



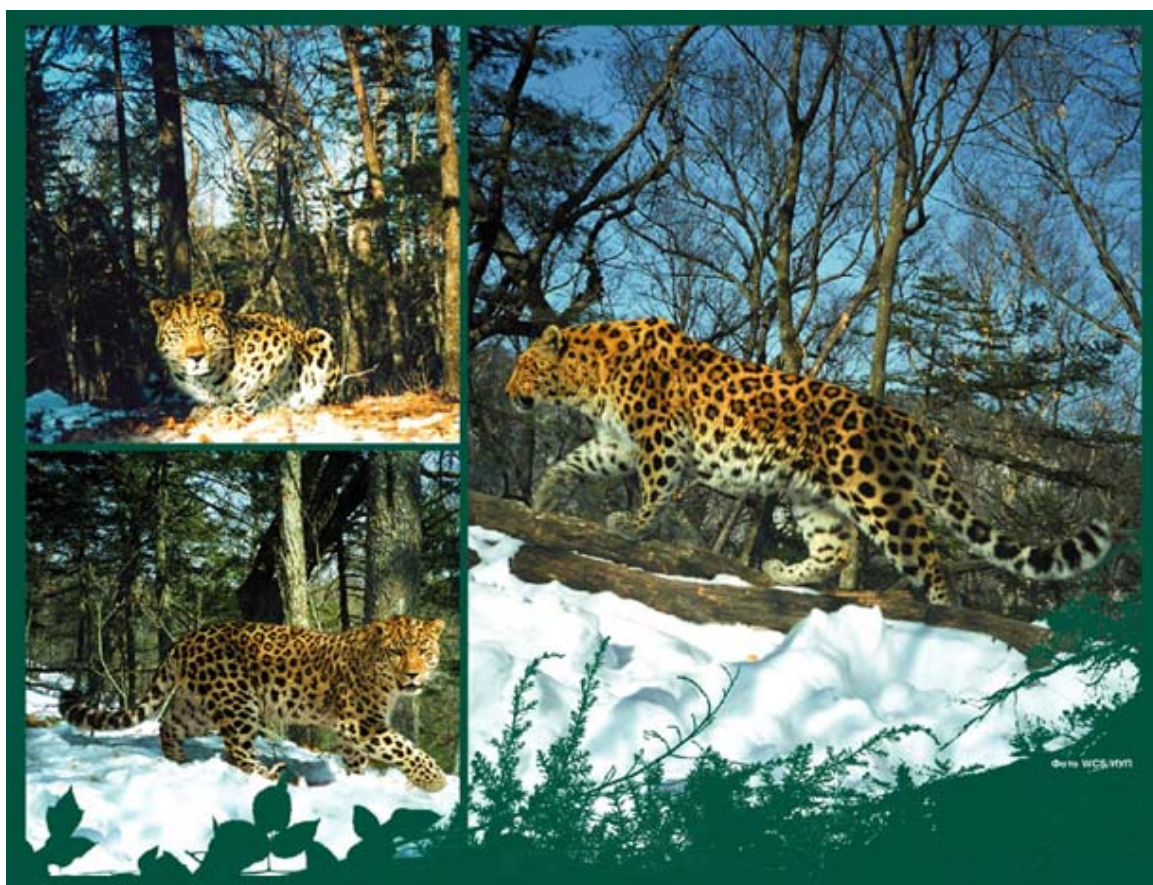
Отчёт о проведении учёта дальневосточного леопарда с применением фотоловушек на юго-западе Приморского края, зима 2005 г.

Рыбин А.Н.¹, Скорodelов А.С.², Костыря А.В.^{1*}, Микелл Д.Г.¹,
Арамилев В.В.²

¹ Общество сохранения диких животных (WCS), Нью-Йорк, США

² Институт устойчивого природопользования, Владивосток, Россия

* м.н.с. Лаборатории териологии, БПИ ДВО РАН, Владивосток, Россия



Владивосток, 2005



Отчёт о проведении учёта дальневосточного леопарда с применением фотоловушек на юго-западе Приморского края, зима 2005 г.

**Рыбин А.Н.¹, Скороделов А.С.², Костыря А.В.^{1*}, Микелл Д.Г.¹,
Арамилев В.В.²**

¹ Общество сохранения диких животных (WCS), Нью-Йорк, США

² Институт устойчивого природопользования, Владивосток, Россия

* м.н.с. Лаборатории териологии, БПИ ДВО РАН, Владивосток, Россия

**Данный учет был проведен совместно Обществом сохранения диких животных и
Институтом устойчивого природопользования при сотрудничестве с Главным
Управлением природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по
Приморскому краю, Специнспекцией «Тигр» МПР РФ, Приморкрайохотуправлением,
Военным Обществом охотников ТОФ и Биолого-почвенным Институтом ДВО РАН**

Финансовая поддержка данной работы была предоставлена:

Общество сохранения диких животных (WCS)

Рыбин А.Н., Скороделов А.С., Костыря А.В., Микелл Д.Г., Арамилев В.В. Отчёт о проведении учёта дальневосточного леопарда с применением фотоловушек на юго-западе Приморского края, зима 2005 г. Владивосток, 2005. 23 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
МЕТОДЫ.....	2
Организация полевых работ.....	2
Статистические концепции.....	3
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.....	5
Тестирование фотоловушек.....	5
Повторные «отловы».....	6
Численность и плотности населения дальневосточных леопардов.....	7
Суточная активность.....	9
БЛАГОДАРНОСТИ.....	10
ЛИТЕРАТУРА.....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	12

ВВЕДЕНИЕ

Дальневосточный леопард (*Panthera pardus orientalis*) считается самым северным подвидом из девяти существующих ныне (Miththapala et al. 1996; Uphyrkina et al. 2001). Он является, по-своему уникальным, обитая в умеренных широтах, которые характеризуются экстремальными для вида *Panthera pardus* низкими зимними температурами и наличием снежного покрова. Этот подвид распространён в самой южной части российского Дальнего Востока (Юго-запад Приморского края). В Китае вдоль границы с Россией (провинция Цзилинь) в 1998 г. было обнаружено только 5-7 особей (Yang et al. 1998). В другой китайской провинции Хейлунцзян, так же как и на хребте Пэктусан (КНДР), при проведении учётных работ никаких следов присутствия этих животных обнаружено не было (Sun et al. 1999; Kim Jin Rak et al. 1998). Наравне с анатолийским (*P.p. tulliana*), арабийским (*P.p. nimr*) и барбарийским (*P.p. panthera*) подвидами, дальневосточный леопард находится на грани исчезновения и внесён в Красную книгу МСОП (IUCN Red List; Nowell & Jackson, 1995).

Леопарды, как и другие представители рода *Panthera*, ведут скрытный образ жизни, являясь территориальными животными. В условиях низких плотностей копытных (их потенциальных жертв) они имеют большие индивидуальные участки (в случае дальневосточного подвида – до 100 и более квадратных километров (Огастин и др., 1996)). На фоне этого, изоляция ареала дальневосточного леопарда, деградация и сокращение пригодных местообитаний вследствие рубок, снижение численности копытных из-за нерационального ведения охотничьего хозяйства и браконьерства, как и браконьерские отстрелы самого леопарда, оказывают губительное воздействие на состояние его популяции. Кроме того, современные генетические исследования, проведённые путем анализа микросателлитных последовательностей, показали очень низкий уровень генетического разнообразия дальневосточного подвида в природе, и, как следствие этого, очень высокую уязвимость популяции и возможную потерю её жизнеспособности (Uphyrkina et al., 2002).

До настоящего момента данные о численности дальневосточного леопарда в России носили противоречивый характер. Так различные исследователи оценивали величину популяции от 25-31 особи (Pikunov et al., 1997), 22-27 (Пикунов и др., 2000), до 48-50 (Арамилев и Фоменко, 2000). В основу методик учётных работ по оценке численности дальневосточного леопарда, так же как и амурского тигра (*Panthera tigris altaica*) заложена возможность сбора информации о размерах следов и их распределении в течение нескольких зимних месяцев, когда снег лежит практически на всём протяжении ареалов этих животных (Матюшкин и др. 1996). Однако подобные методики, основанные на особенностях размеров следов различных особей и их распределении, могут давать значительную ошибку в оценке численности и не имеют твёрдой статистической поддержки (Karanth & Nichols, 1998). Всё это может лечь в основу субъективных оценок, и как следствие – разногласий в анализе и интерпретации одного и того же первичного материала разными экспертами (Miquelle, 2000). Кроме этого, применение следовых учётов требует привлечения для работ «уникальных следопытов». Их нехватка и отсутствие надлежащей методической основы выражается в неверном определении видовой принадлежности следов, отсутствии стандартизированного подхода к проведению промеров следовых отпечатков и оценке их давности. Это в конечном итоге, также искажает результаты учётов. Исходя из всего выше перечисленного, следует сделать вывод, что исследования, направленные на оценку численности и плотности дальневосточного леопарда, с внедрением современных методов, а также мониторинг состояния популяции с применением этих методов становятся на сегодняшний день одной из приоритетных задач.

Окраска леопардов и тигров индивидуальна, что даёт возможность их идентификации по фотоснимкам. Эта особенность была использована в Индии для разработки новых методик фотоучётов с использованием математических моделей «отлов-повторный отлов» («мечение-повторный отлов») (capture-recapture, mark-recapture), имеющих твёрдую статистическую основу без проведения физических отловов самих животных (Karanth, 1995). Несмотря на то, что апробация фотоучётов с применением автоматических фотоловушек в

Индии проходила в условиях больших плотностей населения тигров (от 4 до 16 особей на 100 км²), применение фотоловушек в Уссурийском заповеднике для учётов амурского подвида и на юго-западе Приморья для учётов дальневосточного леопарда прошли успешно, в то время как плотности населения хищников в заповеднике и прилегающих к нему территориях составили 1,6 особи на 100 км², а на юго-западе - 1,2 особи на 100 км² (Костыря и др. 2003а, Костыря и др., 2003б).

В этой работе представлены результаты третьего учёта дальневосточного леопарда с применением фотоловушек на Юго-западе Приморского края.

МЕТОДЫ

Организация полевых работ

Учётные работы проводились в зимнее время (с середины января до начала апреля), как наиболее подходящее для проведения учётов с использованием фотоловушек (Костыря и др., 2003а).

Для установки фотоловушек мы использовали пассивные системы CamTraker (Forestry Suppliers, Jackson, MS, USA), конструкция которых представляла собой моноблок, в который были вмонтированы реагирующий на изменение температуры инфракрасный сенсор и автоматический фотоаппарат (Yashica T4 super D, Japan). Окраска боков дальневосточных леопардов асимметрична (Приложение, рис. 1), вследствие чего для точной идентификации особей моноблоки устанавливались в паре друг напротив друга для одновременной съёмки животного с обеих сторон (Karanth, 1995; Karanth and Nichols, 1998). Оборудование крепилось к деревьям так, чтобы чувствительные части инфракрасных сенсоров находились на высоте 45-50 см над уровнем тропы и на расстоянии 3,5-4 метра от предполагаемой траектории движения животного (Karanth et al. 2002). Для обеспечения одновременного срабатывания фотоаппаратов системы направлялись нами приблизительно на одну точку, но при этом располагались под углом друг к другу для исключения нежелательного влияния вспышек противостоящих фотоаппаратов на экспозиции снимков.

Для установки фотоловушек были выбраны тропы, проложенные животными по южным краям платообразных хребтов, или на лезвиеобразных ряжах и отрогах, где животные никоим образом не могли миновать фотоловушки. Пригодность троп для установки на них оборудования определялась по наличию следов жизнедеятельности леопардов. В основном мы ориентировались на наличие «поскрёбов». Всего на территории исследований было установлено 22 фотоловушки (44 системы). Среднее расстояние между ними составило 3,7 км (min = 1; max = 6,5 км) (Приложение, рис. 2). Учитывая данные радиотелеметрии о размерах участков самок, варьирующих от 45 до 65 км² (Огастин и др., 1996), такая схема установки фотоловушек предполагает, по нашему мнению, наличие как минимум 2-3 единиц оборудования на один участок самки. Местоположение фотоловушек в точности соответствовало прошлогоднему (за исключением фотоловушки № 26) (Приложение, рис. 2). Оно фиксировалось на топографических картах масштаба 1:100 000 и далее пространственные данные заносились в базу данных ГИС с использованием программы ArcView 3.3. Этот же пакет использовался для последующего пространственного анализа данных.

Фотоловушки проверяли с интервалом в 5-6 дней, при этом собирали всю информацию о работе фотоаппаратов (отмечали количество отснятых кадров, дату и время).

Идентификация особей проводилась на основании полученных фотоснимков путём сравнения формы, размера «розеток» и их специфичной топографии на обоих боках животных (Приложение, рис. 3).

Статистические концепции

Демографически «закрытыми» считаются те популяции, численность и состав которых остаётся неизменным за время проведения исследований (т.е. эмиграции, иммиграции, смертность или замещение особей не должны проявляться в течение всего периода исследований) (Stanley & Burnham, 1999). Классическая формула Линкольна-Питерсона для расчёта численности в подобных популяциях по двум выборкам (двум периодам отловов) применима только в том случае, если на время проведения второго отлова достоверно известно количество оставшихся животных на территории исследований, отловленных в течение первого. В нашем случае это условие было невыполнимо, поэтому мы придерживались многопериодного подхода (Nichols & Karanth, 2002). Для этого весь временной отрезок проведения работ был разделен на периоды по пять дней, каждый из которых соответствовал отдельному отлову (далее - периоду отлова). В результате было получено 15 подобных периодов.

Далее была составлена история «отловов» и «повторных отловов» для каждого животного i , которая представляла собой ряд из t записей, где t является количеством периодов «отловов». Каждая запись в истории представлялась как X_{ij} для особи i на отдельный период отлова j , и обозначалась либо «0», если животное не было отснято в течение этого периода, либо «1», если животное было сфотографировано (Karanth & Nichols, 1998).

История «отловов» и «повторных отловов» представлена в таблице 1. В случае, когда одна и та же особь отлавливалась больше одного раза в течение одного периода отлова j , отмечался только один отлов особи для этого периода.

Таблица 1. История «отловов» и «повторных отловов» леопардов.

№ животного (i)	Периоды отловов (j)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
L1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
L2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
L4	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
L6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
L7	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0
L9	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
L10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
L14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
L15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
L16	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
L17	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
L18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
L19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Запись истории «отловов» и «повторных отловов» подобным образом упоминается как X -матрица (Otis et al., 1978) и является форматом для моделирования численности с применением компьютерной программы CAPTURE (Rexstad & Burnham, 1991).

Программа CAPTURE включает в себя несколько моделей для расчёта численности животных в «закрытых» популяциях. Для анализа данных нами были использованы две из них: модели $M_{(0)}$ и $M_{(h)}$. В основе модели $M_{(0)}$ лежит предположение, что вероятность p_{ij} для каждого животного i быть «отловленным» за период «отлова» j постоянна на протяжении всего времени исследований. В противоположность модели $M_{(0)}$, в основе модели $M_{(h)}$ лежит предположение, что p_{ij} может варьировать среди особей в исследуемой популяции, однако этот параметр остаётся постоянным для особи i на протяжении всех периодов «отловов» t .

Для каждой модели программой рассчитывается средняя численность со стандартной ошибкой и 95%-й доверительный интервал. Нижний предел 95%-го доверительного интервала, рассчитываемого программой CAPTURE, может быть равен или даже превышать количество отснятых животных (M_{t+1}) и не симметричен относительно среднего значения, так как предполагается, что количество «неотловленных» особей в исследуемой группировке животных ($\bar{N} - M_{t+1}$) подчиняется законам логнормального распределения (Rexstad & Burnham, 1991).

Дальневосточные леопарды считаются территориальными животными, занимая определённые индивидуальные участки, величина которых может значительно варьировать среди особей, относящихся к разным половозрастным группам (Пикунов, Коркишко, 1992; Огастин и др., 1996). Отсутствие информации о пространственной структуре группировки животных, обитающих на территории исследований, может стать причиной наличия разного количества фотоловушек, приходящихся на каждый индивидуальный участок леопарда, что ведёт к вариациям p_{ij} -ого среди «отловленных» особей. Поэтому модель $M_{(h)}$ наилучшим образом подходит для оценки численности дальневосточного леопарда.

В исследованиях большой интерес представляет плотность населения животных для сравнения и анализа состояния популяций и группировок, населяющих различные ареалы или части одного ареала. При проведении учетов крупных территориальных млекопитающих традиционными методами (зимние учёты следов на маршрутах), площадь исследуемой территории, используемая при расчётах, определяется обычно исследователем субъективно и зачастую не выходит за границы какого-либо охотничьего хозяйства, заказника, заповедника, бассейна крупной реки и т.п., которые обычно включают в себя лишь часть пригодных местообитаний. Поэтому животные, учтённые на территории исследований, в действительности могут осваивать большую территорию, т.е. территория исследований может включать только части их индивидуальных участков. В этом случае плотности населения исследуемых животных могут быть сильно завышены. В нашей работе использовался метод определения эффективной площади для расчёта плотностей, предложенный Уилсоном и Андерсеном (Wilson & Andersen, 1985), и адаптированный Карантом и Николсоном (Karanth & Nichols, 1998) для учётов тигров с применением фотоловушек. Этот метод заключался в расчёте дополнительной полосы или буфера для территории, где проводились работы, и которая могла содержать в себе «порции» индивидуальных участков «отловленных» животных. Для расчёта буфера использовалось среднее значение максимальной дистанции между точками «повторных отловов». При этом подразумевалось, что это значение – усредненный размер диаметров индивидуальных участков сфотографированных леопардов.

Классически плотность рассчитывается посредством математического выражения:

$D = \frac{N}{A}$, где N – численность животных и A – площадь территории. В нашем случае общая площадь территории, или эффективная площадь $A(W)$, включала в себя площадь полигона в виде минимального вогнутого многоугольника, образованного путем соединения крайних точек местоположений фотоловушек, и площади дополнительной буферной зоны шириной W (величины площадей получены посредством функций ArcView) (Приложение, рис. 2).

Определим максимальную дистанцию между точками «повторных отловов» животного i как d_i , а количество «повторных отловов» всех животных с максимальным удалением как m . Тогда максимальная средняя дистанция $\bar{d}$ и её дисперсия $S^2(\bar{d})$ рассчитываются следующим образом:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{m} \quad (1);$$

$$S^2(\bar{d}) = \frac{\sum_{i=1}^m (d_i - \bar{d})^2}{m(m-1)} \quad (2)$$

Величина ширины буфера W и $S^2(W)$ могут быть получены из выражений:

$$W = \frac{\bar{d}}{2} \quad (3);$$

$$S^2(W) = \frac{S^2(\bar{d})}{4} \quad (4)$$

Средняя плотность тигров $\bar{D}$ и её дисперсия $S^2(\bar{D})$ затем могут быть вычислены в соответствии с:

$$\bar{D} = \frac{\bar{N}}{A(W)} \quad (5);$$

$$S^2(\bar{D}) = D^2 \left[\frac{S^2(A(W))}{[A(W)]^2} + \frac{S^2(\bar{N})}{\bar{N}^2} \right] \quad (6);$$

где: $S^2(A(W)) = 4\pi A(W) S^2(W)$ (7),

а $S^2(\bar{N}) = [S(\bar{N})]^2$ (8),

где $S(\bar{N})$ является среднеквадратичным отклонением и рассчитывается программой CAPTURE отдельно для каждой модели.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Тестирование фотоловушек

В зимний сезон 2005 г. ночные и утренние температуры достигали значения -30°C , что негативно сказалось на работе фотоловушек, которые даже при температуре ниже -20°C работали неудовлетворительно. Под воздействием низких температур срок работы литиевых элементов питания фотоаппаратов резко сокращался, вместе с этим отмечались отказы в работе самих систем. Следовательно, при проведении подобных работ персоналу необходимо проверять фотоловушки как можно чаще.

Низкие температуры оказали негативное влияние на проведение учёта. В течение января были отмечены «проловы» (т.е. следы показывали прохождение леопарда, но камеры не срабатывали) из-за снижения чувствительности инфракрасных сенсоров и замерзания фотоаппаратов. В одном случае был отмечен полный отказ работы фотоаппарата под воздействием низких температур. Девятнадцать фотоаппаратов не пропечатывали даты, из них одиннадцать после повышения среднесуточных температур воздуха начали функционировать нормально, а восемь так и не пришли в норму.

Кроме того, были зафиксированы самопроизвольные срабатывания систем при попадании на сенсор прямых солнечных лучей, а также перематывание пленки после съемки одного или трех кадров (2 системы).

«Повторные отловы»

Всего за время проведения учётных работ было повторно отснято восемь особей леопардов, которые фиксировались нами в прошлые сезоны (2003 и 2004 годы) на этой территории (Костыря и др., 2003б; Костыря и др., 2004).

Самец Leo 1 в прошлом году «отлавливался» в бассейне реки Амба (фотоловушка № 30). В этом году мы зафиксировали его там же и кроме этого, в бассейнах рек Большая Ананьевка и Грязная (фотоловушки № 30, 23 и 20) (Приложение, рис. 4). Вероятно, участок обитания этого самца охватывает бассейны рек Большая Ананьевка, Амба и верховья р. Грязной.

Самка Leo 2 в этом году была сфотографирована в бассейнах рек Большая Ананьевка и Нежинка (фотоловушки № 17 и 22), в прошлом году она также была зафиксирована в бассейне реки Малая Ананьевка (фотоловушка № 16). Можно предположить, что ее участок охватывает верхние течения этих рек (Приложение, рис. 5).

Самец Leo 4 в этом году кроме бассейнов рек Большая и Малая Ананьевки был отмечен в бассейне реки Грязная (фотоловушки № 16 и 17) (Приложение, рис. 6), а за периоды учета 2003-2004 гг. он фиксировался камерами, установленными в бассейнах рек Нежинка, Большая и Малая Ананьевки. В целом территория, на которой «отлавливался» этот леопард, не изменилась.

Предположительно самка Leo 6 зимой 2005 г. была отснята фотоловушкой № 22 только один раз в районе реки Большая Ананьевка. (Приложение, рис. 7). В 2004 г. она так же была сфотографирована в этом районе фотоловушкой № 2. Вероятно это резидентная самка, участок обитания которой охватывает верховья рек Малая и Большая Ананьевки.

Самец Leo 7 в 2003-2003 гг. фиксировался нами в бассейнах сразу четырёх рек (Первая Речка, Вторая Речка, Нежинка и Большая Ананьевка) (Приложение, рис. 8) фотоловушками № 25, 1, 3, 4 и 11, соответственно. В зимний сезон 2004 г. он был отснят фотоловушками № 1, 3, и 4; в 2005 г. – фотоловушками № 1, 4, 11, 32, 13 и 15. Территория, на которой этот леопард «отлавливался» в течение трех учётов, не изменилась. Это указывает на то, что мы имеем дело с резидентным самцом, индивидуальный участок которого охватывает указанные выше бассейны рек.

Самец Leo 9 в 2003 г. был зафиксирован в бассейне р. Первая Речка (фотоловушка № 1). Он был неоднократно «отловлен» в 2004 г. фотоловушкой № 10 в бассейне р. Нежинки, кл. Раздольненский. В сезон учета 2005 г. он фиксировался фотоловушками № 17 и 10. Учитывая данные, полученные в рамках трех учётов, мы предполагаем, что установленные фотоловушки находились на границе его индивидуального участка, который может охватывать верховья рек Вторая Речка, Первая Речка, Нежинка, Борисовка и Малая Борисовка (Приложение, рис. 9).

Самка Leo 10 в течение трёх учётов фиксировалась только одной фотоловушкой № 10, в бассейне р. Нежинка (Приложение, рис. 10). Вероятно, её индивидуальный участок охватывает верхнее течение р. Нежинка от кл. Тогинского, который впадает в нее в 6 км ниже по течению от местонахождения фотоловушки № 10.

Самка Leo 12 в сезон учета 2004 г. фиксировалась в бассейнах рек Нежинка и Большая Ананьевка (фотоловушки № 6 и 17). Этой зимой была сфотографирована только один раз (фотоловушкой № 40) в бассейне р. Малая Ананьевка. По результатам учетов двух лет можно предположить, что ее участок находится в бассейнах трех рек - Большая Ананьевка, Малая Ананьевка и Нежинка (Приложение, рис. 11).

Leo 14, предположительно самка, во время учета 2005 г. была сфотографирована впервые: первый снимок был сделан на реке Нежинка (фотоловушка № 4), второй – на реке Малая Ананьевка (фотоловушка № 16) (Приложение, рис. 12). Пол и индивидуальный участок этого животного точно установить не удалось.

Самка Leo 15 была впервые сфотографирована в период учета 2005 г. Из-за недостаточного количества данных точно определить расположение ее участка невозможно.

В бассейне реки Грязная она была зафиксирована фотоловушками № 23 и 30 (Приложение, рис. 12).

Самец Leo 16 во время прошлых учетов отмечен не был. В этом году сфотографирован фотоловушками № 11, 18 и 40 в бассейнах рек Малая и Большая Ананьевка (Приложение, рис. 12).

Самец Leo 17 отснят впервые фотоловушками № 1, 4, 17 и 40 в бассейнах нескольких рек (Первая Речка, Нежинка и Малая Ананьевка) (Приложение, рис. 12). Можно предположить, что участок обитания этого самца охватывает бассейны указанных рек, а также Второй Речки.

Самец Leo 18, впервые отмеченный в этом году, был зафиксирован фотоловушками № 29 и 30 на водоразделе рек Грязная и Амба (Приложение, рис. 12). Мы предполагаем, что эти фотоловушки находились в северной части его участка, который может охватывать территорию к югу от бассейна р. Барабашевка или его часть.

Пол Leo 19 установить не удалось. Этот леопард во время прошлых учетов отмечен не был. В этом году зафиксирован только одной фотоловушкой № 4 в бассейне реки Нежинка (Приложение, рис. 12).

Численность и плотности населения дальневосточных леопардов

За время проведения работ было затрачено 1646 камеро-суток и получено 113 фотографий 14 различных особей леопардов (табл. 2).

Таблица 2. Количество фотографий и «отловов» леопардов, полученное за время проведения учётных работ в разные годы.

Год	Количество камеро-суток	Количество фотографий	Количество «отловов»	Количество леопардов, M_{t+1}
2003	1136	65	30	9
2004	1490	69	34	13
2005	1646	113	67	14

Длительное время проведения работ, большое количество периодов «отловов» (в нашем случае 15) могут дать основание для сомнений о «закрытости» исследуемой группировки леопардов (Karanth & Nichols, 1998). Однако тест на «закрытость», поддерживаемый программой CAPTURE, показал положительный результат (табл. 3), что дало все основания для использования в расчётах численности модели для «закрытых» популяций.

Таблица 3. Численность дальневосточных леопардов на территории исследований, 2003-2005 гг.

Год	Тест на «закрытость»		Модель							
			M_0				M_h			
	z	P^b	$\bar{N}$	S	95% CI ^c	p^d	$\bar{N}$	S	95% CI ^c	$\hat{p}^e$
2003	-0,373	0,355	10	0,7	10-10	0,223	11	2,8	11-27	0,203
2004	0,182	0,572	14	1,2	14-20	0,158	16	3,6	14-31	0,133
2005	0,624	0,734	14	0,4	14-14	0,252	15	2,8	15-32	0,236

^b вероятность минимального значения

^c 95%-й доверительный интервал лог-нормального распределения

^d вероятность отлова за период j для модели M_0

^e средняя вероятность отловов за период j для модели M_h

Средняя численность леопардов варьировала от 11 до 14 особей в зависимости от использованной модели (табл. 3). Несмотря на большие значения верхнего предела 95% доверительного интервала модели M_h , и основываясь на значениях интервала модели M_0 , мы предполагаем, что максимальное значение численности будет ближе к $\bar{N} + S$ модели M_h . Поэтому мы полагаем, что численность взрослых леопардов на территории исследований в сезон 2005 г. находилась в пределах от 14 до 18 особей, где нижний предел соответствует значению M_{t+1} .

Данные о половозрастной структуре исследуемой группировки представлены в таблице 4.

Таблица 4. Половозрастная структура группировки леопардов в 2005 г.

Пол	Количество
Самки	4
Самцы	7
Особи неопределённого пола	3
Котята	0

Применение традиционных методик учёта по «белой тропе» подразумевает уникальность каждого отдельно взятого исследования, поскольку основной рабочей единицей, с которой сталкивается исследователь, является след, оставленный животным на снегу, а не само животное. Сгруппировав следы, обнаруженные в процессе учёта, по размерным категориям и рассмотрев их распределение на территории исследований можно определить количество животных. Однако эти особи остаются безличными, поскольку по следам невозможно провести их индивидуальную идентификацию. Поэтому при проведении учёта исследователь не может опираться на данные прошлых работ, и даже предположить какие-либо изменения в структуре популяции.

В противоположность традиционному методу применение фотоловушек даёт нам эти возможности, что в значительной степени повышает точность результатов учета (Костыря и др., 2003б).

Известно, что дальневосточные леопарды консервативны в выборе территории, и внешние границы их участков остаются постоянными на протяжении многих лет (Пикунов и Коркишко, 1992). Поэтому мы считаем правомерным комбинировать пространственные данные по местоположению «отловов» одних и тех же особей, полученные за несколько лет, вводя их в расчёт эффективной площади $A(W)$, что в конечном итоге, вероятно наилучшим образом отражает картину плотности населения леопардов. В качестве примера можно привести самца Leo 9, который в 2003 г. был зафиксирован одной фотоловушкой в бассейне р. Первая Речка, а в 2004 г. также одной фотоловушкой в бассейне р. Нежинки, кл. Раздольненский. Дистанция между точками «отловов» составила 17,5 км. Если в данном случае основываться только на материалах одного года, то мы теряем информацию о дистанциях между повторными отловами, что повлечёт за собой уменьшение ширины буфера W , и как следствие этого завышение плотности населения. В целом, для всех животных, отловленных повторно в этом году, максимальные дистанции были оценены в соответствии с материалами трех учётов. Поэтому в таблице 5 представлены результаты 2005 г., дополненные данными прошлогодних учётов. Для сравнения результатов также был проведён анализ данных, полученных в зимний сезон 2003 г., дополненных соответственно данными учётных работ 2004 г.

Максимальные дистанции между «повторными отловами» отдельных особей варьировали в пределах 7,7-18,5 км. В 2004 г. на территории исследований величина $\bar{d}_i$ в среднем составила 13,2 км; в 2005 г. – 11,1 км, а ширина буферной зоны W – 5,5 км (табл. 5). В результате размер эффективной площади $A(W)$ в наших исследованиях в этом году составил 796 км².

Кроме леопардов (113 фотографий) было зафиксировано четыре особи амурского тигра (20 фотографий): одна самка, два самца и одна особь неопределённого пола. На одной

фотографии тигр не идентифицирован. В целом зафиксировано 9 «отловов». Моделирование численности этих хищников не проводилось из-за недостатка данных.

В процессе работ было получено 63 фотографии кабанов, 43 – пятнистых оленей, 18 – барсуков, 13 – зайцев, 7 – гималайских медведей, 6 – собак, и по одной – кабарги и лисицы.

Всего за период фотоучета было получено 285 фотографий различных животных.

Таблица 5. Размеры эффективных площадей и плотности населения дальневосточных леопардов, 2003-2005 гг.

Год	Площадь полигона с фотоловушками, км ²	Максимальная средняя дистанция «отловов», км	Ширина буфера, км	Эффективная площадь, км ²	Средняя плотность населения, особей/100 км ² * $\bar{D} \pm S$	
					Модель $M_{(0)}$	Модель $M_{(h)}$
		$\bar{d} \pm S$	$W \pm S$	$A(W) \pm S$		
2003	274	13,2±1,6	6,6±0,8	926±88	1,1±0,1	1,2±0,3
2004	274	13,2±1,3	6,6±0,7	926±71	1,4±0,2	1,5±0,3
2005	274	11,1±1,3	5,5±0,7	796±65	1,8±0,16	1,9±0,39

* для расчёта плотностей были использованы средние показатели численности дальневосточных леопардов

Суточная активность

Оценка суточной активности (циркадного ритма) крупных хищников путем прямых наблюдений невозможна в силу их скрытного образа жизни. Поэтому данные о суточной активности дальневосточного леопарда отсутствовали. В настоящий момент с применением фотоловушек мы получили представление о суточной активности этого хищника, опираясь на вариацию частоты «отловов» в течение суток. Для этого мы разделили сутки на шесть периодов по 4 часа (рис.1а,б). Далее, для каждого периода была просуммирована частота «отловов». Предполагая, что существует зависимость между частотой «отловов» леопардов для определенного периода суток и активностью, можно считать кривые распределения частот «отловов», собственно кривыми, описывающими ритм суточной активности дальневосточного леопарда.

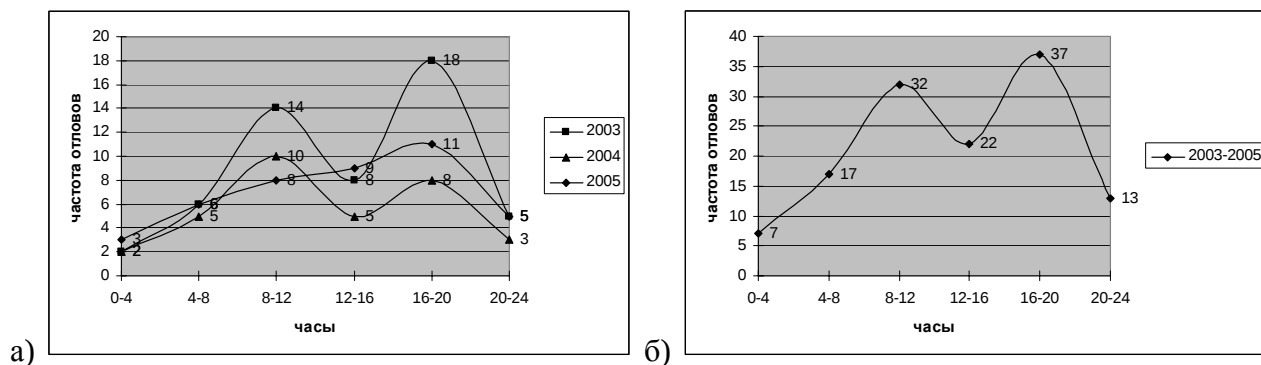


Рис. 1. Распределение частот «отловов» дальневосточных леопардов в течение суток:

а) сезон 2003 г. (n=53), сезон 2004 г. (n=33) и сезон 2005 г. (n=42);

б) суммарно для всех сезонов (n=128).

В разные годы кривые имеют несколько различную конфигурацию (рис. 1а), что может быть связано с различием в объеме выборок. Тем не менее, можно утверждать, что в зимний период циркадный ритм дальневосточного леопарда описывается бимодальной кривой с пиками, приходящимися утром на период с 8:00 до 12:00 и вечером с 16:00 до 20:00 часов. Однако мы допускаем вероятность сдвига пиков или изменение суточной активности этого хищника в летнее время наряду с изменением условий его обитания.

БЛАГОДАРНОСТИ

Учёт дальневосточного леопарда был проведён при поддержке Общества сохранения диких животных (Нью-Йорк, США).

Мы благодарим администрации Биолого-почвенного института ДВО РАН и Нежинского охотничьего хозяйства за оказанную помощь и поддержку нашей работы.

ЛИТЕРАТУРА

- Арамилев В.В., Фоменко П.В. Единовременный учёт дальневосточного леопарда и амурского тигра на юго-западе Приморья, зима 2000 г. // Отчёт о результатах оценки численности популяции дальневосточного леопарда и амурского тигра в юго-западной части Приморского края в 2000 году. Владивосток, 2000.
- Костыря А.В., Белозор А.А., Микелл Д., Арамилев В.В., Котляр А.К. Применение фотоловушек для учётов амурского тигра // Териофауна России и сопредельных территорий (VII съезд Териологического общества). Материалы международного совещания 6-7 февраля 2003 г., Москва. – Москва, 2003а. С. 176-177.
- Костыря А.В., Скороделов А.С., Микуелл Д.Г., Арамилев В.В., Макалог Д. Отчёт о проведении учёта дальневосточного леопарда с применением фотоловушек на юго-западе Приморского края, зима 2002-2003 г. Владивосток, 2003.
- Костыря А.В., Скороделов А.С., Микуелл Д.Г., Арамилев В.В., Макалог Д. Отчёт о проведении учётов дальневосточного леопарда (*Panthera pardus orientalis*) на Юго-западе Приморского края, зима 2004 года Владивосток, 2004.
- Матюшкин Е.Н., Пикунов Д.Г., Дунишенко Ю.М., Микелл Д.Г., Николаев И.Г., Смирнов Е.Н., Салькина Г.П., Абрамов В.К., Базыльников В.И., Юдин В.Г., Коркишко В.Г. Численность, структура ареала и состояние среды обитания амурского тигра на Дальнем Востоке России. Владивосток, 1996.
- Мурзин А. Микуелл Д.Г. Пространственное распределение дальневосточного леопарда на юго-западе Приморского края и рекомендации по его сохранению. Владивосток, 2001. 41 с.
- Огастин Д., Микелл Д. и Коркишко В.Г. Леопард выходит в эфир. // Зов Тайги, № 4(27), Владивосток, 1996. С. 6-11.
- Пикунов Д.Г., Абрамов В.К., Коркишко В.Г., Николаев И.Г., Белов А.И. Фронтальный учёт дальневосточного леопарда и амурского тигра на юго-западе Приморья, зима 2000 г. // Отчёт о результатах оценки численности популяции дальневосточного леопарда и амурского тигра в юго-западной части Приморского края в 2000 году. Владивосток, 2000.
- Пикунов Д.Г., Коркишко В.Г. Леопард Дальнего Востока. М.: Наука, 1992. С. 191.
- Пикунов Д.Г., Микуелл Д.Г., Абрамов В.К., Николаев И.Г., Серёдкин И.В., Белов А.И., Коркишко В.Г. Учёты леопарда (*Panthera pardus orientalis*) на Дальнем Востоке России (февраль, 2003). Владивосток, 2003.
- Karanth K.U. 1995. Estimating tiger populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71: 333 – 338.
- Karanth K.U. and Nichols J.D. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2852 – 2862.
- Kim Chen Rak, Miquelle D.G., Pikunov D.G. A survey of tigers and leopards and prey resources in the Paektusan area, North Korea, in winter 1998. (unpubl.)
- Miquelle D.G. 2000. Counting tigers in the Russian Far East: “How many are There?” Versus “Is There a Change” // Russian Conservation News, No 23, Moscow.

- Miththapala S., Seidensticker J., O'Brien S.J. 1996. Phylogeographic subspecies recognition in leopards (*Panthera pardus*): molecular genetic variation. *Conservation Biology* 10: 1115-1132.
- Nichols J.D. and Karanth K.U. 2002. Statistical concepts: estimating absolute densities of tigers using capture-recapture sampling. Pages 125-137 in *Monitoring tigers and their prey*. Center for Wildlife Studies, India.
- Nowell K., Jackson P. 1995. New Red List Categories for Wild Cats. *Cat news* 23: 21-27.
- Otise D.L., Burnham K.P., White G.C. and Anderson D.R. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62: 1-135.
- Pikunov D.G., V.V. Aramilev, P.V. Fomenko, D.G. Miquelle, V.K. Abramov, V.G. Korkishko, I.G. Nikolaev. 1997. Leopards number and its habitat structure in the Russian Far East. A final report to Wildlife Conservation Society.
- Rextad E. and Burnham K.P. 1991. User's guide for interactive program Capture. Abundance estimation of closed animal populations. Colorado State University, Fort Collins, CO, USA..
- Sun B., Miquelle D.G., Xiaochen Y., Zhang E., Hiyai S., Goshen G., Pikunov D.G. Dunishenko Y.M. and Nikolaev I.G., and Daming L. 1999 survey of Amur tigers and Far Eastern leopards in eastern Heilongjiang Province, China, and recommendation for their conservation. A final report to Wildlife Conservation Society. 1999, 56 p.
- Uphyrkina O., Johnson W., Quigley H., Miquelle D., Marker L., Bush M., O'Brien S. J. 2001. Phylogenetics, genome diversity and origin of modern leopard, *Panthera pardus*. *Molecular Ecology* 10: 2617-2633.
- Uphyrkina O., Miquelle D., Quigley H., Driscoll C., O'Brien S. J. 2002. Conservation Genetics of the Far Eastern leopard (*Panthera pardus orientalis*) *Journal of Heredity*.
- Willson K.R. and Anderson D.R. 1985. Evaluation of low density estimators of small mammal population size. *Journal of Mammalogy* 66: 13-21.
- Yang S., Jiang J., Wu Z., Li T., Yang X., Han X., Miquelle D.G., Pikunov D.G., Dunishenko Y.M., and Nikolaev I.G. 1998. Report on the Sino-Russian joint survey of Far Eastern leopards and Siberian tigers and their habitat in the Sino-Russian boundary area, eastern Jilin Province, China, winter, 1998. A final report to the UNDP and Wildlife Conservation Society. 42 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ

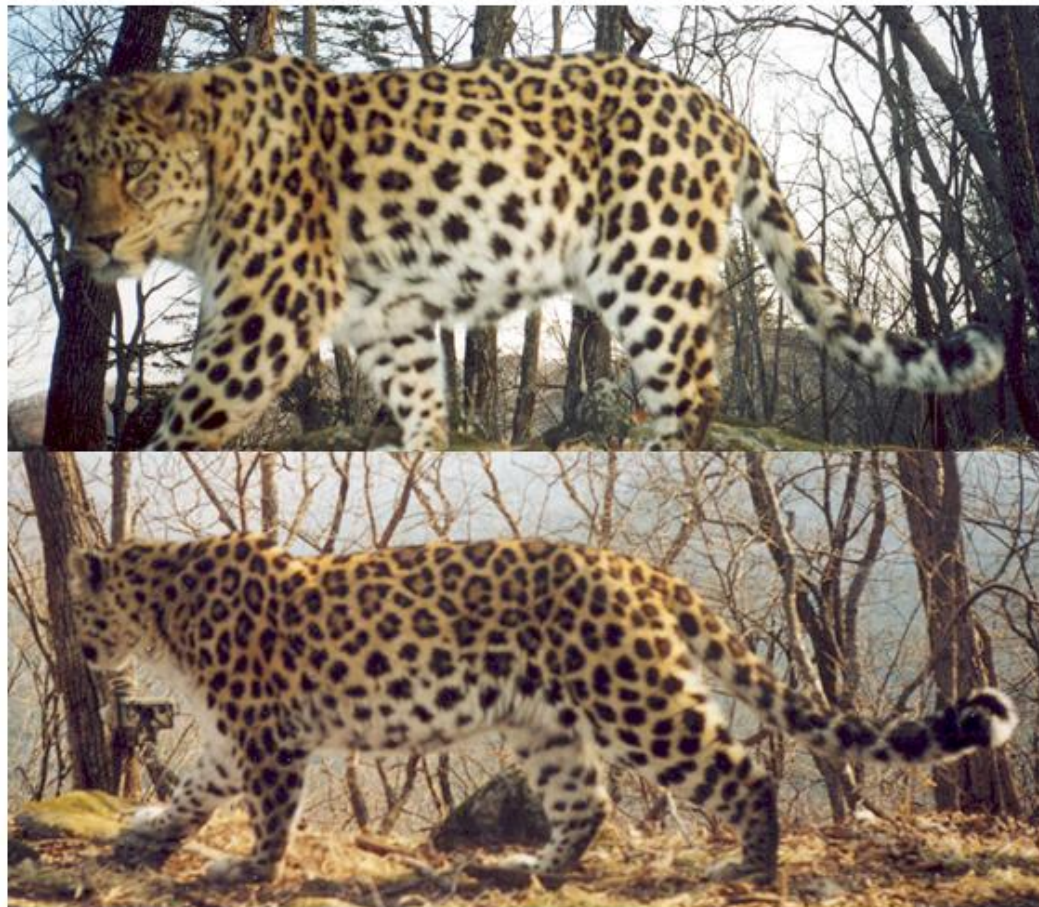


Рис. 1. Асимметричность окраски боков дальневосточного леопарда (один из снимков в «зеркальном отражении»).

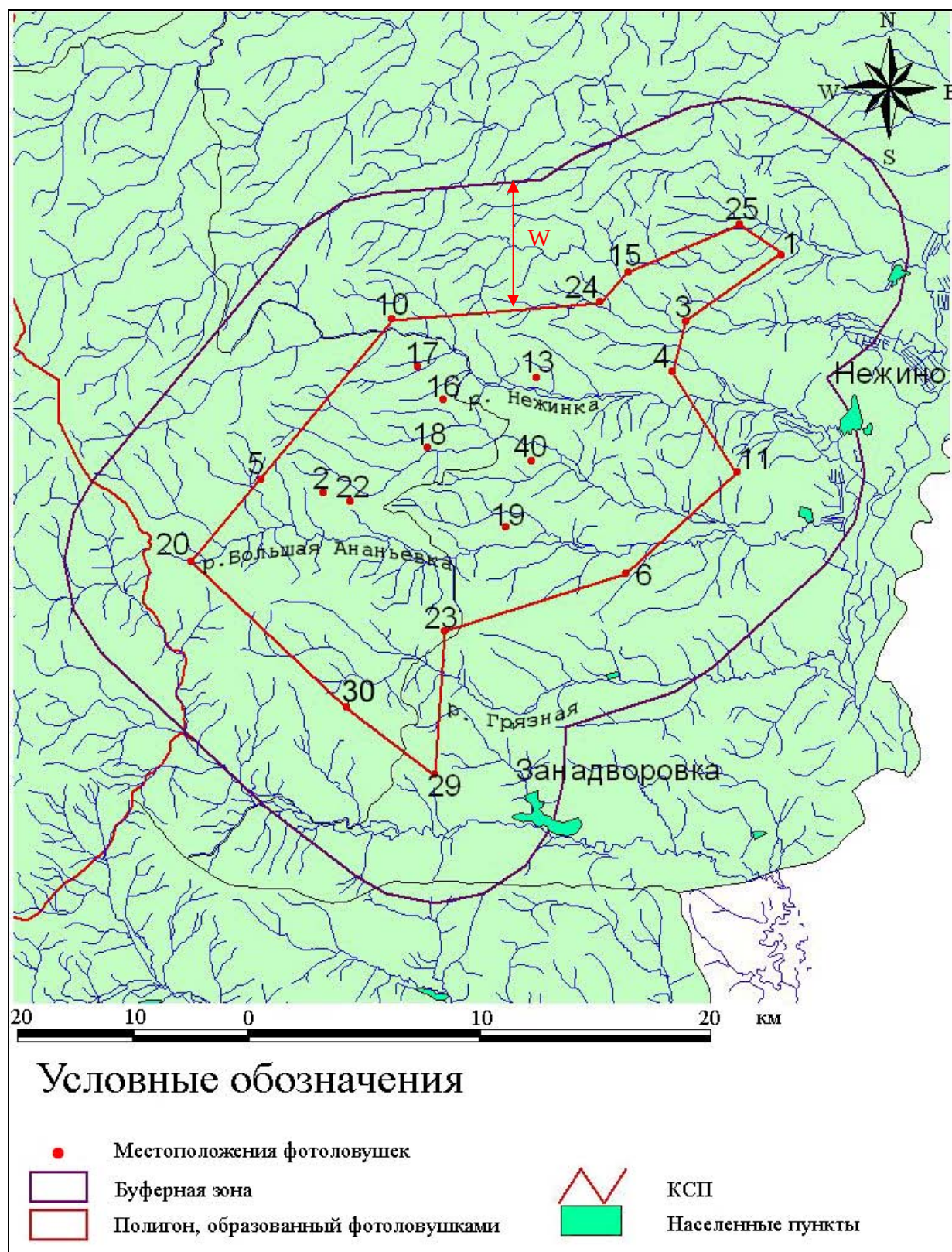


Рис. 2. Территория исследований.

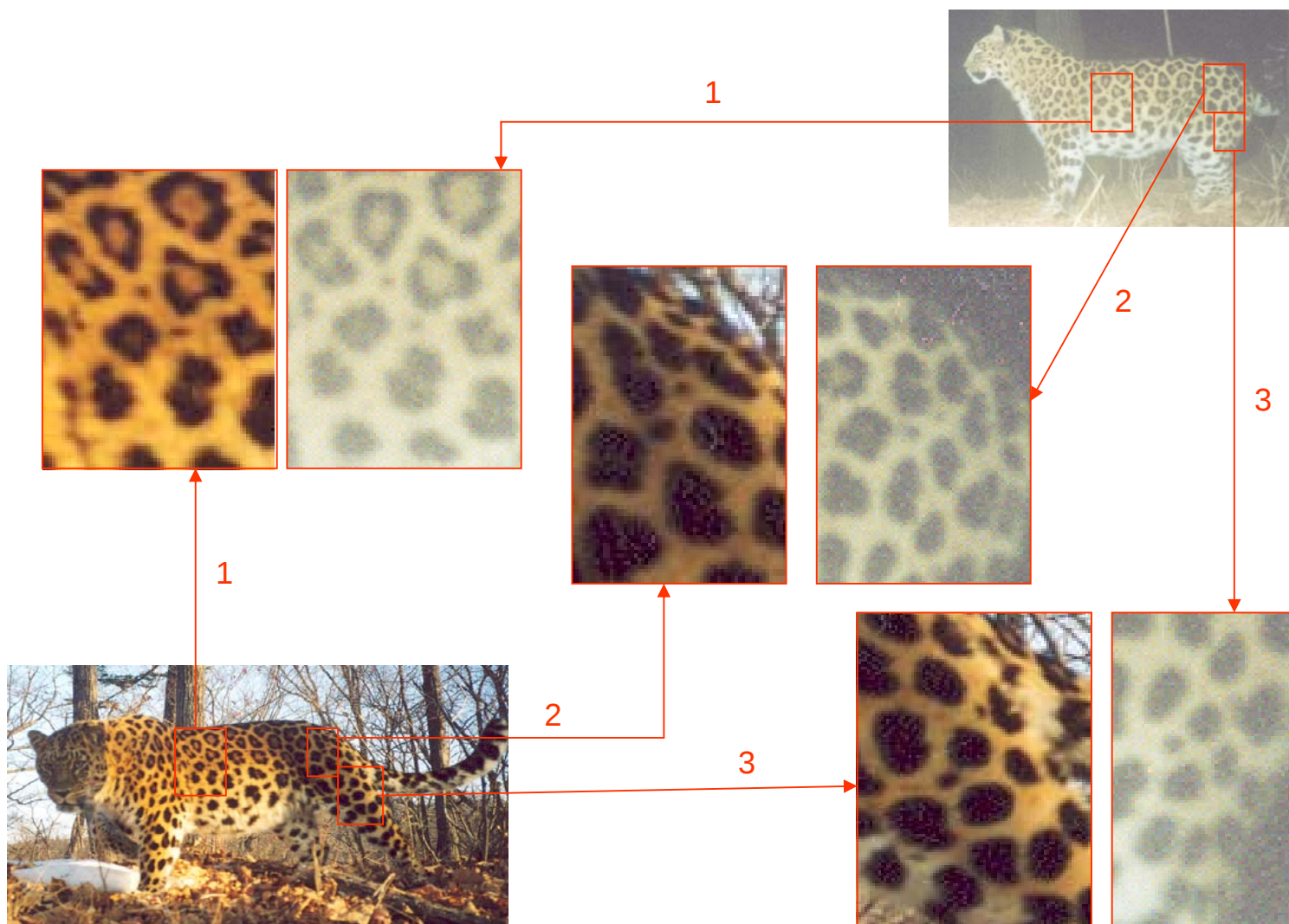


Рис. 3. Идентификация особей дальневосточного леопарда по форме и топографии «розеток».

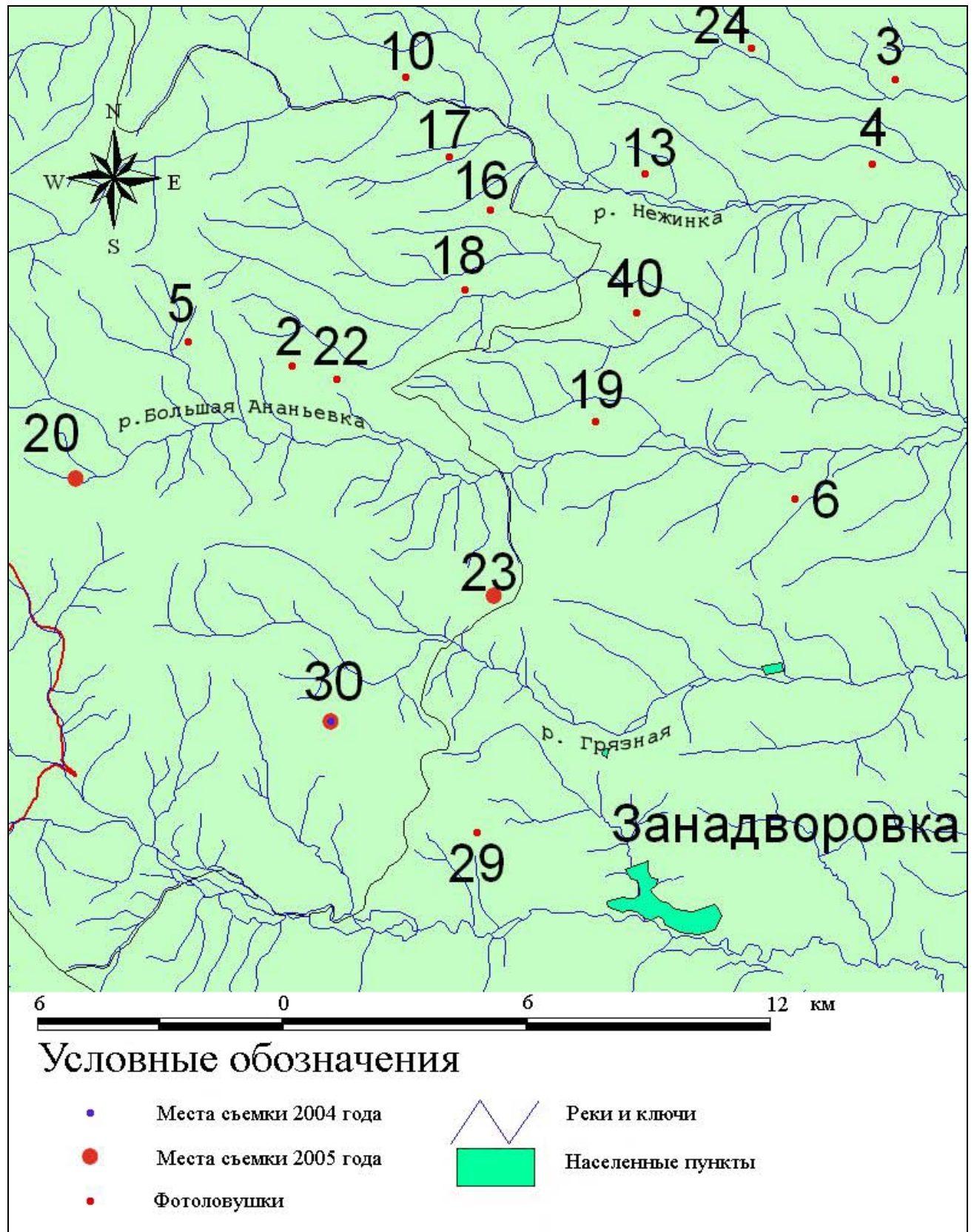


Рис. 4. Места повторных отловов самца Leo 1.

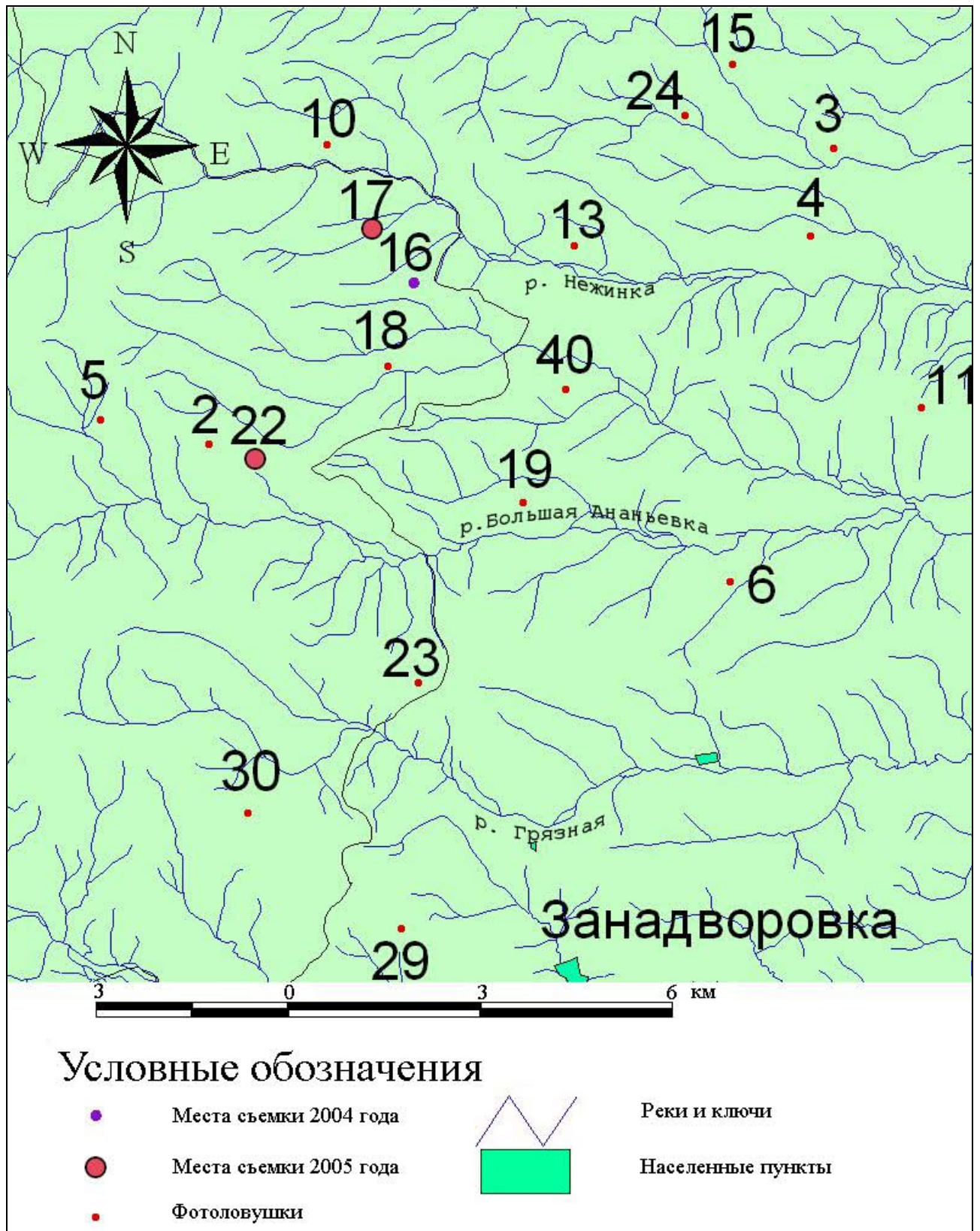


Рис. 5. Места повторных отловов самца Leo 2.



Рис. 6. Места повторных отловов самки Leo 4.



Рис. 7. Места повторных отловов самца Leo 6.



Рис. 8. Места повторных отловов самца Leo 7.

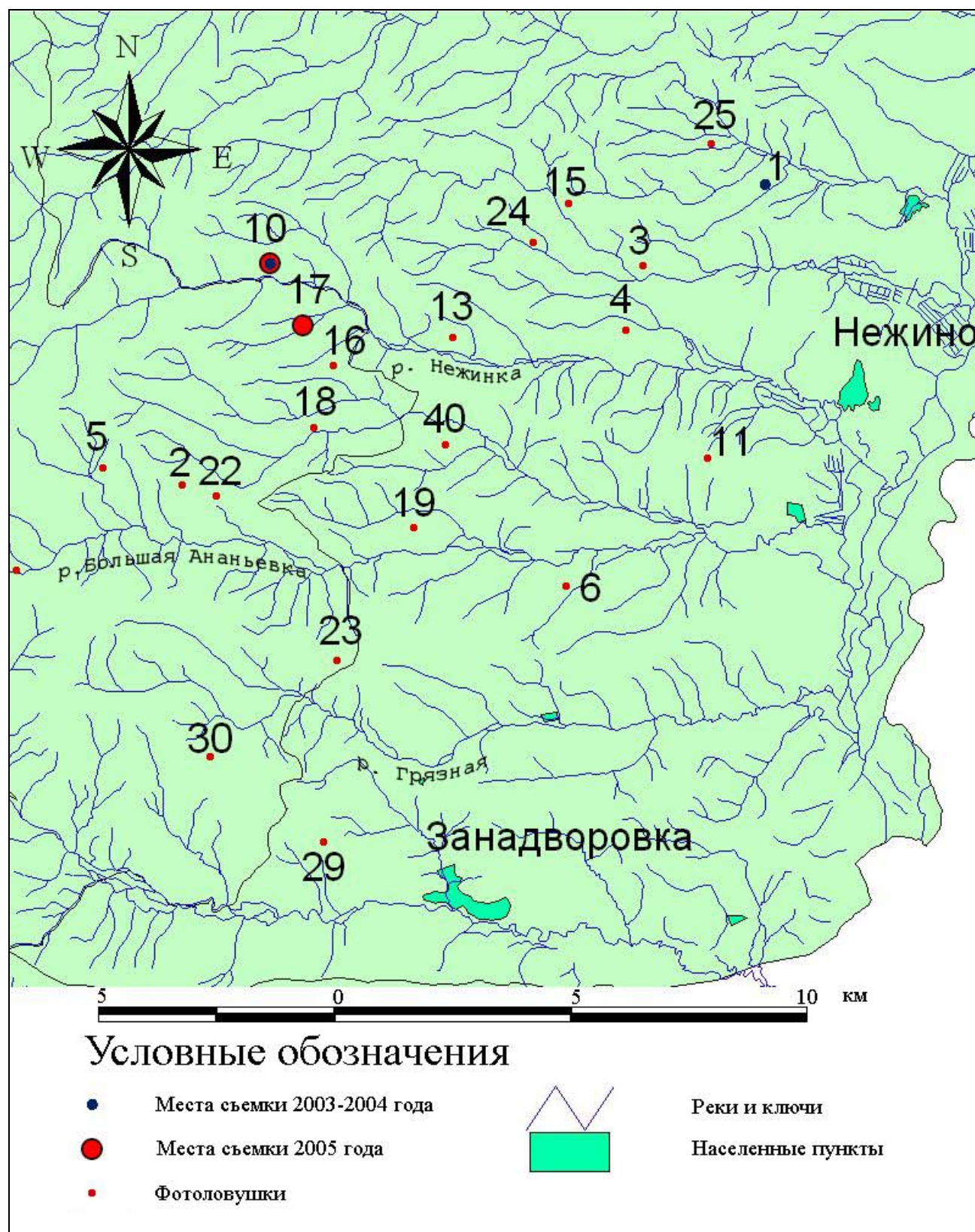


Рис. 9. Места повторных отловов самца Leo 9.



Рис. 10. Места повторных отловов самки Leo 10.

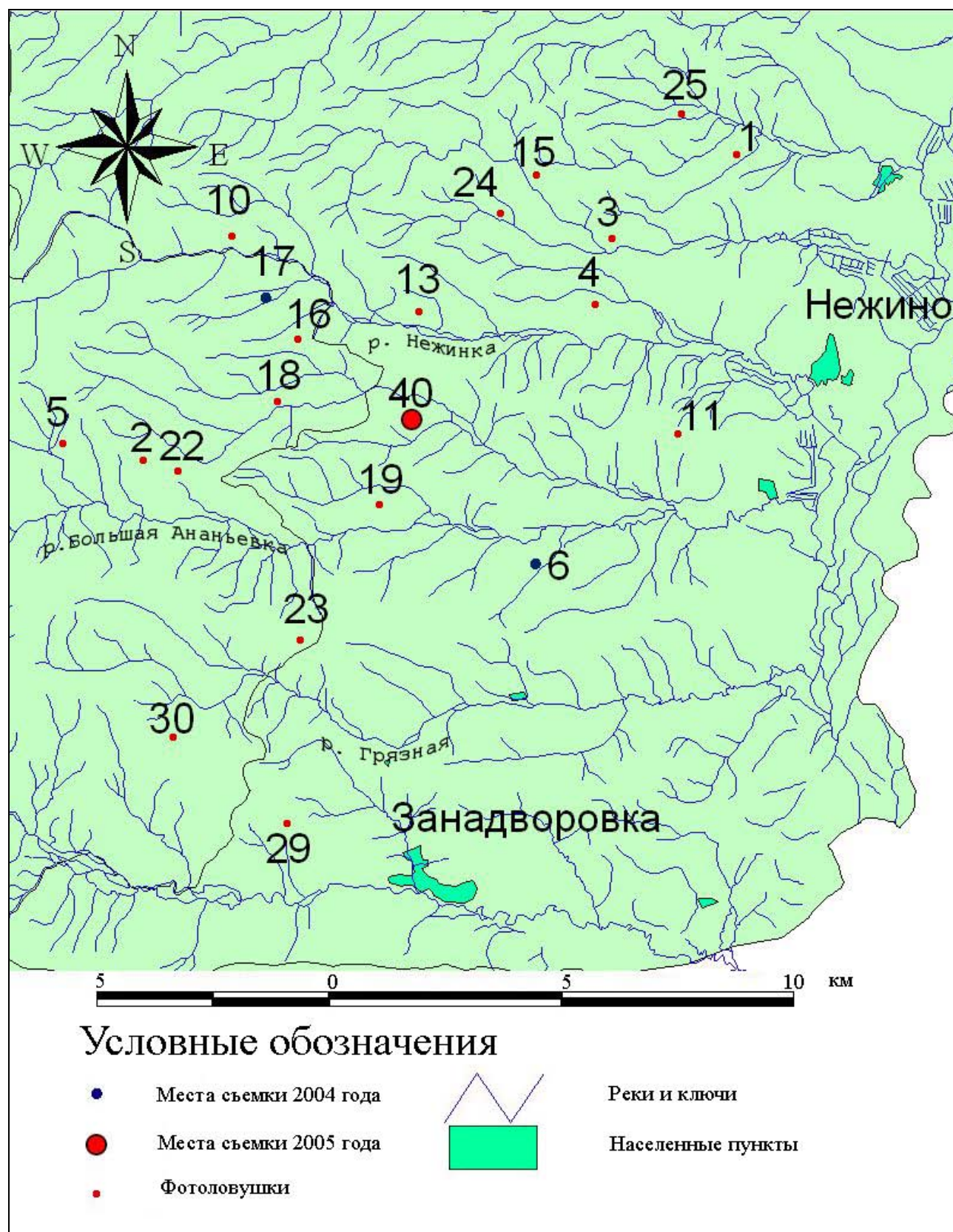


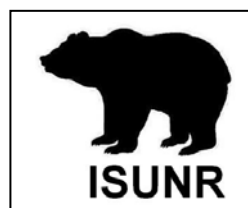
Рис. 11. Места повторных отловов самки Leo 12.



Рис. 12. Места отловов новых особей зимой 2005 г.



Общество сохранения диких животных (WCS) является неправительственной природоохранной организацией, деятельность которой основана на научных исследованиях. Основано в 1896 г. как Нью-Йоркское Зоологическое Общество. Главная цель – сохранение диких животных путем разработки и применения новейших научных и основанных на полевых исследованиях подходов к решению критических экологических проблем



Институт устойчивого природопользования является российской общественной организацией. Создана в 1996 г. во Владивостоке. Главная цель организации – реализация проектов по устойчивому использованию ресурсов животного мира, сохранение редких видов животных и их местообитаний через исследование экологии животных с помощью современных методов