

# **ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА ПОПУЛЯЦИИ АМУРСКОГО ТИГРА**

**ОТЧЕТ ЗА 12 ЛЕТ: 1998-2009**



**В рамках Федеральной целевой программы  
по сохранению амурского тигра**

**Совместная программа, выполняемая представителями организаций:**

**Общество сохранения диких животных  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
охотничьего хозяйства и звероводства  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН  
Биолого-почвенный институт ДВО РАН  
Сихотэ-Алинский государственный биосферный заповедник  
Лазовский государственный заповедник  
Уссурийский государственный природный заповедник  
Ботчинский государственный заповедник  
Больше-Хехцирский государственный заповедник  
Институт устойчивого природопользования  
Всемирный Фонд дикой природы**

**Финансирование предоставлено:**



**Фондом спасения тигра  
Национальным Фондом рыбы и диких животных/Корпорацией «Еххон»**

**ГРАНТ НА ПРОВЕДЕНИЕ 12-ГО ГОДА ПРОГРАММЫ  
ПРЕДОСТАВЛЕН**

**ОБЩЕСТВУ СОХРАНЕНИЯ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ**

**ФОНДОМ СПАСЕНИЯ ТИГРА**  
**НАЦИОНАЛЬНЫМ ФОНДОМ РЫБЫ И ДИКИХ ЖИВОТНЫХ**  
**КОРПОРАЦИЕЙ «ЕХХОН»**

**ВСЕМИРНЫМ ФОНДОМ ДИКОЙ ПРИРОДЫ**

**ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫМ ОТДЕЛЕНИЕМ**  
**РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**Спонсоры предыдущих лет:**

**Фонд спасения тигра**  
**Фонд сохранения тигра и носорога Службы рыбы и диких животных США**  
**Всемирный Фонд дикой природы, США**  
**PIN MATRA**

## **КООРДИНАТОРЫ ПРОГРАММЫ:**

### **Главный координатор:**

Микелл Д.Дж, Общество сохранения диких животных, Представительство в РФ

### **Координаторы по Хабаровскому краю:**

Дунишенко Ю. М., Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства

Звягинцев Д.А., Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства

Даренский А.А., Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства

Голубь А.М., Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства

Долинин В.В., Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства

Швец В.Г., Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства

Костомаров С.В., Ботчинский государственный заповедник

### **Координаторы по Приморскому краю:**

Арамилев В. В., Тихоокеанский институт географии, Дальневосточное отделение Российской Академии наук

Заумыслова О. Ю., Сихотэ-Алинский государственный биосферный заповедник

Кожичев Р.П., Управление по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира Приморского края

Литвинов М. Н., Уссурийский государственный природный заповедник

Николаев И. Г., Биолого-почвенный институт, Дальневосточное отделение Российской Академии наук

Пикунов Д. Г., Тихоокеанский институт географии, Дальневосточное отделение Российской Академии наук

Салькина Г. П., Лазовский государственный природный заповедник

Фоменко П. В., Всемирный Фонд дикой природы, Амурский филиал

### **Ввод данных, перевод, редактирование отчета и управление проектом**

Николаева Е. И., Общество сохранения диких животных, Представительство в РФ

## СОДЕРЖАНИЕ

Краткое содержание отчета.....	1
<b>I. ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>II. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ.....</b>	<b>4</b>
<b>III. МЕТОДИКА.....</b>	<b>5</b>
<b>IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА ПОПУЛЯЦИИ АМУРСКОГО ТИГРА В 2008-2009 г. ....</b>	<b>24</b>
Сводные данные по учетным участкам и маршрутам.....	24
Оценка численности тигров.....	24
Плотность следов тигра на маршрутах.....	24
Экспертная оценка численности тигров на участках мониторинга.....	28
Состояние популяций копытных на участках мониторинга.....	32
Изюбрь.....	33
Кабан.....	37
Косуля.....	39
Пятнистый олень.....	42
Состояние популяции амурского тигра на Дальнем Востоке России.....	44
<b>V. РЕКОМЕНДАЦИИ.....</b>	<b>48</b>
<b>VI. ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>52</b>

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Анализ данных за 12 лет работы по программе мониторинга показал, что численность амурского тигра и копытных на Дальнем Востоке России сокращается. На многих участках мониторинга заметно снижается численность изюбря и косули. Численность обоих видов незначительно увеличивалась в первые годы мониторинга, а с 2001-2003 г. начала снижаться. Сокращение популяции кабана не столь заметно, но на многих участках показатели численности упали. Даже популяция пятнистого оленя, чей ареал, по-видимому, расширяется, сокращается на половине участков мониторинга.

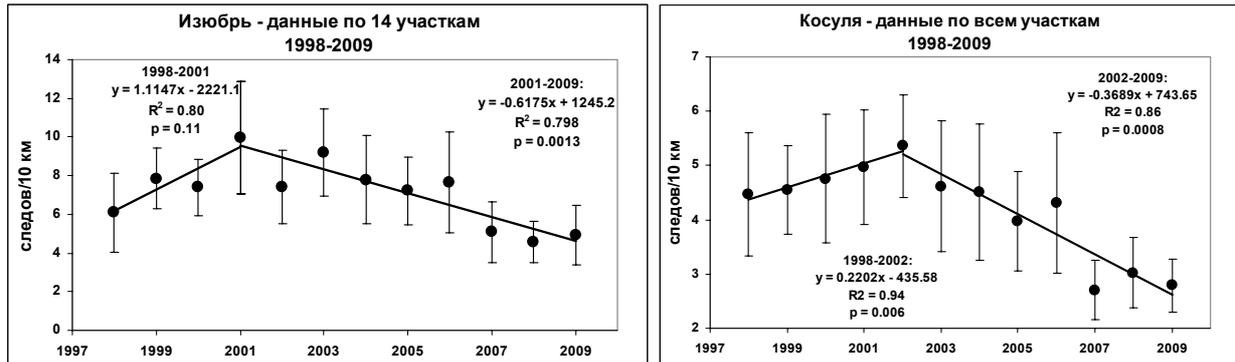


Рис. i. Относительная численность изюбря и косули по данным учета следов. Даны средние показатели по всем участкам мониторинга, где встречаются данные виды, с 1998 по 2009 гг. Численность обоих видов была относительно стабильна или незначительно увеличивалась на всех участках мониторинга с 1998 по 2001-2002 гг., а затем начала снижаться. Показатели 2007-2009 г. являются самыми низкими за все 12 лет программы мониторинга.

Оба показателя численности тигра – плотность следов и экспертная оценка количества особей – говорят о сокращении его популяции на Дальнем Востоке России. Плотность следов тигра в 2008 и 2009 г. была самой низкой за весь период мониторинга.

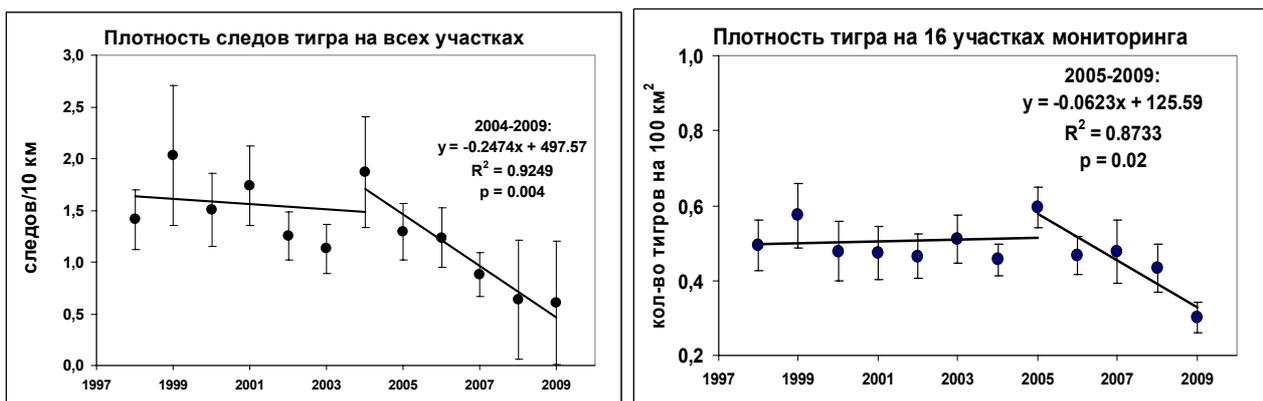


Рис. ii. Плотность следов тигра и плотность особей по данным экспертной оценки на 16 участках мониторинга, с 1998 по 2009 г.

В 2009 г. общая численность тигров на всех участках мониторинга составила 56 особей, что на 41% меньше среднего показателя за 12 лет наблюдений (95,2 особи). В некоторых районах ареала глубокий снег мог помешать передвижению тигров по территории, в результате чего некоторые особи могли не попасть в учет. Однако сокращение численности тигра было отмечено на большинстве участков, где глубокого снега не было.

Несмотря на то, что дать точную оценку ситуации трудно, в целом результаты мониторинга указывают на значительное сокращение численности тигра и копытных:

- На 11 из 15 (73%) участков отмечено снижение численности изюбря.
- На 12 из 16 (75%) участков отмечено снижение численности косули.
- На 8 из 16 (50%) участков отмечено снижение численности кабана.
- На 4 из 8 (50%) участков, где обитает пятнистый олень, отмечено снижение его численности.
- На 13 из 16 (81%) участков отмечено снижение плотности следов тигра.
- На 13 из 16 (81%) участков отмечено снижение плотности тигра по данным экспертной оценки.

Точность любого из этих показателей может быть предметом для обсуждения, но все вместе они однозначно указывают на то, что состояние популяций тигра и копытных на Дальнем Востоке России ухудшается. В данном отчете мы представили список рекомендаций по восстановлению популяции тигра и копытных в Российской Федерации. Эти рекомендации были рассмотрены и одобрены российскими учеными и представителями общественных организаций. Мы надеемся, что они смогут стать основой для плана мероприятий по восстановлению численности тигра на Дальнем Востоке России.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Амурский тигр (*Panthera tigris altaica*) признан на международном уровне видом, находящимся под угрозой исчезновения. Поскольку в Китае сохранилось лишь несколько особей, и мы не знаем, есть ли еще тигры в КНДР, основная ответственность за сохранение этого животного лежит на правительстве и гражданах России. В связи с этим Россия уже приняла ряд мер для сохранения тигра, начиная с запрета на тигриную охоту в 1947 году. После этого российское правительство внесло тигра в список видов, находящихся под угрозой исчезновения (Красная Книга России) и недавно разработало Национальную стратегию сохранения амурского тигра в России, а также Федеральную целевую программу по выполнению национальной стратегии.

Восстановление популяции тигра после того, как она оказалась на грани вымирания в первой половине прошлого столетия (после введения запрета на охоту на тигра в 1947 г.), было объективно подтверждено рядом исследований (Капланов, 1947; Абрамов, 1962; Кудзин, 1966; Юдаков, Николаев, 1970; Кучеренко, 1977; Пикунов и др., 1983; Казаринов, 1979; Пикунов, 1990). По результатам учета тигра на всем ареале, проведенного в 1996 г., на Дальнем Востоке России численность амурского тигра составила 415-476 особей (Матюшкин и др., 1996). По данным аналогичного учета, проведенного в 2005 г., размер популяции на территории Приморского и Хабаровского краев составил 428-502 особи (Микелл и др., 2005). Небольшая разница в показателях – это результат более тщательных исследований, проведенных в 2005 г., т.е. можно сказать, что в течение указанного десятилетия численность амурского тигра оставалась стабильной.

С помощью учетов на всем ареале можно получить надежные данные о численности амурского тигра. Однако, финансовые затраты и организационные проблемы, связанные с подобными широкомасштабными исследованиями, не позволяют проводить такие учеты так часто, чтобы своевременно проследить изменения в численности тигра. В связи с этим, существует необходимость ежегодного мониторинга состояния популяции тигра.

Такая программа мониторинга должна быть многофункциональна:

1. Программа мониторинга должна работать как система раннего предупреждения, которая способна служить индикатором существенных изменений в численности тигра. Учеты на всем ареале, которые обычно проводятся через длительные промежутки времени, не позволяют своевременно и оперативно отреагировать на снижение численности. Ежегодные исследования должны обеспечить информацию, которая позволит при необходимости принять срочные меры по сохранению подвида.
2. Численность тигра, или, по крайней мере, тенденции в популяции тигра, должны служить основой для оценки эффективности программ по сохранению и управлению популяцией. В России прилагаются громадные усилия на региональном, краевом, федеральном и международном уровне по сохранению тигра, начиная от программ по борьбе с браконьерством и заканчивая экологическим образованием. Все эти усилия направлены на сохранение существующей популяции амурского тигра в России, но пока нет четкой программы мониторинга, которая могла бы отслеживать тенденции численности тигра со статистической достоверностью, невозможно оценить эффективность этих программ по сохранению вида.
3. Помимо других показателей программа мониторинга должна обеспечивать информацию о репродуктивном уровне популяции, который может служить наиболее эффективным инструментом для предсказания или раннего предупреждения об угрожающих изменениях еще до того, как начнут происходить фактические изменения в численности популяции тигров.
4. Изменения в популяциях копытных, которые являются основными видами-жертвами тигра, также могут дать важную информацию о потенциальном влиянии на численность тигра.
5. Необходимо фиксировать и другие показатели, отражающие состояние популяции: количество браконьерских отстрелов и случаев естественной смерти тигров, а также изменение среды обитания вследствие антропогенного и иного воздействия.

Чтобы решить все эти задачи, координаторы учета тигра 1996 г. вместе с представителями государственных структур работали над созданием надежной и эффективной программы мониторинга популяции амурского тигра. Это огромная задача, учитывая территорию исследований и материально-техническое обеспечение работ в северных условиях. Полученная методика была опробована в течение 6 лет (с зимнего сезона 1997-1998 по зимний сезон 2002-2003 гг.) и результаты, описанные в ежегодных отчетах, подтверждают важность данной программы.

## II. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Конечной целью данной программы является ежегодное выполнение на всем современном ареале тигра на Дальнем Востоке России стандартизированной процедуры сбора данных, которые могут быть использованы для наблюдений за численностью тигра и факторами, потенциально влияющими на его численность. Задача программы – обеспечить механизм, который позволит оценить изменения плотности тигра, а также изменения других потенциальных показателей состояния популяции на всем современном ареале в течение длительного времени. Данная методика должна обеспечить способы оценки эффективности выполняемых программ по управлению, механизмы оценки новых программ и служить «системой раннего предупреждения» в случае резкого сокращения численности тигра.

### Задачи

Задачи данной программы мониторинга:

1. Получить стандартизированные, статистически достоверные показатели плотности следов тигра на учетных участках, которые позволят оценить тенденции численности хищника и различий в численности тигра на разных участках мониторинга на Дальнем Востоке России.
2. Получить экспертную оценку фактической численности тигра на участках мониторинга в качестве второго показателя тенденций в популяции.
3. Регистрировать наличие самок с тигрятами на участках по всему ареалу тигра, чтобы отслеживать уровень воспроизводства и выявлять территории с высокой и низкой продуктивностью, а также изменения в воспроизводстве на протяжении длительного времени.
4. Отслеживать тенденции в состоянии популяций крупных копытных (которые являются жертвами тигра) на участках мониторинга.
5. Выявлять и регистрировать случаи гибели тигров на участках мониторинга и в непосредственной близости от них.
6. Наблюдать за изменением качества местообитаний.

### III. МЕТОДИКА

Мы подчеркиваем, что схема любой программы мониторинга имеет свои ограничения, поэтому авторы программы должны четко определить свои цели и задачи, а также методику, используемую для их достижения. Представленная здесь методика отвечает поставленным выше целям и задачам.

#### 1. ПОКАЗАТЕЛИ ЧИСЛЕННОСТИ ТИГРА

Во всех учетах тигра, проведенных в России с 1940-х годов, использовались либо данные опросов охотников и лесников (Кудзин, 1966; Кучеренко, 1977; Казаринов, 1979), либо информация о следах, собранная в зимний сезон (в частности количество следов, их распределение, размер и давность) для получения «экспертной оценки» численности тигров (Капланов, 1947; Абрамов, 1962; Юдаков, Николаев, 1970; Пикунов и др., 1983; Пикунов, 1990). Совершенно очевидно, что из этих двух методов учета экспертная оценка дает более точный показатель численности тигров, но даже такой подход имеет свои недостатки: разные специалисты по разному интерпретируют данные и в результате один и тот же набор данных может быть интерпретирован разными способами (например, сравните данные Пикунова, 1985; Брагина, Гапонова, 1989, Кучеренко, 2001).

Поскольку использование только одной методики может привести к ошибкам или неправильной интерпретации данных, мы разработали методику, в которой используются три показателя численности тигра: 1) плотность следов тигра на маршрутах; 2) экспертная оценка количества тигров на каждом участке мониторинга; 3) стандартизированная оценка количества тигров на участках мониторинга, рассчитанная компьютерной программой по алгоритму с использованием тех же принципов, что и для получения экспертной оценки. Эти три показателя рассчитываются, исходя из одного и того же набора данных, но разными способами, и поэтому дают четкое представление о тенденциях численности тигра.

##### 1.1. Плотность следов тигра

Показатель численности тигра, основанный на подсчете следов на участках мониторинга, расположенных равномерно по всему ареалу хищника, должен обеспечить показатель относительной численности тигров, который может быть использован для отслеживания тенденций.

Плотности следов тигра выражаются функцией количества следов, отмеченных на каждом маршруте с учетом нормированной длины учетного маршрута и времени, прошедшего после последнего снегопада (чем больше проходит времени после последнего снегопада, тем больше времени для накопления следов). Сначала количество следов делится на длину каждого маршрута по каждому учету (за зиму проводится два учета) и получается показатель количества следов на километр отдельно для каждого учета. Количество следов на километр маршрута затем делится на количество дней, прошедших после последнего снегопада, таким образом, получается показатель «количество следов на километр за день», который произвольно умножается на 100, чтобы получить показатель «количество следов на 100 км за день». Среднее значение, полученное из этого показателя за оба учета для каждой зимы, используется как оценка плотности следов для каждого отдельного маршрута.

Существует две проблемы при использовании количества дней после снегопада для нормированного показателя плотности следов. Во-первых, в некоторых случаях дата последнего снегопада не известна или не записана. Во-вторых, при больших промежутках времени между снегопадами может происходить разрушение или исчезновение следов, что в результате приводит к недооценке плотности следов. Основываясь на предварительных результатах, полученных в Сихотэ-Алинском заповеднике, можно сказать, что практически все следы по прошествии 7-8 дней измерить уже невозможно. Однако многие из них все еще можно идентифицировать как тигриные. После примерно 14 дней почти все следы тигра уже практически стерты.

На основании рассмотренных данных мы использовали следующие величины в качестве стандартных для нормировки количества дней, прошедших после снегопада:

1. Максимальный временной интервал между снегопадами – 14 дней, учитывая, что следы тигра к этому времени разрушатся до неузнаваемости;
2. Временной интервал после последнего снегопада – 14 дней, если даты последнего снегопада или прохождения маршрута не были известны.

## 1.2. Экспертная оценка численности тигра

На каждом участке координатор определяет количество тигров, присутствующих в течение зимнего сезона (декабрь-февраль). Для своей экспертной оценки он использует три источника данных: 1) данные о следах на маршрутах, как описано выше; 2) дополнительные сведения о следах на участке, которые не были отмечены на маршрутах во время двух учетов (см. ниже); 3) опросные данные, полученные от местных жителей. На основании этих данных, путем сравнения размера следов, расстояния между ними, их давности и знаний координатора о социальной структуре и поведении тигров в совокупности с местными условиями обитания, каждый координатор определяет вероятное количество тигров, присутствующих на участке мониторинга, а также их возраст (взрослый, молодой, тигренок, не известно) и пол (самец, самка, не известно). Если следы определенного тигра отмечены только во время одного из учетов (например, возможно это был проходящий тигр, или тигр погиб, или просто не попал в один из учетов), эта особь, тем не менее, учитывается при итоговом определении показателя «общее количество тигров, присутствовавших в определенное время на учетном участке в период проведения мониторинга». Подробно критерии, используемые для определения количества особей, даны в Приложении III издания «Теоретические основы учета амурского тигра и его кормовых ресурсов на Дальнем Востоке России» (Микелл и др., 2006). Несмотря на то, что разные специалисты, несомненно, по разному интерпретируют данные, эти экспертные оценки, определяемые одними и теми же координаторами на одних и тех же участках в течение длительного времени, обеспечивают важный показатель изменения численности тигра на этих участках.

Для проведения анализа мы взяли все возрастные группы, за исключением тигрят (взрослые, молодые и не известные), сложили их и получили количество «самостоятельных тигров» (то есть, независимых от матери), обитающих на участке мониторинга на период исследований. Количество «самостоятельных» тигров было использовано для оценки плотности тигров (количество «самостоятельных» тигров/площадь участка мониторинга  $\times 100 \text{ км}^2$ ), которая служит основой для сравнения между участками. Как и в случае с показателями плотности следов, мы провели анализ тенденций по всем участкам в совокупности и по каждому участку отдельно, чтобы проследить изменения.

## 1.3. Стандартизированный алгоритм расчета численности тигра

В прошлом при проведении учетов никогда не использовались строгие стандартные критерии для преобразования следовых данных в показатели численности тигра. Поскольку точной стандартизированной методики для интерпретации данных не было, результаты экспертных оценок сравнивать трудно, за исключением тех учетов, которые проводились теми же самыми экспертами. Чтобы решить эту задачу, координаторы учета амурского тигра 1996 г. во главе с Е.Н. Матюшкиным разработали строгие критерии, чтобы стандартизировать процесс экспертной оценки количества тигров (Микелл и др., 2006). Но экспертная оценка, тем не менее, является результатом интерпретации следовых данных. Изменения в составе учетчиков вносят неизвестные и неизмеримые изменения в результаты. Поэтому разработка стандартизированного механизма для интерпретации количества и распределения следов, который будет совместим с методом экспертных оценок, даст возможность структурировать и стандартизировать учетный процесс. Параметры такого алгоритма уже в основном определены. Матюшкин и соавторы (1996) опираются на набор «жестких» и «мягких» критериев, которые были разработаны для того, чтобы облегчить определение принадлежности следов одной или более особям тигров.

**Критерии разработки алгоритма.** Дополнительный подход к оценке численности тигров заключается в том, чтобы стандартизировать интерпретацию следовых данных путем применения набора критериев, подобных тем, что использовал Е.Н. Матюшкин с соавторами (1996), и применить эти критерии ко всем данным, собранным на всем ареале тигра. Преимущества использования такого стандартизированного набора критериев заключаются в следующем:

1. Стандартизированные критерии не являются предметом индивидуального толкования, поэтому данные, собранные на всем ареале, можно обрабатывать единым методом, что позволяет проводить прямые сравнения численности тигров.
2. Варьируя критерии («мягкие» и «жесткие»), можно определить диапазон показателей численности, который представляет собой наиболее обоснованную оценку численности тигров.

3. Варьируя ключевые критерии, можно провести «анализ чувствительности», который может более точно определить влияние погрешностей в оценках или изменений (ошибок) в используемых критериях. Такой анализ чувствительности обеспечивает механизм для определения вероятного диапазона погрешностей при интерпретации следовых данных.

В разработке схемы для определения принадлежности следов той или иной особи ключевыми являются 4 переменные:

1. *Размер следа.* Специалисты, проводившие учет в 1996 г., пришли к мнению, что следы с разницей в размере до 1 см могут принадлежать одной особи. Следы могут отличаться по размеру в зависимости от субстрата, от погрешностей или различий в измерениях, проводимых двумя или более учетчиками, и от разрушения следа со временем. Хотя главным критерием при присвоении следов разным особям должна быть разница в размерах следов в пределах 1 см, новые данные указывают на то, что это может быть довольно консервативной оценкой погрешности (В. Г. Юдин (в печати) - Приложение IV). Использование алгоритма, при котором ширина пятки одной особи тигра варьирует, позволяет нам оценить то, каким образом различия в ошибке могут повлиять на оценку численности животных.
2. *Преграды для перемещений.* Принято считать, что зимой тигры не совершают переходы через горные хребты высотой более 700 м. Глубина снега (как и отсутствие добычи), вероятно, служит эффективной преградой для перехода таких высоких хребтов. Поэтому, следы, зафиксированные по разные стороны таких хребтов, определенно считаются принадлежащими разным особям, даже если это следы одинакового размера. Во-вторых, также считается, что следы, находящиеся на расстоянии более 3 км друг от друга и разделенные открытыми (безлесными) пространствами (независимо от глубины снега), принадлежат разным особям. Маловероятно, что тигры будут пересекать долины рек, расчищенные для выращивания сельскохозяйственной продукции, но неиспользуемые зимой.
3. *Давность следов.* Если учетчиком установлено, что следы были оставлены в один день, то должна быть некая мера расстояния, которую тигр способен преодолеть в течение суток. Поэтому «свежесть» следов является важной переменной, которая помогает идентифицировать особей в пределах конкретной территории. Однако со временем точность, с которой можно определить свежесть следа, может значительно снизиться. В целом считается, что надежно можно идентифицировать следы суточной и менее давности. Следы с давностью 1-3 суток также можно идентифицировать, но в данном случае точность уже ниже. На основании возможных дистанций перемещения (см. пункт 4), следы старше 4 суток менее важны, поскольку большинство тигров за этот период могут полностью пересечь свой индивидуальный участок. В критериях, разработанных для учета тигра 1996 г., было принято, что при вычислении давности следа от 1 до 4 суток допустима погрешность в 1 сутки.
4. *Средняя дистанция суточного хода и возможная максимальная дистанция между следами одной особи.* Для того, чтобы определить, каким должно быть расстояние между следами, чтобы отнести их к разным особям, необходимо знать возможную дистанцию суточного хода и диаметр индивидуальных участков резидентных тигров. По данным Юдакова и Николаева, взрослый самец (если не находится на жертве) за сутки проходит в среднем 9,6 км (максимум 41 км), взрослая самка – в среднем 7 км (максимум 22 км). Это фактическое пройденное расстояние. Линейная дистанция между двумя группами следов, являющаяся переменной, подлежащей оценке в алгоритме, будет меньше, чем фактическое пройденное расстояние. В Сихотэ-Алине были проанализированы последовательные локации радиомеченных тигров в течение нескольких дней для того, чтобы определить средние, медианные и четвертичные показатели дистанции суточного хода радиомеченных тигров в серии последовательных дней. Отдельно даны показатели для самцов, самок и самок с тигрятами. Эти данные показывают, что если тигры находятся на жертве, их перемещения очень ограничены. Если тигры не на жертве, то самки с тигрятами проходят чуть меньшие расстояния, чем одиночные самки, а самцы перемещаются на значительные расстояния.

Подробно данная методика и анализ чувствительности, показывающий как изменения параметров влияют на результат, описаны в издании «Теоретические основы учета амурского тигра и его кормовых ресурсов на Дальнем Востоке России» (Микелл и др., 2006).

**Анализ всех трех показателей численности тигра.** Вариативные изменения во всех трех показателях численности тигра могут быть определены, по меньшей мере, по трем параметрам:

- а) *общие тенденции численности тигров* - определение изменений на всех учетных участках в целом;
- б) *различия между районами* - исходя из того, что численность может по-разному меняться в разных районах, рассматриваются различия между:
  - северными, центральными и южными участками мониторинга;
  - участками, расположенными на побережье и удаленными от него;
  - участками, являющимися охраняемыми территориями и расположенными на неохраняемых территориях;
- в) *различия между участками* определяются несколькими факторами, и оценка влияющих факторов и условий на каждом из участков может объяснить причины этих различий.

## 2. РАСПОЛОЖЕНИЕ, ПЛОЩАДЬ И КОЛИЧЕСТВО УЧАСТКОВ МОНИТОРИНГА

Использование участков ареала тигра в качестве выборки позволяет более эффективно и с меньшими затратами проводить мониторинг популяции тигра, по сравнению с полномасштабным учетом. Однако учетные участки должны быть равномерно распределены по всему ареалу тигра. Изменения учетных показателей с течением времени на каждом участке мониторинга должны отражать изменения по всему ареалу. Более того, разместив несколько участков мониторинга в каждом из основных географических районов, отражающих весь спектр условий обитания тигров на Дальнем Востоке России, мы сможем выявить региональные или локальные тенденции.

Мы выбрали ряд участков, основываясь на критериях, приведенных ниже, и затем в пределах каждого участка разработали схему выборки, которая позволяет оценить численность тигров и копытных.

### 2.1. Расположение учетных участков

Выбранные учетные участки должны распределяться по всему ареалу тигра и отражать весь спектр условий его обитания. Необходимо обследовать как территории качественных местообитаний, так и расположенные на окраинах ареала. Важно также использовать одну и ту же методику при исследовании охраняемых и неохраняемых территорий для оценки и сравнения антропогенного влияния на популяцию тигров. Мы также стремились сделать "параллельные" участки, разместив их в больших заповедниках (Сихотэ-Алинский, Лазовский и Уссурийский заповедники) и на прилегающих к ним территориях, чтобы иметь возможность сравнить пары охраняемых и неохраняемых территорий с практически одинаковыми условиями, за исключением охранного статуса. Такие парные сравнения могут служить чувствительным индикатором антропогенного воздействия.

Выбор расположения участков мониторинга осуществлялся с учетом следующих параметров:

- а) **Охранный статус:** охраняемые территории (такие как заповедники) и неохраняемые территории;
- б) **Широта:** северные участки, центральные и южные;
- в) **Географическое расположение:** удаленные от моря участки и расположенные на побережье.

Охраняемыми мы считали только территории, имеющие статус заповедника. Хотя некоторые участки частично или полностью являются заказниками (Борисовское плато, Матай), они не обеспечивают такой же уровень охраны, как заповедники. Принято считать, что широта является важным фактором, влияющим на плотность тигра, и что плотность снижается на северных границах ареала. Таким образом, на участках в Хабаровском крае теоретически плотность тигра должна быть ниже, чем на южных участках. Все учетные участки мы распределили по трем категориям широты: к *северным* относятся все участки, расположенные в Хабаровском крае, к *центральной* – участки, расположенные в северной половине Приморского края и к *южным* – участки, расположенные в южной половине Приморского края. Кроме этого, существуют важные различия между местообитаниями, расположенными *в прибрежной зоне* (например, бассейны рек, впадающих в Японское море) и *удаленными от побережья* (бассейны рек, впадающих в Уссури или Амур). Поскольку типы леса и погодные условия, свойственные прибрежным и удаленным от моря территориям, отличаются, то и плотность копытных и в конечном итоге, плотность тигра также,

возможно, отличаются. Во всех случаях, за исключением Борисовского плато, эти участки расположены соответственно на западном и восточном склонах Сихотэ-Алинских гор.

## 2.2. Количество учетных участков

Количество и расположение учетных участков должно определяться рядом факторов:

- 1) *Репрезентативность*: в достаточной мере должны быть представлены различные условия обитания, как описано выше;
- 2) *Объем выборки* (количество учетных участков) должен быть достаточным для проведения статистического анализа для выявления общих тенденций в популяции и различий, обусловленных разными условиями обитания (например, охраняемый и не охраняемый статус территории);
- 3) *Наличие людей и инфраструктуры*, которые обеспечат проведение долгосрочных последовательных наблюдений на всех установленных участках;
- 4) *Финансовые возможности* в значительной степени ограничивают количество участков, на которые может выделяться постоянное финансирование.

## 2.3. Площадь участков мониторинга

Наши критерии для определения площади участков мониторинга были следующими:

а) *Возможность отследить изменения численности тигра*. Для того, чтобы заметить изменения в плотности тигра, участок мониторинга должен быть достаточным для обитания некоторого количества особей, которое может время от времени меняться, отражая тем самым условия выживания тигров в представленном регионе. Другими словами, учетный участок должен быть настолько велик, чтобы вероятность полного отсутствия тигров во время исследований сводилась к минимуму (если на учетной территории тигры постоянно отсутствуют, то невозможно определить изменения в плотности популяции) и чтобы на нем могли обитать несколько особей. Поэтому в идеале участок мониторинга должен включать в себя территорию, достаточную для расположения индивидуальных участков 2-3 самок.

б) *Минимальная площадь участка, позволяющая отследить изменения численности при минимальных финансовых затратах на проведение работ*. Необходимо учитывать, что площадь участка должна быть достаточно большой, чтобы охватывать несколько потенциальных участков обитания самок, и в то же время участок должен быть как можно более компактным, чтобы сократить затраты на мониторинг.

в) *Естественные или установленные границы*. Участки мониторинга должны иметь естественные границы, являющиеся топографическими препятствиями для перемещения тигров (высокие хребты или крупные реки) или установленные границы (границы охраняемых территорий, районов или краев).

Исходя из того, что площадь индивидуального участка самки в пригодных местообитаниях составляет в среднем 400-500 км<sup>2</sup> (Микуэлл и др., 1999), на территории площадью 100-150 тыс. га должно находиться 2-3 взрослые резидентные самки, как минимум один взрослый самец, а также проходящие, расселяющиеся особи и тигрята. Таким образом, мы попытались установить участки мониторинга приблизительно такого размера. Хотя некоторые исключения были неизбежны. Например, размеры существующих охраняемых территорий уже определены (хотя, если площадь охраняемой территории оказывалась слишком большой, мы брали только ее часть). В основном, мы определили площадь участков мониторинга в пределах 1 000 - 1 500 км<sup>2</sup>.

Учитывая данные ограничения и требования, было определено 16 постоянных участков мониторинга, на которых представлен весь спектр условий обитания тигра в его современном ареале (рис. 1, табл. 1).

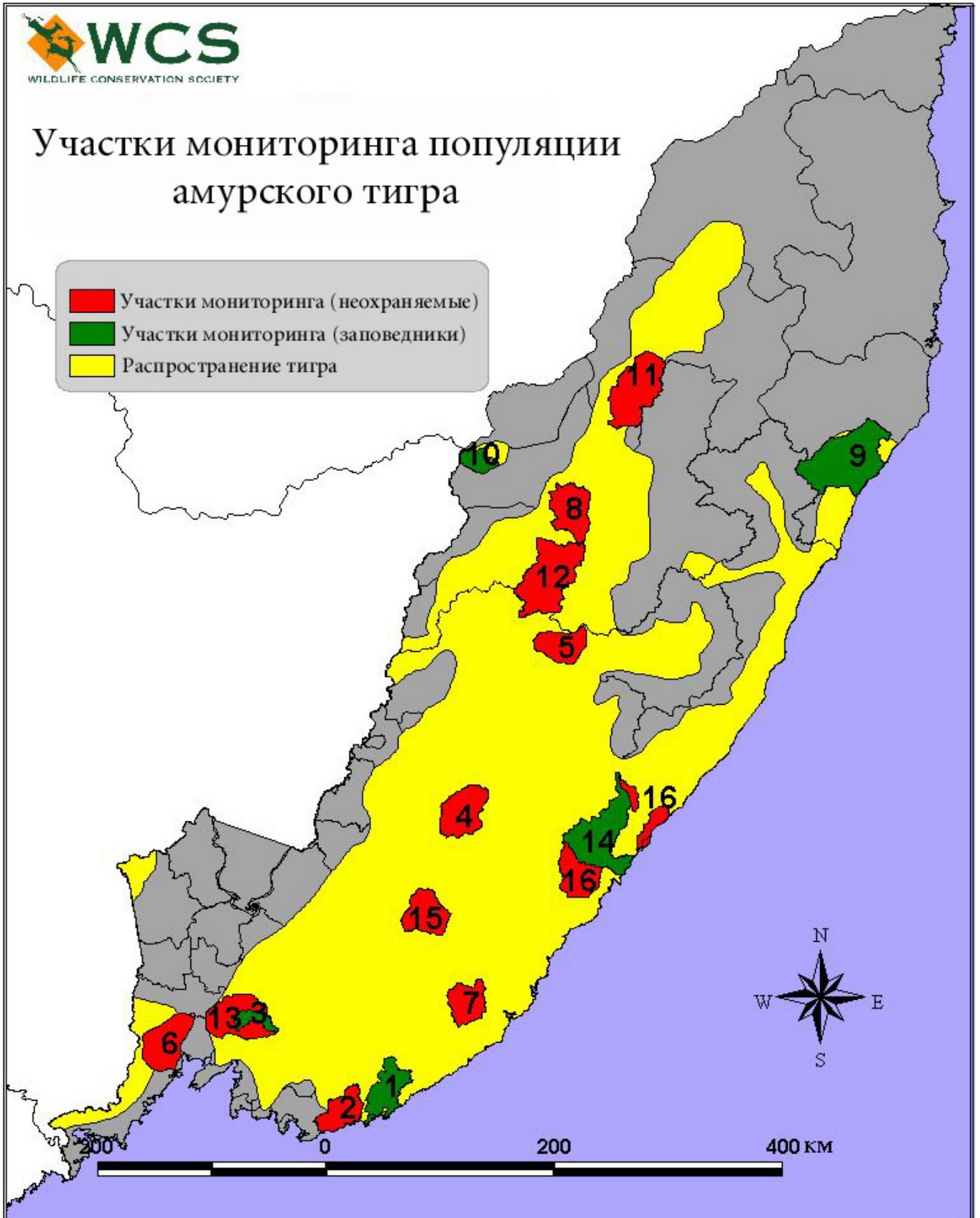


Рис. 1. Расположение 16 участков мониторинга популяции амурского тигра на Дальнем Востоке России. Номера участков соответствуют таблице 1 и большинству других таблиц в тексте.

Таблица 1. Участки, выбранные для проведения программы мониторинга популяции амурского тигра на Дальнем Востоке России

№	Название участка	Площадь участка (км <sup>2</sup> )	Край	Статус территории	Географическое положение	Побережье/территория, удаленная от моря
1	Лазовский заповедник	1192,1	Приморский	заповедник	южное	побережье
2	Лазовский район	987,5	Приморский	не охраняемая	южное	побережье
3	Уссурийский заповедник	408,7	Приморский	заповедник	южное	территория, удаленная от моря
13	Уссурийский район	1414,3	Приморский	не охраняемая	южное	территория, удаленная от моря
6	Борисовское плато	1472,9	Приморский	заказник (частично)	южное	побережье
7	Сандагоу	975,8	Приморский	не охраняемая	южное	побережье
4	Иман	1394,3	Приморский	не охраняемая	центральное	территория, удаленная от моря
5	Бикин	1027,1	Приморский	не охраняемая	центральное	территория, удаленная от моря
14	Сихотэ-Алинский заповедник	2372,9	Приморский	заповедник	центральное	побережье
15	Синья	1165,4	Приморский	не охраняемая	центральное	территория, удаленная от моря
16	Тернейское охотхозяйство	1716,5	Приморский	не охраняемая	центральное	побережье
8	Хор	1343,8	Хабаровский	не охраняемая	северное	территория, удаленная от моря
9	Ботчинский заповедник	3051	Хабаровский	заповедник	северное	побережье
10	Больше-Хехцирский заповедник	475,6	Хабаровский	заповедник	северное	территория, удаленная от моря
11	Тигринный дом	2069,6	Хабаровский	не охраняемая	северное	территория, удаленная от моря
12	Матайский заказник	2487,6	Хабаровский	заказник	северное	территория, удаленная от моря

Просуммировав участки мониторинга на основании экологических условий, описанных выше, можно увидеть, что они равномерно распределены как по направлению с севера на юг (6 южных, 5 центральных и 5 северных), так и по расположению на побережье и на внутренней части материка (9 удаленных от моря и 7 – на побережье).

Таблица 2. Характеристики участков мониторинга популяции амурского тигра

	Охраняемые (заповедники)		Не охраняемые		Всего
	Удаленные от моря	На побережье	Удаленные от моря	На побережье	
Южные	1	1	1	3	6
Центральные	0	1	3	1	5
Северные	1	1	3	0	5
Всего	2	3	7	4	16

Все 5 заповедников, имеющие потенциальные местообитания тигра, являются участками мониторинга. Совершенно очевидно, что расположение, размер и количество охраняемых территорий не являлись переменными величинами, которые мы могли бы определять или производить случайную выборку, что ограничивало наши возможности по созданию сбалансированной схемы (табл. 2). Несбалансированность схемы состоит в неравномерном распределении неохраняемых территорий по участкам, удаленным от моря и расположенным на побережье (7 против 4), но здесь в выборе участков мы были ограничены наличием сотрудников и инфраструктуры. В Хабаровском крае (северная часть) находится небольшой прибрежный участок местообитаний тигра, куда очень трудно добраться. Поэтому, за исключением Ботчинского заповедника, попыток исследовать северные прибрежные районы не предпринималось.

### 3. СБОР ДАННЫХ НА УЧАСТКАХ МОНИТОРИНГА

#### 3.1. Использование учетных маршрутов

Сорокалетний опыт изучения тигров на Дальнем Востоке России показал, что подсчет следов по снегу на правильно расположенных маршрутах может быть эффективным способом описания распространения и учета численности тигров в регионе. В отличие от других регионов обитания тигра зимой на Дальнем Востоке России снежный покров обеспечивает “чистую страницу”, по которой можно определить присутствие тигров и которая сохраняет следы в течение длительного времени.

### 3.2. Расположение маршрутов

К выбору расположения маршрутов есть два потенциальных подхода: либо расположить их наугад по всему участку, чтобы непредвзято определить присутствие тигров на данной территории, либо проложить их там, где высока вероятность встречи следов тигра. Поскольку основной интерес для нас представляет наблюдения за изменениями в течение определенного времени, то нам важно, чтобы на маршрутах была высока вероятность встречи следов. Если на большинстве маршрутов следы отсутствуют, невозможно определить какие-либо изменения в численности тигров. Таким образом, мы старались расположить маршруты так, чтобы вероятность их пересечения тиграми была максимальной, и количество маршрутов без следов было как можно меньше. Максимальной эффективности в подсчете следов можно добиться, если расположить маршруты вдоль дорог, троп, хребтов или естественных коридоров, по которым вероятнее всего перемещаются тигры (Матюшкин, 1990).

### 3.3. Длина маршрута

Длина маршрутов должна быть достаточной для того, чтобы обеспечить высокую вероятность встречи следов и обеспечить сопоставимость данных о следах, полученных на разных маршрутах. Однако определение приемлемой длины маршрута всегда является компромиссом между длиной, достаточной для статистической точности, финансовыми затратами на проведение учетов на маршрутах разной длины и количеством времени, необходимого для прохождения маршрутов. В идеале мы должны выбирать наименьшую протяженность маршрута, но так, чтобы процент маршрутов без следов тигра был минимален. В то же время он должен быть достаточно длинным, чтобы сократить разброс полученных данных (количество следов тигров на маршрут). Когда разброс в плотности следов между маршрутами высок, мы не можем статистически достоверно определить изменения численности тигров.

Чтобы определить оптимальную длину маршрута мы использовали данные, полученные на первой экспериментальной стадии данной программы в Сихотэ-Алинском заповеднике (Хейвард и др., 2002) и провели ряд тестов, чтобы определить каким образом длина маршрута влияет, во-первых, на данные по присутствию/отсутствию (т.е. каким образом изменение длины маршрута влияет на количество маршрутов, на которых не были обнаружены следы тигров), и, во-вторых, на данные о плотности следов (т.е. каким образом изменение длины маршрута влияет на вариативность данных о плотности следов).

***Влияние длины маршрута на количество нулевых результатов.*** Тренд-анализ, использующий линейную регрессию, невозможно выполнить хорошо, когда велика доля нулевых результатов. Поэтому мы использовали и полевые, и имитационные данные, чтобы исследовать взаимосвязь между нулевыми результатами и длиной маршрута.

***Нулевая модель.*** Для определения функциональной зависимости (например, линейной или экспоненциальной) нулевых маршрутов от длины маршрута мы имитировали схему маршрутов на модельном “ландшафте” площадью 60 x 60 км. Для каждой компьютерной имитации два «маршрута тигра» были расположены случайно на каждой сетке 10 x 10 км и четыре учетных маршрута заданной длины (от 1 до 35 км) были расположены на ландшафте с расположенными случайным образом начальными точками со случайным направлением. Для того чтобы исключить исследования за пределами ландшафта, начальные точки маршрутов начинались в пределах внутренних квадратов сетки 20x20 км. Для определения количества обнаруженных следов тигра были подсчитаны пересечения смоделированных тигриных маршрутов и учетных маршрутов для 2000 компьютерных имитаций по каждой из 25 разных длин маршрутов.

Имитационные подсчеты следов показали, что доля нулевых результатов должна сокращаться как отрицательная экспонента с увеличением длины маршрута. Конечно, параметры функции зависят от ситуации, но ясно, что вероятность получения нулевых результатов имеет тенденцию к уменьшению с увеличением длины маршрута и вид функции сходен с отрицательной экспонентой.

***Анализ полевых данных.*** Мы также рассматривали полевые данные, полученные с пеших маршрутов, для того, чтобы определить соотношение между нулевыми результатами, длиной маршрута и количеством дней после снегопада. Мы также сравнивали эмпирические данные с соотношением, полученным на имитационной компьютерной модели. Мы провели качественное сравнение графиков (визуальное сравнение графиков зависимости нулевых результатов относительно длины маршрута), а не обычное тестирование на сходство их распределений, так как мы больше были заинтересованы в сходстве графиков по форме, чем в сходстве их распределений.

На основании данных исследования можно сказать, что соотношение между нулевыми результатами и длиной маршрута не было похоже на модель, полученную на основе имитационных данных. Как ожидалось, увеличение длины маршрута привело к уменьшению количества маршрутов без следов тигра (табл. 3). Однако, доля нулевых результатов, полученная из полевых данных, для длины маршрута описывается более точно «выпуклой» функцией (т.е. положительная степень в экспоненте), чем «вогнутой» (т.е. с отрицательной степенью). В обоих случаях линейная модель подходит для данных больше, чем модель, когда независимая переменная была логарифмирована (отрицательная экспоненциальная модель) (связь нулевых результатов с длиной маршрута:  $R^2 = 0,945$ ,  $F = 34,312$ ,  $P = 0,028$  для линейной модели и  $R^2 = 0,753$ ,  $F = 6,095$ ,  $P = 0,132$  для экспоненциальной модели).

Таблица 3. Связь между количеством нулевых результатов и длиной маршрута по результатам обследования пеших маршрутов в Сихотэ-Алинском заповеднике с 1995 по 1999 гг.

Длина маршрута (км)	n	Кол-во нулевых результатов
0-5	207	0,652
5-10	220	0,573
10-15	87	0,494
> 15	19	0,211

**Связь между длиной маршрута и изменениями в плотности следов.** Мы исследовали связь между изменением показателя плотности следов и длиной маршрута двумя способами. Основываясь на непосредственном анализе 427 маршрутов, пройденных в Сихотэ-Алинском заповеднике, мы оценили, как связаны колебания следового показателя с длиной маршрута. При использовании такого подхода количество выборки сильно менялось для разных категорий расстояния (например, было 172 пеших маршрута длиной 0-5 км и 66 пеших маршрутов длиной 10-15 км), длинных маршрутов было мало, что затрудняет оценку колебаний для более длинных маршрутов.

Чтобы исследовать вариабельность в следовом показателе без ограничений на размер выборки, полученной при помощи полевых данных, мы создали имитационный набор данных с равными размерами пробной единицы ( $n = 5000$ ) случайным образом объединяя до 5 маршрутов из полевых данных, чтобы создать новые маршруты, которые попадают в одну из 6 категорий длин маршрутов (0-2,9; 3-5,9; 6-11,9; 12-23,9; 24-47,9; 48-96 км). Затем была исследована вариабельность в подсчетах пересечений тигров, как для реального, так и для имитационного набора данных, путем вычисления стандартного отклонения и коэффициента вариации в следовом показателе для каждой категории длины.

Как ожидалось, колебание следового показателя, измеряемое его коэффициентом вариации, уменьшалось при более длинных маршрутах (табл. 4). Однако, стандартное отклонение не уменьшалось с увеличением длины маршрута. Имитационные данные, объединяющие отдельные учетные маршруты, показали в дальнейшем тенденцию к сокращению колебаний с увеличением длины маршрута (табл. 5). Имитационные данные предполагают значительное снижение вариаций между первой и второй категориями длины маршрута с отрицательным экспоненциальным спадом в вариабельности для остальных категорий. Модель предполагает, что предельные сокращения вариаций могут быть реализованы только при крайних усилиях, необходимых для создания длинных учетных маршрутов.

Таблица 4. Соотношение между колебаниями следового показателя и длиной маршрута, на основании результатов полевых исследований популяции амурского тигра в Сихотэ-Алинском заповеднике. Колебания следового показателя представлены стандартным отклонением и коэффициентом вариации по выборке, включающей 427 пеших маршрута, пройденных с 1995 по 1999 гг.

Длина маршрута (км)	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
0-5	0,0435	2,376
5-10	0,0589	2,293
10-15	0,0450	1,983
> 15	0,0511	1,357

Таблица 5. Связь между длиной маршрута и колебаниями следового показателя на основании исследования 30 000 компьютерных имитационных подсчетов следов, основанных на реальных полевых данных

Длина маршрута	Следовой показатель		
	Среднее значение	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
0-3	0,198	0,7141	3,59
3-6	0,162	0,3181	1,95
6-12	0,150	0,2828	1,88
12-24	0,151	0,2121	1,40
24-48	0,153	0,1484	0,97
48-96	0,154	0,1061	0,69

**Итоги анализа длины маршрута.** Более протяженные маршруты приводят к снижению вариации и дают малый процент маршрутов с нулевыми результатами. Однако эти преимущества должны быть соизмеримы со временем прохождения маршрута и выносливостью человека. Из приведенного выше анализа очевидно, что коротких маршрутов следует избегать. Если каждый маршрут представляет собой пробную единицу, то самым важным и обязательным будет проведение учета на каждом маршруте ежегодно, независимо от погодных условий. В многоснежные зимы полевой учетчик вряд ли сможет пройти пешком более 15 км, поэтому мы рекомендуем устанавливать длину маршрута в среднем 10-15 км.

### 3.4. Количество маршрутов на участке

Количество маршрутов на участке должно быть установлено, исходя из следующих соображений: 1) количество маршрутов должно быть достаточным, чтобы обеспечить высокую вероятность обнаружения следов всех тигров, обитающих на участке (чтобы получить экспертную оценку количества тигров); и 2) количество маршрутов должно быть достаточным для обеспечения статистической базы для сравнения участков между собой и для сравнения данных в пределах одного участка по годам.

Мы исследовали статистические возможности программы мониторинга с разным количеством маршрутов (см. раздел ниже) и установили, что при наличии 10 маршрутов на учетном участке существует 90%-ная вероятность статистического выявления 10%-ного сокращения размера популяции (при использовании плотности следов тигра в качестве показателя численности тигра) (см. табл. 9 в разделе 10). Вероятность определения 5%-ных изменений при наличии 10 маршрутов несомненно ниже (45%). При наличии 20 маршрутов 10%-ное сокращение размера популяции будет выявлено с вероятностью в 98%, но это потребует в два раза больше усилий ради относительно скромного результата. Таким образом, мы решили, что необходимо заложить по 10-20 маршрутов на каждый учетный участок.

### 3.5. Способ прохождения маршрутов

Первоначальный анализ данных из Сихотэ-Алинского заповедника (Микуэлл, Смирнов, 1995) показывает, что различия в степени вероятности обнаружения следов тигра могут зависеть от способа прохождения маршрута. Поскольку нас в первую очередь интересуют наблюдения за изменениями плотности следов на каждом маршруте ежегодно, допустимо изменение метода прохождения между различными маршрутами, но на одном и том же маршруте, метод должен быть один и тот же в течение нескольких лет. Таким образом, предпочтительно, чтобы каждый маршрут проходили одним и тем же способом (пеше, на снегоходе или на автомашине) каждый год, во время каждого учета, при любых условиях.

### 3.6. Преемственность исполнителей

Для проведения программы мониторинга исполнители должны быть отобраны с учетом их знания местности, тигров и возможности их дальнейшего участия в программе мониторинга. Постоянство проведения учетов будет зависеть от сохранения тех же исполнителей в течение многих лет. Таким образом, необходимо стараться привлекать одних и тех же координаторов и полевых учетчиков на каждом участке мониторинга.

#### 4. СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА

Время проведения программы мониторинга является исключительно важным. Мы рассмотрим три вопроса, связанных с определением времени для проведения программы мониторинга.

##### 4.1. Частота проведения работ

Поскольку статистически точное определение тенденций в популяциях диких животных является трудной задачей, то чем чаще проводятся исследования, тем выше вероятность обнаружения тенденций. Мониторинг следует проводить каждый год, по одной и той же методике для того, чтобы собрать достаточно информации, позволяющей выявить тенденции в численности тигров, его видов-жертв и репродуктивном уровне популяции.

##### 4.2. Повторное обследование маршрутов

Хорошо известно, что при учетах редких и скрытных животных, которые в небольшом количестве обитают на обширной территории, данные сильно варьируют, так как существует множество факторов, влияющих на вероятность подсчета каждой особи. Исходя из этого, практически невозможно подсчитать количество всех особей в популяции с помощью единовременного учета. Анализ повторных учетов в Сихотэ-Алинском заповеднике, где существует возможность проверить, попал ли меченый радиоошейником тигр в учет, показал, что во время одного единовременного учета можно обнаружить на маршрутах от 20 до 100 % следов меченых животных. Этот разброс данных в единовременном учете осложняет отслеживание изменений численности тигров по годам, так как невозможно определить - отражает ли разница в результатах учета реальные изменения численности тигров или это просто результат вариации ошибки при обнаружении присутствия животных.

Есть два способа уменьшения разброса данных по годам: 1) заложить на участке больше маршрутов для более тщательного обследования территории во время одного единовременного учета. Такой подход может быть полезен, но существует, по меньшей мере, две причины, по которым увеличение количества маршрутов может оказаться неэффективным для уменьшения разброса данных. Первое, поскольку тигры очень подвижны, разброс данных отчасти является следствием того, что некоторый процент тигров просто отсутствует на участке во время одного учета. Второе, поскольку тигры могут оставаться у добычи до недели, отходя от нее менее чем на 100 м, даже при наличии очень большого количества маршрутов некоторые тигры могут не попасть в один единовременный учет.

Второй возможный способ – обследовать учетный участок повторно в тот же год. В данном случае намного увеличиваются финансовые затраты, но при этом также намного увеличивается возможность учета всех тигров, использующих участок в течение зимы и, таким образом, намного снижается межгодовой разброс данных учета, т.е. повышается его точность.

Первоначально учеты проводились на каждом участке в разные месяцы: первый раз в декабре – начале января, второй раз в феврале. Однако если мы стараемся получить точечную оценку популяции, то такой подход нарушает предположение о «закрытости» популяции (т.е. в заданный период отсутствует смертность, а также заходы/уходы особей на участке наблюдения). Поскольку мы не уверены, что такое предположение соблюдается, было решено проводить повторный учет через меньший промежуток времени. Таким образом, начиная с 2007 г. повторный учет на участке проводится через 2 недели после первого, предпочтительно в феврале.

##### 4.3. Сроки проведения учетов относительно снегопада

Мы использовали такой же подход для анализа нулевых результатов по данным присутствия/отсутствия и вариабельности данных по плотности следов, как и в случае оценки влияния длины маршрута. Как ожидалось, увеличение количества дней после снегопада привело к уменьшению количества маршрутов без следов тигра (табл. 6). Линейная модель подходит для данных больше, чем модель, когда независимая переменная была логарифмирована (отрицательная экспоненциальная модель) ( $R^2 = 0,969$ ,  $F = 63,315$ ,  $P = 0,015$  для линейной модели и  $R^2 = 0,815$ ,  $F = 8,787$ ,  $P = 0,0975$  для отрицательной экспоненциальной модели).

Таблица 6. Связь между количеством нулевых результатов и количеством дней после снегопада по данным обследования пеших маршрутов в Сихотэ-Алинском заповеднике с 1995 по 1999 гг.

Количество дней после снегопада	n	Количество нулевых результатов
1-4	147	0,680
5-8	90	0,633
9-12	110	0,527
≥ 13	90	0,411

Изменчивость следового показателя, измеряемая его коэффициентом вариации, снижалась с увеличением количества дней после снегопада (табл. 7). Стандартное отклонение также сокращалось относительно количества дней после снегопада (табл. 7).

Таблица 7. Связь между изменчивостью следового показателя, длиной маршрута и количеством дней после снегопада по результатам полевых исследований тигра в Сихотэ-Алинском заповеднике. Изменчивость следового показателя представлена стандартным отклонением и коэффициентом вариации по результатам обследования 427 пеших маршрутов, с 1995 по 1999 гг.

Количество дней после снегопада	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
1-4	0,0755	2,227
5-8	0,0374	2,143
9-12	0,0285	1,802
≥ 13	0,0275	1,478

Результаты проведенного анализа показали, что если проводить учеты сразу после снегопада, то количество маршрутов без следов тигров увеличивается, также как и колебания в показателях плотности следов, что затрудняет выявление реальных тенденций в популяции тигра. Стандартное отклонение показателей плотности следов значительно снижается, если учеты проводят спустя, как минимум, 5 дней после снегопада. Хотя коэффициент вариации имеет наименьшее значение, если после снегопада прошло 9 дней, в некоторые годы, когда выпадение снега происходит часто, ждать 9 дней после снегопада, для того, чтобы начать работы, представляется затруднительным. Учеты, проводимые на 9-12 день после снегопада, могут быть идеальными с точки зрения вероятности встречи следов, но при этом необходимо учитывать фактор разрушения следов (см. выше). Таким образом, мы рекомендуем по возможности проводить учеты на 5-10 день после снегопада. Такие временные рамки поддерживают баланс между сокращением количества нулевых результатов, разброса данных и утратой информации вследствие разрушения следов.

## 5. ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ТИГРА

При определении количества тигров координаторы указывают данные о количестве тигрят, количестве и размере выводков на каждом участке мониторинга. Мы суммируем эти данные по всем участкам, чтобы оценить продуктивность популяции за год. Существует 4 типа данных, которые можно использовать в качестве показателей продуктивности популяции тигра:

1. **Количество выводков.** Мы можем сравнивать общее количество выводков на всех участках по годам и сравнивать количество выводков по годам на каждом отдельном участке.
2. **Количество тигрят.** Мы можем сравнивать общее количество тигрят на всех участках по годам и сравнивать количество тигрят по годам на каждом отдельном участке.
3. **Плотность тигрят.** Мы предпочитаем использовать плотность тигрят (количество тигрят, учтенное на участке, поделенное на площадь данного участка), вместо количества тигрят в качестве параметра для сравнения по годам и участкам. Эта переменная дает основание для выявления тенденций и позволяет проводить статистическое тестирование.
4. **Размер выводка.** Размер выводка часто является показателем состояния упитанности матери, и важной переменной, влияющей на продуктивность в целом. Изменение размеров выводков по годам является показателем изменения продуктивности. Однако поскольку размер выводка значительно меняется в зависимости от возраста выводка (гибель тигрят в основном происходит в первые три месяца) интерпретация этих данных должна проводиться с осторожностью.

## 6. ЧИСЛЕННОСТЬ КОПЫТНЫХ

Точная оценка фактической численности копытных, являющихся жертвами тигра, требует значительных усилий и может стать самой затратной частью программы мониторинга. Вместо того, чтобы оценить фактическую плотность животных, мы решили использовать плотность следов в качестве показателя относительной численности копытных. При обследовании маршрутов фиксируются следы копытных суточной и менее давности, поскольку установлено, что плотность свежих следов копытных имеет явную линейную связь с показателями их фактической плотности (Челинцев, 2000; Микелл и др., 2006; Stephens et al. 2005). Однако сбор дополнительных данных для преобразования показателей плотности следов в показатели фактической плотности копытных требует много сил, времени и финансовых средств. Между тем, изменения плотности следов по годам могут в достаточной мере отражать изменения в размере популяций копытных. Фактическая плотность следов в значительной мере различается как между сезонами, так и между маршрутами, пройденными в пределах одного учетного участка. Таким образом, мы полагаем, что двойное прохождение маршрутов необходимо для сокращения разброса не только данных о следах тигров, но и данных о следах копытных. В качестве независимого показателя численности каждого вида копытных на каждом участке мы используем средние показатели количества следов, зафиксированных во время первого и второго учетов на каждом маршруте. Средний показатель по всем участкам в совокупности показывает статистическую погрешность на каждом из них и дает возможность для сравнения участков, а также многолетних тенденций в пределах каждого участка.

## 7. СМЕРТНОСТЬ ТИГРОВ

Каждый координатор отвечает за сбор информации о гибели тигров на своем участке и прилегающей к нему территории. Во многих случаях, эти сведения не могут быть подтверждены, поскольку координаторы часто должны гарантировать конфиденциальность источников получения информации. Поскольку координаторы работают на своих участках в течение многих лет, у них есть возможность получить такую информацию, которую никогда не дадут посторонним лицам. Тем не менее, очевидно, что координаторы не могут получить информацию обо всех случаях незаконной добычи тигров. Несомненно, существуют погрешности, связанные с этими данными, но, тем не менее, они служат «барометром» гибели тигров, обычно по вине человека, которая имеет место на участке мониторинга и на сопредельной территории в течение определенного года. Как таковые они представляют собой важную информацию об антропогенном влиянии на популяцию тигра и об уровне смертности тигров в данных районах. Эти данные дают отличающуюся от официальной очень ценную информацию о гибели тигров, и они, вероятно, являются показателем более близким к фактической гибели тигров, чем официальные данные.

## 8. ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Мы определили ряд параметров, которые необходимо фиксировать, чтобы проследить изменения качества среды обитания тигра и его видов-жертв на участках. Ежегодный мониторинг направлен не столько на точное определение конкретных условий на участке, которое потребует слишком много времени и усилий, сколько на определение изменений, происходящих на данной территории. Таким образом, практически все вопросы, на которые отвечает координатор при сборе данных, касаются изменений, а не выявления конкретных существующих условий. Вопросы касаются рубок леса, пожаров, охотничьего промысла, выпаса скота и хозяйственного использования участка в целом. При ответе на большинство вопросов, касающихся оценки хозяйственной деятельности, нужно лишь выбрать одну из категорий (например, для вопроса: «Какова площадь вырубок, произведенных в прошлом году?» есть 5 категорий ответов в пределах от 0 до более 1000 га). Вопросы сформулированы следующим образом:

1. Были ли проложены новые дороги на учетном участке в прошлом году? Если да, то сколько километров?
2. Производилась ли на участке реконструкция дорог (асфальтирование или др.)?
3. Были ли закрыты какие-либо старые дороги? Какими дорогами больше не пользуются?
4. Проводились ли на участке в прошлом году лесозаготовки? Если да, уточните тип вырубок и их площадь.

5. Укажите количество населенных пунктов, расположенных в пределах участка и в радиусе 30 км от него.
6. Укажите общую численность населения в пределах участка и в радиусе 30 км от него.
7. Изменилась ли общая численность населения в пределах участка и в радиусе 30 км от него за прошлый год?
8. Укажите, какая площадь вашего участка была уничтожена пожарами в прошлом году и тип пожара (пал, верховой пожар)?
9. Укажите количество голов домашнего скота, пасущегося на территории учетного участка (укажите количество особей, а не количество дней выпаса).
10. Изменилось ли в прошлом году количество домашнего скота, пасущегося на территории участка?
11. Сколько домашних животных было убито тигром на вашем участке в прошлом году (укажите вид животных)?
12. Оцените фактор беспокойства на вашем учетном участке (количество чел/дней в месяц) на период проведения учетов.
13. Сколько лицензий на охоту на участке было выдано в прошедшем году?
14. На Ваш взгляд, увеличилось или снизилось количество случаев незаконного отстрела копытных на участке в этом году по сравнению с прошлым?
15. Укажите количество раскрытых случаев незаконного отстрела копытных на вашем участке.
16. На Ваш взгляд, увеличилось или снизилось количество случаев незаконного отстрела тигров на участке в этом году по сравнению с прошлым?
17. На Ваш взгляд, общее состояние местообитаний тигра на участке за прошлый год - стало лучше или хуже?
18. Опишите любые другие изменения, произошедшие на учетном участке, которые повлияли на состояние популяции тигра и его местообитания.

Ответы на эти вопросы заносятся в таблицу и дают возможность оценить многолетние тенденции состояния среды обитания тигра на участках мониторинга.

## 9. ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ

Ключевым компонентом в создании надежной долговременной программы мониторинга является разработка способов хранения и анализа данных. Мы вложили много сил и энергии в создание географической информационной базы данных стандартизированного формата, которая обеспечивает основные функции доступа к информации и ее хранения, а также дает возможность для проведения анализа. Мы разработали базу данных в Microsoft ACCESS, связанную с оболочкой ArcView (ESRI Corp.), в которой содержатся все собранные учетчиками данные о каждом следе тигра, о каждой особи, случаях гибели тигров, каждом маршруте (плотности копытных указаны по маршрутам) и учетном участке. Первые два года реализации программы были потрачены на разработку базы данных и создание ГИС-оболочки. По каждому участку сделана серия "слоев", включающая границы участка (и границы охраняемых территорий), речную систему, и для некоторых участков - карту лесных формаций (по материалам лесотаксации), расположение учетных маршрутов с набором параметров, следов тигров (по возможности с кодировкой пола и возраста), расположение самок с тигрятами и места гибели тигров. База данных в MS ACCESS позволяет анализировать табличную информацию, а проект ArcView дает возможность ориентироваться в структуре данных мониторинга и быстро находить нужную информацию. Проект имеет два масштабных уровня: 1) масштаб 1: 500 000 - обзорный уровень, где дается информация (доступная на момент создания БД) по всему ареалу тигра и 2) масштаб 1:100 000 - уровень участка, где находятся непосредственно учетные данные. Также было разработано специальное дополнение (на языке AVENU), которое позволяет вносить данные мониторинга по текущим учетам без специальных навыков работы в ArcInfo и не требует оцифровки данных.

## 10. АНАЛИЗ ДАННЫХ

Хотя подход, основанный на пробных учетных участках, имеет преимущества в виде небольших затрат на исследования, более частого их проведения и известной точности полученных нами данных, существуют и проблемы. Подсчет редких объектов обычно ведет к тому, что представленные результаты имеют большую вариабельность. Вследствие этого показатели не имеют той степени точности, которая необходима для принятия ключевых решений по управлению.

Поэтому особое внимание необходимо уделить тому, как можно и нужно анализировать полученные данные.

Мы стремились выявить тенденции в популяциях тигра и копытных путем оценки пространственных и временных вариаций следующих параметров:

### **10.1. Относительная численность тигра**

Мы использовали три показателя относительной численности тигра: плотность следов, скорректированная с учетом количества дней, прошедших после последнего снегопада, плотность «самостоятельных» тигров по данным экспертной оценки и плотность «самостоятельных» тигров, рассчитанная с помощью компьютерного стандартизированного алгоритма. Среднее значение и стандартное отклонение первого показателя по каждому участку можно получить, если использовать каждый маршрут как единицу выборки на участке. Экспертная оценка количества тигров и количество тигров, рассчитанное с помощью алгоритма, представлены одной величиной (которая выражается как плотность «самостоятельных» тигров без оценки погрешности). Эти три набора данных затем можно использовать для того, чтобы провести следующие сравнения:

***Изменения численности тигра по годам на всем ареале и изменение показателей численности тигра по годам на каждом участке в отдельности.*** Мы провели линейный регрессионный анализ по всем участкам мониторинга в совокупности (чтобы выявить тенденции для всей популяции амурского тигра) и по каждому участку отдельно (чтобы выявить тенденции на каждом участке). Такой же анализ был проведен с использованием данных о присутствии/отсутствии следов на маршрутах, плотности следов тигра, экспертных оценок плотности тигров, и данных по следам копытных (см. ниже). Целью регрессионного анализа было определение временных тенденций в популяции по всему региону и на каждом участке мониторинга в отдельности. Мы характеризовали участки как "территории, требующие особого внимания", если анализ тенденций говорил об отрицательном тренде в течение как минимум 4 лет, и статистическая вероятность этого была более 80% (т.е.  $P < 0,2$ ). Тот же самый критерий мы использовали для определения участков как "территорий с положительными показателями роста", если тренд был положительным.

Это очень консервативный подход, поскольку большинство статистиков используют значение  $P$  равное 0,05. Увеличив значение  $P$  до 0,2 мы значительно повысили вероятность определения участков как "территорий особого внимания" или "территорий с положительными показателями роста", хотя фактически это возможно и не так. Мы использовали более консервативный подход, поскольку мы считаем, что мы должны иметь механизм для определения состояния территорий на ранней стадии, чтобы иметь возможность принять соответствующие меры. Более либеральный подход (с меньшим значением  $P$ ) даст меньше "ложных тревог", но может не позволить вовремя определить территории, где требуется принятие соответствующих мер. Мы уравниваем данный консервативный подход путем использования расширенного набора показателей (три показателя для тигров и один для каждого вида копытных). Мы считаем, что в популяции тигра есть значимые тенденции (в популяции в целом и на каждом участке в отдельности) если два из трех показателей имеют сходную модель (т.е. спад, рост или стабильность в состоянии популяции).

Мы полагаем, что подход, включающий анализ большого ряда переменных, позволяет придерживаться золотой середины - не бить тревогу по пустякам и не заблуждаться относительно благополучия ситуации.

***Различия в численности тигра между участками за любой год (или за все годы).*** Чтобы определить, существуют ли различия в численности тигра (по любому из трех показателей) между участками в конкретном году (или за все годы в целом), мы проводим непараметрический дисперсионный анализ с ранжированием каждого показателя. В большинстве случаев мы используем непараметрический подход, поскольку распределение показателей не является нормальным. По результатам F-критерия дисперсионного анализа (ANOVA) можно определить, существуют ли общие значительные различия между участками, но нельзя определить какие участки отличаются друг от друга. Для этого нужен тест «множественного сравнения». Мы использовали либо защищенный LSD-тест – применяя LSD-тест Фишера только в том случае, если F-критерий является значимым, либо применяли тест Tukey сравнения пар (по определению SAS 1985).

***Влияние параметров окружающей среды и географических параметров на показатели численности тигров.*** Мы оцениваем значение параметров окружающей среды, влияющих на

различия в показателях численности тигра, применяя трехсторонний несбалансированный факторный анализ (ANOVA) и используя охранный статус, широту и расположение по отношению к побережью в качестве независимых переменных. Если распределение значений показателя численности тигра не является нормальным, мы сначала ранжируем значения показателя по каждому участку, а затем проводим такой же факторный анализ по этим ранжированным значениям. Если в целом тест является значимым, мы используем один из тестов множественного сравнения, описанный выше, чтобы проверить, существуют ли различия в пределах любого из трех параметров.

**Парные сравнения заповедников и сопредельных неохранных территорий.** Парные сравнения трех заповедников с сопредельными участками мониторинга (т.е. Уссурийского заповедника с Уссурийским районом, Лазовского заповедника с Лазовским районом и Сихотэ-Алинского заповедника с Тернейским охотхозяйством) дают возможность для сравнения сопредельных участков, имеющих сходные характеристики, но имеющих одно главное различие – охранный статус. Использование этих трех пар дает возможность отчетливо продемонстрировать важность охранный статуса и его влияние на показатели численности тигра и копытных.

**Взаимосвязь трех показателей численности тигра.** Мы сравнили, насколько хорошо эти три показателя численности (плотность следов, плотность тигров по данным экспертной оценки и плотность тигров, рассчитанная по стандартизированному алгоритму) коррелируют друг с другом путем ранжирования каждого участка по его относительной значимости по каждому показателю и оценивая ранговую корреляцию Спирмена (Conover 1980).

## 10.2. Изменения в воспроизводстве популяции тигра

Данные о количестве выводков, количестве тигрят и размере выводков регистрировались координаторами на каждом участке в ходе подсчета количества особей. Мы просуммировали эти данные по всем участкам, чтобы оценить продуктивность за год. Однако, поскольку размеры участков сильно варьируют, мы не могли использовать просто общее количество тигрят или выводков в качестве параметра для сравнения по годам и участкам. Вместо этого мы использовали плотность тигрят (количество тигрят, разделенное на площадь участка мониторинга) как единицу измерения продуктивности для сравнения по участкам и как постоянную величину, которую можно было бы использовать для анализа тенденций по годам.

## 10.3. Изменения в популяциях копытных

Относительная численность 4 основных видов-жертв тигра (изюбрь, кабан, косуля и пятнистый олень) оценивалась на основании количества свежих (менее суточной давности) следов, пересекающих учетные маршруты. Данные, полученные во время двух учетов за зиму (в начале и в конце зимы), берутся в среднем и получается среднее значение (по каждому виду) количества следов, пересекающих каждый маршрут за зиму. При расчете средних показателей для каждого участка мониторинга каждый маршрут является единицей выборки. Мы использовали среднее значение для проведения анализа тенденций, схожего с тем, что был проведен с использованием показателей численности тигра (см. выше) по каждому участку отдельно и по всем участкам в совокупности.

## 10.4. Статистическая вероятность выявления тенденций в состоянии популяции

### Анализ статистических методов

Наш анализ предполагает, что тренд будет проверяться с использованием регрессионных методов путем тестирования на коэффициент значимости уклона на основании t-критерия нулевой гипотезы о том, что  $\beta_1 < 0$  (Gibbs 1995, Gerrodette 1987, Thompson et al. 1998). Хотя можно применить и другие статистические подходы, мы основываем наш анализ на данном методе, поскольку возможность его применения для мониторинга популяций позвоночных животных подверглась тщательной оценке в последних научных работах (см. обзор в работе Томпсона и др., 1998). Другие подходы, такие как разделение временного ряда на 2 или 3 интервала и тестирование на различия с использованием знакового рангового критерия Уилкоксона или использование графических методов, также могут быть полезны. Однако проверка статистической достоверности и других характеристик экспериментальных данных с применением регрессии дает основание для последующего уточнения схемы сбора полевых данных.

Мы использовали метод компьютерных имитаций Монте Карло, чтобы определить каким образом длина маршрута, количество маршрутов и альфа (вероятность ошибки I рода) влияет на статистическую достоверность. Используя программу MONITOR 6.2 (Gibbs 1995) мы создали 10 000 имитаций следовых показателей в течение 5-летней программы мониторинга для того, чтобы оценить способность определять годовое изменение в подсчете следов – увеличение на 10 %, на 5 %, отсутствие изменений, уменьшение на 5 %, уменьшение на 10 %. Данный анализ предполагает, что следы тигра будут подсчитываться на маршрутах в течение 5 лет и тенденции будут оцениваться с помощью линейной регрессионной модели с предварительным логарифмированием следовых показателей. Мы следовали Томпсону и др. (1998:160) и предпочли моделировать экспоненциальный рост (или сокращение) популяции в отличие от линейного, поскольку данная модель наиболее близко соответствует демографическим процессам в популяции тигра.

Введенные для моделей величины были основаны на статистических показателях из исследований, проведенных в Сихотэ-Алинском заповеднике в 1995-1999 гг. Процесс моделирования требует данных среднего следового показателя и стандартного отклонения для каждого моделируемого маршрута. Особый тренд (упомянутое 5%-ное сокращение) имитирован путем экстраполяции годового 5%-го сокращения, начиная с определенного среднего значения и затем генерируя случайные значения для каждого года, в течение 5 лет. Полученные данные были взяты из нормального распределения, среднее значение которых определялись для каждого отдельного года, а стандартное отклонение основывалось на экспертной оценке наших полевых исследований.

Большинство имитаций требовало выборку из большого числа маршрутов для определения тренда. Поскольку ожидается, что тренды будут различаться между участками района, мы предположили, что стандартное отклонение, описывающее вариацию тренда между участками, будет равняться 0,015. Эта величина основана на стандартном отклонении среднего значения следового показателя из 15 районов наших полевых исследований. Поскольку способность определить региональные сокращения (популяции) будет выше при применении одностороннего теста, и поскольку возможность определить сокращения является основной целью, мы исследовали влияние критериев схемы мониторинга на статистическую достоверность одностороннего теста, предполагая, что  $\alpha = 0,20$ . Введенные параметры длины маршрута, количества маршрутов и альфа описаны ниже.

*Длина маршрута.* Среднее значение и стандартное отклонение следового показателя на учетных маршрутах были использованы для каждой из 5 категорий длины маршрута (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 км). Каждая модель проверяла значения показателя за 5 лет на каждом маршруте дважды в год.

*Количество маршрутов.* Мы исследовали способность системы мониторинга определять тенденцию, основанную на 3, 5, 10 и 20 маршрутах. Мы использовали значения следового показателя, соответствующие среднему значению длины маршрута – 8 км на основании полевых данных,  $\alpha = 0,20$  и одностороннего теста.

*Альфа, вероятность ошибки I рода.* Мы определили степень до которой достоверность увеличивается при увеличении альфа (для сравнения альфа=0,05; 0,10; 0,15 и 0,20) (табл. 7). Для этих анализов мы смоделировали схему мониторинга, использующую 10 маршрутов, обследуемых дважды в год в течение 5 лет.

### **Оценка эффективности анализа при определении трендов в следах тигров**

*Длина маршрута.* Достоверность увеличивалась с увеличением длины маршрута (табл. 8). Основываясь на вариации данных из учетных маршрутов, предпочтительнее увеличивать длину маршрута с 17,5 до 22,5 км.

*Количество маршрутов.* Результаты показывают, что трудно выявить значимые изменения в следах тигров, на основании одного маршрута (табл. 8). Результаты также показывают, что будет трудно достичь эффективной способности определять 5% годовое изменение в подсчетах следов тигра даже при наличии 20 маршрутов, обследуемых в любом районе (табл. 9). Однако, при 10% тренде адекватная способность достигается при наличии 10 маршрутов. Наиболее существенный прогресс в фиксировании тренда достигается путем увеличения размера выборки с 3 до 10 маршрутов. Обследование большего количества маршрутов приводит к относительно умеренному повышению достоверности, если мы хотим выявить тенденцию увеличения на 10%.

Таблица 8. Соотношение между длиной маршрута и вероятностью определения тренда с использованием регрессионного анализа следового показателя с одного учетного маршрута. Тренд, который мы хотим выявить в результате программы мониторинга, относится к годовому пропорциональному изменению следового показателя (эффект размера). Анализ использует среднее значение следового показателя и стандартное отклонение, подсчитанные на 427 пешеходных маршрутах, обследованных в Сихотэ-Алинском заповеднике с 1995 по 1999 гг. Среднее значение и стандартное отклонение относятся к среднему показателю для каждой длины маршрута и стандартному отклонению значения, рассчитанного из полевых данных

Тренд	Длина маршрута				
	2,5 км	7,5 км	12,5 км	17,5 км	22,5 км
-0,1	0,409	0,407	0,404	0,421	0,503
-0,05	0,292	0,301	0,293	0,295	0,337
0	0,200	0,188	0,201	0,197	0,197
0,05	0,305	0,302	0,299	0,304	0,348
0,1	0,415	0,415	0,400	0,434	0,528
Среднее значение	0,0187	0,0213	0,0177	0,0196	0,0150
Стандартное отклонение	0,03790	0,04148	0,03800	0,02988	0,01126

*Альфа, вероятность ошибки I рода.* Результаты показывают, что уровень значимости ( $\alpha$ ) ниже 0,15 приведет к недостоверности данных независимо от количества маршрутов (табл. 10). Решения, касающиеся выбора значения ( $\alpha$ ), будут зависеть от выбора эффективного размера программы мониторинга и предполагаемых последствий ошибки I рода в сравнении с последствиями ошибки II рода.

Таблица 9. Соотношение между количеством обследуемых маршрутов и вероятностью обнаружения тренда в следовом показателе на основании обследования пешеходных маршрутов. См. табл. 6 и текст для подробного объяснения.

Тренд	Количество маршрутов			
	3	5	10	20
-0,1	0,593	0,724	0,892	0,984
-0,05	0,391	0,456	0,583	0,753
0	0,194	0,197	0,200	0,196
0,05	0,382	0,458	0,592	0,756
0,1	0,608	0,737	0,908	0,988

Таблица 10. Влияние альфы (уровня значимости) на достоверность теста на тенденции в следовом показателе на основании обследования 10 маршрутов два раза в год в течение 5 лет. См. табл. 6 и текст для подробного объяснения.

Тренд	Альфа ( $\alpha$ )			
	0,05	0,10	0,15	0,20
-0,1	0,624	0,771	0,847	0,887
-0,05	0,258	0,399	0,504	0,586
0	0,048	0,096	0,156	0,199
0,05	0,266	0,406	0,503	0,586
0,1	0,653	0,793	0,855	0,901

Данный анализ подтвердил эффективность схемы программы мониторинга. Мы установили количество маршрутов на участке и их протяженность таким образом, чтобы увеличить вероятность выявления изменений численности, как тигра, так и копытных. Анализ эффективности показал, что 10%-ные изменения (но не 5%-ные) в размере популяции тигра будут выявлены с 89%-ной вероятностью, если  $\alpha = 0,20$  (данный показатель мы и использовали в нашем трендовом анализе). Это довольно консервативный подход к выявлению тенденций, и мы осведомлены о возможности «ложных тревог», т.е. выявлении несуществующего сокращения численности, однако в современных условиях стремительного изменения природных ландшафтов на Дальнем Востоке России мы считаем такой подход приемлемым.

**Дополнительная информация**

В 2006 г. нами были изданы «Теоретические основы учета амурского тигра и его кормовых ресурсов на Дальнем Востоке России» (Микелл и др., 2006), где подробно описаны предпосылки, история и развитие методик учета амурского тигра и копытных на Дальнем Востоке России. В настоящее время эта монография доступна только в России, но ее можно получить, связавшись с офисом Представительства Общества сохранения диких животных в РФ по тел. 7-4232-41-00-33, 7-4232-41-49-06 или по электронным адресам: [dalemiq@vlad.ru](mailto:dalemiq@vlad.ru), [nika1204@mail.ru](mailto:nika1204@mail.ru).

## IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА ПОПУЛЯЦИИ АМУРСКОГО ТИГРА В 2008-2009 г.

### Сводные данные по учетным участкам и маршрутам

Как и в прошлые годы, общая площадь участков мониторинга, обследованных в зимний сезон 2008-2009 г., составила 23 555 км<sup>2</sup> или 15-18% от общей площади местообитаний, признанных пригодными для амурского тигра, что составляет 156 571 км<sup>2</sup> (Матюшкин и др., 1996, табл. 4) или 127 693 км<sup>2</sup> пригодных местообитаний (Микелл и др., 1999, табл. 19.3). 246 учетных маршрутов были обследованы дважды, общая протяженность пройденного учетчиками пути составила 6 114 км (табл. 11).

Таблица 11. Характеристики участков, обследуемых по программе мониторинга популяции амурского тигра, 2008-2009.

	Участок	Координатор	Площадь участка (км <sup>2</sup> )	Кол-во учетных маршрутов	Общая протяженность учетных маршрутов (км)	Средняя протяженность учетных маршрутов (км)	Плотность учетных маршрутов (км/10 км <sup>2</sup> )
1	Лазовский заповедник	Салькина Г. П.	1192,1	12	121,4	10,1	1,02
2	Лазовский район	Салькина Г. П.	987,5	11	138,9	12,6	1,41
3	Уссурийский заповедник	Литвинов М.Н.	408,7	11	104,4	9,5	2,55
4	Иман	Николаев И. Г.	1394,3	12	176,9	14,7	1,27
5	Бикин	Пикунов Д. Г.	1027,1	15	188,4	12,6	1,83
6	Борисовское плато	Пикунов Д. Г.	1472,9	14	216,8	15,5	1,47
7	Сандагоу	Арамилев В. В.	975,8	16	218,5	13,7	2,24
8	Хор	Дунищенко Ю. М.	1343,8	19	190,3	10	1,42
9	Ботчинский заповедник	Дунищенко Ю. М.	3051	14	164,7	11,8	0,54
10	Больше-Хехцирский зап-к	Дунищенко Ю. М.	475,6	7	82,9	11,8	1,74
11	Тигринный Дом	Дунищенко Ю. М.	2069,6	14	181,8	12	0,88
12	Магай	Дунищенко Ю. М.	2487,6	24	372	15,5	1,50
13	Уссурийский район	Литвинов М.Н.	1414,3	12	178,2	14,9	1,26
14	Сихотэ-Алинский зап-к	Заумыслова О.Ю.	2372,9	26	277,7	10,7	1,17
15	Синяя Тернейское	Фоменко П. В.	1165,4	15	207,2	13,8	1,78
16	охотхозяйство	Смирнов Е. Н.	1716,5	24	247,2	10,3	1,44
	Итого		23555,1	246	3057,3	12,4	1,30

### Оценка численности тигра

#### Плотность следов тигра на маршрутах

Среднее значение плотности следов, скорректированное с учетом количества дней, прошедших после последнего снегопада (см. Методику), является показателем относительной численности тигров на участках мониторинга (табл. 12). Если рассматривать средние показатели за 12 лет наблюдений, то самая высокая плотность следов отмечена в Уссурийском заповеднике, затем идет Лазовский заповедник и Бикин (табл. 12). В 2009 г. не зафиксировано следов тигра на учетных

маршрутах на участках Сандагоу и Больше-Хехцирский заповедник. Впервые следов тигра не обнаружено на участке помимо Больше-Хехцирского заповедника, откуда тигры, по-видимому, исчезли совсем. Как ожидалось, показатели плотности следов тигра значительно выше в заповедниках ( $x = 1,97$  следов/10 км, стандартное отклонение = 0,58), чем на неохранных территориях ( $x = 0,99$  следов/10 км, стандартное отклонение = 0,18). Разница в показателях статистически значима:  $t = 2,07$ ,  $df=14$ ,  $p = 0,05$ . Плотность следов тигра также зависит от географической широты: в среднем на южных участках отмечены самые высокие показатели (1,65 следов на 10 км), на северных, в Хабаровском крае, – самые низкие (1,03 следов на 10 км), хотя различия статистически незначимы (односторонний дисперсионный анализ  $df = 15$ ,  $F = 0,64$ ,  $p = 0,54$ ).

Таблица 12. Плотность следов тигра (количество следов/10 км/количество дней после снегопада) по данным двух учетов в зимний период на участках мониторинга с 1998 по 2009 гг.

Участок мониторинга	Год												Среднее
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Лазовский заповедник	3,620	2,193	3,011	3,570	2,515	3,498	4,152	2,132	3,445	3,472	2,636	2,605	3,071
Лазовский район	1,436	0,670	0,990	1,018	1,617	0,929	1,344	0,445	1,321	1,646	0,826	0,499	1,062
Уссурийский заповедник	3,281	9,663	6,211	6,149	3,485	2,619	2,115	2,713	4,202	0,257	0,823	2,742	3,688
Иман	0,959	2,810	0,865	0,761	0,808	0,647	0,505	0,639	0,630	0,295	0,219	0,186	0,777
Бикин	3,612	7,710	0,949	3,704	2,307	2,635	6,336	0,607	2,203	1,243	1,016	0,451	2,731
Борисовское плато	0,501	0,848	1,448	0,601	0,514	1,174	0,715	0,736	1,228	0,286	0,788	0,709	0,796
Сандагоу	0,479	0,661	0,344	0,410	0,233	0,831	0,398	0,388	0,670	1,221	0,198	0,000	0,486
Хор	0,435	0,798	1,672	1,500	1,352	0,453	1,049	4,167	0,260	1,205	0,534	0,079	1,125
Ботчинский заповедник	0,876	0,736	1,197	1,295	1,043	0,458	0,578	0,768	0,808	0,658	0,545	0,335	0,775
Б-Хехцирский заповедник	1,986	0,866	0,842	0,714	0,714	0,422	7,143	1,810	0,262	0,000	0,000	0,000	1,230
Тигриный Дом	0,671	1,471	1,127	1,511	1,657	1,265	2,206	1,506	0,314	0,946	0,426	0,095	1,100
Матайский заказник	0,627	1,177	0,733	2,417	0,381	0,390	0,593	2,459	0,531	0,522	0,702	0,357	0,908
Уссурийский район	1,007	0,611	1,933	1,438	1,697	0,524	0,723	0,463	0,962	0,176	0,221	0,308	0,838
Сихотэ-Алинский зап-к	1,986	1,283	1,516	1,178	0,912	1,037	1,062	0,907	0,927	1,175	0,585	0,503	1,089
Синяя	0,242	0,334	0,472	0,580	0,382	0,576	0,862	0,568	1,765	0,695	0,215	0,511	0,600
Тернейское охотхоз-во	0,833	0,644	0,731	0,904	0,392	0,613	0,152	0,401	0,265	0,247	0,461	0,297	0,495
Среднее	1,409	2,030	1,503	1,734	1,251	1,130	1,871	1,294	1,237	0,878	0,637	0,605	1,298

Таблица 13. Плотность следов тигра на 16 участках мониторинга, расположенных в северной, центральной и южной части ареала, данные за 1998-2009 гг.

Расположение участков	n	Кол-во следов тигра на 10 км	
		Среднее	Стандартное отклонение
Южная часть	6	1,65	1,36
Центральная часть	5	1,13	0,92
Северная часть	5	1,03	0,18
Всего	16	1,3	0,99

Наблюдения последних 6 лет однозначно свидетельствуют о снижении средних показателей плотности следов тигра по всем участкам в совокупности (рис. 2). В 2008 и 2009 г. зафиксированы самые низкие показатели плотности следов тигра на участках мониторинга за весь период наблюдений: средний показатель за 12 лет – 1,3 следа на 10 км, в 2008 и 2009 г. – 0,68 и 0,60 следов на 10 км соответственно. Глядя на график (рис. 2) можно отметить, что в первые 7 лет наблюдений показатели плотности следов колеблются, но значимой тенденции не наблюдается, что может свидетельствовать об относительно стабильной численности тигра. Но начиная с 2004 г. очевиден значимый отрицательный линейный тренд. Статистически значимая тенденция к снижению заметна, даже если рассматривать данные за все 12 лет наблюдений ( $Y=193,04 - 0,0957X$ ,  $P=0,004$ ,  $r^2 = 0,58$ ), но наиболее сильная корреляция проявляется при рассмотрении данных, начиная с 2004 г. ( $Y=497,6 - 0,247X$ ,  $P=0,002$ ,  $r^2 = 0,92$ ). Если предположить, что ситуация на участках мониторинга отражает состояние популяции тигра на всем ареале, и плотность следов в достаточной мере отражает плотность особей, то имеющиеся данные однозначно свидетельствуют о возможном сокращении популяции амурского тигра на Дальнем Востоке России.

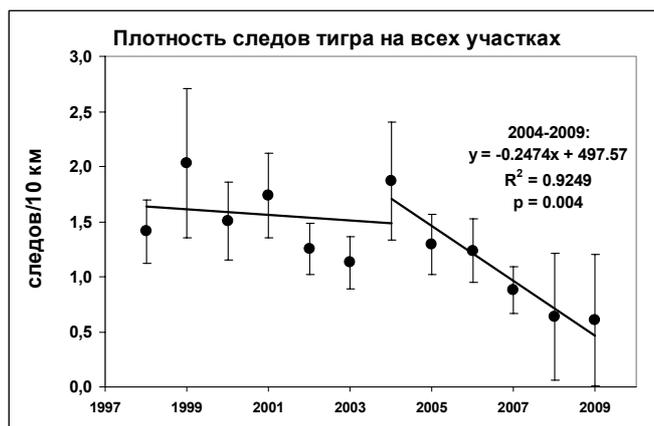


Рис. 2. Плотность следов тигра (количество следов/10 км/количество дней после снегопада) как показатель относительной численности тигра в среднем на 16 участках мониторинга, данные с 1998 гг. по 2009 гг.

Поскольку участки мониторинга распределены по огромной территории, то не удивительно, что на разных участках будут отмечены разные тенденции. На каждом участке существует свой набор переменных, которые влияют на показатели и тенденции, поэтому необходимо рассмотреть изменения, происходящие в пределах каждого участка мониторинга.

На 13 из 16 участков (81%) отмечены значимые отрицательные тенденции ( $p < 0,2$ ) на протяжении как минимум последних 4 лет (рис. 3). На некоторых участках тенденции к снижению отмечены на протяжении более длительного периода: на 7 участках – как минимум с 2000 г., на 6 – с более позднего периода (2004 или 2005 г.). Несмотря на то, что не на всех участках отмечена сильная значимая тенденция (только для 8 из 13 участков величина  $p < 0,05$ ), необходимо отметить, что нет ни одного участка, на котором было бы отмечено увеличение плотности следов тигра. Если бы популяция тигра в целом была относительно стабильна, можно было бы ожидать, что процент участков со снижающимися, растущими и стабильными показателями будет примерно одинаковым. Тревожит тот факт, что ни на одном участке не отмечено никаких признаков увеличения плотности следов тигра. Тревожит и то, что тенденции к снижению показателей отмечены во всех 5 заповедниках. Такие данные свидетельствуют о том, что заповедники не могут обеспечить более эффективную охрану тигра, чем неохраняемые территории.

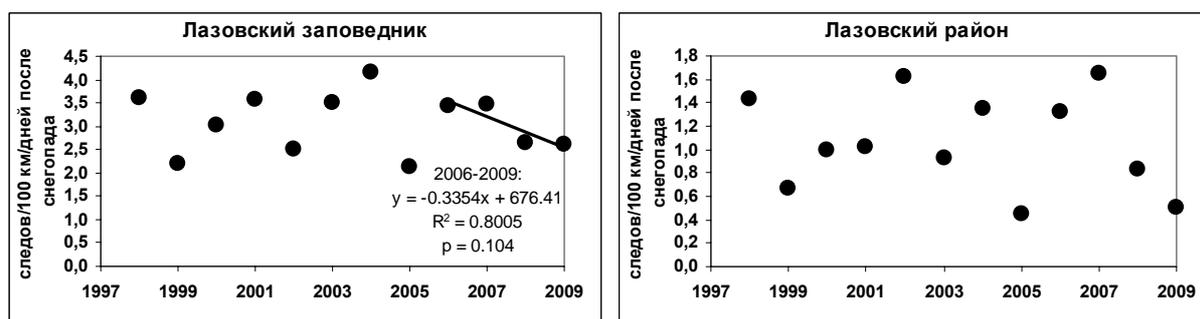
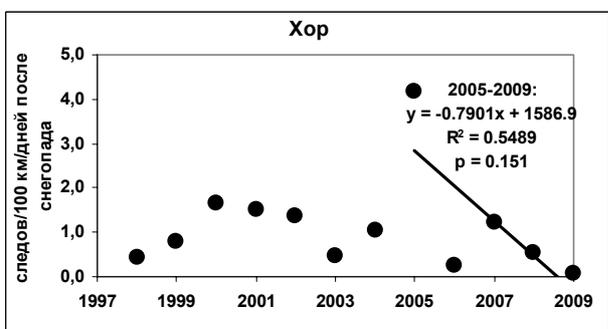
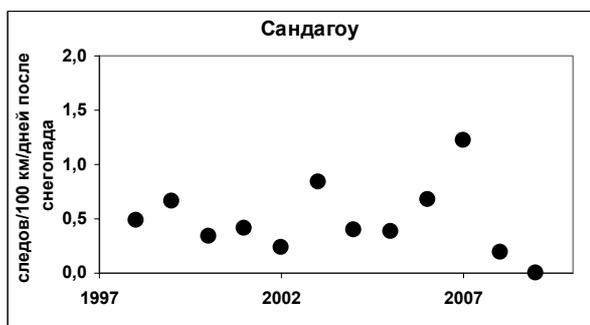
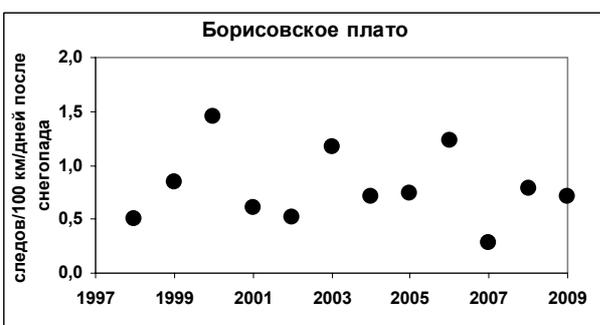
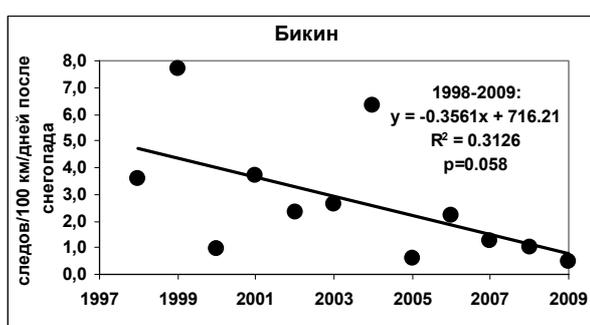
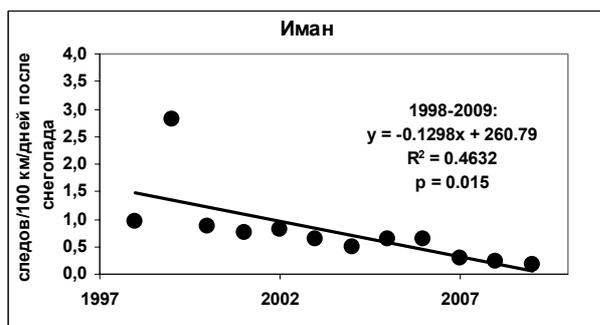
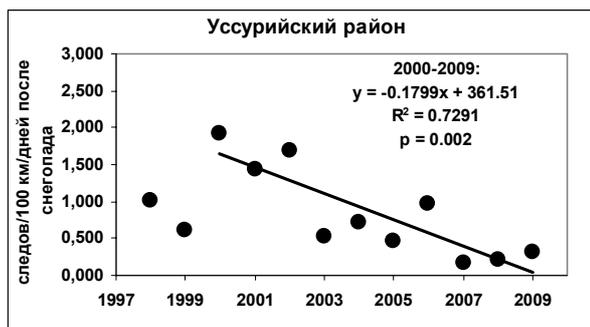
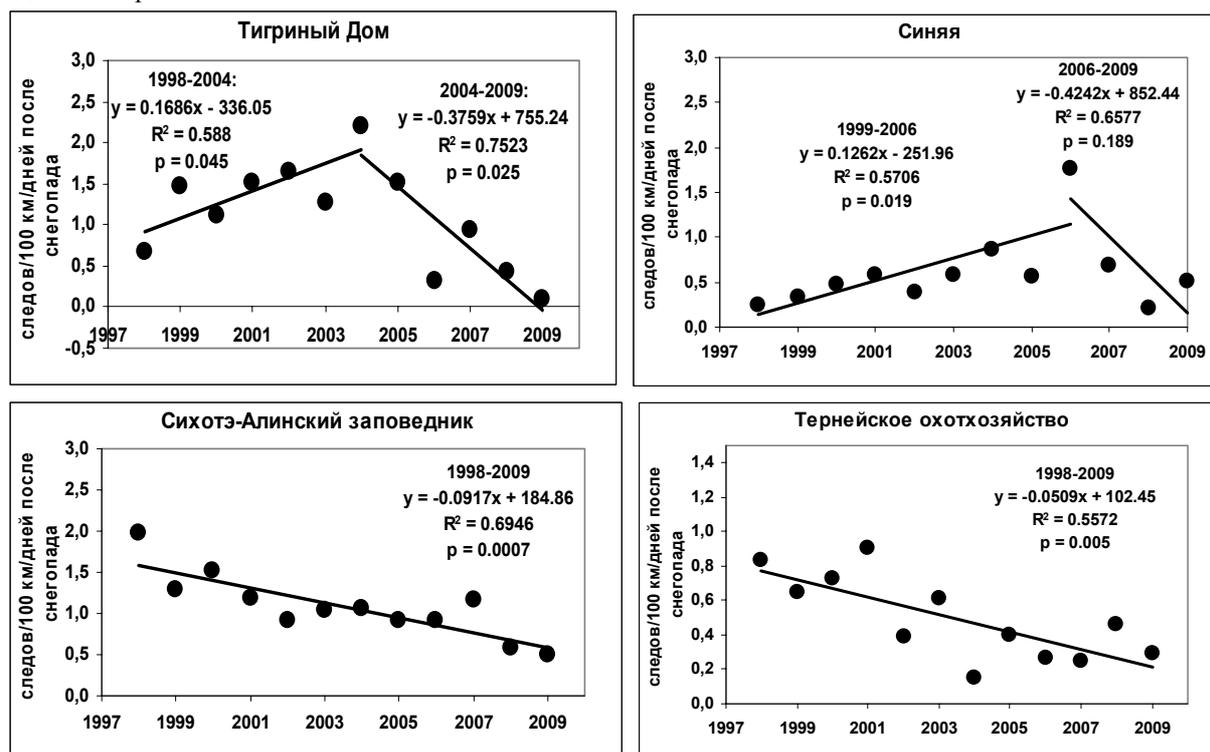


Рис. 3. Плотность следов (количество следов/100 км/количество дней после снегопада) и тенденции на 16 участках мониторинга. Линейная регрессия показана на тех участках, где за выбранные годы она статистически значима ( $p \leq 0,2$ ). Величина  $r^2$  показывает значение линейного тренда (0 = слабая корреляция, 1 = сильная корреляция).

Продолжение рис. 3



Продолжение рис. 3



### Экспертная оценка численности тигров на участках мониторинга

Экспертную оценку численности тигра на 16 участках мониторинга, расположенных в ареале хищника на Дальнем Востоке России, проводят одни и те же специалисты-координаторы. В 2004 г. ушел из жизни В.К. Абрамов и на двух участках (Уссурийский заповедник и Уссурийский район) работы по мониторингу продолжил его помощник М.Н. Литвинов. В Сихотэ-Алинском заповеднике в 2008 г. ушел из жизни Е.Н. Смирнов и его обязанности по мониторингу на заповедной территории перешли к О.Ю. Заумисловой, а по незаповедной – к Р.П. Кожичеву. Поскольку состав исполнителей оставался одинаковым, и использовались одни и те же методы интерпретации данных, мы полагаем, что ежегодные показатели численности тигра на участках отражают реальные изменения в популяции.

Самые высокие показатели плотности тигра по данным экспертной оценки, также как и показатели плотности следов, отмечены в Уссурийском, Лазовском и Сихотэ-Алинском заповедниках и на участке Бикин (табл. 15). На участках в Хабаровском крае показатели ниже, чем на южных участках (табл. 15), а в Ботчинском заповеднике зафиксирована самая низкая плотность тигра за все 12 лет наблюдений (0,13 особи на 100 км<sup>2</sup>).

До 2009 г. средний показатель количества «самостоятельных» тигров (взрослых, молодых и неопределенных) на всех участках в целом составлял 98,7 (табл. 14). В 2005 г. было зафиксировано самое большое за весь период наблюдений количество «самостоятельных» тигров на 16 участках мониторинга – 115 особей. В последующие 3 года показатель дважды опускался ниже среднего за 11 лет. В 2009 г. было отмечено резкое сокращение численности тигра на участках мониторинга: в целом было зафиксировано всего 56 особей (табл. 14). Таким образом общая плотность тигра снизилась на 41%: со среднего показателя за 11 лет (почти 0,5 особи на 100 км<sup>2</sup>) до среднего показателя за 12 лет (0,3 особи на 100 км<sup>2</sup>).

Характер сокращения аналогичен сокращению плотности следов тигра, хотя существуют некоторые различия. На 13 из 16 участков (81%) отмечена значимая тенденция сокращения численности тигра ( $p < 0,2$ ) в течение последних 5 лет (2005-2009) или более (рис. 5). Во всех заповедниках, за исключением Сихотэ-Алинского, отмечено снижение показателей. В Сихотэ-Алинском заповеднике численность тигра снижалась с 1998 по 2004 г., затем росла до 2008 г., а в 2009 г. отмечено резкое ее сокращение (экстремально глубокий снег в Тернейском районе, вероятно, осложнил перемещения тигров, что стало причиной низких показателей).

Кроме Сихотэ-Алинского заповедника, ни на одном участке мониторинга увеличение численности тигра зафиксировано не было. Как и в случае с плотностью следов тигра на участках мониторинга наблюдается три тенденции: 1) отсутствие очевидных изменений в течение периода наблюдений; 2) тенденция к снижению, начиная с 2005 г.; 3) тенденция к снижению с более раннего периода наблюдений. На некоторых участках, например, на Имане, наблюдается как многолетняя, так и краткосрочная тенденции (рис. 5). На 8 из 13 участков с отрицательным трендом отмечена статистически значимая тенденция к снижению, когда  $p \leq 0,05$ .

Таблица 14. Количество «самостоятельных» тигров (взрослых, молодых и неопределенных особей) на 16 участках мониторинга по данным экспертной оценки следов, с 1998 по 2009 г.

Участок мониторинга	Количество "самостоятельных" тигров												Среднее
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Лазовский заповедник	6	9	10	11	12	9	10	12	11	12	9	8	9,9
Лазовский район	8	4	5	4	6	5	4	7	6	5	5	4	5,3
Уссурийский заповедник	6	10	4	5	4	6	7	9	5	5	5	5	5,9
Иман	8	6	5	6	6	4	5	8	5	4	4	3	5,3
Бикин	3	10	7	6	7	8	5	5	4	6	5	3	5,8
Борисовское плато	4	5	4	3	3	5	3	2	3	3	2	2	3,3
Сандагоу	6	6	5	7	3	7	5	5	6	6	5	1	5,2
Хор	3	4	4	4	4	5	5	5	6	4	4	4	4,3
Ботчинский заповедник	3	3	4	4	6	4	2	5	4	3	4	1	3,6
Б-Хехцирский заповедник	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	0	0	1,2
Тигринный Дом	4	6	4	4	5	6	5	7	4	5	5	1	4,7
Матайский заказник	3	5	4	4	5	5	5	8	7	4	6	3	4,9
Уссурийский район	6	1	2	2	9	6	5	7	5	3	5	3	4,5
Сихотэ-Алинский зап-к	21	21	23	17	17	16	12	19	16	26	20	8	18,0
Синяя	5	6	5	7	5	7	5	6	6	7	5	5	5,8
Тернейское охотхоз-во	10	11	13	11	5	7	3	8	6	5	8	5	7,7
Всего	98	108	101	96	98	101	83	115	95	99	92	56	95,2

Таблица 15. Плотность «самостоятельных» тигров (количество взрослых, молодых и неопределенных особей на 100 км<sup>2</sup>) на 16 участках мониторинга по данным экспертной оценки следов, с 1998 по 2009 г.

Участок мониторинга	Количество тигров на 100 км <sup>2</sup>												Среднее
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Лазовский заповедник	0,50	0,75	0,84	0,92	1,01	0,75	0,84	1,01	0,92	1,01	0,75	0,67	0,85
Лазовский район	0,81	0,41	0,51	0,41	0,61	0,51	0,41	0,71	0,61	0,51	0,51	0,41	0,54
Уссурийский заповедник	1,47	2,45	0,98	1,22	0,98	1,47	1,71	2,20	1,22	1,22	1,22	1,22	1,47
Иман	0,57	0,43	0,36	0,43	0,43	0,29	0,36	0,57	0,36	0,29	0,29	0,22	0,40
Бикин	0,29	0,97	0,68	0,58	0,68	0,78	0,49	0,49	0,39	0,58	0,49	0,29	0,58
Борисовское плато	0,27	0,34	0,27	0,20	0,20	0,34	0,20	0,14	0,20	0,20	0,14	0,14	0,23
Сандагоу	0,61	0,61	0,51	0,72	0,31	0,72	0,51	0,51	0,61	0,61	0,51	0,10	0,57
Хор	0,22	0,30	0,30	0,30	0,30	0,37	0,37	0,37	0,45	0,30	0,30	0,30	0,32
Ботчинский заповедник	0,10	0,10	0,13	0,13	0,20	0,13	0,07	0,16	0,13	0,10	0,13	0,03	0,13
Б-Хехцирский заповедник	0,42	0,21	0,42	0,21	0,21	0,21	0,42	0,42	0,21	0,21	0,00	0,00	0,27
Тигринный Дом	0,19	0,29	0,19	0,19	0,24	0,29	0,24	0,34	0,19	0,24	0,24	0,05	0,24
Матайский заказник	0,12	0,20	0,16	0,16	0,20	0,20	0,20	0,32	0,28	0,16	0,24	0,12	0,20
Уссурийский район	0,42	0,07	0,14	0,14	0,64	0,42	0,35	0,49	0,35	0,21	0,35	0,21	0,33
Сихотэ-Алинский зап-к	0,88	0,88	0,97	0,72	0,72	0,67	0,51	0,80	0,67	1,10	0,84	0,34	0,80
Синяя	0,43	0,51	0,43	0,60	0,43	0,60	0,43	0,51	0,51	0,60	0,43	0,43	0,50
Тернейское охотхоз-во	0,58	0,64	0,76	0,64	0,29	0,41	0,17	0,47	0,35	0,29	0,47	0,29	0,46
Среднее	0,49	0,57	0,48	0,47	0,46	0,51	0,46	0,59	0,47	0,48	0,43	0,30	0,48

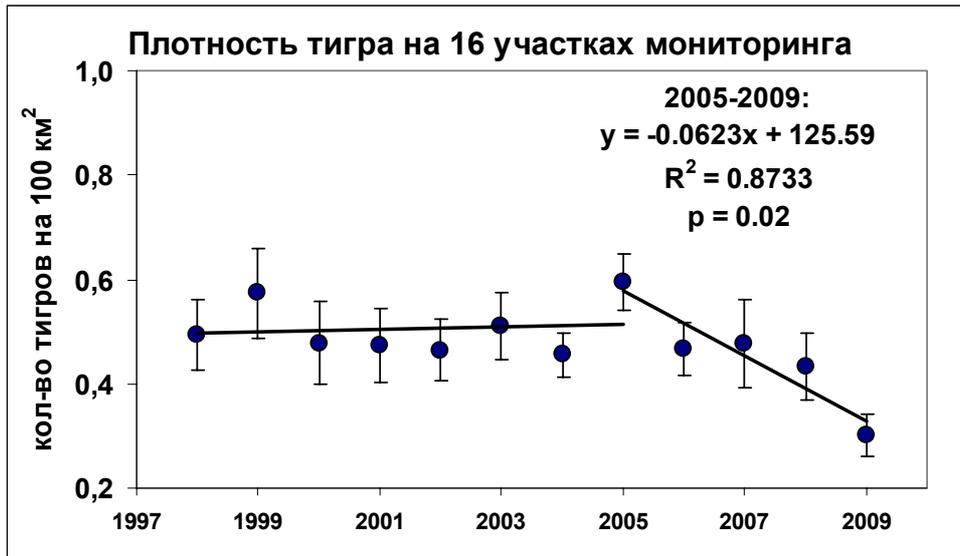


Рис. 4. Плотность «самостоятельных» тигров (взрослых, молодых и неопределенных особей) по данным экспертной оценки на 16 участках мониторинга, с 1998 по 2009 гг.

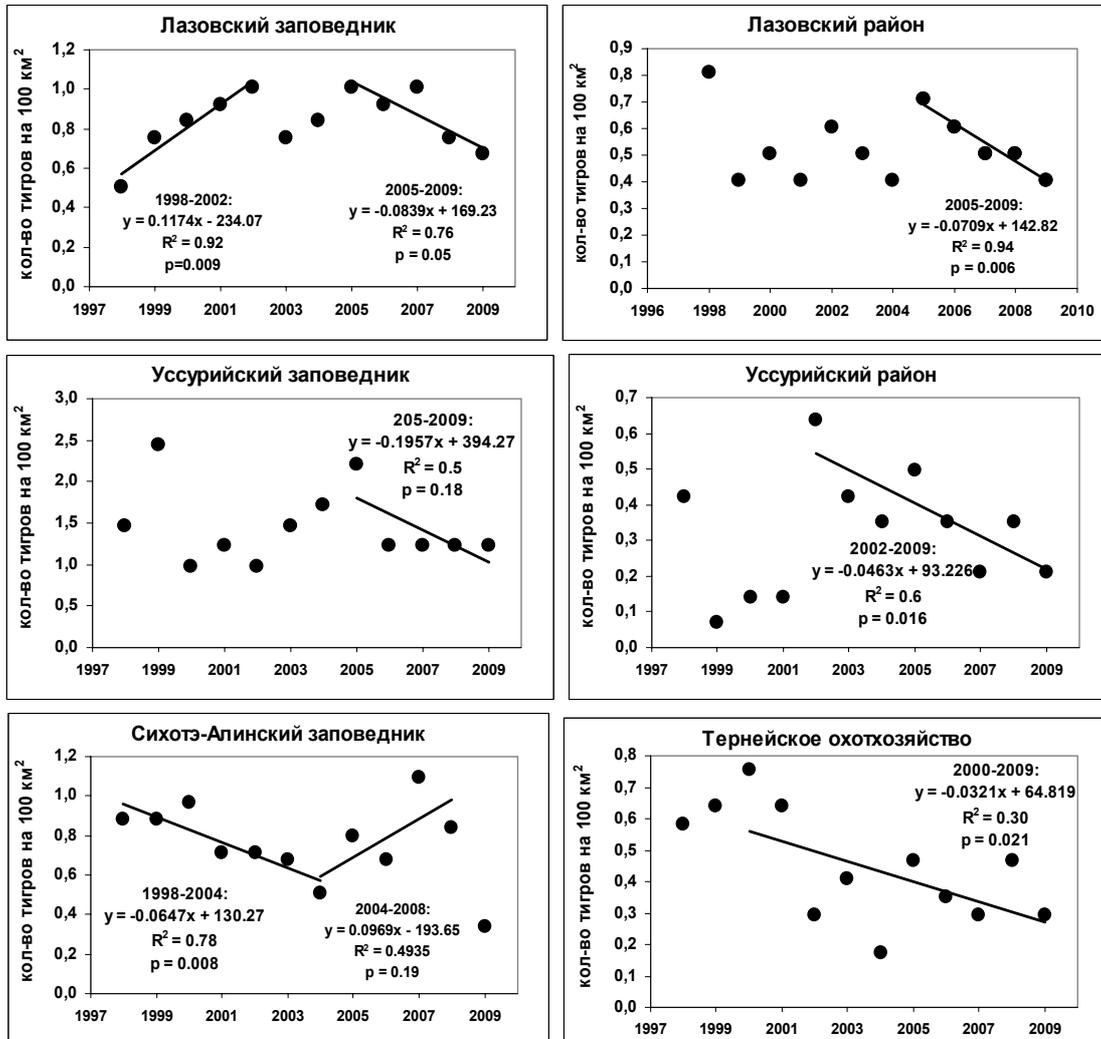
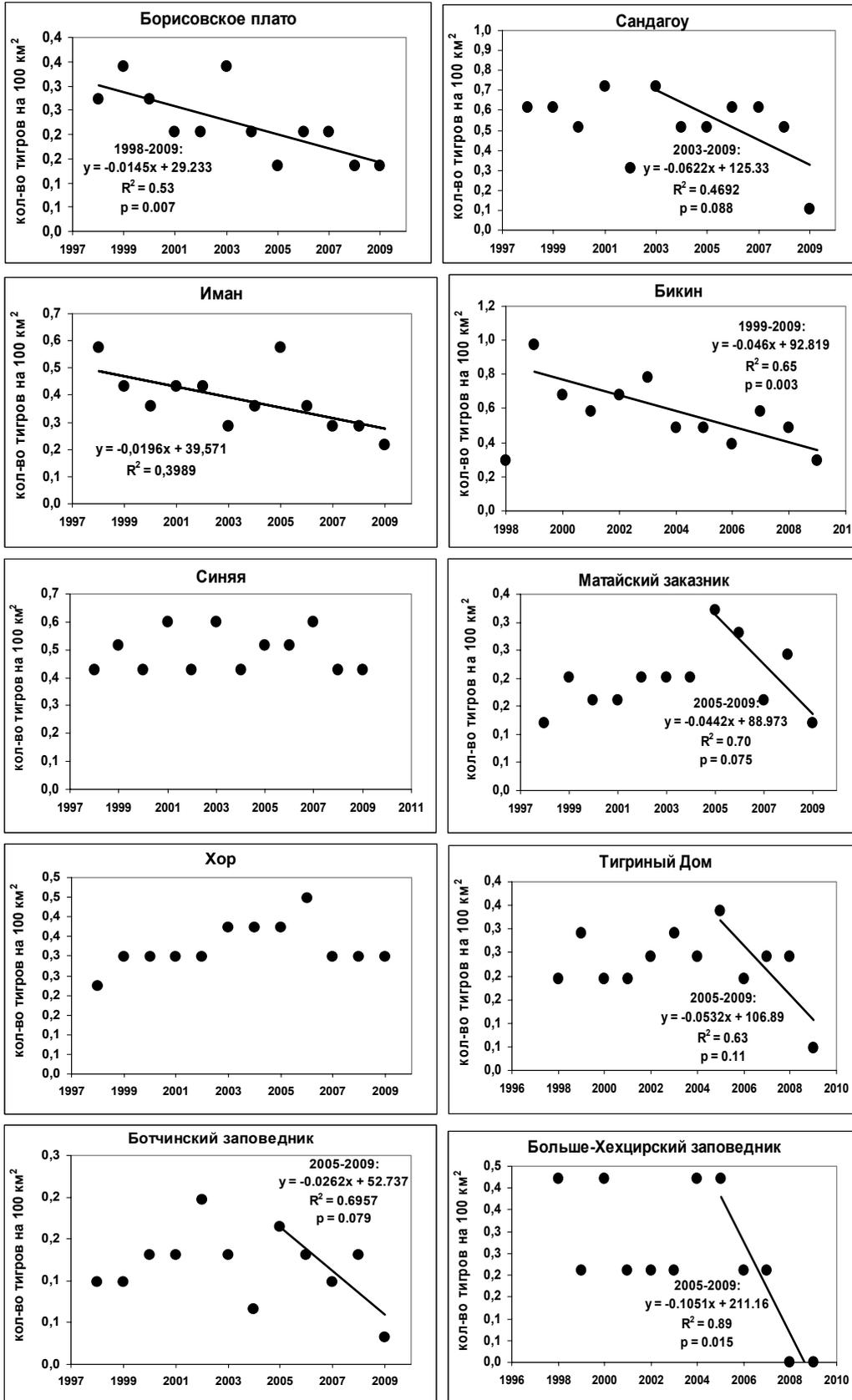


Рис. 5. Плотность тигра (количество взрослых особей на  $100 \text{ км}^2$ ) на 16 участках мониторинга, с 1998 по 2009 гг.

Продолжение рис. 5



## Состояние популяций копытных на участках мониторинга

Основными объектами питания амурского тигра являются изюбрь, кабан и пятнистый олень. Косулю хищник добывает нечасто, поэтому она считается второстепенным объектом питания. Иногда тигр охотится даже на кабаргу или лося. Из перечисленных 6 видов копытных в ареале тигра повсеместно обитают только кабан и косуля. Лось встречается только в северной части ареала хищника и редко фиксируется на участках мониторинга. Изюбрь почти не встречается в южной трети ареала тигра, и полностью исчез с территории юго-западного Приморья. Пятнистый олень, напротив, обитает в основном на юге ареала хищника, где почти нет изюбря, и фактически на данной территории отмечена обратно пропорциональная зависимость между численностью изюбря, косули и пятнистого оленя (см. ниже). Границы распространения всех видов копытных значительно изменились, и вся экосистема сдвинулась на север: лось стал довольно редок в центральной части Сихотэ-Алиня, пятнистый олень стремительно продвигается к северу и вытесняет изюбря, особенно на участках вдоль восточных склонов Сихотэ-Алинского хребта. Такие естественные колебания, возможно связанные с глобальными изменениями климата, затрудняют интерпретацию тенденций в популяциях копытных. Например, если на южном участке мониторинга снижается численность изюбря, является ли это результатом высокого уровня браконьерства или увеличения численности пятнистого оленя? Необходимо следить за изменением численности копытных, но делать предположения о причинах этих изменений нужно с осторожностью.

В качестве показателя численности копытных на участках мониторинга мы используем плотность следов суточной и менее давности, поскольку данный показатель напрямую связан с абсолютной плотностью копытных (Челинцев, 2000; Микелл и др., 2006; Stephens et al. 2005), но определить его намного проще, чем плотность особей.

Как и в прошлые годы, численность копытных значительно различается по участкам (табл. 16). В целом, на тех участках, где встречается пятнистый олень, общая плотность следов копытных намного выше, чем на участках, где данный вид отсутствует. Следовательно, биомасса жертв тигра больше на участках с пятнистым оленем. Показатели плотности данного вида намного выше таковых остальных видов копытных, за исключением изюбря в Больше-Хехцирском заповеднике. Поскольку плотность тигра в заповедниках выше, чем на других участках, можно предположить, что и плотность копытных в них также будет больше. В целом, это предположение справедливо: 4 из 6 участков с высокой плотностью копытных являются заповедниками (табл. 16).

Чтобы понять, как показатели плотности копытных меняются по участкам и по годам, мы провели регрессионный анализ для выявления тенденций, рассматривая сначала тенденции в совокупности по всем участкам, а затем по каждому участку и по каждому виду копытных в отдельности. Мы провели трендовый анализ за все 12 лет наблюдений или за несколько лет в тех случаях, когда визуальный анализ предполагал наличие значимой тенденции. Мы отмечали все участки, где вероятность того, что наклон линии тренда не равен нулю, меньше 0,2 (что означает рост или сокращение численности), с целью выявить общие тенденции и первые признаки неблагоприятной ситуации, как по всему региону, так и по каждому участку мониторинга в отдельности.

При использовании относительно высоких значений  $r$  мы имеем больше шансов обнаружить значимые изменения, хотя и понимаем, что некоторые из них могут оказаться ложными. Значения  $r$  и коэффициенты корреляции ( $r^2$ ) дают возможность оценить значимость наблюдаемых тенденций. Схожая картина на многих участках, наряду с низкими значениями  $r$  и высокими коэффициентами корреляции, говорит о том, что наблюдаемая нами ситуация близка к реальности.

Таблица 16. Средняя плотность следов копытных (количество следов на 10 км учетных маршрутов) с 95% доверительным интервалом на 16 участках мониторинга в 2009 г.

Участок мониторинга	n	Количество следов/10 км								Общая плотность следов
		Изюбрь		Косуля		Кабан		Пятнистый олень		
		среднее	95% дов. инт.	среднее	95% дов. инт.	среднее	95% дов. инт.	среднее	95% дов. инт.	
Лазовский заповедник	12	1,10	1,08	1,28	2,21	17,87	23,57	99,34	39,52	119,59
Уссурийский заповедник	11	7,05	3,92	3,90	2,25	7,86	5,04	24,23	14,00	43,05
Лазовский район	11	0,00		4,37	5,97	1,18	1,26	36,60	31,58	42,15
Б-Хехцирский заповедник	7	25,43	17,44	2,00	1,71	3,21	4,47	0,00		30,64
Борисовское плато	14	0,00		2,42	1,74	0,37	0,59	21,74	10,33	24,53
Сихотэ-Алинский зап-к	25	8,20	2,41	4,33	1,18	1,98	2,99	3,68	3,54	18,19
Уссурийский район	12	4,45	3,21	5,46	3,05	4,42	2,81	1,53	1,08	15,86
Бикин	16	3,96	1,26	5,87	1,95	4,47	3,07	0,00		14,31
Ботчинский заповедник	14	6,47	1,91	6,02	2,19	0,00		0,00		12,49
Иман	12	3,20	2,95	2,70	1,49	1,14	1,47	0,00		7,04
Хор	19	2,59	1,42	0,62	0,41	3,73	2,03	0,00		6,95
Сандагоу	16	2,78	1,51	2,44	1,54	0,28	0,34	1,27	1,29	6,77
Матайский заказник	24	1,82	0,52	0,73	0,39	2,28	0,64	0,00		4,84
Тернейское охотхоз-во	24	0,88	0,60	1,47	0,69	0,23	0,24	0,42	0,82	3,00
Синяя	15	0,41	0,25	0,74	0,34	0,37	0,26	0,00		1,51
Тигринный Дом	14	0,83	0,83	0,37	0,60	0,20	0,40	0,00		1,41

## Изюбрь

Как и в прошлые годы, плотность следов изюбря значительно варьировала по участкам – от 23 следов на 10 км маршрутов в Больше-Хехцирском заповеднике до 0 в Лазовском районе и на Борисовском плато, где изюбрь не встречается уже много лет (табл. 17). Зимой 2009 г. средняя плотность следов изюбря составила  $4,94 \pm 3,1$  следов на 10 км маршрутов (табл. 17). Это немного меньше среднего показателя за 12 лет наблюдений ( $7,10 \pm 3,60$ ), но с учетом показателей за последние два года численность изюбря заметно снизилась (табл. 17).

Последние два года не отмечено следов изюбря в Лазовском районе. В Лазовском заповеднике изюбрь еще встречается, но показатели плотности снижаются, что может свидетельствовать об исчезновении вида в данном районе. Как и в прошлые годы, самая высокая плотность изюбря отмечена в Больше-Хехцирском и Сихотэ-Алинском заповедниках, хотя в последнем численность вида за последние 3 года значительно снизилась. Показатели плотности следов изюбря в Сихотэ-Алинском заповеднике сейчас близки к таковым в Уссурийском заповеднике, который, наряду с прилегающим Уссурийским районом, является единственным участком мониторинга, где численность изюбря растет (рис. 7).

В настоящее время мы наблюдаем тревожные тенденции в популяции изюбря. Если рассматривать данные по всем участкам, то можно отметить небольшой рост численности с начала программы мониторинга до 2001 г., после чего показатели начали стабильно снижаться (рис. 6). В течение последних 3 лет показатели плотности изюбря остаются низкими, ниже среднего за 12 лет наблюдений (табл. 17, рис. 6). Необходимо обратить серьезное внимание на сокращение популяции изюбря, который является основным объектом питания амурского тигра на основной части его ареала в России.

Несмотря на отмеченный выше рост численности изюбря на 2 участках, на 11 из 15 участков (73%), где обитает данный вид, продолжается существенное снижение показателей. При этом на всех участках, за исключением одного (Больше-Хехцирский заповедник), отмечены высокие коэффициенты регрессии и низкие значения  $r$  (ниже 0,03), что говорит об очень сильных тенденциях. В Больше-Хехцирском заповеднике численность изюбря также снижается, но тенденция пока не значимая (рис. 7). Характер сокращения численности изюбря на участках варьирует. На некоторых из них, таких как Матай, Хор и Иман в первые годы мониторинга численность изюбря увеличивалась, а после 2002 г. начала сокращаться. На других участках (Сихотэ-Алинский заповедник и Тернейское охотхозяйство) показатели падают в течение всего периода наблюдений.

На многих участках мониторинга в южной части Приморского края изюбрь исчезает или уже исчез (Борисовское плато, Лазовский район, Синяя). В некоторых случаях, например на Борисовском плато, это, возможно, стало следствием увеличения численности пятнистого оленя (см. ниже). Однако численность изюбря сокращается и на тех участках, где пятнистый олень отсутствует или встречается крайне редко (Бикин, Матай, Хор и Тернейское охотхозяйство). На этих участках снижение численности изюбря является, по-видимому, следствием неконтролируемого отстрела.

Таблица 17. Плотность следов изюбря (количество свежих следов на 10 км маршрутов) на 16 участках мониторинга с 1998 по 2009 гг.

Участок мониторинга	Свежих следов/10 км												Среднее
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Лазовский заповедник	1,36	1,49	6,62	9,16	3,92	1,14	5,53	4,30	4,67	3,71	2,28	1,10	3,77
Уссурийский заповедник	5,87	7,03	7,06	5,11	3,43	4,79	3,64	5,13	3,08	7,21	7,05	7,05	5,54
Иман	1,83	6,33	5,33	5,56	8,10	5,29	4,61	6,66	4,57	3,04	3,35	3,20	4,82
Бикин	1,47	11,24	7,14	9,53	5,32	10,37	4,52	6,91	4,13	6,85	2,86	3,96	6,19
Сандагоу	1,74	3,84	9,90	7,41	9,87	6,87	5,07	4,67	4,08	2,30	6,41	2,78	5,41
Хор	5,35	6,82	3,98	3,66	4,19	11,72	5,64	7,82	7,73	3,30	4,89	2,59	5,64
Ботчинский заповедник	1,82	6,87	4,33	2,84	4,73	5,40	11,61	4,72	5,44	0,79	1,11	6,47	4,68
Б-Хехцирский заповедник	11,01	16,29	13,63	40,57	29,00	34,79	35,93	24,50	41,66	26,07	17,21	25,43	26,34
Тигринный Дом	3,00	5,06	1,38	1,38	2,29	2,38	1,58	0,72	1,73	1,41	1,34	0,83	1,93
Матайский заказник	1,74	4,85	3,76	2,23	4,67	9,54	3,43	5,34	3,05	1,98	2,64	1,82	3,76
Уссурийский район	2,28	2,02	4,30	1,85	1,43	2,78	1,50	2,84	0,94	3,48	3,54	4,45	2,62
Сихотэ-Алинский зап-к	32,55	23,98	23,98	32,82	19,41	21,29	20,35	21,74	20,48	8,35	8,86	8,20	20,17
Синяя	1,67	4,00	2,77	3,49	1,55	2,31	1,79	1,62	0,57	0,67	0,59	0,41	1,79
Тернейское охотхоз-во	13,69	10,11	9,27	13,94	6,16	9,87	3,96	4,26	5,15	1,94	1,77	0,88	6,75
Лазовский район	0,83	0,25	1,18	0,18	0,14	0,36	0,18	0,00	0,08	0,04	0,00	0,00	0,27
Борисовское плато	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Среднее (без 2 последних участков)	6,10	7,85	7,39	9,97	7,43	9,18	7,80	7,23	7,66	5,08	4,56	4,94	7,10

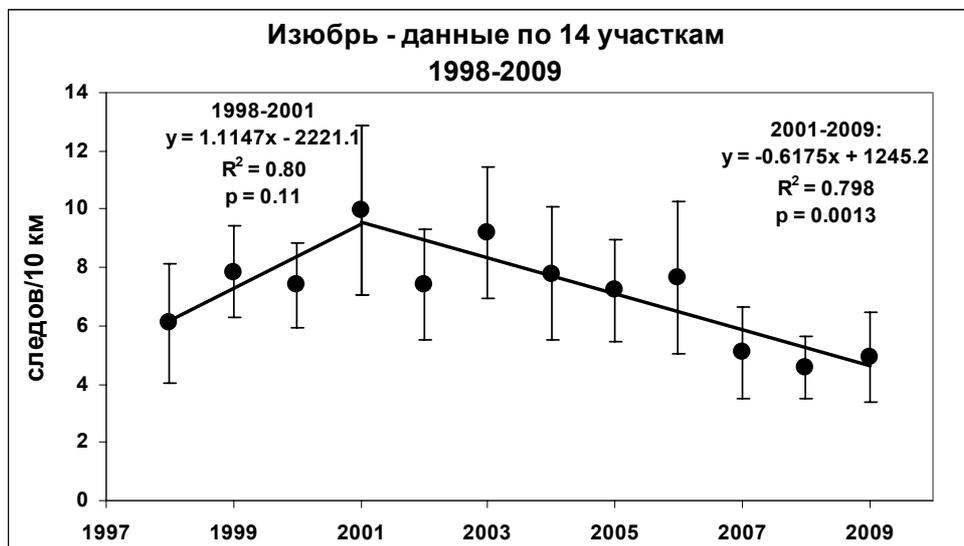


Рис. 6. Средняя плотность следов изюбря (со стандартной ошибкой) на 14 участках за 12 лет Программы мониторинга, с 1998 по 2009 гг. Два участка (Борисовское плато и Лазовский район) были исключены из анализа, поскольку изюбрь там редок или отсутствует.

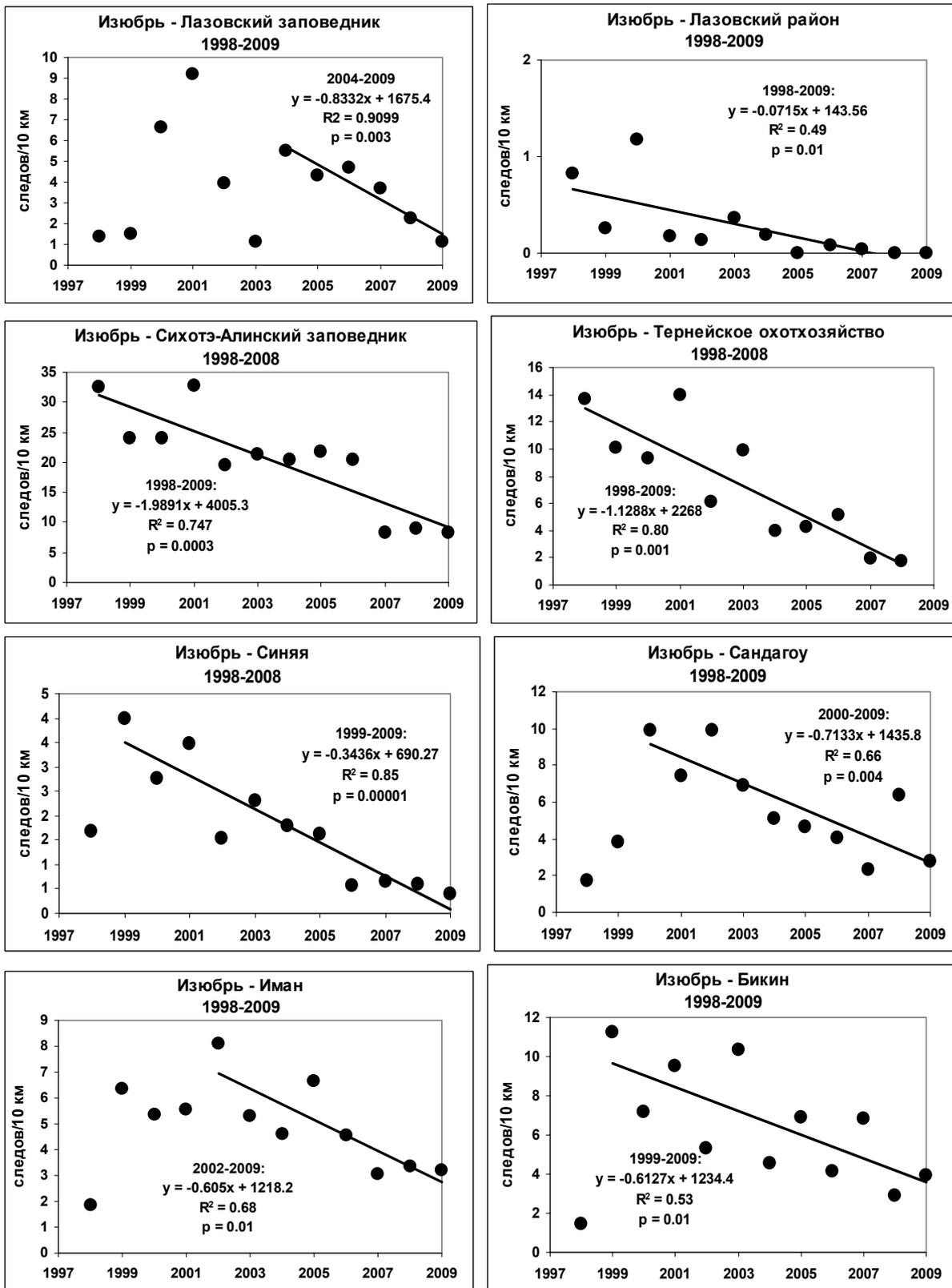
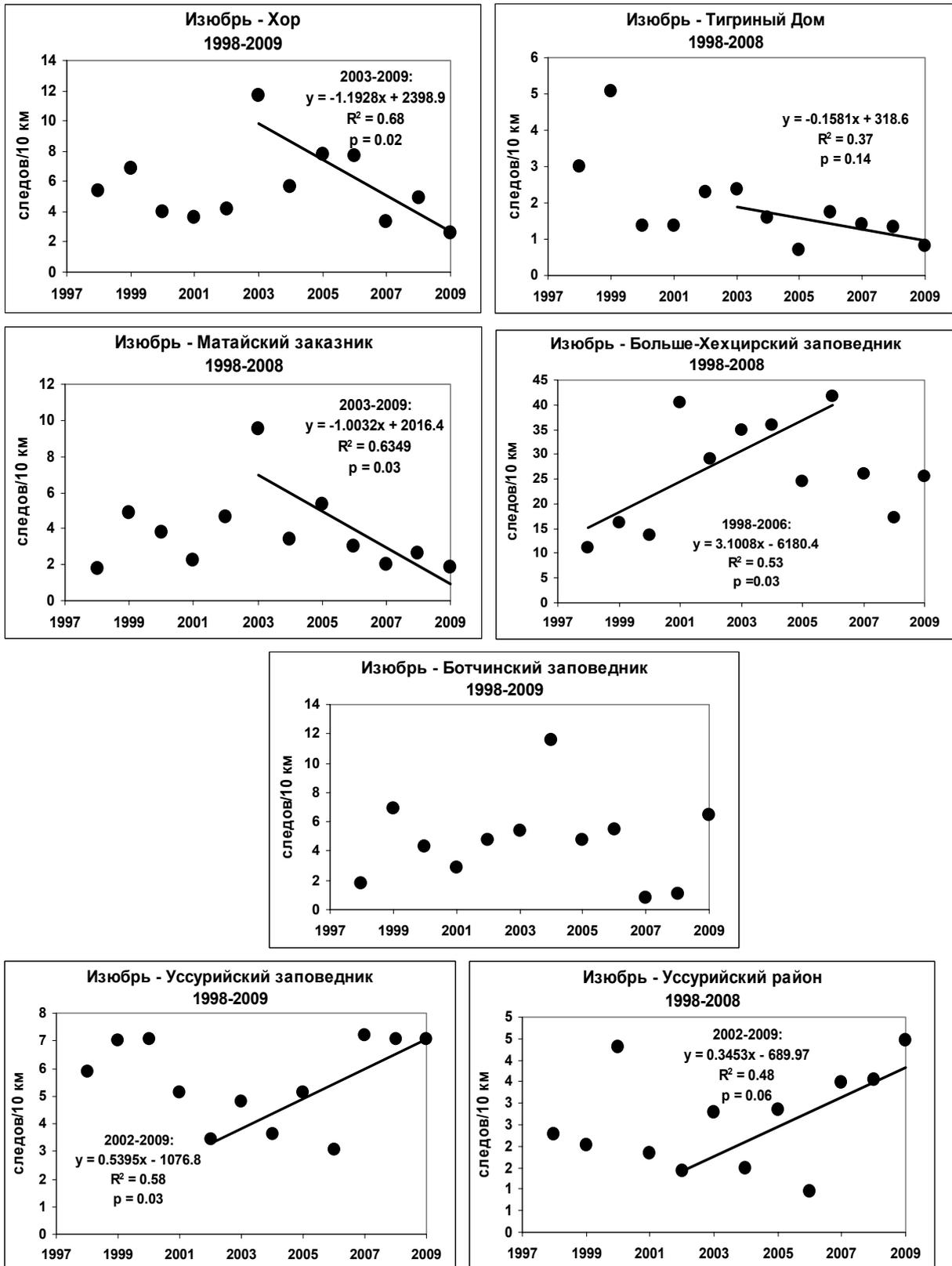


Рис. 7. Значимые изменения ( $p < 0,2$ ) плотности изюбря (количество свежих следов на 10 км маршрутов) на 15 из 16 участков мониторинга. Участок «Борисовское плато» исключен из анализа, поскольку изюбрь на данной территории отсутствует. На 11 из 15 участков отмечено снижение численности изюбря в течение 4-12 лет, и на 2 участках (Уссурийский район и Уссурийский заповедник) – рост численности, начиная с 2002 г.

Продолжение рис. 7



## Кабан

Известно, что численность кабана по ряду причин может колебаться более значительно, чем численность оленей. Из-за естественных колебаний и поскольку этот вид держится в основном группами, точно оценить его численность и тенденции в популяции сложнее, чем у других копытных.

В 2006-2008 гг. общая численность кабана сокращалась, а в 2009 г. наметилась небольшая тенденция к росту. Однако из-за больших погрешностей, связанных с учетом кабана, никаких значительных различий в показателях, если рассматривать данные по всем участкам в совокупности, за последние 3 года отмечено не было. Численность остается низкой, но четких значимых тенденций к снижению не отмечено, хотя на рис. 8 заметно сокращение численности после 2005 г.

Плотность следов кабана в целом ниже, чем изюбря: на всех участках за 12 лет средняя плотность следов кабана составила  $3,1 \pm 1,2$  следа на 10 км по сравнению с  $7,1 \pm 3,0$  следа на 10 км для изюбря. Однако колебания этих показателей в зависимости от участка у кабана больше, чем у изюбря, очевидно из-за его способности перемещаться на большие расстояния в поисках кормов. Зимой 2009 г. плотность кабана в среднем составила  $3,1 \pm 2,3$  следов на 10 км маршрутов, что очень близко к среднему показателю за 12 лет исследований (табл. 18).

В отличие от общей картины, не показывающей никаких изменений, на графиках отдельных участков заметны четкие тенденции. На половине из 16 участков в течение 5 лет и более наблюдается тенденция к снижению численности (рис. 9). Только на одном участке (Хор в Хабаровском крае) показатели растут в течение всего 12-летнего периода наблюдений. Как и в случае с изюбром, участков со снижением показателей (8) намного больше, чем участков с их ростом (1), что свидетельствует о сокращении популяции кабана как минимум в некоторых районах ареала амурского тигра.

Таблица 18. Плотность следов кабана (количество свежих следов на 10 км маршрутов) на 16 участках мониторинга с 1998 по 2009 гг.

Участок мониторинга	Свежих следов/10 км												Среднее
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Лазовский заповедник	1,51	2,52	5,49	5,08	8,04	7,82	11,18	5,96	2,57	6,17	3,04	17,87	6,44
Лазовский район	3,38	0,30	0,35	0,27	1,87	1,99	3,48	0,75	1,00	0,94	2,16	1,18	1,47
Уссурийский заповедник	13,60	29,56	4,24	25,63	5,33	0,99	4,13	7,79	8,90	3,27	2,26	7,86	9,46
Иман	4,17	1,55	0,22	0,66	2,51	1,14	5,32	3,97	1,68	1,03	1,72	1,14	2,09
Бикин	15,94	4,00	0,29	3,97	1,69	3,20	5,09	8,46	3,96	7,31	7,21	4,47	5,47
Борисовское плато		0,26	5,53	7,47	1,38	6,65	5,42	16,90	11,16	1,35	1,32	0,37	5,25
Сандагоу	0,42	2,76	2,68	0,54	1,04	2,42	5,40	1,83	1,74	0,66	1,41	0,28	1,77
Хор	1,17	0,66	0,37	2,27	1,71	2,13	1,68	6,34	2,93	4,57	2,92	3,73	2,54
Ботчинский заповедник	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Б-Хехцирский заповедник	1,36	3,16	0,61	3,36	2,29	26,43	4,57	2,14	4,46	2,07	4,00	3,21	4,80
Тигринный Дом	0,54	0,94	1,00	0,46	0,08	0,15	0,35	0,30	0,18	0,17	0,90	0,20	0,44
Магайский заказник	0,63	1,11	2,05	1,95	0,48	5,56	1,00	4,20	1,54	0,48	2,21	2,28	1,96
Уссурийский район	3,30	2,19	2,22	1,84	2,74	1,25	1,61	2,26	2,83	4,44	1,46	4,42	2,55
Сихотэ-Алинский зап-к	4,47	4,21	2,69	3,64	1,91	1,91	2,61	11,31	5,63	1,62	2,46	1,98	3,70
Синяя	1,53	1,23	0,61	0,56	1,26	0,88	0,53	0,61	0,61	0,51	0,94	0,37	0,80
Тернейское охотхоз-во	4,76	0,75	1,22	0,20	0,18	0,72	1,37	1,57	1,75	0,38	0,76	0,23	1,16
Среднее	3,79	3,45	1,85	3,62	2,03	3,95	3,36	4,65	3,18	2,18	2,17	3,10	3,11

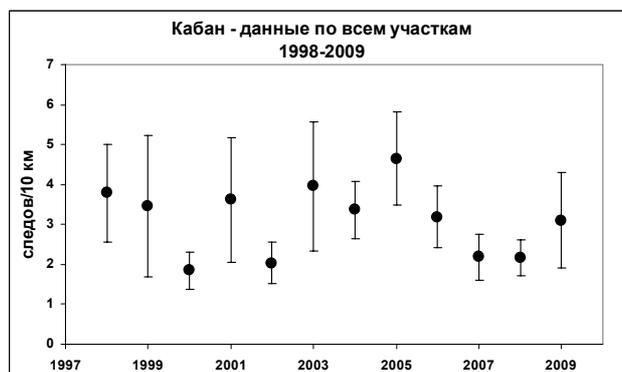


Рис. 8. Средняя плотность следов кабана (со стандартной ошибкой) на всех участках за 12 лет Программы мониторинга, с 1998 по 2009 гг.

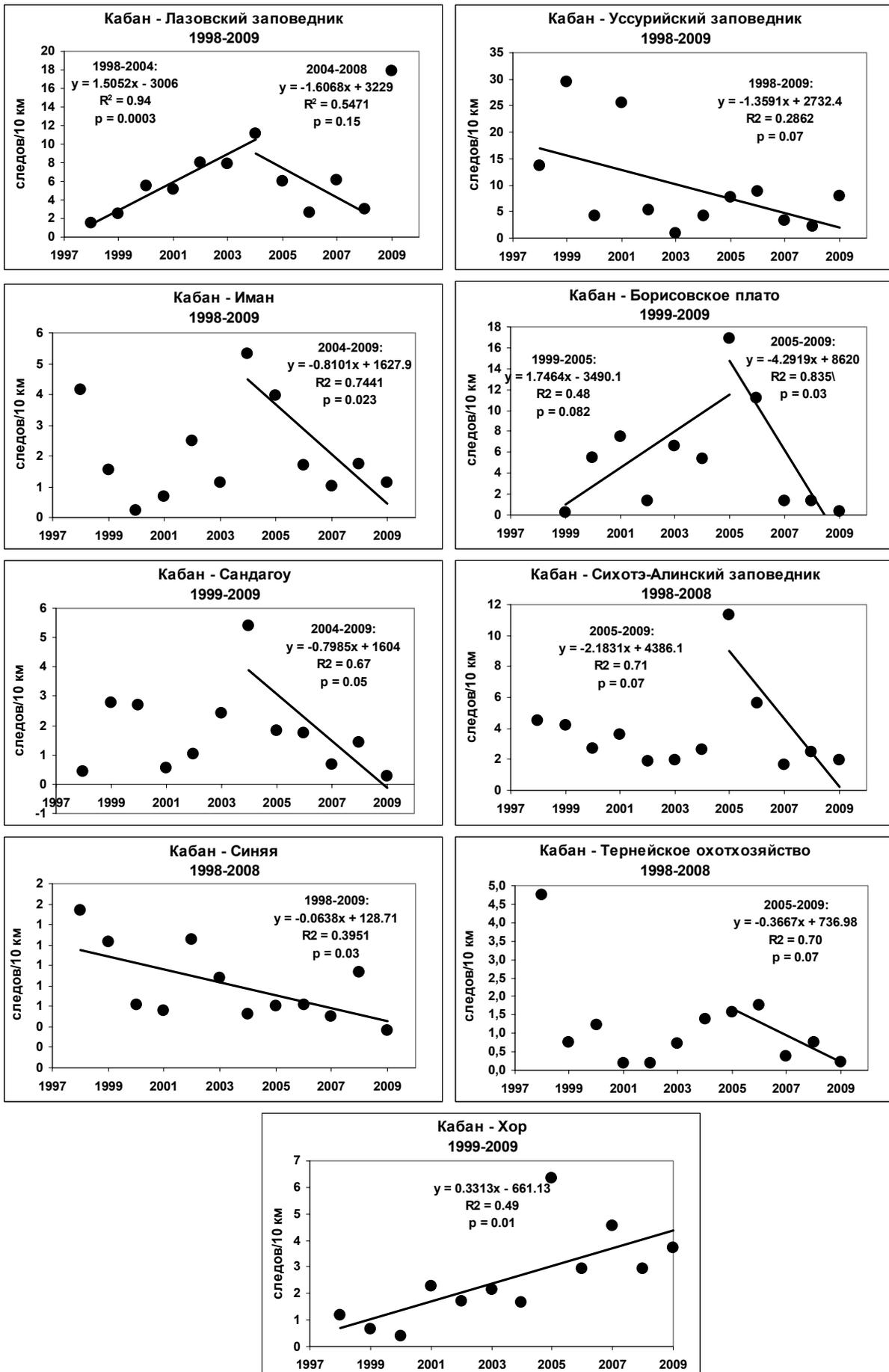


Рис. 9. Изменения плотности кабана (количество свежих следов на 10 км маршрутов) на 9 из 16 участков мониторинга.

## Косуля

Косуля – единственный вид копытных, который встречается на всех 16 участках мониторинга. В зимний сезон 2008-2009 гг. средний показатель плотности следов косули составил  $2,80 \pm 0,96$  следов на 10 км учетных маршрутов (табл. 19). Этот показатель значительно ниже среднего за 12 лет наблюдений ( $4,17 \pm 0,80$ ) (табл. 19), и близок к показателям последних двух лет, что свидетельствует о сокращении численности косули.

Как и в случае с изюбром, плотность косули росла в первые годы программы мониторинга до 2002-2003 гг., а затем начала стабильно снижаться (рис. 10). Ситуация на отдельных участках в целом повторяет общую картину, но есть некоторые отличия, как и в случае с изюбром и кабаном. На трех участках численность косули снижается в течение всего периода наблюдений (Тигриный Дом, Уссурийский и Лазовский заповедники) (рис. 11), но на большинстве участков (9) ситуация схожа с общей картиной – начиная с 2003 или 2004 г. показатели начали снижаться (рис. 11). В течение последних 5 лет наблюдений тенденция к снижению численности отмечена на 12 из 16 участков (75%), и только на двух (Уссурийский район и Бикин) – рост показателей. В Лазовском районе и Больше-Хехцирском заповеднике тенденции отсутствуют. На участке «Тигриный Дом» снижение показателей зафиксировано в течение всего периода наблюдений, за исключением 2006 г.

Таблица 19. Плотность следов косули (количество свежих следов на 10 км маршрутов) на 16 участках мониторинга с 1998 по 2009 гг.

Участок мониторинга	Свежих следов/10 км												Среднее
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Лазовский заповедник	4,49	2,40	4,35	2,73	4,07	0,62	0,97	2,47	1,29	0,67	2,80	1,28	2,34
Лазовский район	4,18	1,01	1,04	0,11	1,40	0,10	0,97	0,35	0,41	0,09	3,12	4,37	1,43
Уссурийский заповедник	13,08	8,61	10,53	6,62	6,31	2,19	1,60	2,03	2,44	1,81	3,04	3,90	5,18
Иман	3,83	2,68	3,16	4,45	4,29	5,50	3,50	5,04	4,18	3,46	3,39	2,70	3,85
Бикин	1,61	4,96	1,39	2,88	4,49	3,41	4,73	5,43	3,95	5,35	5,60	5,87	4,14
Борисовское плато	3,38	8,48	4,58	6,22	11,27	2,69	4,36	3,78	2,26	5,00	2,97	2,42	4,78
Сандагоу	2,37	2,44	6,70	8,98	11,94	6,39	3,26	3,94	4,39	2,55	4,09	2,44	4,96
Хор	2,42	7,60	2,73	2,85	5,25	4,05	5,62	6,45	5,48	1,80	1,23	0,62	3,84
Ботчинский заповедник	0,43	2,99	2,69	4,59	3,91	6,55	7,51	2,44	1,82	0,60	0,81	6,02	3,36
Б-Хехцирский заповедник	0,64	1,27	0,16	1,36	4,86	0,64	4,36	1,57	3,34	4,86	1,00	2,00	2,17
Тигриный Дом	0,65	1,04	0,36	0,28	0,59	0,08	0,45	0,15	1,88	0,13	0,06	0,37	0,51
Матайский заказник	1,46	2,62	2,10	1,49	1,39	4,02	1,46	1,45	1,27	1,03	0,89	0,73	1,66
Уссурийский район	7,79	7,92	11,73	7,93	4,68	2,03	2,55	2,58	4,53	4,84	4,34	5,46	5,53
Сихотэ-Алинский зап-к	16,24	11,50	17,53	16,94	13,69	19,17	21,45	15,64	22,50	7,06	11,02	4,33	14,76
Синяя	2,39	2,59	2,37	3,77	3,01	5,55	2,12	4,27	1,73	1,04	1,75	0,74	2,61
Тернейское охотхоз-во	6,61	4,58	4,67	8,33	4,63	10,87	7,25	6,02	7,48	2,95	2,29	1,47	5,60
Среднее	4,47	4,54	4,76	4,97	5,36	4,61	4,51	3,98	4,31	2,70	3,03	2,80	4,17

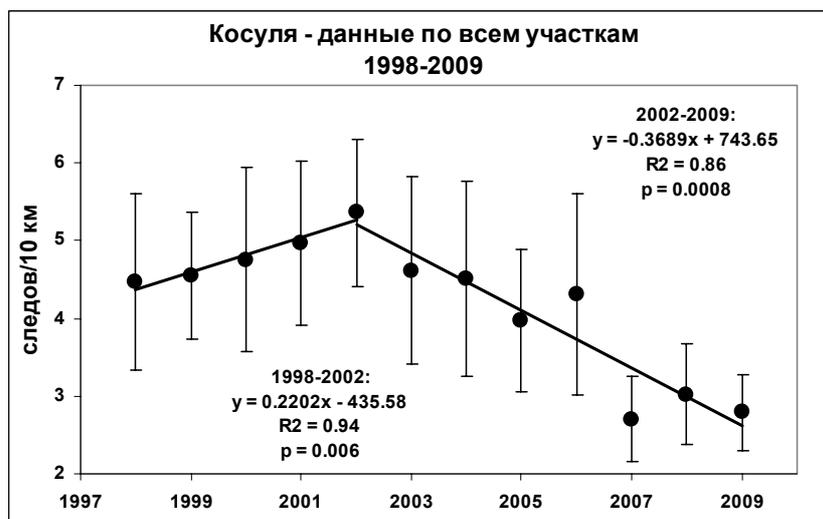


Рис. 10. Средняя плотность следов косули (со стандартной ошибкой) на всех участках мониторинга за 12 лет наблюдений с 1998 по 2009 гг.

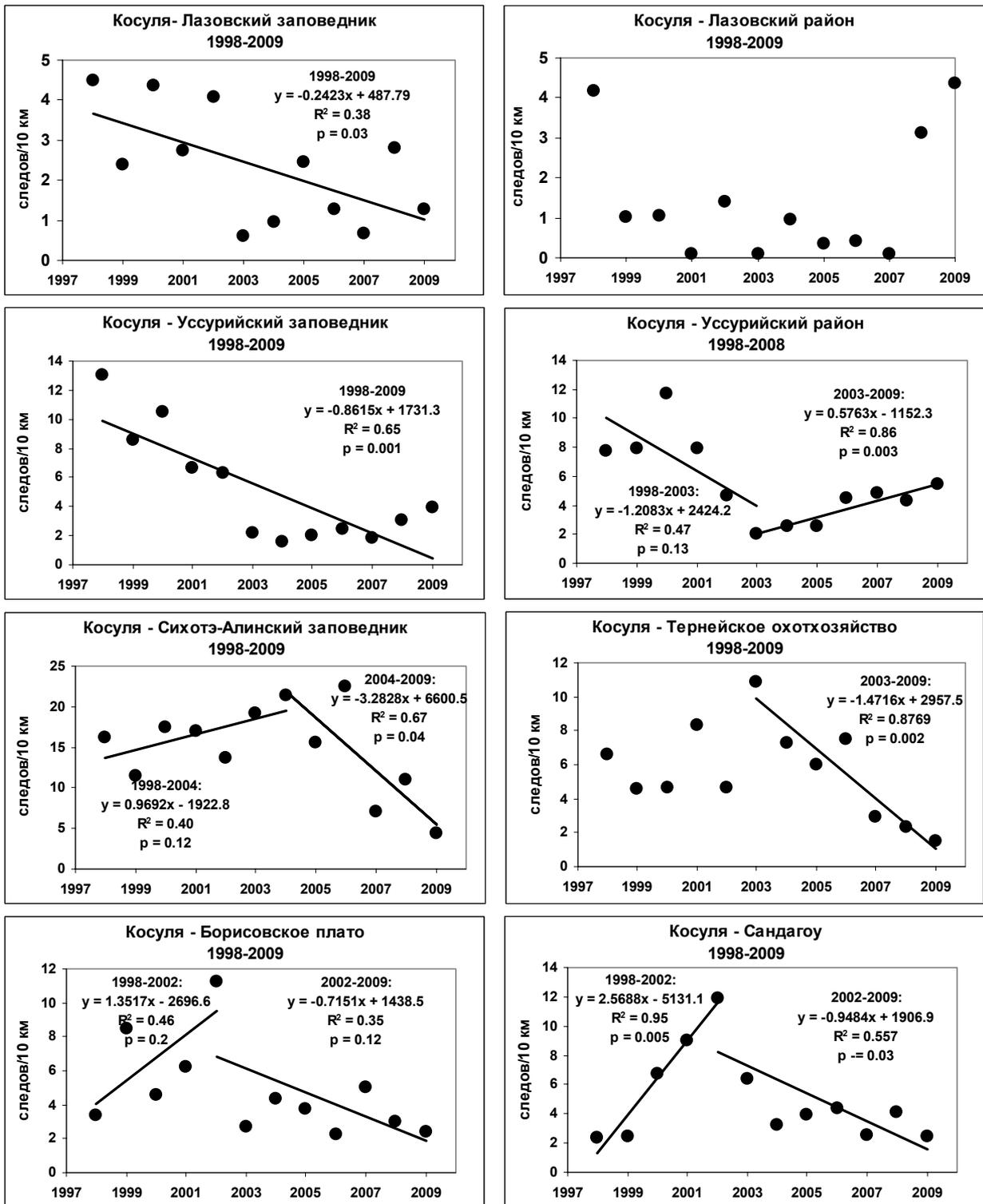
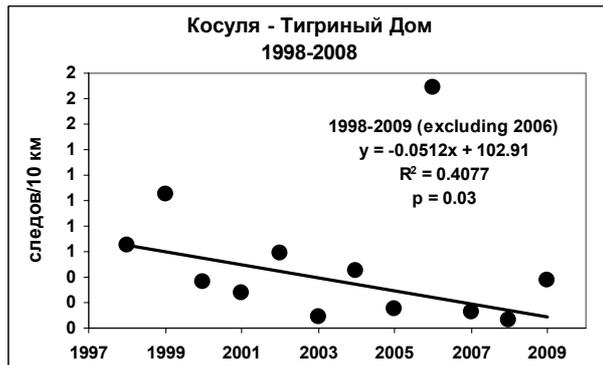
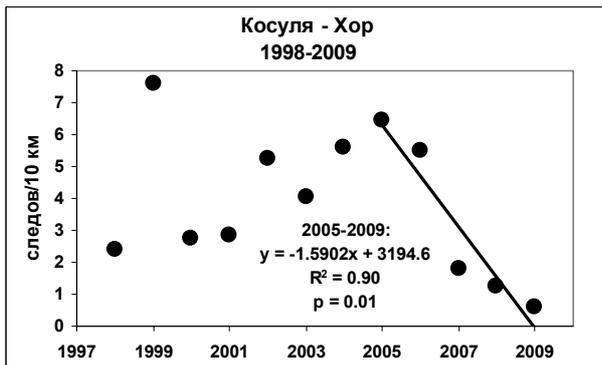
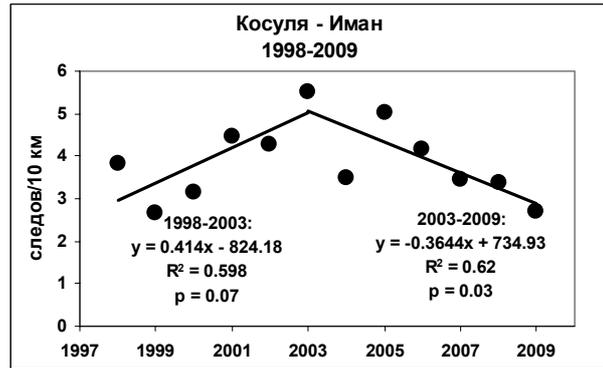


Рис. 11. Изменения плотности косули (количество свежих следов на 10 км маршрутов) на 16 участках мониторинга с 1998 по 2009 гг.

Продолжение рис. 11



## Пятнистый олень

Самая высокая плотность этого вида копытных отмечена в южной части Приморского края, но он также обитает на некоторых центральных участках мониторинга. Несмотря на сообщения о присутствии пятнистого оленя в Хабаровском крае, в целом на данной территории этот вид не обитает. Регулярно пятнистый олень встречается только на 8 из 16 участков мониторинга, включая все 6 участков в южной части территории исследований и 2 – в центральной ее части (Сихотэ-Алинский заповедник и Тернейское охотхозяйство), где он распространен лишь локально и не занимает всю площадь участков. Популяция пятнистого оленя увеличивается на побережье в Тернейском районе и продвигается на север, в связи с чем отмечены встречи пятнистых оленей в Хабаровском крае и на севере Тернейского района.

Плотность следов (и, по-видимому, особей) пятнистого оленя в целом намного выше, чем у других видов копытных, и достигает максимальных показателей в Лазовском заповеднике (табл. 20). Средняя плотность следов на 8 участках за весь период наблюдений составляет  $26,2 \pm 19,7$  следа на 10 км маршрутов (табл. 20). Большой доверительный интервал отражает значительные различия в плотности вида на разных участках: от менее 2 следов/10 км в Тернейском охотхозяйстве до 100 следов/10 км в Лазовском заповеднике.

Пятнистые олени образуют большие группы, поэтому возникают значительные различия в показателях плотности следов в зависимости от количества таких групп на маршрутах. Вероятно, необходимо увеличить объем выборки для того, чтобы получить более точные показатели плотности следов с меньшим доверительным интервалом.

За 12 лет наблюдений на 8 участках в целом не было отмечено значимых тенденций изменения численности пятнистого оленя (рис. 12), однако на некоторых участках в отдельности были зафиксированы противоположные тенденции (рис. 13).

Несмотря на очевидную тенденцию к расширению ареала, данные, полученные на 8 участках, где пятнистый олень является обычным видом, не указывают на увеличение численности данного вида на этих участках (рис. 13), а скорее свидетельствуют о разной динамике в разных районах. В Лазовском заповеднике и в прилегающем Лазовском районе отмечены незначимые положительные тенденции изменения численности пятнистого оленя (рис. 13), свидетельствующие о росте популяции (хотя низкие значения  $R^2$  и большие значения  $p$  говорят о том, что этот вывод требует уточнения). Значительные различия в количестве следов на этих двух участках указывают на важное значение охраняемых территорий в сохранении даже вида, занесенного в Красную книгу: плотность следов оленя в заповеднике в 2-4 раза выше, чем на сопредельной неохраняемой территории. Тем не менее, в целом в Лазовском районе и Лазовском заповеднике ситуация, по-видимому, улучшается или остается стабильной.

Данные по Борисовскому плато и Тернейскому охотхозяйству свидетельствуют о том, что численность пятнистого оленя на этих участках сокращается в течение всего периода наблюдений (рис. 13). Пятнистого оленя легально добывают на территории Нежинского охотхозяйства, которое входит в участок мониторинга «Борисовское плато», но сокращение численности на обоих участках может быть результатом недостаточного уровня охраны угодий этих охотничьих хозяйств.

Судя по количеству следов на двух других участках - в Сихотэ-Алинском заповеднике и на Сандагоу - численность оленя сначала увеличивалась в течение первой половины периода исследований, а затем начала снижаться. Однако снижение показателей зафиксировано в разное время: на Сандагоу начало спада совпало с сокращением численности изюбря и косули на всей территории исследований (2001-2002 гг.), а в Сихотэ-Алинском заповеднике пик численности отмечен в 2004 г.

Только на 2 участках из 8 – в Уссурийском заповеднике и Уссурийском районе – четких тенденций следовых показателей выявлено не было. Это может свидетельствовать об относительной стабильности популяции на данных участках.

В целом результаты анализа данных говорят о том, что на половине участков, где обитает данный вид, численность пятнистого оленя снизилась, на двух участках выросла и на еще на двух осталась стабильной. Поскольку пятнистый олень является основным объектом питания амурского тигра в южном Сихотэ-Алине, сокращение его численности на половине участков мониторинга вызывает серьезные опасения.

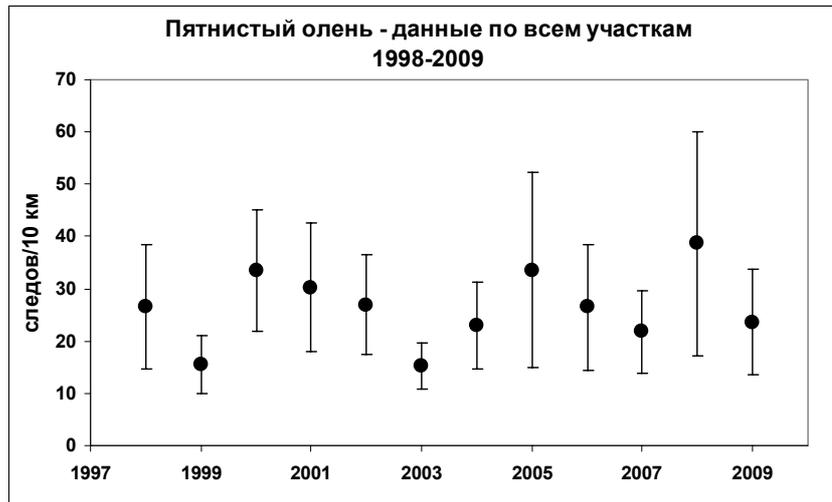


Рис. 12. Средняя плотность следов пятнистого оленя (со стандартной ошибкой) на участках мониторинга, где обитает данный вид, за 12 лет наблюдений с 1998 по 2009 гг.

Таблица 20. Плотность следов пятнистого оленя (количество следов на 10 км маршрутов) 8 участках мониторинга с 1998 по 2009 гг. (на остальных 8 участках пятнистый олень отсутствует или встречается крайне редко).

Участок мониторинга	Свежих следов/10 км												Среднее
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Лазовский заповедник	47,4	43,9	107,0	123,4	92,5	42,7	83,7	183,8	120,4	67,9	211,0	99,3	101,9
Лазовский район	9,7	11,4	51,3	51,6	47,8	28,8	30,3	37,4	36,3	56,8	39,0	36,6	36,4
Уссурийский заповедник	21,2	16,1	31,2	27,6	24,7	12,0	22,7	18,0	19,9	14,8	26,4	24,2	21,6
Борисовское плато	116,2	42,9	65,7	20,8	34,1	18,6	28,3	19,9	20,7	24,5	20,7	21,7	36,2
Сандагоу	0,8	2,5	4,1	7,9	4,3	2,9	1,3	1,3	1,4	1,7	2,4	1,3	2,6
Уссурийский район	0,6	0,3	2,7	2,0	1,2	1,1	0,6	1,3	2,5	1,0	1,0	1,5	1,3
Сихотэ-Алинский зап-к	9,9	5,2	3,7	8,4	9,7	11,8	14,7	6,6	9,1	7,2	7,7	3,7	8,1
Тернейское охотхозяйство	6,6	1,6	2,0	0,5	1,3	3,4	1,4	0,5	1,4	0,1	1,0	0,4	1,7
Среднее	26,6	15,5	33,5	30,3	26,9	15,1	22,9	33,6	26,5	21,7	38,6	23,6	26,2

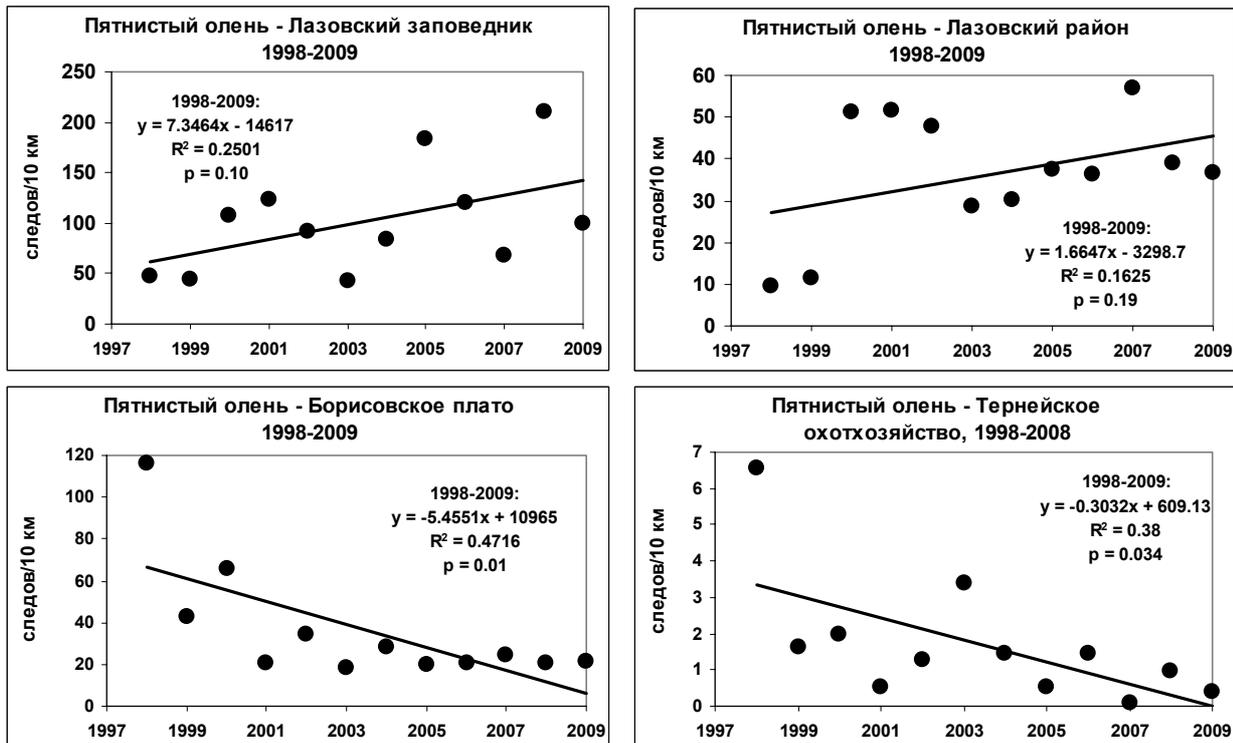
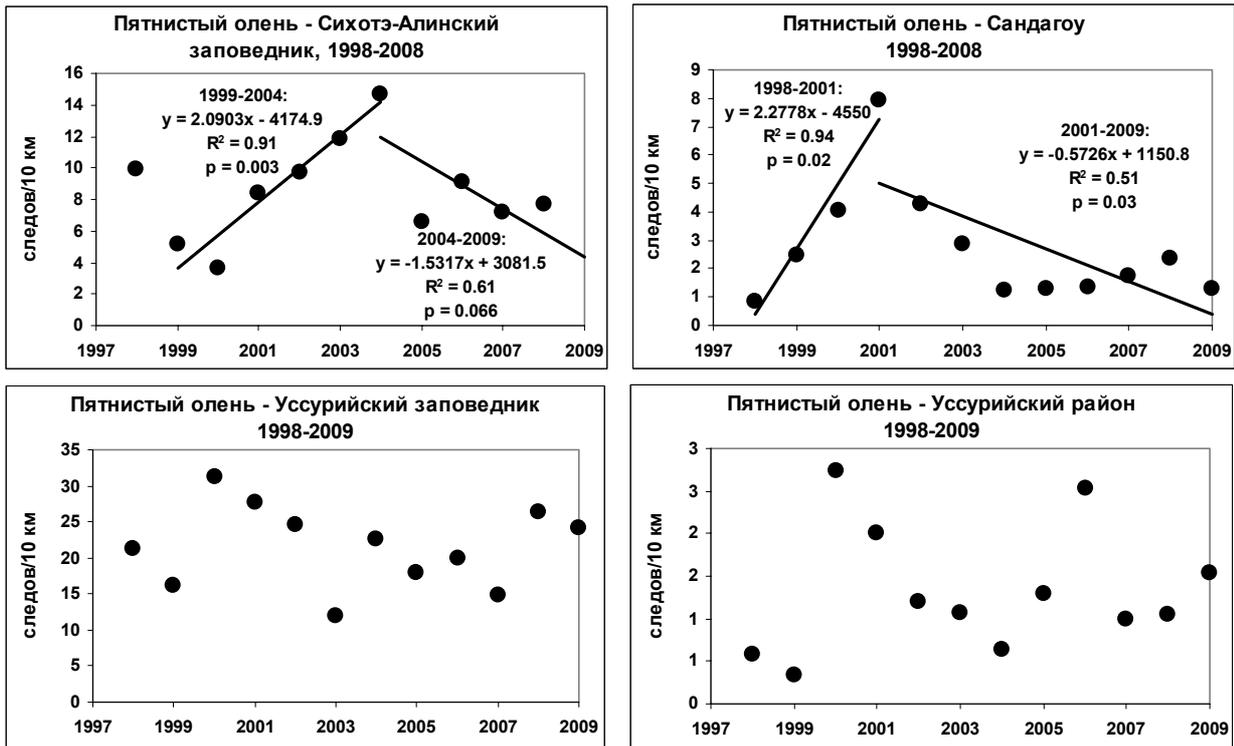


Рис. 13. Изменения плотности пятнистого оленя (количество свежих следов на 10 км маршрутов) на 8 участках мониторинга, где встречается данный вид, с 1998 по 2009 гг.

Продолжение рис. 13



## Состояние популяции амурского тигра на Дальнем Востоке России

Для оценки изменений состояния популяции амурского тигра на Дальнем Востоке России за последние 12 лет мы используем 2 показателя: плотность следов и экспертная оценка плотности тигров. Использование одного показателя влечет за собой связанные с ним отклонения и ошибки, поэтому применение взвешенной системы, в рамках которой сравниваются два показателя, дает более сбалансированную оценку состояния популяции тигра в любой заданный момент времени на любом участке мониторинга. Данная программа мониторинга разработана не для того, чтобы оценивать абсолютную численность тигра в Приморском и Хабаровском краях, а для того, чтобы оценивать изменения численности. Такая система мониторинга при правильном выполнении должна служить «системой раннего предупреждения», которая позволит соответствующим государственным структурам своевременно принять необходимые меры. Таким образом, основываясь на оценке описанных выше тенденций, можно сделать ряд важных выводов.

Поскольку нас больше всего интересуют изменения на уровне популяций, для оценки состояния численности тигра и копытных мы используем трендовый анализ. Мы используем консервативный подход, когда значение  $p = 0,20$ , при котором мы можем заметить тенденции изменения численности тигра и копытных на любом участке мониторинга. Устанавливая такое высокое значение  $p$ , мы повышаем вероятность выявления территорий, требующих особого внимания (т.е. наличие отрицательных тенденций). Это также помогает выявить изменения, что позволяет своевременно принять меры для исправления ситуации. Территории, где анализ выявил более сильную корреляцию (более низкие значения  $p$ ), должны находиться под особым контролем. Для определения статуса 16 участков мониторинга мы используем следующие критерии:

Состояние популяции тигра:

1. Если трендовый анализ плотности следов тигра выявил отрицательную тенденцию за последние 4 года и значение  $p$ , подтверждающее эту тенденцию меньше 0,05, то участку мониторинга присваивается балл -2. Аналогично, если тенденция положительная и значение  $p < 0,05$ , то участку присваивается балл +2.
2. Если трендовый анализ плотности следов тигра выявил отрицательную тенденцию за последние 4 года и значение  $p$ , подтверждающее эту тенденцию больше 0,05, но меньше 0,20, то

участку мониторинга присваивается балл -1. Аналогично, если тенденция положительная и значение  $p$ , подтверждающее эту тенденцию больше 0,05, но меньше 0,20, то участку присваивается балл +1.

3. По такой же схеме оценивались тенденции изменения численности тигра, основанные на экспертной оценке, и тенденции в популяциях копытных.

4. Чтобы получить убедительный показатель потенциальных тенденций, мы просуммировали баллы, присвоенные тенденциям в популяции тигра, и преобразовали их в значения от -1 до +1. Чем ниже полученное значение, тем сильнее выражено сокращение численности тигра на участке мониторинга. Таким образом, значение -1 указывает на то, что трендовый анализ показателей плотности следов тигра и данных экспертной оценки численности тигра показал значимую отрицательную тенденцию на участке мониторинга как минимум за последние 4 года, со значением  $p \leq 0,05$ . Аналогично, значение -0,75 указывает на то, что одна из тенденций была значимой при значении  $p \leq 0,05$ , а другая – значимой при  $p \leq 0,20$ . Таким же образом подсчитывались значения по всем популяциям копытных и преобразовывались в баллы от -1 до +1, которые указывали на степень роста или сокращения численности копытных на каждом участке мониторинга.

5. Кроме этого, подсчитали количество участков, на которых отмечены отрицательные тенденции, положительные тенденции и отсутствие тенденций за последние 4 года наблюдений, чтобы получить общую картину состояния популяции амурского тигра.

Результаты оценки представлены в табл. 21. Трендовый анализ обоих показателей численности тигра однозначно указывает на ее снижение ( $p < 0,05$ ) на 4 участках (Лазовский заповедник, Иман, Уссурийский район и Тернейское охотхозяйство). На других 5 участках (Уссурийский заповедник, Бикин, Ботчинский заповедник, Больше-Хехцирский заповедник и Тигриный Дом) оба показателя свидетельствуют о снижении численности тигра, но тенденции менее значимы ( $0,05 < p < 0,2$ ). С учетом данных о плотности следов и количестве тигров по данным экспертной оценки можно сказать, что на всех 16 участках численность тигра сокращается. Нет ни одного участка, где численность увеличивается или стабильна.

Состояние популяций копытных также неблагоприятно. На 3 участках (Иман, Сандагоу и Синяя) снижается численность всех видов копытных. На половине участков мониторинга снижается численность как минимум половины видов. Только на Бикине и в Больше-Хехцирском заповеднике общая численность копытных остается относительно стабильной (или численность одних видов сокращается, а других увеличивается). И лишь в Уссурийском районе общее состояние популяций копытных, возможно, улучшается.

Чтобы показать ситуацию графически, мы нанесли баллы, присвоенные тенденциям в популяциях тигра и копытных, на шкалу  $x$ - $y$  (рис. 14). Если численность тигра и копытных на участке растет, то он попадает в верхний правый квадрант графика. Если, напротив, численность тигра и копытных сокращается, то участок попадает в нижний левый квадрант. Если посмотреть на полученный график, то 15 из 16 участков оказались в нижнем левом квадранте, т.е. численность тигра и копытных сокращается.

Важно отметить тот факт, что нет четкой прямой связи между сокращением численности тигра и сокращением численности копытных. Это говорит о том, что снижение численности тигра вызвано каким-то другим фактором.

Если сравнить количество тигров, учтенных на всех участках мониторинга в 2009 г. (56 особей) со средним показателем за 12 лет наблюдений (95,2 особи), то станет очевидным, что численность тигра сократилась на 41%. Несомненно, существует ряд факторов, которые позволяют надеяться, что такого катастрофического падения численности еще не произошло. Завальные снега в северо-восточных районах Приморского края и, вероятно, части Хабаровского края могли помешать передвижению тигров по территории, в результате чего некоторые особи могли не попасть в учет. Однако сокращение численности тигра было отмечено на большинстве участков, где глубокого снега не было. Возможно, крайне низкая численность тигров, учтенных на участках мониторинга в 2009 г. является аномалией, и в 2010 г., если работы по мониторингу будут продолжены, мы увидим более оптимистичную цифру.

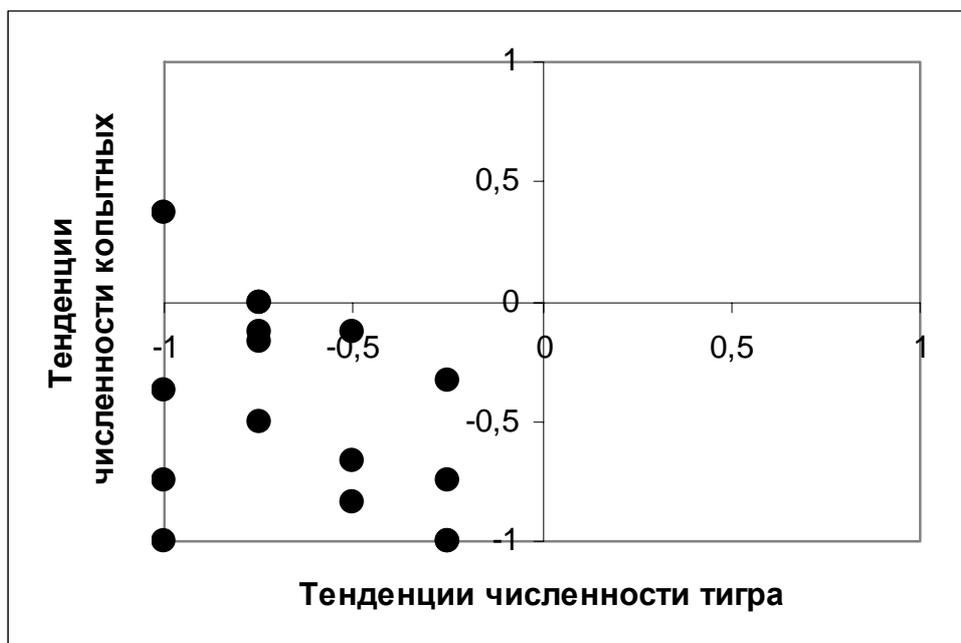


Рис. 14. Тенденции изменения численности тигра и копытных на 16 участках мониторинга. Значения ниже 0 указывают на отрицательные тенденции в популяциях тигра и копытных. На большинстве участков мониторинга численность тигра и копытных расположена в нижнем левом квадранте, что означает ее сокращение.

В настоящее время мы не можем с абсолютной точностью указать, насколько сократилась численность тигра и копытных, но в целом результаты мониторинга однозначно указывают на значительное сокращение популяций хищника и копытных на Дальнем Востоке России:

- На 11 из 15 (73%) участков отмечено снижение численности изюбря.
- На 12 из 16 (75%) участков отмечено снижение численности косули.
- На 8 из 16 (50%) участков отмечено снижение численности кабана.
- На 4 из 8 (50%) участков, где обитает пятнистый олень, отмечено снижение его численности.
- На 13 из 16 (81%) участков отмечено снижение плотности следов тигра.
- На 13 из 16 (81%) участков отмечено снижение плотности тигра по данным экспертной оценки.

Точность любого из этих показателей может быть предметом для обсуждения, но все вместе они однозначно указывают на то, что состояние популяций тигра и копытных на Дальнем Востоке России ухудшается.

Главная задача программы мониторинга – это своевременно подать сигнал предупреждения, чтобы у соответствующих структур было время для принятия мер по исправлению ситуации до того, как численность тигра и копытных катастрофически сократится. Поэтому мы считаем, что программа успешно выполнила свою задачу по предупреждению о потенциальной опасности, угрожающей амурскому тигру.

Ниже мы представляем список рекомендаций, которые помогут в восстановлении популяции тигра и копытных в России.

Таблица 21. Состояние популяций амурского тигра и копытных на 16 участках мониторинга: оценка показателей численности тигра (плотность следов и плотность животных по данным экспертной оценки) и копытных (плотность следов).

№	Участок мониторинга	Тенденции в популяциях								Шкала состояния
		Плотность следов тигра	Плотность тигра	Тенденции в популяциях						
				Тенденции в популяции тигра	Тенденции в популяции изюбря	Тенденции в популяции кабана	Тенденции в популяции оленя	Тенденции в популяции косули	Тенденции в популяциях копытных	
4	Иман	-2	-2	-1	-2	-2	-	-2	-1	
16	Тернейское охотхозяйство	-2	-2	-1	-2	-1	-1	-2	-0,75	
1	Лазовский заповедник	-2	-2	-1	-2	-1	1	-1	-0,38	
13	Уссурийский район	-2	-2	-1	1	0	0	2	0,38	
11	Тигриный Дом	-2	-1	-0,75	-1	0	-	-2	-0,50	
9	Ботчинский заповедник	-2	-1	-0,75	0	0	-	-1	-0,17	
3	Уссурийский заповедник	-2	-1	-0,75	2	-1	0	-2	-0,13	
5	Бикин	-1	-2	-0,75	-2	0	-	2	0	
10	Больше-Хехцирский заповедник	-1	-2	-0,75	0	0	-	0	0	
6	Борисовское плато	0	-2	-0,5	-	-2	-2	-1	-0,83	
12	Матайский заказник	-1	-1	-0,5	-2	0	-	-2	-0,67	
2	Лазовский район	0	-2	-0,5	-2	0	1	0	-0,13	
7	Сандагоу	0	-1	-0,25	-2	-2	-2	-2	-1	
15	Синяя	-1	0	-0,25	-2	-2	-	-2	-1	
14	Сихотэ-Алинский заповедник	-2	1	-0,25	-2	-1	-1	-2	-0,75	
8	Хор	-1	0	-0,25	-2	2	-	-2	-0,33	
Среднее по всем участкам		-1,31	-1,25	-0,64	-1,20	-0,63	-0,50	-0,50	-0,50	
Количество участков с отрицательными тенденциями		13	13	16	11	8	4	8	13	
Количество участков с положительными тенденциями		0	1	0	2	1	2	1	1	
Количество участков с отсутствием тенденций		3	2	0	2	7	2	7	2	
Общее количество участков		16	16	16	15	16	8	16	16	

*Примечание:* Баллы по каждому участку указывают на наличие тенденций. Тенденции со значениями  $p < 0,05$  оценивались как +2 (положительные тенденции) или -2 (отрицательные тенденции), а тенденции со значениями  $p$  от 0,05 до 0,20 оценивались как +1 или -1. Положительные тенденции обозначены положительными значениями, отрицательные – отрицательными. На участке нет тенденций, если регрессионный анализ не выявил тенденций со значением  $p < 0,2$  за последние 4 года. Тенденции в популяции тигра и копытных – это сумма двух показателей (плотность следов и плотность особей), которым присвоены баллы от -1 до +1. Участки ранжированы от требующих особого внимания (все показатели указывают на снижение численности тигра) до не требующих внимания (все показатели указывают на незначительное сокращение численности тигра). Результаты основаны на данных за 12 лет (с 1998 по 2009 г.).

## V. РЕКОМЕНДАЦИИ

В начале XX века в дикой природе насчитывалось около 100 тыс. тигров. К настоящему времени численность хищника сократилась до 3 тыс. особей, а 4 подвида вымерли. В то время как во многих азиатских странах в последнее столетие популяции тигра сокращались, на Дальнем Востоке России отмечалась противоположная тенденция. К началу 1940-х годов в России вследствие интенсивной охоты численность тигра сократилась, по-видимому, до 30 особей. Ситуация начала меняться к лучшему, когда в 1947 г. Россия стала первым государством, где был введен запрет на добычу тигра, а охота на копытных (основную добычу тигра) стала проводиться по лицензиям в пределах годовой квоты. Благодаря строгому контролю за соблюдением закона браконьерский отстрел хищников был редкостью. В результате принятых мер, популяция тигра начала расти. В 2005 г. был проведен учет амурского тигра на всем ареале, численность подвида была определена в пределах 428-502 особей (больше, чем по результатам учета 1996 г., когда было учтено 415-476 особей). Кроме того, более 95% особей составляют единую популяцию, возможно, самую крупную в мире.

### Результаты мониторинга популяции амурского тигра

Популяция амурского тигра занимает огромную территорию, финансовые затраты и сложности, связанные с организацией учетов хищника на всем ареале, не позволяют проводить такие работы с достаточной частотой, чтобы проследить изменения в численности подвида. Для этих целей была разработана стандартизированная программа мониторинга.

Мониторинг проводится на 16 участках, расположенных по всему ареалу тигра в Приморском и Хабаровском краях, общей площадью 23555 км<sup>2</sup> (15-18% от общей площади пригодных местообитаний). Каждую зиму учетчики дважды обследуют 246 маршрутов, проходя в общей сложности 6 114 км, и собирают данные о численности тигра, количестве тигрят и относительной плотности копытных. Программа дает возможность получить статистически достоверную информацию, которая позволяет оценить тенденции в популяциях тигра и копытных.

С 2005 г., когда был проведен последний учет хищника на всем ареале, результаты программы мониторинга свидетельствуют о сокращении численности тигра и копытных:

- На 11 из 15 (73%) участков отмечено снижение численности изюбря.
- На 12 из 16 (75%) участков отмечено снижение численности косули.
- На 13 из 16 (81%) участков отмечено снижение плотности следов тигра.
- На 13 из 16 (81%) участков отмечено снижение плотности тигра по данным экспертной оценки.

### Причины, которые привели к сокращению численности тигра

Численность тигра и копытных снижается одновременно, и это доказывает, что недостаток добычи – не главный фактор сокращения численности тигра. Наиболее вероятно, что и тигры, и копытные страдают по одной и той же причине: браконьерство. Исследования, проводившиеся в течение последних 15 лет на базе Сихотэ-Алинского заповедника, говорят о том, что амурские тигры очень редко погибают по естественным причинам. Факты свидетельствуют о том, что от 60 до 85% хищников погибают от рук браконьеров. Есть основания предположить, что в последние годы браконьеры убивают такое количество тигров, которое популяция уже не успевает восполнять.

Другой угрозой стабильному состоянию популяции является сокращение пригодных мест обитания и снижение качества мест обитания, как самого хищника, так и его потенциальных жертв. Это в первую очередь бесконтрольные рубки в лесах высокой природоохранной ценности, пожары, сооружение крупных линейных объектов ТЭК и т.д.

Популяция тигра к середине 1980-х годов достигла своего пика при полном насыщении мест обитания. Гибель кабанов от чумы в 1983 г. и падеж изюбрей и косуль от многоснежья в 1985-1987 гг. вызвали голодовку и «тигриное нашествие» (только по официальным разрешениям было отстреляно 48 конфликтных тигров). поголовье быстро начало восстанавливаться, но в это время открыли китайскую границу (1989-1991 гг.) и началось массовое браконьерство для продажи на лекарства (изъято около 60 шкур и комплектов костей). Создание Специнспекции «Тигр» и массовое вливание средств общественных природоохранных организаций позволило стабилизировать численность на уровне 450-500 особей.

Государственные природоохранные структуры через экологические фонды получали часть средств из собранных ими штрафов и компенсаций ущерба, что служило эффективным стимулом их работы. Однако в 2002 году экологические фонды были упразднены.

В 2003 г. Специнспекция «Тигр» потеряла контрольные функции, в 2005 г. ликвидированы охотуправления и в тайге началось массовое браконьерство.

Суровые многоснежные зимы привели к падежу копытных в 2006 г. на юге Хабаровского края, а в 2009 г. – на севере Приморья, что привело к увеличению числа конфликтных ситуаций и более частой гибели тигров от браконьеров и даже на дорогах от столкновения с машинами (ежегодно фиксируется до 10 погибших тигров и осиротевших тигрят).

В 2002 году в охране тигра, мест его обитания и кормовых ресурсов прямо или косвенно было задействовано более 1400 человек. В территориальных органах МПР России - 35 инспекторов и около 100 - в 6 заповедниках. В охотнадзоре Минсельхоза России было 240 инспекторов, которым оказывали содействие 200 егерей охотхозяйств. Лесная охрана насчитывала более 1000 человек, плюс в рейдах участвовали работники МВД.

В 2009 году общее число инспекторов сократилось вдвое – до 760 человек, также как и финансирование. В охотнадзоре осталось 140 инспекторов, включая сотрудников краевых заказников, а егеря охотобществ потеряли право контроля угодий и составления протоколов. Лесников сократили до 480 человек (без оружия и прав).

В охотничьем хозяйстве прошли 3 реформы, самый пик которых пришелся на 2007-2008 гг., когда в лесу оставалось 10-15 инспекторов охотнадзора на весь ареал тигра (20 млн. га).

В 2009 г. ситуация начала выправляться, но вступление в силу нового Закона об охоте неизбежно приведет к затяжному переходному периоду в системе управления охотничьим хозяйством.

Одновременно, заготовки леса в ареале тигра увеличились с 3 млн. кубометров в 2000 г. до 7 млн. кубометров в 2008 г. При этом, лесная охрана практически полностью перестала работать. За 7 лет реформ в лесном хозяйстве потерян государственный контроль в лесу и объемы нелегально заготовленной древесины достигли 50-60% от официально разрешенной, а рубки ухода превратились в массовые рубки «дохода», уничтожающие наиболее ценные защитные и водоохранные леса.

Главной же проблемой стала массовая вырубка дубовых лесов (ранее не пользовавшихся спросом), а это означает лишение кабана и пятнистого оленя кормовой базы. В последние 5 лет нарастает уничтожение кедровых лесов (со 130 тыс. куб. до 186 тыс. куб. экспортной древесины), так как кедр не включен в список запрещенных пород, а ограничения 1989 г. по его вырубке отменены новыми лесными нормативами. При этом расчет показывает, что реально вырубается более 500 тыс. кубометров, в результате запасы сократились на 27%.

Представленные ниже рекомендации были рассмотрены и одобрены российскими учеными и представителями следующих неправительственных организаций: Общества сохранения диких животных (WCS), Всемирного Фонда дикой природы (WWF), Фонда «Феникс», Международного Фонда защиты животных (IFAW) и Лондонского зоологического общества (ZSL).

## **Необходимые меры по исправлению ситуации**

### 1. Решить организационно-финансовые вопросы по сохранению амурского тигра:

- Ускорить разработку новой редакции Стратегии сохранения амурского тигра и на ее основе принять федеральную целевую программу;
- Администрациям Приморского и Хабаровского краев подготовить конкретные Планы действий по охране тигра и мест его обитания;
- Решить организационные и финансовые вопросы для обеспечения полноценной деятельности Специнспекции «Тигр», создать при ней государственный центр мониторинга амурского тигра и обеспечить ежегодное выделение государственных средств на проведение учетов;
- Увеличить субвенции на охрану редких видов для соответствующих структур при Администрациях Приморского и Хабаровского краев (с выделяемых сегодня сотен тысяч рублей до требуемых миллионов рублей);
- Инициировать переговоры по разработке российско-китайской программы совместных действий по сохранению амурского тигра, включая создание трансграничного резервата в районе горной цепи Стрельникова – Вандашань.

## 2. Обеспечить сохранение местообитаний амурского тигра:

- Немедленно ввести мораторий на заготовку кедрового корейского и внести его в список пород, запрещенных к рубке;
- Ограничить рубки спелых дубовых насаждений;
- Обеспечить силами федеральных структур строгий контроль за назначением и исполнением рубок ухода в местах обитания амурского тигра и полностью их запретить в защитных лесах, особенно в кедровых орехово-промысловых зонах;
- Включить в Планы лесозаготовок план управления дорогами. Обязать лесозаготовительные компании закрывать лесовозные дороги после завершения работ.
- Запретить все виды рубок в заказниках в ареале амурского тигра (Бирский, Матайский, Таежный, Верхнебикинский, Леопардовый).

## 3. Завершить формирование системы особо охраняемых природных территорий в ареале амурского тигра:

- Создать федеральную Территорию традиционного природопользования на р. Бикин и придать статус Всемирного Наследия системе ООПТ рек Бикин и Хор (Приморский и Хабаровский края);
- Создать охранную зону по периметру Уссурийского заповедника и объявить заповедник биосферным с включением в его состав буферных зон в составе ГООХ «Орлиное» и Учебно-опытного лесхоза Минсельхоза России;
- Создать заказник на хребте Стрельникова в Приморском крае как компенсацию при сооружении ВСТО и газопровода Хабаровск-Владивосток, и на его базе подготовить Соглашение с Китаем о создании трансграничного резервата;
- В самом срочном порядке обеспечить полноценное функционирование объединенной ООПТ в составе заповедника «Кедровая падь» и федерального заказника «Леопардовый», а впоследствии на его базе создать российско-китайско-корейский трансграничный резерват.

## 4. Для ужесточения борьбы с браконьерством внести следующие изменения в законодательство Российской Федерации:

- Сделать транспортировку и хранения тигриных дериватов незаконным и наказуемым деянием. (Дополнить диспозицию ст. 8.35 КоАП РФ «Уничтожение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений» после слов «либо добывание, сбор, содержание, приобретение» словами «хранение, и перевозка»);
- Разработать и утвердить Правила оборота продукции охоты и видов, занесенных в Красную книгу, в которых незаконное хранение и перемещение шкур и других частей тигра на территории России было бы приравнено к охоте;
- Увеличить административное наказание за браконьерство. (Внести изменения и дополнения в санкцию ст. 8.35 КоАП РФ «Уничтожение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений», увеличив максимальный размер административного штрафа на граждан с двух тысяч пятисот до пяти тысяч рублей, а также дополнить конфискацией транспортного средства, используемого для перевозки (транспортировки));
- Ввести уголовное наказание за контрабанду дериватов через границу РФ. (Внести дополнения в ч. 2 ст. 188 Уголовного кодекса РФ «Контрабанда», приравняв контрабанду дериватов краснокнижных животных к контрабанде оружия, наркотиков, стратегически важных сырьевых товаров и культурных ценностей);
- Увеличить степень уголовной ответственности за незаконную охоту в отношении редких и исчезающих видов животных. (Внести изменения и дополнения в ст. 258 Уголовного кодекса РФ «Незаконная охота» выделив в отдельные квалифицирующие признаки с собственными повышенными санкциями: в отношении птиц и зверей, охота на которых полностью запрещена, а также на территории ООПТ либо в зоне экологического бедствия или в зоне чрезвычайной экологической ситуации);
- Вернуть егерям охотпользователей права на составление протокола;
- Ввести буферную зону не менее шириной 1 км с ограниченным режимом хозяйственной деятельности вокруг всех заповедников в местах обитания амурского тигра;
- Минимальный штраф за браконьерский отстрел копытных должен быть существенно увеличен. Необходимо внести в КоАП РФ поправку, которая бы предусматривала более серьезное наказание за браконьерство;

- Огнестрельное оружие (в том числе зарегистрированное), использованное для незаконного отстрела копытных, редких и исчезающих видов животных, а так же оружие, изъятое при нахождении на территории ООПТ, изымать бессрочно;
- Вести строгий контроль за лицами, неоднократно задержанным за нарушение правил охоты, с дальнейшим прекращением действия лицензий на оружие и права охоты. Соответствующим структурам вести базу данных и эффективно обмениваться информацией для отслеживания браконьеров-рецидивистов;
- Внести изменения в Лесное законодательство РФ. План лесозаготовок должен включать в себя план управления дорогами. Лесозаготовительные компании должны закрывать лесовозные дороги, не соединяющие населенные пункты, после завершения работ.

## VI. ЛИТЕРАТУРА

- Абрамов В.К. 1962. К биологии амурского тигра, *Panthera tigris longipilis* Fitzinger, 1868 // Vestn. Ceskoslov. Spolecnosti Zool. Т. 26. No. 2. S. 189-202.
- Абрамов К.Г. 1965. Тигр амурский - реликт фауны Дальнего Востока//Записки Приморск. отд. Геогр. о-ва СССР. Т. 1 (24). Владивосток.
- Брагин А.П., Гапонов В.В. 1989. Проблемы амурского тигра.//Охота и охотн. хозяйство, № 10. С. 12-15.
- Казаринов А.П. Современное состояние, распространение и численность тигра на Дальнем Востоке.//Зоол. проблемы Сибири. Материалы 4 совещания зоологов Сибири. Новосибирск: Наука, 1972. С. 401-402.
- Капланов Л. Г. 1948. Тигр в Сихотэ-Алине.//В кн.: «Тигр. Изюбрь. Лось». Материалы к познанию фауны и флоры СССР. М.: Изд. Моск. Общества испытателей природы. Нов. Серия. Отдел зоол. Вып. 14 (29). С. 18-49.
- Кудзин К.Ф. Тигры Приморья.//Сельскохозяйственное производство Сибири и Дальнего Востока. Омск: МСХ РСФСР, 1966.
- Кучеренко С.П. 1977. Воздействие амурского тигра на популяции его жертв // Редкие виды млекопитающих и их охрана. Материалы 2-го Всесоюзн. совещания. М.: Наука. С. 133-134.
- Кучеренко С.П. 2001. Амурский тигр на грани столетий.//Охота и охотн. хозяйство, № 4. С. 20-24.
- Матюшкин Е.Н. Выбор пути и освоение территории амурским тигром (по данным зимних троплений)//Поведение млекопитающих. М.: Наука, 1977. С. 146-178.
- Матюшкин Е.Н., Пикунов Д.Г., Дунишенко Ю.М., Микуэлл Д., Николаев И.Г., Смирнов Е.Н., Салькина Г.П., В.К. Абрамов, В.И. Базыльников, В.Г. Юдин, В.Г. Коркишко, Ареал и численность амурского тигра на Дальнем Востоке России в середине 90-х годов // Редкие виды млекопитающих России и сопредельных территорий. Сборник статей. М., 1999. С. 242-271.
- Матюшкин Е.Н., Пикунов Д.Г., Дунишенко Ю.М., Микуэлл Д.Г., Николаев И.Г., Смирнов Е.Н., Абрамов В.К., Базыльников В.И., Юдин В.Г., Коркишко В.Г. 1996. Численность, структура ареала и состояние среды обитания амурского тигра на Дальнем Востоке России// Заключительный отчет для Проекта по природоохранной политике и технологии на Дальнем Востоке России Американского Агентства Международного развития. 65 с. (на русском и английском языках).
- Мещеряков В.С., Кучеренко С.П. 1990.Численность тигра и копытных животных в Хабаровском и Приморском крае, рекомендации по их охране и рациональному использованию. ВНИИОЗ, ДВ Отделение Приморпромохоты, Приморский Коопзверопром. Владивосток-Хабаровск.
- Микелл Д.Дж., Пикунов Д.Г., Дунишенко Ю.М., Арамилев В.В., Николаев И.Г., Абрамов В.К., Смирнов Е.Н., Салькина Г.П., Мурзин А.А., Матюшкин Е.Н. Теоретические основы учета амурского тигра и его кормовых ресурсов на Дальнем Востоке России. Владивосток: Дальнаука, 2006. 183 с.
- Пикунов Д. Г., Базыльников В. И., Рыбачук В. Н., Абрамов В. К. Современный ареал, численность и структура распределения тигра в Приморском крае. // Редкие виды млекопитающих СССР и их охрана. Мат. 3-го Всесоюзн. совещания. М.: ИЭМЭЖ и ВТО АН СССР, 1983. С. 130-131.
- Пикунов Д. Г., Брагин А. П. 1987. Организация и методика учета амурского тигра.//Организация и методика учета промысловых и редких млекопитающих и птиц Дальнего Востока. Препринт. Владивосток: Тихоокеанск. ин-т географии РАН. С. 39-42.
- Пикунов Д.Г. 1990. Численность тигров на Дальнем Востоке СССР. 5ый Съезд Всесоюзн. териол. об-ва АН СССР. М.

- Тигры Сихотэ-Алинского заповедника: экология и сохранение. Под ред. Д. Микелла, Е.Н. Смирнова и Дж. Гудрича. Владивосток: ПСП, 2005. 244 с.
- Челинцев Н.Г. 2000. Математические основы учёта животных // М.: Центрохотконтроль.
- Челинцев Н.Г. Математические основы зимнего маршрутного учета млекопитающих по следам. Отдельный оттиск из 'Бюллетеня МОИП. Отд. биол. 1995.
- Юдаков А. Г., Николаев И. Г. Состояние популяции амурского тигра (*Panthera tigris altaica*) в Приморском крае. // Зоологич. журн. 1973. Т. 52. Вып. 6. С. 909-919.
- Юдаков А.Г., Николаев И.Г., 1987. Экология амурского тигра. По зимним стационарным наблюдениям 1970-1973 гг. в западной части Среднего Сихотэ-Алия.//М.: Наука. С. 3-152.
- Hayward, G. D., D. G. Miquelle, E. N. Smirnov, and C. Nations. 2002. Monitoring Amur tiger populations: characteristics of track surveys in snow. Wildlife Society Bulletin 30: 1150-1159.