов кабарги учетчиками при прохождении маршрута. Не исключено, что при низких

плотностях необходима другая методика перерасчета линейных маршрутных материалов на площадные. Для выполнения более точных учетов и экстраполяции полученных материалов необходимо провести бонитировку местообитаний кабарги с учетом особенностей пространственной структуры популяции (Кельбешев, 1997).

При изучении пространственной структуры населения вида вокруг Изыкских утесов, мы не обнаружили каких-либо признаков, указывающих на чрезмерную плотность. Следовательно, плотность населения 26.3–30.3 особей на 1000 га обычна для данной местности. Подобная плотность населения кабарги и выше были отмечены и в других регионах России (Шапошников, 1956; Приходько, 2003).

Выводы

Многолетний мониторинг на территории заповедника «Столбы» показывает, что численность популяции кабарги колеблется в значительных пределах. Зимой 2007–2008 года в самых благоприятных местообитаниях кабарги плотность населения животных составила 26–30 особей на 1000 га, а численность вида в заповеднике – 375 особей, что два раза превышает принятые показатели. Широко практикуемый маршрутный учет численности дает искаженное представление о численности вида. Практически не удается определить число особей по следам при пересечении маршрутом участка целой семьи оленей, насчитывающей 2–4 или более экземпляров. Для определения плотности населения вида необходимо изучение пространственной структуры популяции на конкретной территории. Контрольная площадка должна быть заложена на участке с наиболее высокой плотностью населения. Из-за меняющихся экологических условий по годам учеты кабарги на контрольных площадках следует проводить не реже одного раза в 2–3 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дулькейт Г.Д., Козлов В.В. Материалы к фауне млекопитающих заповедника «Столбы» // Тр. гос. заповед. «Столбы». Вып. II. Красноярское кн. изд-во, 1958. С. 168–189.
- Зырянов А.Н. Дикие копытные животные заповедника «Столбы» и прилегающих районов // Тр. гос. заповед. «Столбы». Вып. X. Красноярск, 1975. С. 224–338.
- Зырянов А.Н., Кельбешев Б.К. Оценка ресурсов кабарги в Красноярском крае // Тр. гос. заповед. «Столбы». Вып. XVII. Красноярск, 2001. С. 105–110.
- Кельбешев Б.К. Индикация пространственной структуры популяции кабарги // Вопр. прикладной экологии (природопользования), охотоведения и звероводства: Мат. научн. конф., посвящ. 75-летию ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова (27–28 мая 1997г.). Киров, 1997. С. 109–110.
- Кельбешев Б.К., Кожечкин В.В., Бондарь М.Г., Волков В.С., Чумаков В.С. Современное состояние популяции кабарги на ООПТ в Красноярском крае и Республике Хакасии // Мониторинг биоразнообразия на особо охраняе-

мых природных территориях Алтае-Саянского экорегиона: Науч. тр. Ассоциации заповед. и нац. парков Алтае-Саянского экорегиона. Новосибирск: изд-во СО РАН, 2008. Вып. 1. С. 97–100.

Приходько В.И. Кабарга: Происхождение, систематика, экология, поведение и коммуникация. М.: ГЕОС, 2003. 443 с.

Шапошников Ф.Д. Материалы к экологии кабарги на Северо-Восточном Алтае // Зоол. журн. 1956. Т. 35. Вып. 7. С. 1084–1092.

Щербаков А.Н. Кабарга, ее экология и хозяйственное использование. Автореф. дис.... канд. биол. наук. Красноярск, 1953. 20 с.

Экологические и методологические предпосылки исследования и учета соболя

А.Н. Зырянов

В работе подытожены многолетние наблюдения за жизнью обитателя сибирской тайги – соболя, выполненные на особо охраняемых природных территориях и в охотничьих угодьях Красноярского края.

В ставших классическими сводках и монографиях (Раевский, 1947; Барабаш-Никифоров, Формозов, 1963; Дулькейт, 1964; Доппельмайр и др., 1966; Терновский, 1977) и в новых териологических изданиях (Линейцев, 2008) о зверях сибирской тайги имеются самые разнообразные сведения. В то же время остаются малоизученными, неизвестными, либо спорными положения, касающиеся распределения по станциям, оценки численности. Это связано со скрытностью животных, трудностью проведения полевых наблюдений, в том числе учета.

Методические подходы к совершенствованию учета промысловых зверей, в частности, соболя, обсуждались и в наших работах (Зырянов, 1988, 2009). Сложившаяся система определения численности в большинстве случаев использует зимний маршрутный учет (далее ЗМУ) не только на территориях охотничьих хозяйств, но и в заповедниках России. Все многообразие растительных природных условий сведено в указанной методике к трем категориям: поле, лес, болото. Критические высказывания против ограничения других методов учета и попытка выпуска региональных сводок о ресурсах охотничьих животных (Савченко и др., 2002, 2004) не привели к существенным дополнениям и изменениям в организации учетных работ. К примеру, в небольшой, но емкой статье (Булавкин, Зырянов, 1988) по результатам анализа точности применявшихся расчетов при учете ЗМУ показана перспективность метода, предложенного О.К. Гусевым (1966), где использовалась в качестве пересчетной величины не длина суточного хода, а менее вариабельный диаметр суточного участка соболей. Однако, до сих пор и в новых «Методических рекомендациях» (2009) требования те же, и учетчики обязаны тропить суточные ходы соболей, но не закладывать пробных площадок.

Соболь (*Martes zibellina* L.) – фоновый вид не крупных хищных млекопитающих всех таежных урочищ заповедников «Столбы» и «Центральносибирский».

Исследования длины суточного хода соболей в заповеднике «Столбы» при многосуточных троплениях выявили значительную изменчивость этого показателя в зависимости от погодных факторов: одной особи в течение 10 суток – восьмикратно (среднее 2.3 ± 1.45), а четырех соболей – 11-кратно (ср. 2.65 ± 1.45). В бассейне р. Казыр суточные перемещения соболей изменялись еще в большей мере – от 420 м до 8100 м (ср. 3.6 км). В то же время полное тропление не всегда удается провести до конца даже опытнейшим специалистам (Зырянов, 1988). Продемонстрируем сказанное на свежих примерах. В заповеднике «Центральносибирский» 12.03.2007 соболя тропили два учетчика: в пяту шел автор

очерка, а по ходу – помощник, охотник-профессионал (рис.1). Я потратил 3 часа 15 минут, чтобы добраться до места ночлега соболя самца под раздвоившимся стволом почти упавшего кедра. После пороши выход соболя из утонувшего в глубоком снегу убежища отличался по свежести. В ста метрах от этого запуска оказалось пересечение со следами второго соболя самца (такого же размера), возле выворотня. Еще раньше «мой» соболек охотно бежал по старым следам соболей. Дважды он взбирался на очень толстый ствол лиственницы и насорил когтями кусочки коры, как бы обегая ствол на высоте нескольких метров, кого-то преследуя, прыгал со ствола в снег. Вероятно, это была охота соболя на ласку. На моем отрезке (2160 м) соболик четырежды запускал в снег. Найдено 2 экскремента и 2 мочевые метки (последние – на пересечениях следов других соболей). Намного сложнее было вытропить след моему напарнику. На его пути (2970 м) пересечений со следами соболей было 6, мочевых меток – 8, экскрементов – 9, поедь 1 (бурозубка) и несколько попыток поймать пищу (зверек копался в стожках сена). В одном случае он лазил в дупло кедра, после чего валялся в снегу, чистился (можно полагать, что соболик нашел там пищу). В конце тропления после жировки (много натоптано под деревьями) обнаружен запуск соболя в корни кедра. Но и отсюда зверек вышел, а спустя некоторое время он встретил другого соболя, и началась погоня. По общему количеству обнаруженных экскрементов сделан вывод о том, что соболик был сыт. Условно за окончание суточного хода посчитали последний запуск, а длина кормового хода составила 5130 м.

Второе наиболее подробное тропление проведено 8 марта 2008 г (рис. 2) и совмещено с учетом зверей на площадке. Центральный маршрут был проложен тремя специалистами в заказнике Туруханский. В конце его встречены абсолютно свежие следы двух соболей. Помощника послал в пяту, объяснив, как вести записи и считать шаги (на каждой остановке записывать количество пройденных шагов не только в тетрадь, но и на снегу, чтобы потом можно было проверить пройденное расстояние). Сам пошел по ходу (вдогон). Тут же встретились места кормежки обоих хищников семенами кедра, которые извлекались ими из упавших шишек. Зверьки, не реагируя на соседство, кормились на небольшом расстоянии друг от друга (около 700 м). Вероятно, второй соболик следовал сзади, он же, кормясь по кругу, уходил в сторону еще на 600 м. Вскоре после этого зверьки разошлись. Первый соболик прошел мимо упавшего дерева, второй влез на ствол, несколько метров преодолел короткими прыжками, затем спрыгнул в снег и ушел в противоположном направлении. Движение зверька становилось более прямолинейным на приближении к месту отдыха. Запуск в снег на небольшой полянке, но рядом второй входной и выходной следы соболя. Тут же обнаружена скорлупа яйца глухаря, что свидетельствовало о прежнем (давнем) посещении этого убежища. Следы разошлись в разные стороны, и сказать какой из них принадлежал «моему» было невозможно. Идя, как мне показалось, более свежим, пересек несколько таких же следов, границу заложеной площадки (по ней прошел третий учетчик) и в итоге понял, что зверек вновь охотится, а место его отдыха осталось сзади. Смена фазы кормежки с ут-

ренней на дневную произошла из-за удобства разыскивания в светлое время шишек кедра, орешки которых после соболя охотно ел и заяц. Сезон характеризовался высоким урожаем кедра, а накануне сильный ветер, способствовал сбрасыванию шишек с вершин кедров.

Помощник, шедший в пяту, потерял след на втором километре, где снег был истоптан двумя зверьками. Длина суточного хода определена в 4465 м, но опять же условно, а за начальную точку отсчета – убежище перед речкой. За речкой было набегано двумя соболями (предположительно именно они в дальнейшем кормились, следуя друг за другом на небольшом расстоянии).

Абсолютно точный результат не получен ни в первом, ни во втором случае (не помогла даже выпадавшая оба раза ночная пороша). Из пяти вытروпленных суточных следов соболей в 2009 и 2010 гг. лишь два не вызвали сомнений (оба на левобережной пойме р. Енисея в пределах Западносибирской низменности со своеобразными условиями обитания между многочисленными озерами и буреломами), где соболи больше времени охотились под снегом. Однако, и здесь соболь мог пройти под снегом большее расстояние и выйти вне круга. В заповеднике «Столбы» подснежный ход составил однажды 40 м. В другом примере, там же в «Столбах», вместе с помощником за три дня мы не смогли сделать ни одного полного тропления суточного хода. В пределах квартала постоянно встречались пересечения трех самцов соболей одинакового размера. Соболи кормились рябиной и охотились за мышами в подснежных нишах (Зырянов, 1988).

Как видим, из-за частых пересечений сходных по размерам следов соболей и пользования ими одними подснежными убежищами, гарантии в точности определения длины суточных ходов соболя даже очень опытными учетчиками в большинстве случаев дать сложно. По материалам же комплексного учета на пробных площадках могут быть определены показатели плотности населения в дополнение к традиционной схеме ЗМУ и ее замене в спорных (сложных) случаях (Зырянов, 1988).

Вопрос о наличии постоянных зимних убежищ у соболя не праздный. Далеко не каждый из вытروпленных суточных ходов напоминает полукруг или эллипс. Даже в морозы до -40 градусов (на севере) зверьки использовали для ночлега временные убежища, скрытые метровой толщей снега. Очевидно, температурный режим там был для зверьков благоприятным. Соболь, живший в морозную погоду в прикорневом гнезде в кедре в заповеднике «Столбы» и названный нами Постоянным, выходил на кормежку лишь на 1-2 часа и спешил назад в убежище, пока оно не промерзло. Перед потеплением просидел в гнезде 1.5 суток. Вместо утра он вышел вечером. Ход его заметно увеличился и разделился на два отрезка с отдыхом ночью в промежуточном убежище. Судя по наличию большого количества экскрементов, он жил в постоянном гнезде не менее двух месяцев. Точных данных о постоянных гнездах соболя на севере нет (Зырянов, 2009).

Еще раз приходится напомнить, что даже в северной и средней тайге, где плотность населения не превышает в среднем 3-4 особей на 1000 га, зверьки

часто встречаются, нередко преследуют друг друга. Свежее подтверждение об этом получено на участке ярко выраженного доминанта-самца, жившего вблизи избы-стационара в обходе Лебедь Центральносибирского заповедника. Следы преследования соболей друг другом в течение 7 дней встречены трижды (полагаю, преследователем был один и тот же соболь). Во время третьего преследования 25.03.2010 произошла схватка, на месте которой осталась ямка 25x40 см, глубиной до 10 см, со следами шерсти (пуха), вытеревленной в задней части тела и смоченной слюной. Нижний соболь сопротивлялся, видимо вдавленный в снег более тяжелым собратом. Общая длина погони составила не менее 3 км, а место потасовки оказалось примерно на середине преследования. После того как слабый вырвался, его еще дважды прихватывал второй, но первый ускорил бег, и остановок дальше не было. Зверьки перескочили довольно глубокую колею снегохода прыжками до 1.5–1.7 м, и вскоре погоня прекратилась (снег здесь был плотнее). Из-за глубокого и рыхлого снега соболи на всем протяжении бежали след в след. Территориальный конфликт завершился изгнанием слабейшего, где главным стимулом, по нашему мнению, был дефицит пищи и стрессовая ситуация, создавшаяся в стадиях переживания на конкретном участке. Обострение конкуренции произошло не в год высокой численности, а в год падения обилия зверьков, и одновременно – дефицита корма. Это способствует выживанию более сильных особей-самцов, обеспечивая жизнестойкое потомство, как проявление популяционного гомеостаза (Зырянов, 2009).

В Красноярском отделении ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства нами были продолжены расширенные методические разработки для ведения учета охотничьих животных в промысловых хозяйствах (Кельберг и др., 1990). Ежегодно сотрудники отделения проводили контрольные учеты ЗМУ на стационарных участках, расположенных в южной горной и средней тайге. Использование комбинированных методов, сочетавших маршрутные учеты с закладкой пробных площадок, а также анкетированием (бланки «службы урожая» рассылались охоткорреспондентам), сбором опросных сведений и анализом тушек для изучения питания, плодовитости, полового и возрастного состава позволяли с успехом оценивать состояние популяций и прогнозировать использование ресурсов. За 10 лет ошибка превысила 15%, допустимых даже при определении запаса древесины, только однажды.

Разработанная ранее методика комбинированного учета, предложенная учеными для учета на больших площадях (Жарков, Теплов, 1958), модернизирована нами для менее крупных территорий (Зырянов, 1988; Кельберг и др., 1990). Близкая по размерам пробная площадка (800 га) предлагалась и в «Методических указаниях...» (1990) в качестве многодневного оклада. Однако, дробление на квадраты 1x1 км (для учета мелких зверьков) и сложная конфигурация помешали ее успешному внедрению в таежных условиях.

Мы приняли в качестве оптимальных размеры пробных площадок, не превышавших 1000 га. Конфигурация их представляла прямоугольник размером 2x5 (в случае прорубленных квартальных просек по 3 разряду лесоустройства 2x4 км). Учетчики начинали движение по центральному маршруту, при

этом, более опытный объяснял помощнику, как вести записи на планшете. Пройдя до конца площадки центральный маршрут, следопыты расходились под прямым углом в разные стороны, чтобы через 1 км повернуть на 90 градусов и завершить обход контура площадки параллельными ходами, подсчитывая входные и выходные следы соболя на каждую половинку площадки и в ее общий контур.

Покажем для сравнения вариабельность расчетов численности соболя в Красноярском крае. В течение трех последних лет коэффициент для пересчета данных ЗМУ не менялся – 0.49 (рассчитан Центроохотконтроль, с 2007 г. он увеличился на 0.01). Плотность населения соболя на правобережной стороне Енисея в заказнике Туруханский, рассчитанная при помощи указанного коэффициента, в 2008 г. оказалась 9.8 особей на 1000 га, более чем вдвое превысив наши фактические данные комплексного учета.

Суть комбинированного учета состоит в реализации возможности проверки точности одного метода другим, а в сложном случае – в использовании не только длины суточного хода, но и других составляющих для корректировки ЗМУ. Обязательным условием должно быть суммирование данных всех маршрутов, пройденных при закладке площадок. Пересчетный коэффициент находят как частное от деления количества суточных следов, зарегистрированных по границам и внутри площадки, к числу особей, учтенных на площадке. Описанный метод логически дополняет традиционный зимний маршрутный учет.

На территории биосферного государственного заповедника «Центральносибирский» и в смежных с ним территориях подобный учет стал традиционным. Незначительная вариабельность этого показателя в 1988 и 2008 годах, то есть по прошествии 20 лет, позволяет использовать данный метод (табл. 1).

Таблица 1

Комбинированный учет соболя в средней тайге на территории Туруханского района в заповеднике «Центральносибирский» (1988, 2007 гг.) и заказнике Туруханский (2008 г.)

| Дата | Абсолютный учет | | | Учено суточных следов по границам и внутри площадки (B) | Пересчетный коэффициент (C) | Относительный учет | | | Расчетная плотность населения, особей на тыс. га (Ak) |
|-----------------|------------------|---------------|---------------|---|-----------------------------|--------------------|---------------|---------------|---|
| | площадь, тыс. га | учтено особей | | | | длина, км | учтено следов | | |
| | | всего | на тыс.га (A) | | | | Всего | на 10 км (B1) | |
| 1988 6–31.03 | 15.7 | 70 | 4.5 | 21.2 | 4.7 | 402 | 839 | 20.87 | 4.44 |
| 2007 1–1.03 | 3.0 | 14 | 4.7 | 13.2 | 2.8 | 175 | 138 | 7.88 | 2.82 |
| 2008 3–12.03 | 3.0 | 19 | 6.3 | 28.4 | 4.5 | 145 | 265 | 18.28 | 4.06 |

Примечание. $C = B:A$; $A_k = B1:C$.

Большое отклонение величины пересчетного коэффициента в 2007 г. связано с крайне низкими температурами, не типичными для начала марта в северных районах. Целесообразно учеты проводить в угодьях, в пихтово-кедровой тайге на постоянных, либо близких по природным условиям, участках. В приведенном примере видно, что плотность населения соболя на пробных площадках увеличилась в 2008 г., по сравнению с 2007 г., в 1.34 раза, тогда как расчетная плотность изменилась в 1.44 раза.

В 2008 г. в Службу по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания по Красноярскому краю из северных районов поступили для статистической обработки и анализа 381 карточки ЗМУ, в том числе из Туруханского муниципального района 40, из Эвенкийского – 341. Протяженность маршрутов составила 314 и 3269 км соответственно.

Поскольку отсутствовали данные о численности животных в угодьях общего пользования по Туруханскому району, бывшему землепользованию г. Игарка, трем родовым общинам в пределах Эвенкийского муниципального района, нам пришлось прибегнуть к анкетному опросу охотников. В итоге дополнительные материалы собраны по Туруханскому и Эвенкийскому муниципальным районам. Заложено 5 контрольных пробных площадок общей площадью свыше 50 тыс. га. Проведен учет охотниками на 1400 км маршрутов в Туруханском районе и 1820 км в Эвенкии. Проанализированы возвраты 64 разработанных анкет: 27 – из Туруханского и 37 – из Эвенкийского районов, в которых использованы результаты охоты 2006–2007 годов и предыдущих лет. Материалы о характеристике и условиях промыслового сезона 2008/09 г. переданы в Службу по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания для подготовки «Обосновывающих документов к проекту лимитов (квот) изъятия».

Предпромысловая численность соболя высчитана для средних показателей прироста около 40%. Положительным заключением утверждены проектируемые квоты.

В Туруханском муниципальном районе осенняя численность соболей – 54.8 тыс., а нормативное изъятие в 13.7 тыс. голов; в Эвенкийском муниципальном районе – 197.0 и 49.2 тыс. соответственно. Общая численность в регионе, включая Таймыр, оценена в 257.0 тыс. особей, а допустимая квота изъятия – 64.2 тыс. голов.

Данные обработки анкет и других материалов, полученных с помощью опроса охотников в Эвенкийском муниципальном районе, позволили дать оценку естественной продуктивности угодий по соболю в подзонах северной и средней тайги.

На территории Илимпейского района Эвенкийского муниципального района на обследованных участках площадью 542.5 тыс. га промысел соболя вели 12 человек. Всего охотниками добыто с 1.0 тыс. га 0.65 соболя. По материалам регионального кадастра соболя, фактическая продуктивность составляла по указанному району (здесь и далее на начало 80-х гг.) 0.46 особей на тыс. га. При 30% утечке шкур соболя, не попадавших в заготовки, показатель продуктивности совпал с современными данными.

Послепромысловая плотность населения соболя по оценкам опрошенных охотников составила 1.40 особей на тыс. га. Общая биологическая продуктивность на начало сезона охоты составляла в зоне северной тайги 2.05 особей на тыс. га (доля темнохвойных угодий здесь равна 4.3% от общей площади, занятой преимущественно лиственничниками).

В Байкитском районе поселений на обследованной территории, равной 549.2 тыс. га охотилось 17 человек, фактическая продуктивность угодий составила по опросным данным 1.40 особей с 1.0 тыс. га. Послепромысловая плотность – 1.97. Биологическая продуктивность на начало сезона – 3.37 особей на тыс. га. По данным регионального кадастра, с тыс. га в темнохвойных угодьях добыча была равной – 1.2. С учетом существовавшей 30% утечки, проведя расчеты, получим 1.56 особей с тыс. га. Стабильность эксплуатируемых группировок соболя вполне удовлетворительная (разница 0.16 укладывается в пределы статистической ошибки – 11%).

В результате проведенной работы выяснилось, что фактическая добыча превышала выбранные лимиты. Служба по охране, контролю и регулированию использования охотничьих животных и среды их обитания Красноярского края ресурсы соболя к сезону 2008/09 гг. оценила в 440 тыс. особей. Эта цифра в 1.6 раза превышала дававшиеся ранее оценки (Нумеров, 1965; Зырянов, 2009), но имелись объективные предпосылки для того, чтобы принять ее именно в год максимума.

На большей части края численность соболя стабилизировалась в 1960-1980 гг., тогда как в северной части ареала ресурсы вида увеличивались и в более поздний период. Периодические увеличения ресурсов в годы пиков популяционных циклов происходят во всех природных зонах, но на севере из-за обширности территорий (разнокачественных угодий) и имеющейся возможности расселения особей из переуплотненных популяций этот процесс более заметен, с другой стороны его последствия сглажены. Высокие показатели плодовитости соболя северных таежных территорий также выступают в качестве стабилизатора популяционного гомеостаза (Зырянов, Туманов, 2000; Зырянов, 2009). К тому же здесь лучше сохранена среда обитания животных. Почти без изменений сохранены основные биотопы соболя в Эвенкийском муниципальном районе, на среднем и северном Енисее, его притоках. По опросным сведениям также складывается мнение о высоком воспроизводственном потенциале этого вида в исследованном регионе.

Динамика популяций соболя связана с четырёхлетним циклом численности, прослеженным нами в Саянах. В трёх сопряжённых местах обитания, представляющих идеальную пространственную структуру (вертикальная поясность, мозаичность, высокая кормовая ценность стадий, меняющаяся по сезонам) минимум показателей плотности характеризовался их сближением, при максимуме разброс плотностей достигал шестикратных величин. Адаптивные особенности соболя рассматриваются как реакция популяции на изменения внешней среды и воздействие элиминации (Зырянов, 1997, 2009).

В основе популяционной динамики животного населения лежит цикличность изменений алиментарного (кормового) фактора. Механизм его влияния на соболя описан П.Б. Юргенсоном (Гептнер и др., 1967). Известно, что самки соболя 1–2 лет менее плодовиты. При интенсивном размножении в условиях обилия основного корма популяция омолаживается, на следующий год интенсивность размножения падает. На третий год возрастная структура оказывается наименее благоприятной для продуктивности, и на него приходится минимальный прирост. На четвертый год удельный вес старших возрастных групп увеличивается, и прирост популяции резко возрастает.

В заповеднике «Столбы» в пределах темнохвойной тайги двойные пики численности мышевидных грызунов следовали в течение 4-х циклов (16 лет) и вызывали ответные пики обилия соболя на второй год высокой встречаемости красной полевки (Зырянов, 1988). По расчетам А.И. Хлебникова (1977) при высокой плотности населения соболя хищник съедает до 7% количества мелких грызунов. Обилие красной полевки в 2008 г. – до 300 особей на 1 га в средней приенисейской тайге. Высокая численность мышевидных позволяла бы соболю кормиться на 1 га в течение 10 дней (потребляя 2 полевки в день), а на участке в 36.5 га зверек мог прокормиться в течение года. Фактические размеры участков взрослых соболей около 360 га перекрываются. При плотности населения 5–10 особей на 1000 га, конкуренты встречаются постоянно.

Обратим внимание на экологические аспекты поведения соболя, связанные с поиском кормовых объектов. В 2007 г. зверьки охотно посещали не крупные колонии пищух. В отличие от своих собратьев из Саян, они не ставят высокие стожки, лишь следы на снегу выдавали их некоторую активность. Судя по экскрементам соболя, не слишком высокая численность мышевидных грызунов заставляла хищников охотиться на пищух, там, где они встречались. Извилистость хода в таких местах резко увеличивалась, соболь как бы прислушивался, делал повороты, уходил под снег, затаивался. Подобные места расположены по терраскам небольших водотоков, покрытых кедрами с более широкой кроной. На левобережье соболь чаще задерживался в буреломных местах, где охотился под покровом снега. Количество обнаруженных экскрементов на суточном переходе колебалось от трех до девяти. Нередко зверьки пользовались своими старыми и чужими следами, встречались с сородичами, при этом соболи иногда поднимались на деревья и затем прыгали в снег, продолжая погоню. Зафиксированы и их стычки (драки).

В 2008 г. характер кормежек существенно изменился. Соболи поедали кедровые шишки, падавшие в снег вместе с кучтой при ветре. В поедях и экскрементах скорлупа семян кедра встречена в 68% против 32% мышевидных и пищух (n=75). Плотность населения соболя составила 5.2 в лучших станциях (правобережные террасы и левобережная пойма), в 1.8 раз выше, чем год назад. Она оказалась более высокой и по сравнению с данными за 1988 г. Преимущественные кормежки в кедровниках, как семенами кедра из упавших шишек, кладовых кедровок, так из запасов мышевидных грызунов, и очень теплая погода с плюсовыми температурами воздуха в дневные часы, повысили активность соболя.

Основой более заметных перемещений соболя не только в заповедниках, но и в охотничьих угодьях становится нехватка корма и фаза динамики численности. Коридорами кочующих соболей служат долины средних и крупных рек, вблизи которых создаются временные повышенные концентрации зверьков, реже такую же роль играют водоразделы. Природная цикличность динамики ресурсов соболя всегда выступала в качестве основного фактора, лишь изредка нарушаемого крайне неблагоприятными условиями обитания. Этот фактор действует и в настоящий период, создавая благоприятный режим использования ценного охотничьего вида.

Фенологический 2008–2009 год мы определили как наиболее высокий по численности соболя и по его активности, а начало снижения, предсказанное нами в заключительном отчете, выполненном по указанной выше теме, было связано с дефицитом мышевидных, численность которых резко снизилась после пика 2008 г.

Таким образом, можно констатировать: изменчивость диапазона суточных перемещений соболей, впрочем, как и многих других животных, связана с изменчивостью емкости среды обитания, зависящей, в свою очередь, от погодных (климатических), кормовых (урожайность) и внутривидовых факторов (плотность популяций, фаза динамики численности). Для районов с интенсивной лесозаготовкой – от прямого и косвенного воздействия техногенных и иных антропогенных факторов. Более того, на примере таких животных, как соболь, можно утверждать, что расселение зверьков из заповедника на освободившиеся в результате промысла территории быстро нивелирует плотность (численность) населения резервата и охотничьих угодий.

Ежегодно получаемые на заповедных территориях учетные материалы используются и в подготовке государственного доклада о состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае, при этом отслеживается динамика основных охраняемых видов (табл. 2).

Таблица 2

Численность основных видов зверей и птиц в ГПБЗ «Центральносибирский» по данным зимних маршрутных учетов, особей

| Виды | Годы | | | |
|------------|-------|------|------|------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| Соболь | 3500 | 3900 | 4000 | 2900 |
| Росомаха | 40 | 25 | 30 | 35 |
| Лисица | 30 | 600 | 140 | 70 |
| Волк | н/д | 15 | 7 | 4 |
| Медведь | н/д | н/д | 220 | 200 |
| Лось | 2184 | 1900 | 2000 | 2200 |
| Белка | 6000 | н/д | н/д | 2250 |
| Заяц-беляк | 3670 | 5300 | 5800 | 5000 |
| Рябчик | 18500 | 6500 | 6200 | 6600 |
| Глухарь | 4200 | 900 | н/д | н/д |

По данным учета 2008/09 гг. весенняя численность соболя оценена нами в 3.9–4.0 тыс. голов. Заповедник в указанные годы пополнялся 1.2–1.5 тысячами соболей, большая часть которых расселялась на смежные территории. Таким образом, роль одного из самых значительных резерватов соболя трудно переоценить, не только для Туруханского района, но и в целом для Средней Сибири.

Как видим, более взвешенная оценка ресурсов – необходимое первоочередное мероприятие для рационального (оптимального) подхода к использованию ресурсов и их сохранению на огромных просторах Сибири и в этом большую помощь могут оказывать специалисты заповедников.

ЛИТЕРАТУРА

- Барабаш-Никифоров И.И., Формозов А.Н.* Териология. М.: «Высшая школа», 1963. 396 с.
- Булавкин В.И., Зырянов А.Н.* О маршрутном учете соболя // Тр. гос. заповед. «Столбы». Вып. XV. Красноярск: изд-во Красн. ун-та, 1988. С. 157–161.
- Гептнер В.Г., Наумов, П.Б. Юргенсон и др.* Млекопитающие СССР. Т. 2. Ч. 1. М.: «Высшая школа», 1967. 1004 с.
- Гусев О.К.* Экология и учет соболя. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 124 с.
- Доппельмайр Г.Г., Мальчевский А.С., Новиков Г.А., Фалькенштейн Б.Ю.* Биология лесных птиц и зверей. М.: «Высшая школа», 1966. 404 с.
- Дулькейт Г.Д.* Охотничья фауна, вопросы и методы оценки производительности охотничьих угодий Алтайско-Саянской горной тайги // Тр. гос. заповед. «Столбы». Вып. IV. Красноярск, 1964. 351 с.
- Жарков И.В., Теплов В.П.* Инструкция по учету охотничьих животных на больших площадях. М.: Главохота РСФСР, 1958. 25 с.
- Зырянов А.Н.* Материалы к экологии соболя заповедника «Столбы» и прилегающих районов // Тр. гос. заповед. «Столбы», вып. XV. Красноярск, 1988. С. 109–156.
- Зырянов А.Н.* Соболи. Состояние ресурсов и перспективы пушного промысла // Мат. науч.-практ. конф. СПб, июнь 1998 г. Киров, 1998. С. 39–46.
- Зырянов А.Н., Туманов И.Л.* Региональный кадастр соболя Красноярского края // Тр. ВНИИОЗ, № 1 (51), 2000. С. 162–166.
- Зырянов А.Н.* Соболи Средней Сибири. Экология, промысел, охрана. Красноярск: «Сибирские промыслы», 2009. 240 с.
- Кельберг Г.В., Зырянов А.Н., Бриллиантов А.В., Кельбешев Б.К.* Организация и проведение послепромысловых учетов охотничьих животных в Красноярском крае // Экология диких животных и растений в Красноярском крае и их использование: сб. науч. тр. Красноярск: изд-во Красн. ун.-та, 1990. С. 69–74.
- Линейцев С.Н.* Охотничьи звери Средней Сибири. Абакан, 2008. 251 с.
- Методические рекомендации по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в России (с алгоритмами расчета численности).* М., 2009. 43 с.

- Методические указания по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в РСФСР. М., 1990. 16 с.*
- Нумеров К.Д.* Промысел соболя в Красноярском крае // *Вопр. охотничьего хозяйства и звероводства. М.: Экономика, 1965. С. 103–112.*
- Раевский В.В.* Жизнь кондо-сосвинского соболя. М., 1947. 221 с.
- Савченко А.П., Смирнов М.Н., Зырянов А.Н. и др.* Охотничьи звери Красноярского края и их рациональное использование (2003–2004 гг.). Красноярск, 2004. 170 с.
- Савченко А.П., Смирнов М.Н., Зырянов А.Н., Соколов Г.А., Беляков А.В. и др.* Ресурсы охотничьих зверей Красноярского края: Анализ состояния основных видов. Красноярск, 2002. 162 с.
- Терновский Д.В.* Биология куницеобразных. Новосибирск: «Наука», 1977. 280 с.
- Хлебников А.И.* Экология соболя Западного Саяна. Новосибирск: «Наука», 1977. 125 с.

Размещение обыкновенной белки в заповеднике «Столбы» во время зимних маршрутных учетов

Б.К. Кельбешев, Е.Ю. Любченко

Еще недавно обыкновенная белка была основным объектом пушного промысла, и мониторинг вида осуществлялся по материалам заготовок шкур. В последние годы в связи с прекращением добычи животных, для продолжения работ требуются иные материалы. Ими могут служить данные по встречаемости следов животного на маршруте при осуществлении зимних маршрутных учетов (ЗМУ).

По материалам ЗМУ, в основном, оперируют показателем встречаемости следов на 10 км маршрута, что явно недостаточно для мониторинга и прогноза динамики численности популяции. Важнейшим индикатором состояния популяции является размещение зверьков в качественно разных угодьях (Наумов, 1930; Кирис, 1934, 1941; Формозов, 1935; Карпухин, 1965; Русанов, 1966; Кельбешев, 1975). К сожалению, до настоящего времени анализировалось размещение животных в сезон охоты. Насколько пригодны для этих целей материалы ЗМУ, не исследовано. Поэтому возникает потребность в разработке новой методики по изучению размещения белки в угодьях по материалам ЗМУ.

Материалы для данной работы были собраны в феврале 2005, 2006 и 2007 гг. во время выполнения ЗМУ в заповеднике «Столбы». Маршрутными учетами были пройдено 896.6 км, из них в 2005 году – 323, в 2006 – 248.2, в 2007 – 325.4 км. Отмечено 360 мест, где были обнаружены следы белки, из них в 2005 г. – 274, в 2006 г. – 29, 2007 г. – 57.

Учетные маршруты наносились на карту растительности заповедника «Столбы» (Власенко, 2003), и для каждого стометрового отрезка маршрута фиксировались характеристики среды обитания белки, включая лесорастительные условия, наличие или отсутствие следов животных. Таким образом, все наблюдения были приведены к единообразию для достоверной статистической обработки. В общей сложности был получен массив данных, который состоял из 8966 стометровых отрезков (трансект), на которых осуществлялись наблюдения, признаки жизнедеятельности белки отмечены на 360 из них.

Приуроченность белки к тем или иным биотопам рассчитывалась по следующей формуле (Песенко, 1982):

$$K = (N \cdot n_i - N_j \cdot n) / (N \cdot n_i + N_j \cdot n - 2N_j \cdot n_i),$$

где K – коэффициент приуроченности вида;

N – общее количество трансект;

n – количество трансект со следами белки;

N_j – общее количество трансект в определенном биотопе;

n_i – количество трансект со следами белки в определенном биотопе.

Показатель приуроченности вида изменяется от -1 до $+1$. Чем ближе значение k к $+1$, тем данные типы леса более предпочитаемы видом, а значения

близкие к -1 говорят об избегании зверьком этих местообитаний. При $K = 0$ можно сказать, что вид безразличен к данным станциям.

Статистическая обработка цифровых данных выполнена с применением программы Microsoft Office Excel, 2003.

Рельеф заповедника низкогорный, сильно расчлененный, высоты местности колеблются от 200 до 800 м над уровнем моря. Большая часть территории имеет высоты 400–700 м. Ниже 400 м – днища речных долин, выше 700 м – только отдельные участки водораздельных хребтов в южной части заповедника. Верхний пояс представлен среднегорной темнохвойной (пихтовой) тайгой, а нижний – подтаежными лиственнично-светлохвойными лесами (сосна, лиственница, береза и осина) (Власенко, 2003). По материалам лесоустройства за 2007 г., в заповеднике доминируют сосновые леса (45.5%), на втором месте стоят пихтовые леса (29.6%). Кедровые леса чаще встречаются по вершинам ручьев на теневых склонах, лиственничники – на обдуваемых ветрами западных склонах, ельники приурочены к аллювиальным отложениям по поймам ручьев и занимают небольшую площадь (табл. 1).

Лесорастительные характеристики территории, пройденной учетными маршрутами, несколько разнятся от площади всего заповедника в силу специфики прокладки учетных маршрутов в зимний период. Доля сосняков охваченных учетом, оказалась заниженной из-за того, что учетные маршруты прокладываются, стараясь избегать крутых склонов, по долине ручьев, вследствие чего завышенным оказывается удельный вес еловых лесов. Тем не менее, несмотря на некоторую избирательность прокладки маршрутов ЗМУ, они отражают распределение площадей древесной растительности в заповеднике.

Таблица 1

Структура лесопокрываемой площади заповедника «Столбы» по преобладающей породе и охваченных учетом территорий

| Преобладающие породы | Лесопокрываемая площадь | | Исследованные трансекты | |
|----------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| | Площадь, га | Удельный вес, % | Количество | Удельный вес, % |
| Кедр | 734 | 1.6 | 871 | 9.7 |
| Сосна | 21003 | 45.5 | 3064 | 34.2 |
| Лиственница | 2927 | 6.3 | 297 | 3.3 |
| Ель | 3441 | 7.5 | 2389 | 26.6 |
| Пихта | 13638 | 29.6 | 1996 | 22.3 |
| Береза | 1277 | 2.8 | 167 | 1.9 |
| Осина | 3111 | 6.7 | 182 | 2.0 |
| Ива | 18 | 0.0 | | |
| Всего | 46149 | 100.0 | 8966 | 100.0 |

Анализ характеристик мест обнаружения следов белки показывает изменчивость их по годам. Так, в 2005 году наибольшее количество следов белки было обнаружено в сосняках и ельниках и чуть меньше – в пихтарниках (табл. 2). Незначительное число следов отмечено в лиственничниках, березняках и осинниках. В последующие годы изменилось распределение по местообитаниям и снизилась общая встречаемость следов: в 2006 г. основная их доля сосредоточилась в сосняках, несколько меньше – в ельниках и лиственничниках; в 2007 г. следы встречались преимущественно в ельниках.

Таблица 2

Распределение следов белки по трансектам с разными преобладающими древесными породами

| Преобладающие породы | Количество трансект со следами белки, шт | | | | | | | |
|----------------------|--|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|------------|--------------|
| | 2005 | | 2006 | | 2007 | | Всего | |
| | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Кедр | 30 | 10.9 | 3 | 10.4 | 3 | 5.3 | 36 | 10.0 |
| Сосна | 85 | 31.0 | 13 | 44.8 | 14 | 24.6 | 112 | 31.1 |
| Лиственница | 5 | 1.8 | 6 | 20.7 | 0 | 0.0 | 11 | 3.1 |
| Ель | 83 | 30.3 | 6 | 20.7 | 28 | 49.1 | 117 | 32.5 |
| Пихта | 64 | 23.4 | 0 | 0.0 | 11 | 19.3 | 75 | 20.8 |
| Береза | 3 | 1.1 | 1 | 3.4 | 0 | 0.0 | 4 | 1.2 |
| Осина | 4 | 1.5 | 0 | 0.0 | 1 | 1.7 | 5 | 1.4 |
| Всего | 274 | 100.0 | 29 | 100.0 | 57 | 100.0 | 360 | 100.0 |

Изменение структуры размещения белки по биотопам регистрируется и по встречаемости следов на 10 км маршрута (табл. 3). Так, в 2005 году при относительно высокой численности вида (8.5 особей на 1000 га) следы зверьков попадались в хвойных лесах разных пород почти одинаково. Но в 2006 году, с падением численности популяции (1.2 особей на 1000 га), ситуация изменилась. Резко выросла встречаемость следов грызуна в лиственничниках. В 2007 году плотность населения популяции возросла до 4.2 особей на 1000 га. Следы животных не были зарегистрированы в березняках и лиственничниках. Максимальная их встречаемость зафиксирована в местообитаниях с доминированием ели, а также пихты и осины, где они не были отмечены в 2006 г. (табл. 3). Между древостоями с разным породным составом по сводным материалам встречаемости следов на 10 км маршрута за три года существенные различия не обнаружены. Так, разница между ельниками и мелколиственными лесами не превышает двух раз. Эти данные указывают на то, что белкой осваиваются все типы леса.

Таблица 3

**Встречаемость следов белки на 10 км в трансектах,
сгруппированных по преобладающей породе древесной растительности**

| Преобладающие породы | Годы | | | |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | В среднем |
| Кедр | 9.3 | 1.2 | 1.0 | 4.1 |
| Сосна | 8.1 | 1.4 | 1.3 | 3.7 |
| Лиственница | 4.2 | 7.9 | 0.0 | 3.7 |
| Ель | 9.5 | 1.2 | 2.7 | 4.9 |
| Пихта | 8.6 | 0.0 | 1.7 | 3.8 |
| Береза | 4.6 | 1.7 | 0.0 | 2.4 |
| Осина | 6.8 | 0.0 | 1.6 | 2.7 |
| Всего | 8.5 | 1.2 | 1.8 | 4.0 |

Известно, что на размещение зверьков в угодьях оказывает влияние урожай кормов (Кирис, 1941; Русанов, 1966; Кельбешеков, 1975, 1990а). Поэтому, в какой-то мере, размещение зверьков по типам леса в заповеднике объясняется состоянием урожая семян хвойных (табл. 4). Высокая численность белки в ельниках в 2005 и 2007 году объясняется хорошим урожаем семян ели. Резкое увеличение численности белок в лиственничниках в 2006 году также соответствует обильному семяношению лиственницы. При благополучных условиях вероятность обнаружения зверьков в второстепенных станциях (березняках и осинниках) не ниже, чем в коренных темнохвойных станциях. В данном случае, на размещение зверьков оказывает большое влияние плотность популяции (Кельбешеков, 1990б).

Таблица 4

Урожайность хвойных пород в заповеднике «Столбы» по шкале Каппера

| Годы | Породы | | | | |
|------|--------|-------|------|-------|-------------|
| | Ель | Сосна | Кедр | Пихта | Лиственница |
| 2005 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 2006 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 |
| 2007 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |

При изучении биотопического размещения вида необходимо знать отношение животного к тем или иным местообитаниям. Поэтому изучалась приуроченность белки к разным лесорастительным формациям по следовой деятельности, и были вычислены коэффициенты приуроченности вида к разным станциям по годам (табл. 5).

Ельники оказались наиболее предпочитаемыми станциями белки за все три года наблюдения, даже в год неурожая еловых шишек (2006 г.). Данный показатель имеет положительное значение и для кедровников за 2005 год, когда отмечен слабый урожай кедрового ореха, а в 2007 году зверьки избегали их из-за отсутствия кормов. К пихтарникам белка относится «равнодушно» даже в годы урожая семян (2007 г.). При обильном урожае семян лиственницы (2006 г.) белки предпочитали лиственничники, хотя в другие годы они их избе-

гали. Не исключено, что подобное размещение зверьков вызвано отсутствием кормов в основных местообитаниях. В сосновых насаждениях при урожае семян ели белки редки, но при неурожае кормов сосняки зверьков привлекают (2006 г.). Осинники и березняки зверьки чаще избегают, хотя при бескормице (2006 г.) они их активно исследовали.

Таблица 5

**Приуроченность обыкновенной белки к лесам
с разными преобладающими породами**

| Годы | Типы леса | | | | | | |
|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|
| | Ельники | Сосняки | Кедров-ники | Пихтар-ники | Листвен-ничники | Осинники | Березняки |
| 2005 | 0.080 | -0.032 | 0.049 | 0.009 | -0.346 | -0.113 | -0.300 |
| 2006 | 0.029 | 0.161 | -0.001 | -1.000 | 0.783 | -1.000 | 0.181 |
| 2007 | 0.354 | -0.286 | -0,129 | -0.004 | -1.000 | -0.050 | -1.000 |
| Среднее | 0.140 | -0.076 | 0.031 | -0.042 | -0.042 | -0.191 | -0.256 |

По встречаемости следов на 10 км маршрута не выявлены существенные различия посещаемости белками лесов с разным породным составом. Если в ельниках встречаемость следов белки в среднем составила 4.9 на 10 км, то в светлохвойных сосняках этот показатель (3.7) оказался в 1.3 раза ниже. Разница между ельниками и мелколиственными лесами не превышает 1.8 раз. Эти данные указывают на то, что белкой в заповеднике «Столбы» осваиваются все типы леса. Ровный рельеф с густой речной сетью с глубокими долинами предопределил развитие мелких по площади лесорастительных формаций, которые доступны зверькам из местообитаний, находящихся в долинах соседних ручьев. Благодаря этому могут они посещать разные станции не только в поисках корма, но и пересекать при перемещении. Можно утверждать, что на размещение белки в угодьях большое влияние оказывает структура ландшафта.

Численность белки периодически колеблется. Циклы – природное свойство вида, приспособившегося к жизни в лесной зоне с неустойчивой кормовой базой. В годы депрессии зверьки обычно встречаются в станциях переживания (Наумов, 1934). В 2006 году при минимуме плотности популяции картина была смазана урожаем семян лиственницы. В 2007 году на фазе подъема численности популяции белок, их максимальное число (49.1%) и встречаемость следов (2.7 следа на 10 км) зафиксировано в ельниках. Но в тоже время следы белки были обнаружены во всех лесорастительных формациях, за исключением лиственничников и березняков. Причем в сосняках встречаемость следов на стандартный отрезок маршрута была в два раза ниже, чем в ельниках. Этот факт указывает на то, что в условиях заповедника «Столбы» сосняки не следует относить к малоприспособленным для белки станциям. Значимость второстепенных станций повышается с увеличением плотности населения популяции. Фактически плотность популяции и состояние фазы ее численности оказывает влияние на размещение белки в угодьях.

Основным фактором, влияющим на размещение белки в угодьях, является урожай семян хвойных (Наумов, 1930; Кирис, 1934, 1941; Формозов, 1935; Карпухин, 1965; Русанов, 1966; Кельбешеков, 1990а). Самым наглядным примером может быть 2006 год, когда на лиственнице был хороший урожай семян (4 балла), и значительная часть белок перекочевали в эти леса, о чем свидетельствует 58% следов, обнаруженных в данном типе леса. Неоспоримо положительное влияние урожая семян ели на благополучие белки в заповеднике. Кроме того, отмечено положительное влияние урожая семян ели на привлекательность кедровников, что уже было отмечено ранее (Кельбешеков, 1990а).

По сравнению с другими регионами Восточного Саяна (Барановский, 1969; Павлов, Смышляев, 1969; Данковцев, 1990; Кельбешеков, 1990), где основные скопления белки отмечаются в кедровниках, в условиях заповедника «Столбы» выраженное предпочтение зверьками этой станции не отмечено. Это объясняется не только малой площадью кедровников в заповеднике и слабым урожаем семян кедра в исследованные годы, но и адаптивной особенностью местных белок. Они предпочитают ельники и сосняки заповедника.

В целом, картина предпочтения белками разнокачественных станций в заповеднике «Столбы» существенно не отличается от закономерностей, описанных ранее. Для юга Красноярского края нами было установлено, что белки предпочитают ельники и кедровники, к пихтарникам они относятся равнодушно, лиственничники их привлекают в годы урожая семян лиственницы, сосняки для них не привлекательны, избегают березняков и осинников (Кельбешеков, 1990). По всей вероятности, участки видового оптимума (станции переживания) белки в условиях заповедника приурочены к ельникам, находящимся в контакте с формациями сосновых лесов. Такую зависимость можно изучить можно только путем многолетнего картирования размещения зверьков в заповеднике.

Заключение

Изучение белки по следам зимой в заповеднике «Столбы» показывает, что пространственное размещение животного на данной территории зависит от структуры ландшафта, лесорастительных условий, динамики численности популяции и плотности населения, урожая кормов и генотипа популяции. При соответствующей обработке материалов ЗМУ можно получить дополнительную информацию о размещении зверьков в угодьях, необходимую для прогноза численности белки.

ЛИТЕРАТУРА

- Барановский Ю.М.* Размещение белок в горной тайге южного Забайкалья // Изв. Вост.-Сиб. отд. геогр. об-ва. Т. 66. Иркутск, 1969. С. 16–19.
- Власенко В.И.* Структура и динамика лесной растительности заповедных территорий Алтае-Саянской горной области. М.: МСОП, 2003. 484 с.
- Данковцев А.Г.* Взаимосвязь численности белки с урожаем семян кедра и степень эксплуатации ее ресурсов // Экология диких животных и растений и их использование. Красноярск: изд-во Красноярского ун-та, 1990. С. 40–49.

- Карпунин И.П.* Материалы к долгосрочному прогнозу численности белки в копытцепромпромхозах Сибири и Дальнего Востока // *Вопр. охотничьего хозяйства и звероводства*. М.: Экономика, 1965. С. 147–154.
- Кельбешев Б.К.* Влияние урожайности семян хвойных насаждений на плотность и структуру популяции белки в зоне средней тайги Красноярского края // *Сб. НТИ/ВНИИОЗ*. Вып. 49–50. Киров, 1975. С. 78–82.
- Кельбешев Б.К.* Значение урожая кормов в стациональном размещении белки в горных кедровых лесах // *Экология диких животных и растений и их использование*. Красноярск: изд-во Красноярского ун-та, 1990а. С. 32–40.
- Кельбешев Б.К.* Значение факторов внешней среды в формировании пространственной структуры популяции белки // *Вопр. охотоведения Сибири: Сб. науч. статей*. Красноярск. изд-во КГУ, 1990. С. 3–19.
- Кирилс И.Д.* Экология среднеобской белки // *Экология белки*. М.–Л.: КОГИЗ, 1934. С. 53–73.
- Кирилс И.Д.* Прогнозы «урожаев» белки // *Науч.-метод. зап. Глав. управления по заповед., зоопаркам и зоосадам*. М., 1941. С. 103–117.
- Наумов Н.П.* Материалы к познанию «урожаев» белки // *Тр. по лесному опытному делу / ЦЛЮС*. Вып. VII (III). М., 1930. С. 103–119.
- Павлов Б.К., Смышляев М.И.* Производительность угодий и промысел белки в Восточной Сибири // *Естественная производительность и продуктивность охотничьих угодий СССР: Мат. Всесоюз. науч.-производ. конф. Ч.2*. Киров, 1969. С. 140–144.
- Песенко Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 257 с.
- Русанов Я.С.* Основы промысла белки. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 66 с.
- Формозов А.Н.* Колебание численности промысловых животных. М.–Л.: Всесоюзн. коопер. объединен., 1935. 108 с.

Состав, структура и динамика сообществ мелких млекопитающих заповедника «Столбы»

В.В. Виноградов, Б.К. Кельбешеков

Одной из актуальных проблем современной экологии остается изучение организации и динамики сообществ наземных позвоночных животных (Hörnfeldt, 2004; Korpimäki et al., 2005; Литвинов и др., 2007 и др.). Многолетний мониторинг численности, как отдельных популяций, так и сообществ в целом, позволяет получить ответы на актуальные вопросы об изменениях, происходящих с животным миром под воздействием факторов различной природы. Удобной модельной группой для подобного рода исследований служат мелкие млекопитающие – обширная группа наземных позвоночных, достигающая высоких показателей численности, обладающая хорошо выраженными популяционными циклами и высокой чувствительностью к любым изменениям среды обитания.

В настоящей работе предпринята попытка комплексного анализа материалов многолетних наблюдений за мелкими млекопитающими (насекомоядные и грызуны) в Государственном природном заповеднике «Столбы» в типичных участках горной темнохвойной тайги Восточного Саяна. Одновременно с учетом животных регистрировались климатические показатели, урожайность семян хвойных и численность хищников (мелких куньих). При этом основными задачами было: определение особенностей структуры сообществ мелких млекопитающих в разные годы, установление продолжительности циклических колебаний численности отдельных видов и сообществ в целом, выявление общих трендов в изменении этих показателей, а также расчет степени зависимости численных характеристик от факторов различной природы.

Под сообществом в данной работе понимается систематическая группа близкородственных видов, относящихся к одному трофическому уровню и занимающая однородный участок в пределах принятых границ.

В работе использованы материалы, собранные в период с 1981 по 2009 годы (с перерывами в 1990, 1991 и 1998 гг.). В разное время работы проводили В.И. Булавкин, А.Н. Зырянов, А.М. Хританков, Б.К. Кельбешеков и В.В. Виноградов. Все материалы собирали и обрабатывали по единым методикам. Однократные ежегодные отловы животных проводились стандартным методом ловчих канавок (50 м длины с 5 конусами) в одни и те же сроки – с 15 июля по 25 августа.

Для количественной характеристики видов в сообществе использованы показатели относительной численности – число особей на 100 конусо-суток (к/с), а также индекс доминирования, представляющий собой процент или долю вида в отловах. Всего отработано более 7000 к/с. Проанализированы данные по динамике численности 17 видов мелких млекопитающих. Общий объем исследованного материала составил 5302 особи. Исследования проводились в пределах территории заповедника на ключевых участках, занятых темнохвойной

тайгой с преобладанием пихты сибирской, в интервале высот 450–650 м над уровнем моря.

Данные о многолетней динамике численности мелких млекопитающих представлены в виде графиков.

Степень сходства динамики численности разных видов определяли с помощью кластерного анализа методом невзвешенного попарного среднего (Пузаченко, 2004) на основе корреляционной матрицы. Корреляцию между видами высчитывали с использованием коэффициента Пирсона.

Для выделения регулярной составляющей во временных рядах по каждому виду использован спектральный анализ. На основе полученных данных построены периодограммы, показывающие продолжительность регулярных гармонических колебаний численности популяций. Максимальная величина дисперсии прямо указывает на продолжительность периода гармонических колебаний каждого вида на протяжении рассматриваемого периода (Пузаченко, 2004). Статистическую значимость каждого максимума дисперсии определяли в регрессионной модели по критерию Фишера (F -критерий) и коэффициенту детерминации (R^2). В работе представлены периодограммы только для 4-х видов мышевидных грызунов и 3-х видов землероек, у которых максимальные значения периодограммы, показывающие среднюю продолжительность циклических изменений, оказались статистически значимы. Результаты представлены в виде таблицы.

Временные ряды суммарной численности грызунов и землероек проверили на наличие длящихся изменений нециклического характера. Для этого высчитали убывающие автокорреляционные функции. Для определения ведущих факторов среды, влияющих на динамику численности, для каждого вида построены модели множественной регрессии на основании многолетних показателей факторов различной природы. Для четырех видов – сибирской белозубки, обыкновенной куторы, лесного лемминга и рыжей полевки моделирование не проводилось в силу крайне низких показателей численности и значительных пробелов в данных, когда виды отсутствовали в отловах на протяжении нескольких сезонов. В качестве переменных в моделях использованы: суммы температур за январь, апрель, май, летний период; суммы осадков за летний период и год; максимальная высота снежного покрова; суммарная урожайность семян хвойных пород (кедр, пихта, ель), выраженная в баллах от 0.5 до 5.0; суммарная относительная численность (следов на 10 км маршрута) мелких куньих (соболь, колонок, горностаи, ласка), которая определялась по учетам следов в зимний период (январь–февраль). Данные получены из ежегодных научных отчетов заповедника «Столбы», материалов авторов и показателей метеостанции «Столбы», расположенной на территории заповедника. Построение регрессионных моделей проведено по методу множественной пошаговой регрессии (Lima et al., 2002; Пузаченко, 2004).

Все расчеты и построение графиков выполнены в программе STATISTICA 6.0 (StatSoft, 2001).

Состав, динамика и структура доминирования сообщества мышевидных грызунов. Сообщество мышевидных грызунов включает 8 видов. Доминируют в сообществе полевки красная (*Myodes rutilus* Pall.) и красно-серая (*Myodes rufocanus* Pall.). Обычными (фоновыми) видами являются полевка-экономка (*Microtus oeconomus* Pall.), восточноазиатская мышь (*Apodemus peninsulae* Thomas), лесная мышовка (*Sicista betulina* Pall.) и темная полевка (*Microtus agrestis* L.). Редкие виды в составе сообщества – лесной лемминг (*Myopus schisticolor* Lilljeborg) и рыжая полевка (*Myodes glareolus* Pall.). Такой набор видов характерен для большей части горно-таежных территорий Алтае-Саянской горной страны и не претерпевает существенных изменений от лесостепных предгорий до субальпийских редколесий на всем протяжении Восточного Саяна от Енисея до Байкала (Юдин и др., 1979).

Несмотря на относительную стабильность видового состава, показатели суммарной численности сообщества существенно изменяются на протяжении рассматриваемого периода (рис. 1).

При сопоставлении хода многолетней динамики численности грызунов 1982, 1983, 1993, 1994, 2004, 2008 гг. расцениваются как фазы подъема численности; 1981, 1984, 1987, 1995, 2000, 2005, 2007 гг. – фазы пиков; 1985, 1988, 1996, 2001 гг. – фазы спада; 1982, 1986, 1992, 1997, 2002, 2003, 2006 гг. – фазы депрессии численности. Максимальное значение суммарной численности отмечено в 1995 году – 112,3 особей на 100 к/с. Минимальное значение зарегистрировано в 1992 году – 9,4 особи на 100 к/с, что в целом определяет 12-ти кратное изменение этого показателя на протяжении 26-летнего периода наблюдений.

Общее доленое участие видов-доминантов колеблется от 51,5 до 94,8%. Численность красной полевки существенно изменяется по годам, с хорошо заметными подъемами и спадами от 4,0 до 92,5 особей на 100 к/с, при этом доленое участие колеблется от 25,8 до 83,5%. У красно-серой полевки амплитуда колебаний достигает больших значений. Ее доленое участие изменяется в пределах 2,1–51,8%, что составляет почти 25-ти кратное изменение, а численность колеблется от 0,5 до 36,4 особей на 100 к/с.

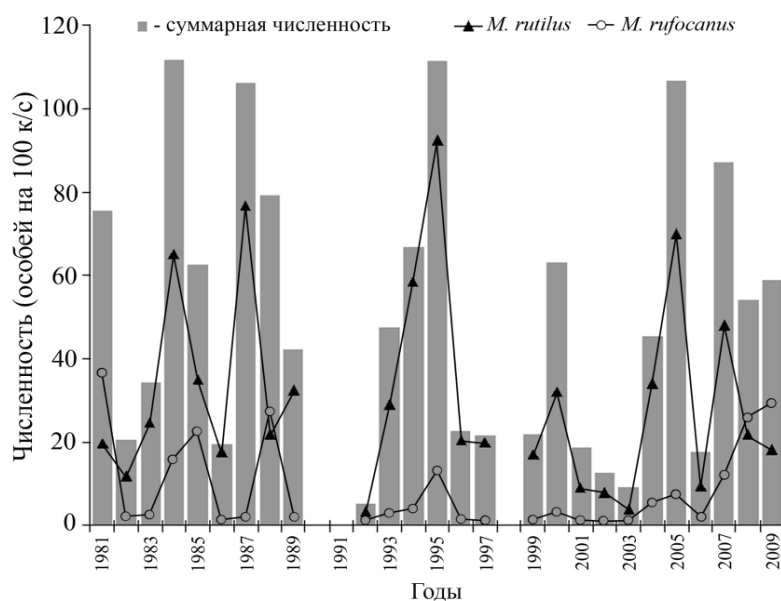


Рис. 1. Многолетняя динамика суммарной численности сообщества и доминирующих видов мышевидных грызунов заповедника «Столбы».

Долевое участие фоновых видов отличается более стабильными показателями и колеблется в пределах от 7.4 до 57.4%. Такая амплитуда колебаний определяет более чем 7-кратное изменение численности видов этой группы (рис. 2).

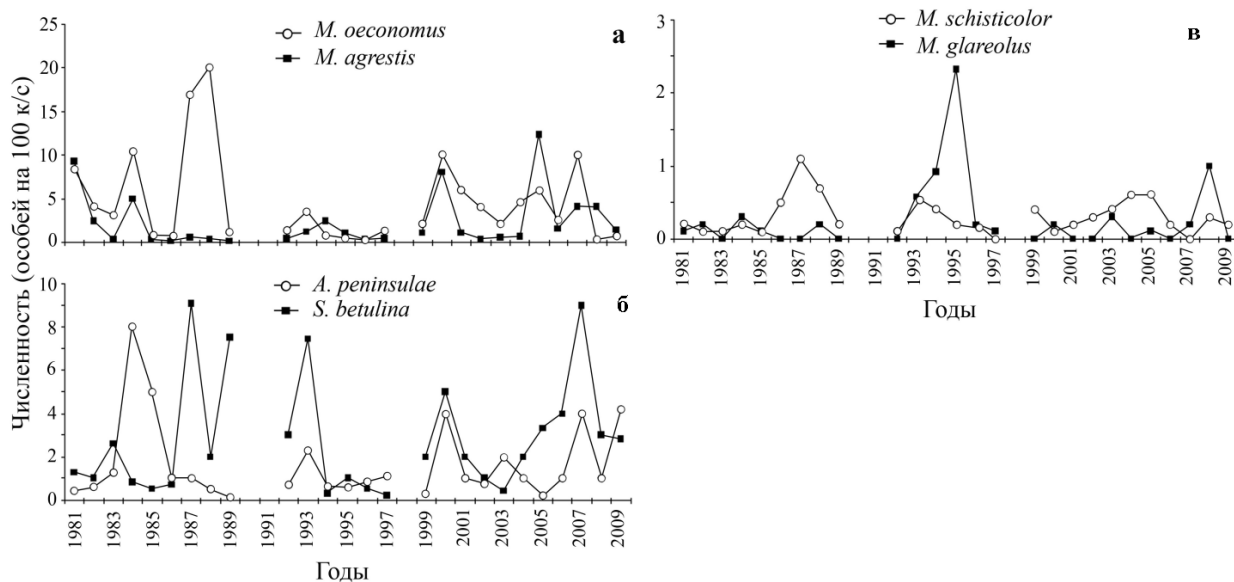


Рис. 2. Многолетняя динамика численности фоновых (а, б) и редких (в) видов мышевидных грызунов заповедника «Столбы».

Среди фоновых видов полевка-экономка обладает наибольшим средним значением индекса доминирования (10.2%), численность ее меняется от 1.0 до 19.8 особей на 100 к/с. У менее многочисленных видов аналогичные показатели составляют: у лесной мышовки – 7% и 0.5–7.4; у восточноазиатской мыши – 4.2% и 0.2–4.2; у темной полевки – 4% и 0.1–12.3.

Редкие виды – лесной лемминг и рыжая полевка, – имеют спорадичное распространение на обследованной территории, встречаются в отловах не каждый год, и, как правило, единичными экземплярами. Их численность колеблется от 0.1 до 2.5 особей на 100 к/с, а общее долевое участие не превышает 6%. В отдельные годы, на протяжении рассматриваемого периода, отмечались незначительные подъемы их численности (рис. 2, в).

Расчет степени сходства многолетней динамики разных видов мышевидных грызунов показал внутреннюю неоднородность сообщества по этому признаку (рис. 3).

Все виды на дендрограмме разделились на два кластера, состоящие из трех видов в каждом и два не сгруппированных вида, которые имеют низкую численность.

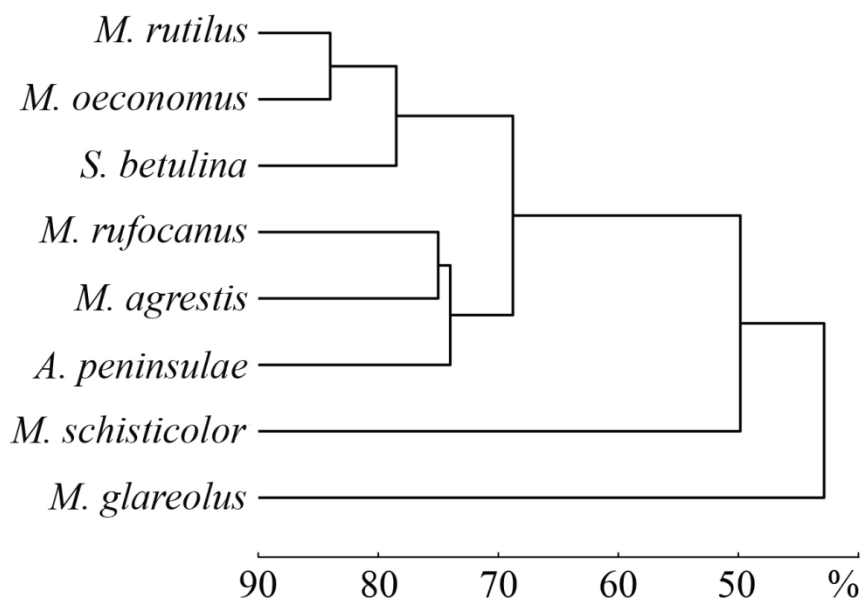


Рис. 3. Дендрограмма сходства многолетней динамики численности мышевидных грызунов заповедника «Столбы».

Состав, динамика и структура доминирования сообщества землероек. Сообщество землероек на территории заповедника включает 9 видов. Доминируют в сообществе обыкновенная (*Sorex araneus* L.) и средняя (*S. caecutiens* Laxmann) бурозубки. Обычными (фоновыми) видами являются малая (*S. minutus* L.), равнозубая (*S. isodon* Turov), плоскочерепная (*S. roboratus* Hollister), тундряная (*S. tundrensis* Merriam), крошечная (*S. minutissimus* Zimm.) бурозубки. Редки в составе сообщества кутора обыкновенная (*Neomys fodiens* Pennant) и сибирская белозубка (*Crocidura sibirica* Dukelsky).

Показатели численности отдельных видов землероек существенно изменяются на протяжении рассматриваемого периода (рис. 4).

При сопоставлении хода многолетней динамики численности землероек 1982, 1986, 2004, 2007 гг. расцениваются как фазы подъема численности; 1983, 1987, 1993, 1995, 2002, 2005, 2008 гг. – фазы пика; 1985, 1988, 1994, 1996, 2006 гг. – фазы спада; 1986, 1989, 1992, 1997, 1999 гг. – фазы депрессии численности. Максимальное значение суммарной численности отмечено в 1985 году – 175.0 особей на 100 к/с. Минимальное значение зарегистрировано в 1992 году – 10.0 особи на 100 к/с, что в целом определяет 17-ти кратное изменение этого показателя на протяжении 26-летнего периода наблюдений.

Численность доминирующей обыкновенной бурозубки существенно изменяется по годам, с хорошо заметными подъемами и спадами от 1.5 до 83.2 особей на 100 к/с, при этом доленое участие колеблется от 5.6 до 64.3%. У средней бурозубки амплитуда колебаний достигает больших значений. Ее доленое участие изменяется в пределах 0.3–55.6%, а численность колеблется от 0.1 до 29.1 особей на 100 к/с.

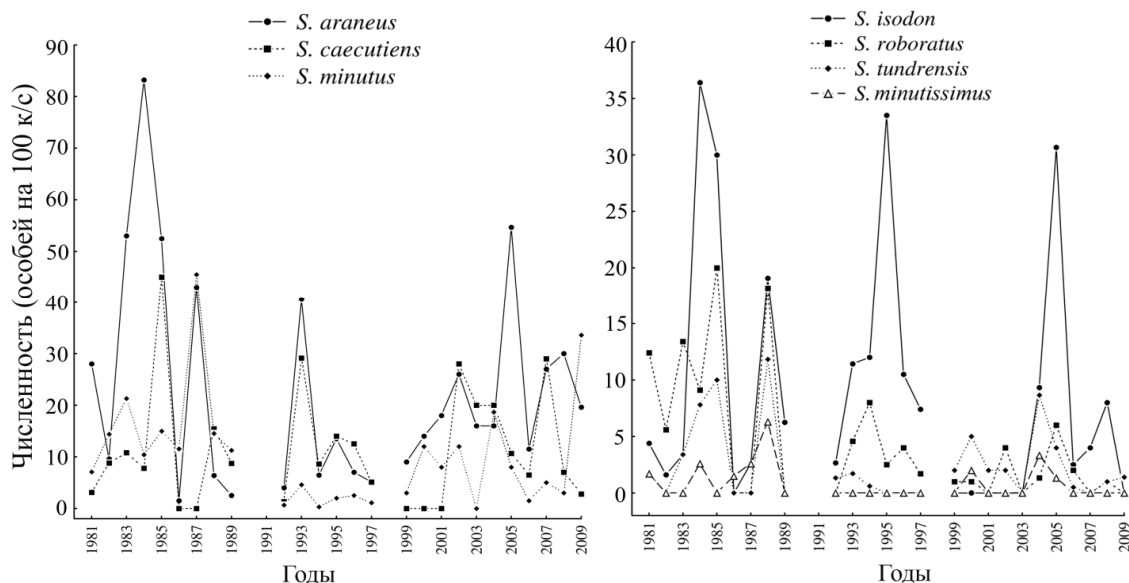


Рис. 4. Многолетняя динамика численности землероек на территории заповедника «Столбы».

Среди фоновых видов наибольшей численности достигает малая бурозубка – до 45.5 особей на 100 к/с. Далее в порядке убывания этого показателя следуют равнозубая (36.4), плоскочерепная (18.2), тундряная (11.8) и крошечная (3.3) бурозубки. Обыкновенная кутора в отловах встречается единичными экземплярами и поэтому в общий анализ не включена. Сибирская белозубка в 2009 году отмечена для территории заповедника впервые за весь период наблюдений.

Расчет степени сходства многолетней динамики разных видов землероек показал внутреннюю неоднородность сообщества по этому признаку (рис. 5).

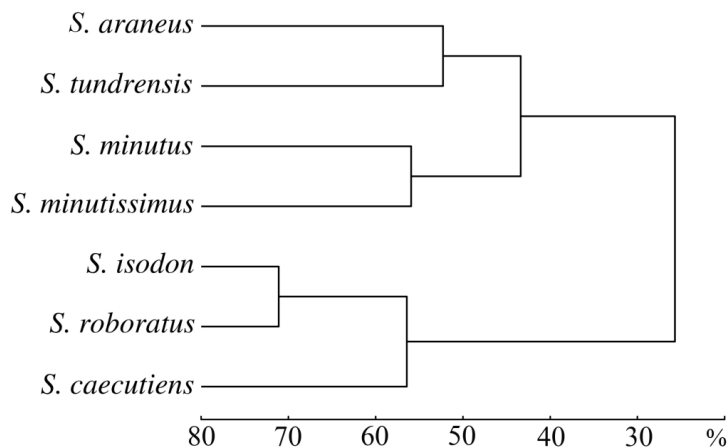


Рис. 5. Дендрограмма сходства многолетней динамики численности землероек заповедника «Столбы».

Все виды на дендрограмме разделились на два крупных кластера с большой дистанцией связи, что свидетельствует о существенных отличиях в их многолетней динамике.

Для детального выявления параметров, лежащих в основе многолетних колебаний численности сообществ мышевидных грызунов и землероек, проследим структуру организации временного ряда.

Исследования структурной организации временного ряда. Результаты многолетней динамики численности 4-х видов мышевидных грызунов и 3-х видов землероек представлены в виде периодограмм (рис. 6, 7).

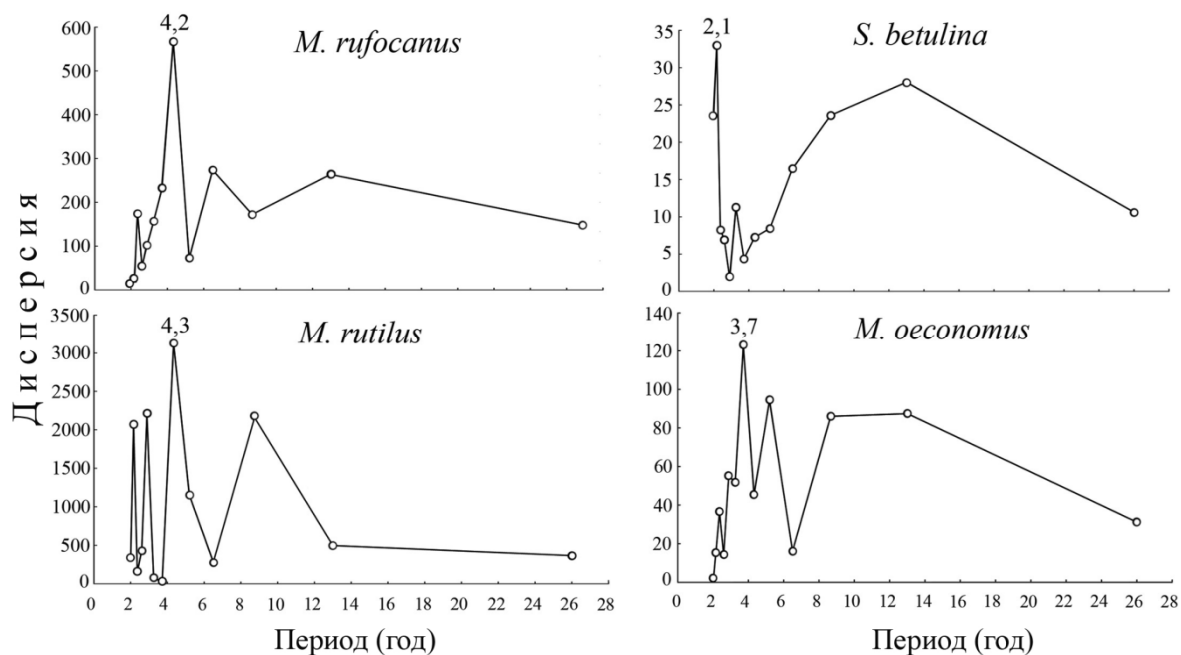


Рис. 6. Периодограммы многолетней динамики численности 4-х видов мышевидных грызунов заповедника «Столбы».

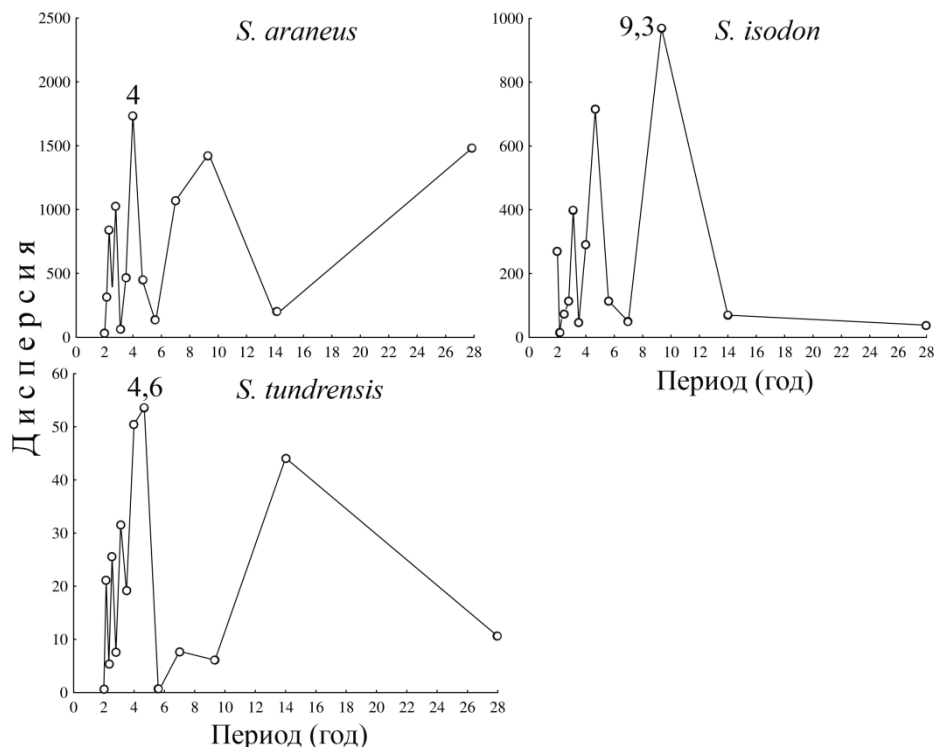


Рис. 7. Периодограммы многолетней динамики численности 3-х видов землероек заповедника «Столбы».

Показатели максимальной величины дисперсии для представленных видов и оценка их статистической значимости представлены в таблице 1.

Таблица 1

Оценка статистически значимых периодов колебаний численности мелких млекопитающих заповедника «Столбы» (1981-2009 гг.)

| Вид | Период | F-критерий | Уровень значимости (p-level) | Коэфф. детерминации (R^2) |
|----------------------|--------|------------|------------------------------|-------------------------------|
| <i>M. rutilus</i> | 4.3 | 10.72 | 0.0160 | 0.570 |
| <i>M. rufocanus</i> | 4.2 | 7.78 | 0.0230 | 0.420 |
| <i>M. oeconomus</i> | 3.7 | 11.63 | 0.0190 | 0.528 |
| <i>S. betulina</i> | 2.1 | 7.65 | 0.0170 | 0.390 |
| <i>S. araneus</i> | 4.0 | 10.39 | 0.0480 | 0.776 |
| <i>S. isodon</i> | 9.3 | 21.77 | 0.0420 | 0.915 |
| <i>S. tundrensis</i> | 4.6 | 19.94 | 0.0007 | 0.624 |

Среди грызунов наибольшая продолжительность цикла отмечена у красной и красно-серой полевок. Меньшей продолжительности цикл у полевки-экономки. Самый короткий цикл у лесной мышовки.

У землероек самым продолжительным циклом обладает равнозубая бурозубка, меньшие значения этого показателя у тундряной и обыкновенной бурозубок.

Для выявления общих трендов изменения численности сообществ грызунов и землероек суммарные значения по годам подвергли расчетам автокорреляционных функций (рис. 8).

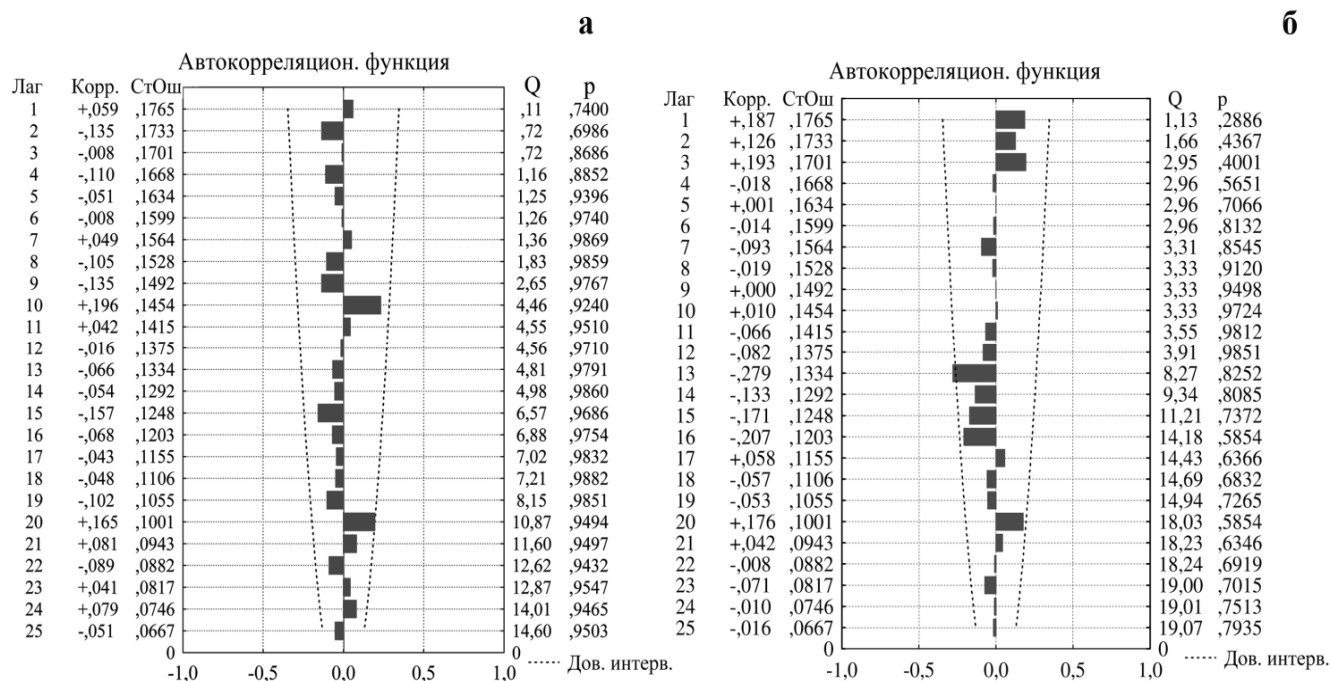


Рис. 8. Автокорреляционная функция ряда суммарной численности сообщества мышевидных грызунов (а) и землероек-бурозубок (б) заповедника «Столбы» за период с 1981 по 2009 гг. Значения корреляции для каждого временного лага представлены в виде столбцов.

Как видно из представленного рисунка, значения автокорреляционных функций нигде не выходят за границы доверительных интервалов.

Построение многомерных регрессионных моделей. Параметры регрессионных моделей для мелких млекопитающих представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры моделей множественной пошаговой регрессии многолетней динамики численности мелких млекопитающих заповедника «Столбы» от факторов среды за период с 1981 по 2009 гг.

| Вид | Переменная | ВЕТА стандарт. коэфф. | Средн. квадрат. ошибка ВЕТА | Параметры модели В | t- критерий Стьюдента | Уров. значимости p-level |
|---|---|-----------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|
| <i>M. rutilus</i> | Хищники | -0.738 | 0.1928 | -5.786 | -3.830 | 0.0012 |
| | t° января | 0.511 | 0.1660 | 0.101 | 3.078 | 0.0064 |
| | t° лето | 0.457 | 0.1818 | 0.130 | 2.513 | 0.0216 |
| | Урожай | 0.524 | 0.1800 | 4.395 | 2.914 | 0.0092 |
| Итоги регрессии: R = 0.76; R ² = 0.58; F = 4.18; p < 0.00827 | | | | | | |
| <i>M. rufocanus</i> | t° лето | -0.331 | 0.2070 | -0.039 | -1.601 | 0.1235 |
| | Итоги регрессии: R = 0.34; R ² = 0.11; F = 1.46; p < 0.25290 | | | | | |
| <i>M. oeconomus</i> | t° лето | -0.568 | 0.1857 | -0.045 | -3.062 | 0.0061 |
| | Осадки год | 0.398 | 0.1708 | 0.028 | 2.333 | 0.0301 |
| | Итоги регрессии: R = 0.67; R ² = 0.46; F = 4.26; p < 0.01178 | | | | | |
| <i>A. peninsulae</i> | t° мая | -0.314 | 0.19661 | -0.011 | -1.597 | 0.1250 |
| | Итоги регрессии: R = 0.45; R ² = 0.21; F = 2.29; p < 0.5729 | | | | | |
| <i>S. betulina</i> | Осадки лето | -0.504 | 0.1792 | -0.019 | -2.815 | 0.0106 |
| | t° лето | -0.402 | 0.1902 | -0.013 | -2.115 | 0.0471 |
| | t° апрель | 0.409 | 0.1769 | 0.015 | 2.312 | 0.0315 |
| | Итоги регрессии: R = 0.66; R ² = 0.44; F = 4.00; p < 0.01521 | | | | | |
| <i>M. agrestis</i> | t° лето | 0.501 | 0.1987 | 0.024 | 2.2787 | 0.0332 |
| | Итоги регрессии: R = 0.49; R ² = 0.24; F = 2.2881; p < 0.10803 | | | | | |
| <i>S. araneus</i> | t° апрель | -0.3913 | 0.1606 | -0.1025 | -2.4370 | 0.0269 |
| | Осадки год | 0.5121 | 0.2243 | 0.1118 | 2.2829 | 0.0364 |
| | Итоги регрессии: R = 0.82; R ² = 0.68; F = 4.29. p < 0.00635 | | | | | |
| <i>S. isodon</i> | Хищники | -0.4212 | 0.1819 | -1.5653 | -2.3151 | 0.0334 |
| | t° апрель | -0.4211 | 0.1770 | -0.0606 | -2.3788 | 0.0294 |
| | Итоги регрессии: R = 0.81; R ² = 0.67; F = 4.93. p < 0.00338 | | | | | |
| <i>S. caecutiens</i> | t° январь | 0.6079 | 0.1784 | 0.0575 | 3.4079 | 0.0031 |
| | Итоги регрессии: R = 0.73; R ² = 0.54; F = 3.56. p < 0.01673 | | | | | |
| <i>S. minutus</i> | Урожай | 0.5010 | 0.1556 | 1.6888 | 3.2204 | 0.0047 |
| | t° лето | -0.4167 | 0.1635 | -0.0480 | -2.5479 | 0.0202 |
| | Итоги регрессии: R= 0.80; R ² = 0.64; F = 5.47. p < 0.00224 | | | | | |
| <i>S. roboratus</i> | t° лето | -0.4950 | 0.1828 | -0.0342 | -2.7084 | 0.0139 |
| | Итоги регрессии: R = 0.65; R ² = 0.42; F = 2.83; p < 0.04477 | | | | | |
| <i>S. tundrensis</i> | t° лето | -0.4103 | 0.1882 | -0.0169 | -2.1802 | 0.0420 |
| | Итоги регрессии: R = 0.63; R ² = 0.40; F = 2.61. p < 0.05783 | | | | | |
| <i>S. minutissimus</i> | t° лето | -0.6638 | 0.1714 | -0.0532 | -3.8722 | 0.0010 |
| | Итоги регрессии: R= 0.72; R ² = 0.53; F = 4.33. p < 0.00844 | | | | | |

Сообщество мышевидных грызунов. Анализ динамики и структуры сообщества грызунов проводился на протяжении 4-х циклов: фазы подъема численности, фазы спада, фазы депрессии и фазы пиков численности. Многолетняя амплитуда колебаний численности у разных видов имеет существенные различия. Наибольшим значением этого показателя обладает красно-серая полевка, у которой численность изменялась в 25 раз. Далее по степени убывания этого значения следуют красная полевка (23), восточноазиатская мышь (21), полевка-экономка (19), лесная мышовка (15), темная полевка (12), лесной лемминг (7) и рыжая полевка (2.5). При этом максимальные изменения численности всего сообщества составляют 12-ти кратные колебания. Таким образом, самые многочисленны виды обладают наибольшей многолетней изменчивостью этого показателя.

Абсолютное доминирование красной и красно-серой полевки характеризует рассматриваемое сообщество как двудоминантное с неравномерным ранговым распределением видов. Бесспорным лидером является красная полевка, которая в наибольшей степени определяет уровень численности всего сообщества, характер ее изменения по годам.

Сопоставление хода многолетней динамики численности у разных видов выявило неоднородность внутри сообщества по этому признаку. Наибольшим сходством обладают красная полевка и полевка-экономка. Распределение по разным кластерам красной полевки и красно-серой полевки, полевки-экономки и темной полевки (рис. 3), свидетельствует о смещении пиковых значений численности у этих видов. Подобное взаимное влияние видов не является региональной особенностью, такие несовпадающие колебания численности известны для этих видов в бореальных лесах от Скандинавии до Якутии (Вольперт, Шадрина, 2002 и др.). Расположение в разных кластерах лесной мышовки и темной полевки определяется различиями в экологических предпочтениях этих видов и разной реакцией на особенности гидротермического режима бесснежного периода определенного года. Самое удаленное положение на дендрограмме ($n < 50\%$ сходства) занимают редкие виды, которые встречаются в отловах не каждый год и, как правило, единичными экземплярами, что и определяет такое отличие от остальных участников сообщества.

Результаты проведенного спектрального анализа позволили установить среднюю продолжительность гармонических колебаний численности у разных видов грызунов на протяжении рассматриваемого периода. Наибольшая продолжительность усредненного цикла характерна для красной (4.3 года) и красно-серой (4.2 года) полевки. Меньшей продолжительности цикл у полевки-экономки (3.7 года). Самый короткий цикл отмечен у лесной мышовки (2.1 года). В целом, представленные значения соответствуют данным полученным для рассматриваемых видов на всем протяжении их ареала (Вольперт, Шадрина, 2002; Hörnfeldt, 2004; Korpiimäki et al., 2005; Ивантер, Кухарева, 2008). У восточноазиатской мыши, темной полевки, лесного лемминга и рыжей полевки установленные циклические колебания оказались статистически недостоверны.

Автокорреляционная функция суммарной численности сообщества мышевидных грызунов нигде не выходит за границы доверительных интервалов (рис. 8а). Это значит, что всюду с вероятностью 0.9 автокорреляция отсутствует и весь рассматриваемый временной ряд является стационарным, не выходящим за границы случайного процесса. Следовательно, можно утверждать, что на протяжении рассматриваемого периода флуктуация суммарной численности сообщества не претерпевала существенных изменений, выходящих за границы стационарного процесса.

Результаты моделей множественной пошаговой регрессии позволили выделить и оценить факторы внешней среды, которые в той или иной степени оказывают влияние на показатели численности разных видов и всего сообщества грызунов в целом.

Для красной полевки установлено положительное влияние на численность высокой урожайности семенных кормов, теплого января и высокой температуры летнего периода. Эти показатели напрямую влияют на успешность размножения вида и количество генераций в течение года. При достаточных запасах семенных кормов и высоких значениях январских температур наблюдается подснежное размножение красной полевки в горах юга Средней Сибири (Соколов, 1979; Шубин, 1991; Виноградов, 2007). Высокая температура летнего периода благоприятно сказывается на выживании потомства этого вида. Негативное воздействие высокой численности хищников вполне объяснимо, т. к. красная полевка является основным объектом их охоты в силу своей многочисленности и доступности, особенно в летний период.

На красно-серую полевку отрицательное влияние оказывает высокая сумма летних температур, что связано со степенью развития кормовой базы. Основу рациона этого специализированного вида составляют вегетативные части ягодных кустарничков (брусники, черники, голубики), их плоды и травянистые растения, которые в условиях нежаркого и влажного лета достигают наибольшей продуктивности (Соколов, 1979; Вольперт, Шадрина, 2002).

На основании вышеизложенного можно сделать вывод об экологических особенностях этих близкородственных видов: красная полевка достигает наибольшей численности в более теплые и сухие годы, красно-серая полевка – в более прохладные и влажные. Такие выводы по лесным полевкам хорошо согласуются с результатами многочисленных исследований этой группы в разных частях ареала (Соколов, 1979; Зырянов и др., 1997; Rexstad, Debevec, 2006; Андреева, Окулова, 2009 и др.).

Для полевки-экономки установлено положительное влияние количества осадков за год, что определяет многие параметры успешного существования этого зеленоядного гигрофильного вида (Громов, Ербаева, 1995). Отрицательное влияние на эту полевку оказывает высокая сумма температур летнего периода. Это ведет к повышенной испаряемости и, как следствие, к возникновению неблагоприятных микроклиматических условий обитания полевки-экономки и слабому развитию ее кормовой базы.

На численность восточноазиатской мыши установлено отрицательное влияние высоких майских температур. В литературе нет упоминаний об отрицательном влиянии такого фактора на грызунов в Сибири. Можно сделать предположение, что высокие показатели температуры мая определяют интенсивное снеготаяние в горной тайге, что ведет к подтоплению нор и убежищ этого вида в период появления молодняка первой весенней генерации.

Для лесной мышовки установлено положительное влияние на численность высокой температуры апреля. В годы с ранней и теплой весной мышовки пробуждаются раньше, в первых числах мая. При этом размножение зверьков происходит в более ранние и сжатые сроки и протекает более успешно (Шубин, 1991; Виноградов, 2007; Ивантер, Кухарева, 2008). Угнетающее воздействие на вид оказывает теплое и влажное лето. При таком стечении ведущих абиотических факторов происходит интенсивное увлажнение подстилающего субстрата (подстилки, мха, валежника), где устраивает свои норы и убежища лесная мышовка. При этом несовершенная терморегуляция свойственная виду ведет к повышенной смертности молодняка (там же).

Численность темной полевки положительно зависит от высокой суммы температур летнего периода. Этот более теплолюбивый вид при высоких летних температурах имеет возможность дать 3 генерации за бесснежный период, что за счет хорошей выживаемости молодняка приводит к резкому подъему численности зверьков к концу августа.

Сообщество землероек. Анализ динамики и структуры сообщества землероек показал, что у большинства видов она имеет сходный характер, что проявляется в совпадении сроков депрессий и пиков численности этой группы животных. Амплитуда колебаний численности у разных видов имеет существенные особенности. Наиболее сильная изменчивость отмечена у малой (в 45 раз), средней (в 29 раз) и обыкновенной (в 13 раз) бурозубок. Такие колебания приводят к перестройке структуры сообщества и изменению его суммарной численности, которая изменяется с 10.0 до 175.0 особей на 100 к/с.

Абсолютно доминирует обыкновенная бурозубка с максимальным показателем численности 83.2 особи на 100 к/с и долевым участием до 64.3%, что характеризует рассматриваемое сообщество как монодоминантное с неравномерным ранговым распределением видов.

Сопоставление хода многолетней динамики численности у разных видов выявило неоднородность сообщества по этому признаку. Наибольшим сходством обладают виды, имеющие сходный характер территориального и биотопического распределения в горах юга Средней Сибири. В один кластер объединились типично таежные обитатели: равнозубая, средняя и плоскочерепная бурозубки. Менее сходны между собой две пары видов: обыкновенная – тундрная бурозубки и малая – крошечная бурозубки. Эти виды встречаются также в предгорьях на трансформированных участках и в целом имеют более широкое распространение по территории Евразии.

Результаты проведенного спектрального анализа позволили установить среднюю продолжительность гармонических колебаний у разных видов землероек на протяжении рассматриваемого периода. Наибольшая продолжительность усредненного цикла характерна для равнозубой бурозубки (9.3 года), что может свидетельствовать о синхронизации этого показателя с циклами солнечной активности и влажных периодов, которые колеблются между 9 и 12 годами (Будыко, 1982). Меньшей продолжительности циклы имеют тундряная (4.6 года) и обыкновенная (4 года) бурозубки.

Автокорреляционная функция суммарной численности сообщества землероек нигде не выходит за границы доверительного интервала (рис. 8б), что свидетельствует об устойчивости и стабильности сообщества на протяжении рассматриваемого периода.

Результаты моделей множественной пошаговой регрессии позволили выделить и оценить факторы внешней среды, которые оказывают влияние на численность землероек.

Для обыкновенной бурозубки установлено отрицательное влияние высокой температуры апреля, что связано с интенсивным снеготаянием, которое оказывает негативное влияние, подтопляя норы и убежища этого вида. Положительное влияние на эту бурозубку оказывает высокая сумма осадков за год, что связано с увеличением численности беспозвоночных и высоким снежным покровом, способствующим успешной зимовке этого вида (Бобрецов, Лукьянова, 2007).

На численность равнозубой бурозубки отрицательно влияет высокая численность мелких кунных. Маловероятно, что хищники охотятся на бурозубок. По всей видимости, положительная корреляция вызвана другими, неизвестными нам, условиями. Кроме того, отрицательно влияет на этот вид высокая температура апреля, что уже обсуждалось выше.

Для средней бурозубки установлено положительное влияние теплого января, что способствует благополучной зимовке этого таежного вида.

Численность малой бурозубки достоверно зависит от двух показателей. Положительно влияет на этот вид высокая урожайность кормов, которые эта бурозубка интенсивно потребляет особенно в зимний период. Негативно влияет на малую бурозубку высокая температура летнего периода, что характерно также для плоскочерепной, тундряной и крошечной бурозубок. Для последних трех видов такое влияние соответствует их экологическому облику обитателей полуоткрытых и экотонных участков с повышенной инсоляцией, которая наиболее значительна в летний период с высокими средними температурами.

Заключение

Сообщество мышевидных грызунов темнохвойной тайги заповедника «Столбы» включает 8 видов, суммарная численность которых колеблется от 9.4 до 112.3 особей на 100 к/с. Анализ многолетней динамики численности показал, что фазы колебаний численности разных видов не совпадают, и поэтому структура доминирования сообщества меняется. Ведущая роль принадлежит двум видам-доминантам – красной и красно-серой полевкам, которые на всех фазах численности составляют более 50% сообщества. Продолжительность циклических изменений у разных видов колеблется от 2 до 4 лет. Анализ связей внутри сообщества грызунов выявил пары видов с асинхронной динамикой численности, установил численно-зависимые взаимоотношения между видами, что дало возможность косвенно оценить степень перекрывания экологических ниш у животных.

Из всего разнообразия внешних факторов, определяющих динамику численности рассматриваемой группы животных, наибольшее значение имеют суммарная температура летнего периода, сумма осадков, урожайность семян древесных пород и пресс хищников (мелких куньих). Степень воздействия того или иного фактора на конкретный вид напрямую зависит от широты его популяционных адаптаций к условиям обитания. В целом, наибольшее влияние оказывают базовые характеристики климата, которые определяют колебания численности мышевидных грызунов на 31–56%.

Сообщество землероек темнохвойной тайги заповедника «Столбы» состоит из 9 видов, суммарная численность которых колеблется в пределах 10.0–175.0 особей на 100 к/с. Самым многочисленным видом в сообществе является обыкновенная бурозубка, доленое участие которой достигает 64.3%, что характеризует рассматриваемое сообщество как монодоминантное. Продолжительность циклических изменений у трех видов землероек колеблется от 4 до 9.3 года, что свидетельствует об их различиях в отношении к ведущим факторам среды. Анализ связей внутри сообщества выявил различия в динамике численности у двух групп видов: типично таежных обитателей и широко распространенных видов.

Самыми значимым фактором, негативно влияющим на численность землероек, является высокая температура летнего периода. Положительно влияет на них теплый зимний период. Данные факторы определяют колебания численности животных на 49–66%. Остальная нагрузка определяется состоянием кормовой базы, прессом со стороны хищников, внутривидовыми механизмами и другими, не установленными в ходе нашего исследования, факторами внешней и внутренней природы.

В целом, проведенный анализ позволил определить основные параметры сообществ мелких млекопитающих, на основании которых можно сделать вывод о стабильном состоянии этой группы животных на территории заповедника «Столбы» в течение длительного периода времени.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреева Т.А., Окулова Н.М. Экологические предпочтения лесных полевок // Экология. 2009. № 2. С. 149–154.
- Бобрецов А.В., Лукьянова Л.Е. Многолетняя динамика численности обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus*) в предгорьях Северного Урала // Биология насекомоядных млекопитающих. Мат. III Всеросс. научн. конф. по биол. насекомоядных млекопитающих. 15–20 сентября 2007 года. Новосибирск: изд-во ЦЕРИС, 2007. С. 21–23.
- Будыко М.И. Изменение окружающей среды и смены последовательных фаун. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 77 с.
- Виноградов В.В. Мелкие млекопитающие Кузнецкого Алатау. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2007. 212 с.
- Вольперт Я.Л., Шадрин Е.Г. Мелкие млекопитающие северо-востока Сибири. Новосибирск: Наука, 2002. 246 с.
- Громов И.М., Ербаева М.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб.: ЗИН РАН, 1995. 522 с.
- Зырянов А.Н., Кнорре А.В., Андреева Е.Б., Должковая Н.П. Некоторые аспекты трофических связей мелких млекопитающих в заповеднике «Столбы» // Научные исследования в Енисейских заповедниках по проблеме «хищник-жертва». Шушенское, 1997. С. 19–22.
- Ивантер Э.В., Кухарева А.В. К экологии лесной мышовки (*Sicista betulina*) на северном пределе ареала // Зоол. журн. 2008. Т. 87. № 4. С. 476–493.
- Литвинов Ю.Н., Абрамов С.А., Ковалева В.Ю., Кривопалов А.В., Новиков Е.А., Чечулин А.И. Структурно-временная организация сообщества грызунов прителецкой тайги (Горный Алтай) // Экология. 2007. № 6. С. 444–449.
- Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Академия, 2004. 416 с.
- Соколов Г.А. Млекопитающие кедровых лесов Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. 256 с.
- Шубин Н.Г. Экология млекопитающих юго-востока Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. 263 с.
- Юдин Б. С., Галкина Л.И., Потапкина А.Ф. Млекопитающие Алтае-Саянской горной страны. Новосибирск: Наука, 1979. 296 с.
- Hörnfeldt B. Long-term decline in numbers of cyclic voles in boreal Sweden: analysis and presentation of hypotheses // OIKOS. 2004. Vol. 107. P. 376–392.
- Korpimäki E., Norrdahl K., Huitu O., Klemola T. Predator-induced synchrony in population oscillations of coexisting small mammal species // Proc. R. Soc. B. 2005. Vol. 272. P. 193–202.
- Lima M., Stenseth N. C., Jaksic F. M. Food web structure and climate effects on the dynamics of small mammals and owls in semi-arid Chile // Ecology Letters. 2002. Vol 5. P. 273–284.
- Rexstad E., Debevec E. Dynamics of small mammal populations in the Rock Creek Watershed, Denali National Park and preserve // Proceedings of the Central Alaska Park Science Symposium, September 12–14. 2006. Vol. 6. P. 69–72.
- StatSoft Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6.0. <http://www.Statsoft.com>.

Значение государственного заповедника «Столбы» для сохранения орнитофауны Среднесибирской части Алтае-Саянского экорегиона

В.Б. Тимошкин, О.А. Тимошкина

Среднесибирская часть Алтае-Саянского экорегиона (АСЭР) до последнего времени в орнитологическом отношении оставалась наименее изученной территорией Евразии. Вместе с тем, это – один из немногих регионов, где природные комплексы, несмотря на уже произошедшие антропогенные изменения, сохранились в состоянии, близком к естественному (Баранов, 2007). Еще больше эту особенность можно наблюдать на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), расположенных вблизи крупных мегаполисов. В окрестностях г. Красноярска проблемами охраны животного населения, в том числе и птиц, занимается Государственный природный заповедник «Столбы». Функционируя в совокупности с другими ООПТ как единая сеть природных резерватов, его деятельность направлена на поддержание и восстановление численности всех редких и исчезающих, а также охотничье-промысловых видов птиц, и сохранение биологического разнообразия орнитокомплексов на достаточно высоком уровне, препятствующем их деградации в результате антропогенного воздействия.

Заповедник «Столбы» очень разнороден в ландшафтном отношении. Расположен он в низкогорной и среднегорной частях северо-западных отрогов Восточного Саяна, граничащих со Средне-Сибирским плоскогорьем. В низкогорье распространены подтаежные и лесостепные лиственно-светлохвойные леса, в среднегорье – светлохвойная и темнохвойная тайга. Естественными рубежами являются реки Базаиха, Мана и Большая Слизнева. Занимаемая площадь составляет порядка 47 тыс. га. Со стороны северо-востока территория заповедника граничит с пригородом г. Красноярска.

По животному миру заповедника, в частности, фауне птиц, в настоящее время существует достаточно много работ (Крутовская, 1958, 1966, 1971; Дулькейт, 1964; Безбородов, 1971; Зырянов, 1977; Полушкин, 1988; Сыроечковский, Рогачева, 1995; Сыроечковский и др., 2000; Хританков, Кожечкин, 2000; Тимошкин, 2005, 2006; Тимошкин, Тимошкина, 2005). Описана она и в Летописях природы заповедника «Столбы» (1952–2008 гг.). В настоящее время на территории заповедника отмечено пребывание 213 видов птиц (Летопись..., 2007). Из них 41 вид входит в список редких видов, что составляет 68.3% от всех редких видов птиц, отмеченных на территории региона. Из этого числа 25 видов занесены в Красные книги различных уровней и 16 – в Приложение к Красной книге Красноярского края (табл. 1).

Таблица 1

**Таксономическая структура редких и малочисленных представителей
класса *Aves*, отмеченных на территории заповедника «Столбы»**

| Отряд | Семейство | Число видов | | | |
|-----------------|--------------|-------------|----------|-----------|----------|
| | | I | II | III | IV |
| Gaviiformes | Gaviidae | - | 1 | - | - |
| Ciconiiformes | Ciconiidae | 1 | - | 1 | - |
| Falconiformes | Pandionidae | 1 | - | 1 | - |
| | Accipitridae | 7 | - | 5 | 1 |
| | Falconidae | 3 | 1 | 2 | 1 |
| Galliformes | Phasianidae | - | 1 | - | - |
| Gruiformes | Gruidae | 1 | - | - | - |
| | Rallidae | 1 | - | - | 1 |
| Charadriiformes | Scolopacidae | 4 | - | - | 2 |
| | Laridae | 1 | - | - | - |
| Strigiformes | Strigidae | 2 | 2 | 1 | - |
| Apodiformes | Apodidae | 1 | - | - | - |
| Passeriformes | Laniidae | 1 | - | - | - |
| | Muscicapidae | 1 | 1 | - | - |
| | Prunellidae | 1 | - | - | - |
| | Fringillidae | - | 3 | - | - |
| Всего | | 25 | 9 | 10 | 5 |

Примечание: I – Красная книга Красноярского края; II – Приложение к Красной книге Красноярского края; III – Красная книга РФ; IV – Приложение к Красной книге РФ. Семейства одного отряда находятся в одной ячейке.

Наибольшее число редких видов принадлежит отряду *Falconiformes* – 11 (44%), из них 8 (73%) включены в Красную книгу РФ и 2 (18%) – в Приложение к Красной книге РФ. На втором месте по числу редких видов следует отряд *Charadriiformes* – 5 (20%) видов, из них 2 (40%) включены в Приложение к Красной книге РФ. Еще 9 видов, принадлежащих 5 отрядам, внесены в Приложение к Красной книге Красноярского края. Таксономическое распределение разных категорий редких и малочисленных видов птиц Красной книги Красноярского края представлено в таблице 2.

Одной из важных обязанностей ООПТ является сохранение биоразнообразия хищных птиц (особенно, редких видов) как наиболее уязвимых. Относительно слабые преобразования ландшафтов вызывают их достаточно быструю адаптацию, однако, при более глубоких изменениях, численность этих видов значительно снижается. При продолжающемся прессе они могут исчезнуть с данной территории. В результате возможно формирование фаунистических комплексов хищных птиц, представляющих собой набор видов, легко приспосабливающихся к современной антропогенной среде. Отсутствие соответствующих мер охраны может привести к их полному исчезновению.

Таксономическая структура представителей класса *Aves* заповедника «Столбы», занесенных в Красную книгу Красноярского края

| Семейство \ Категория | Число видов | | | | | | | | Всего |
|-----------------------|-------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| | 0 | I | II | III | IV | V | VI | VII | |
| Ciconiidae | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| Pandionidae | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| Accipitridae | - | - | - | 3 | 4 | - | - | - | 7 |
| Falconidae | - | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 3 |
| Gruidae | - | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 |
| Rallidae | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| Scolopacidae | - | - | - | 3 | 1 | - | - | - | 4 |
| Laridae | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 |
| Strigidae | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - | 2 |
| Apodidae | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| Laniidae | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| Muscicapidae | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 |
| Prunellidae | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 |
| Всего | - | - | 2 | 12 | 10 | 1 | - | - | 25 |

Примечание. Категории: 0 – вероятно исчезнувшие; I – находящиеся под угрозой исчезновения; II – сокращающиеся в численности; III – редкие; IV – неопределенные по статусу; V – восстанавливаемые и восстанавливающиеся; VI – редкие рассеяющиеся; VII – залетные виды. Семейства одного отряда находятся в одной ячейке.

Госзаповедник «Столбы», в силу своих небольших размеров и расположения в зоне интенсивных антропогенных нагрузок, не может в полной мере решить проблемы охраны и воспроизводства редких хищных видов птиц. Уже к 80-м годам XX в. численность редких соколообразных по сравнению с 1950-1970 гг. снизилась в несколько раз (Полушкин, 1988). В настоящее время их численность еще более уменьшилась, а такие виды как могильник, беркут практически исчезли с территории заповедника. Численность некоторых сов также снизилась в десятки раз. Соседство такого огромного промышленного центра как г. Красноярск ведет за собой усиление значения фактора беспокойства для птиц, как в заповеднике, так и на прилегающих территориях. Оптимальные места для гнездования хищных птиц на территории заповедника расположены в охранной зоне и туристическо-экскурсионном районе, которые наиболее подвержены антропогенному прессу. В связи с продолжающимся здесь ростом антропогенной нагрузки в ближайшее время следует ожидать еще большего снижения численности данной группы птиц (Тимошкин, 2005).

По результатам исследований, из 41 вида редких птиц за последние 5 лет на территории заповедника не отмечаются 17 (41%): хищники – 6 видов, кулики – 4, водоплавающие – 4, воробьиные – 3. В связи с общей тенденцией снижения численности этих видов на прилегающих территориях вероятность их встречи в заповеднике становится минимальной. С другой стороны, на терри-

тории заповедника гнездятся такие редкие для региона виды, как обыкновенный и хохлатый осоед, скальная ласточка, встречен бурый голубь.

Для объективной оценки эффективности деятельности заповедника «Столбы» были подсчитаны показатели, отражающие продукционные возможности сообществ птиц (суммарное обилие, биомасса), их богатство и насыщенность (общее число видов и число редких видов) (табл. 3). В качестве критерия биоценотической значимости орнитокомплексов использовалась биосферная ценность сообществ птиц. Ценность рассчитывалась по стоимости восстановления численности животных, пострадавших от хозяйственных воздействий или экологических нарушений, которая приводится в «Официальных таксах возмещения ущерба от незаконной добычи или уничтожения животных без использования» (Приказ..., № 126, 1994; Приказ..., № 399, 1999). Подобные расчеты широко апробированы и ранее использовались другими исследователями для выполнения экологических экспертиз, хозяйственных проектов и оценки биосферной ценности животного мира, в том числе населения птиц (Равкин, 1995; 1997).

Таблица 3

Обобщающие показатели населения птиц заповедника «Столбы»

| На всю территорию заповедника | | | | На 1 км ² | | | |
|-------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------|--------------------------------|
| всех птиц | | | охотничье-промысловых | | всех птиц | | |
| виды | | биосферная ценность, млн. руб. | запас, тыс. ос. | биосферная ценность, млн. руб. | средняя плотность, особей | биомасса, кг | биосферная ценность, млн. руб. |
| всего | «красно-книжные» | | | | | | |
| 213 | 41 | 9,1 | 15,4 | 3,5 | 524,6 | 45,2 | 0,19 |

Из таблицы видно, что биосферная ценность птиц на единицу площади заповедника исчисляется достаточно высокими показателями, что позволяет рассматривать его территорию как в некоторой степени «поддерживающую» биологическое разнообразие таежных орнитокомплексов Красноярского региона.

В настоящее время наиболее частыми экологическими правонарушениями на территориях заповедников и национальных парков России являются незаконное нахождение на ООПТ, самовольные сбор дикоросов, охота и вылов рыбы (браконьерство) (Степаницкий, 2001, 2002, 2002а, 2004, 2004а). По мнению В. Тырлышкина (2005), самыми существенными по величине и долговременности наносимого ущерба для животного мира являются катастрофические явления (прежде всего пожары); загрязнения от различных источников; охота (прежде всего браконьерство); рубка леса и иная лесохозяйственная деятельность. Наиболее же распространенными воздействиями и угрозами на ООПТ являются: охота и иные воздействия на животный мир; туризм и посещение территории; сбор дикоросов; природные катастрофы; загрязнения.

Используя классификацию, приведенную монографии «Экология заповедных территорий России» (Соколов и др., 1997) для заповедника «Столбы»

были выявлены следующие основные антропогенные воздействия, немаловажные также и для птиц:

- рекреация и туризм – высокий уровень фактора беспокойства в зоне ТЭР (в результате общедоступности многих скал для посещения людьми они становятся малопригодными для гнездования птиц), Манского и Базайского лесничеств (развитый лодочный и снегоходный туризм усложняет гнездование и зимовку хищных видов птиц и видов пойменного комплекса);
- промышленное загрязнение – деятельность Красноярского алюминиевого завода и др. предприятий;
- браконьерство – прямое изъятие птенцов и отстрел взрослых особей;
- бытовое воздействие (в т.ч. селитебное) – заселение территории заповедника нехарактерными видами птиц (в частности синантропными), в результате которых обостряются конкурентные взаимоотношения; хищническая деятельность бродячих собак и кошек; функционирование кордонов;
- пожары и рубка леса на прилегающих территориях – напрямую влияют на численность птиц и появление видов нетипичных для горной тайги;
- научная деятельность заповедника – отход птиц во время мечения и во время учета мелких млекопитающих.

Для заповедника «Столбы» существенной является также деятельность горно-лыжного комплекса Фанпарк «Бобровый лог», на территории которого отмечаются частые случаи гибели птиц при ударах об остекленные архитектурные сооружения и тросы канатно-кресельной дороги. Из-за практически постоянного присутствия искусственного снега на лыжных трассах они большую часть года остаются непригодными для использования птицами.

Если отрицательные факторы дифференцировать по пятибалльной системе по силе воздействия на фауну птиц, то для заповедника «Столбы» эти данные можно представить следующим образом (табл. 4).

Таблица 4

Экспертная характеристика отдельных факторов воздействия на население птиц заповедника «Столбы»

| Факторы воздействия | Сила воздействия |
|--|------------------|
| Рекреация и туризм | 5 |
| Деятельность Фанпарка «Бобровый лог» | 5 |
| Рубка леса на прилегающих территориях | 4 |
| Ущерб от селитебного комплекса ООПТ | 4 |
| Браконьерство | 3 |
| Ущерб от хозяйственной деятельности ООПТ | 3 |
| Пожары | 2 |
| Ущерб от научной деятельности ООПТ | 2 |
| Химические (промышленные) загрязнения | 1 |
| Самовольный сбор дикорастущих растений | 1 |
| Ущерб от транспорта | 1 |

Влияние внешних антропогенных факторов на заповедники с каждым годом приобретает все более разрушительный характер, здесь срабатывает ку-

мулятивный эффект, и предотвратить этот процесс заповедники не могут без специальных юридических актов федерального уровня (Соколов и др., 1997). Однако, так как антропогенные воздействия одного типа интенсивности могут иметь неодинаковые последствия, в заповедниках разного геосистемного ранга и в различных географических условиях и сильно зависят от степени целостности экосистем заповедников и конфигурации их границ, то недостатки этого плана могут быть частично откорректированы, в частности, путем изменения границ ООПТ, создания и расширения охранных зон (Нухимовская, 1985).

Несомненно, что для более эффективной охраны природных комплексов, в том числе сообществ птиц, и для поддержания их экологической устойчивости желательна расширение существующей сети ООПТ в Красноярском крае. Возможно даже через увеличение размеров уже созданных. Система мониторинга птиц на базе существующих резерватов, кроме детальной оценки современного экологического состояния орнитокомплексов, должна предоставлять прогноз его изменений и разработки мер предотвращения наиболее нежелательных последствий их антропогенной трансформации. К сожалению, такая трансформация уже происходит на площадях, намного превышающих ООПТ (Покровская, 1988; Вартапетов, 1990, 1991; Вартапетов, Ливанов, 1995; Юдкин, Вартапетов, Козин, 1996; Вартапетов, Юдкин, 1998).

Деятельность ГПЗ «Столбы» в обеспечении эффективного сохранения ресурсов птиц можно считать достаточно значительной. Его орнитологическая биосферная ценность составляет 0.19 млн. руб. на 1 км² или 9.1 млн. руб. на всю территорию. Мерами, уменьшающими негативные антропогенные воздействия на территории заповедника могли бы быть следующие - «окультуривание» туристического потока и увеличение площади заповедника за счет расширения существующих границ, что несомненно имело бы благоприятный эффект для сохранения разнообразия птиц среднесибирской части Алтай-Саянского экорегиона в целом.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранов А.А.* Пространственно-временная динамика биоразнообразия птиц Алтай-Саянского экорегиона и стратегия его сохранения. Автореф. дисс....д. биол. наук. Красноярск, 2007. 49 с.
- Безбородов В.И.* К орнитофауне заповедника «Столбы» // Тр. гос. заповед. «Столбы». Вып. VIII. Красноярск, 1971. С. 65–69.
- Вартапетов Л.Г.* Влияние нефтепромыслов на численность охотничье-промысловых птиц (на примере северной тайги Западной Сибири) // Эколог. и эконом. аспекты охраны и рац. использования охотничьих животных и растительных пищевых ресурсов Сибири. Шушенское, 1990. С. 14–16.
- Вартапетов Л.Г.* Сообщества птиц нефтепромыслов северной тайги Западной Сибири // Орнитологические проблемы Сибири. Тез. докл. конференции. Барнаул: изд-во АГУ, 1991. С. 165–166.
- Вартапетов Л.Г., Ливанов С.Г.* Воздействие урбанизации и нефтедобычи на население птиц северной тайги Западно-Сибирской равнины // Вопр. орни-

- тол. Тез. докл. к V конференции орнитологов Сибири памяти Э.А. Ирисова. Барнаул, 1995. С. 148–151.
- Вартапетов Л.Г., Юдкин В.А.* Воздействие нефтедобычи и урбанизации на сообщества наземных позвоночных // *Успехи современной биологии*. 1998. Т. 118. Вып. 2. С. 216–226.
- Дулькейт Г.Д.* Охотничья фауна, вопросы и методы оценки производительности охотничьих угодий Алтае-Саянской горной тайги // *Тр. гос. запов. «Столбы»*. Вып. IV. Красноярск, 1964. 352 с.
- Зырянов А.Н.* К размещению и численности тетеревиных птиц заповедника «Столбы» // *Тр. гос. запов. «Столбы»*. Вып. XI. Красноярск, 1977. С. 5–16.
- Крутовская Е.А.* К изменению фауны птиц экскурсионно-туристического района заповедника «Столбы» // *Тр. гос. заповед. «Столбы»*. Вып. VIII. Красноярск, 1971. С. 41–64.
- Крутовская Е.А.* Материалы к экологии птиц искусственных гнездовых заповедника «Столбы» // *Тр. гос. заповед. «Столбы»*. Вып. V. Красноярск, 1966. С. 234–267.
- Крутовская Е.А.* Птицы заповедника «Столбы» // *Тр. гос. заповед. «Столбы»*. Вып. II. Красноярск, 1958. С. 206–285.
- Летопись природы заповедника «Столбы»*. Красноярск, 1952–1998 гг.
- Нухимовская Ю.Д.* Материалы по оптимизации заповедных территорий РСФСР // *Соц.-эконом. и экологич. аспекты совершенствования деятельности заповедников*. Сб. научн. тр. ЦНИЛ Главохоты РСФСР. М., 1985. С. 22–37.
- Полушкин Д.М.* Новые данные по птицам заповедника «Столбы» и смежных территорий // *Тр. гос. заповед. «Столбы»*. Вып. XV. Красноярск, 1988. С. 161–198.
- Приказ Министра охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации № 399 от 25.05.1999 г.* «Об утверждении такс для исчисления размера взыскания за ущерб, причиненный юридическими и физическими лицами незаконным добыванием или уничтожением объектов животного мира, отнесенных к объектам охоты».
- Приказ Министра охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации № 126 от 04.05.1994 г.* «Официальные таксы возмещения ущерба от незаконной добычи или уничтожения животных без использования».
- Равкин Ю.С.* Опыт оценки ущерба животному миру при экологической экспертизе проектов // *Экономика сохранения биоразнообразия*. М., 1995. С. 214–222.
- Равкин Ю.С.* Принципы и порядок расчета стоимостной оценки ресурсов наземных животных и ущерба, наносимого им хозяйственной деятельностью // *Охрана живой природы. Проблемы контроля за состоянием ООПТ и возмещения ущерба*. Нижний Новгород, 1997. Вып. 3 (8). С. 56–61.
- Соколов В.Е., Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д., Шадрин Г.Д.* Экология заповедных территорий России. М.: Янус-К, 1997. 574 с.
- Степаницкий В.Б.* О некоторых итогах работы государственных природных заповедников по обеспечению режима охраны в 2000 г. // *Заповедники и национальные парки*. Бюллетень. 2001. № 34. С. 15–18.
- Степаницкий В.Б.* О некоторых итогах работы государственных природных заповедников по обеспечению режима охраны в 2001 г. // *Заповедники и на-*

- циональные парки. Бюллетень. 2002. № 39. С.28–30.
- Степаницкий В.Б. О некоторых итогах работы национальных парков по обеспечению режима охраны их территорий в 2001 г. // Заповедники и национальные парки. Бюллетень. 2002а. № 39. С.30–32.
- Степаницкий В.Б. Об итогах работы государственных природных заповедников по обеспечению режима особой охраны их территорий в 2003 г. // Заповедники и национальные парки. Бюллетень. 2004. № 43. С.13–15.
- Степаницкий В.Б. Об итогах работы национальных парков по обеспечению режима особой охраны их территорий в 2003 г. // Заповедники и национальные парки. Бюллетень. 2004а. № 49. С.15–16.
- Сыроечковский Е.Е., Рогачева Э.В. Красная книга Красноярского края. Красноярск, 1995. 408 с.
- Сыроечковский Е.Е., Рогачева Э.В., Савченко А.П., Соколов Г.А. Красная книга Красноярского края. Красноярск: КрасГУ, 2000. 248 с.
- Тимошкин В. Б. Население птиц отрядов *Falconiformes* и *Strigiformes* горной тайги Восточного Саяна в условиях антропогенной нагрузки // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана, рациональное природопользование. Мат. I межрегион. науч.-практ. конф., посвящ. 5-летию организации Тигирекского заповед. Тр. ГПЗ «Тигирекский». Вып.1. Баранул: изд-во «Алтайские страницы», 2005. С.351–353.
- Тимошкин В.Б. Роль заповедника «Столбы» в изучении изменения орнитофауны в условиях современной антропогенной нагрузки в регионе // Региональные проблемы заповедного дела. Мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию юбилею государственной заповедной системы России, 30-летию государственного природного биосферного заповедника «Саяно-Шушенский», 15-летию государственного природного заповедника «Хакасский». Абакан: изд-во ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2006. С. 181–182.
- Тимошкин В.Б., Тимошкина О.А. Мониторинговые исследования птиц заповедника «Столбы» // Многолетние наблюдения в ООПТ. История, современное состояние, перспективы. Мат. всеросс. научно-практ. конф., посвящ. 80-летию заповедника «Столбы», 14-17 сентября 2005 г. г. Красноярск. Красноярск, «Кларетианум», 2005. С. 47–52.
- Тырлышкин В. Оценка эффективности управления особо охраняемыми природными территориями в России с использованием методики WWF. М.: WWF, 2005. 37 с
- Хританков А.М., Кожечкин В.В. Сводный аннотированный список наземных позвоночных заповедника «Столбы». Красноярск, 2000. 60 с.
- Юдкин В.А., Вартапетов Л.Г., Козин В.Г. Изменения населения наземных позвоночных при освоении нефтяных и газовых месторождений на севере Западной Сибири // Сиб. экол. журн. 1996. Т. 3. № 6. С. 573.

Оглавление

| | |
|---|------|
| Предисловие..... | 3 |
| Результаты и перспективы использования ГИС-технологий в заповеднике «Столбы» <i>М.Г. Ерунова, А.А. Гостева</i> | 5 |
| Ландшафтно-лесотипологическая структура заповедника <i>Д.И. Назимова, В.А. Первунин, Е.Ф. Тропина, М.Г. Ерунова</i> | 16 |
| Векторизация плана лесоустройства госзаповедника «Столбы» 1948 года <i>А.А. Гостева, М.Г. Ерунова, А.П. Ильина</i> | 39 |
| Осадки и экология заповедника «Столбы» <i>Р.А. Коловский, М.Г. Ерунова</i> | 48 |
| Состояние пихты сибирской в пригородной части заповедника «Столбы» <i>Е.В. Бажина</i> | 59 |
| Динамика выживания подроста пихты в среднегорном поясе Восточного Саяна <i>В.В. Кузьмичев, А.Т. Дутбаева</i> | 71 |
| Моделирование фенологической динамики. II. Анализ корреляций сроков сезонных явлений у древесных растений с климатическими факторами <i>Т.М. Овчинникова, В.А. Фомина, Н.П. Должковая, Е.Б. Андреева, В.Г. Суховольский</i> | 76 |
| Совершенствование охраны от лесных пожаров в заповеднике «Столбы» <i>А. В. Волокитина, А. Ю. Редькин, М. А. Корец, И. А. Михайлова</i> | 90 |
| Итоги мониторинга природных пожаров в заповеднике «Столбы» <i>О.А. Тимошкина, В.Б. Тимошкин</i> | 100 |
| Дополнения к флоре государственного природного заповедника «Столбы» <i>Н.В. Степанов</i> | 105 |
| Состояние изученности видового состава грибов и миксомицетов на территории заповедника «Столбы» <i>А.П. Кошелева, Н.П. Кутафьева, Ю.К. Новожилов</i> | 106 |
| Марал <i>Cervus elaphus sibiricus</i> Sev., 1873) и волк (<i>Canis lupus</i> L.) в заповеднике «Столбы» <i>А.А. Каспарсон, В.В. Кожечкин</i> | 111 |
| Сезонные кочевки косули в нижнем течении р. Маны <i>В.Б. Тимошкин, В.В. Кожечкин</i> | 124 |
| Контрольный учет численности кабарги в заповеднике «Столбы» <i>Б.К. Кельбешев, В.Б. Тимошкин</i> | 129 |
| Экологические и методологические предпосылки исследования и учета соболя <i>А.Н. Зырянов</i> | 1137 |
| Размещение обыкновенной белки в заповеднике «Столбы» во время зимних маршрутных учетов <i>Б.К. Кельбешев, Е.Ю. Любченко</i> | 148 |

| | |
|---|-----|
| Состав, структура и динамика сообществ мелких млекопитающих заповедника «Столбы» В.В. Виноградов, Б.К. Кельбешев | 155 |
| Значение государственного заповедника «Столбы» для сохранения орнитофауны Среднесибирской части Алтае-Саянского экорегиона В.Б. Тимошкин, О.А. Тимошкина | 170 |