

ОТЧЁТ

О ПРОВЕДЕНИИ УЧЁТА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ЛЕОПАРДА С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОТОЛОВУШЕК НА ЮГО-ЗАПАДЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ, ЗИМА 2006 г.

Костыря А.В.^{1,3}, Скороделов А.С.², Микелл Д.Г.¹,
Арамилов В.В.², Рыбин А.Н.¹

- ¹ Общество сохранения диких животных (WCS), Нью-Йорк, США
² Институт устойчивого природопользования, Владивосток, Россия
³ Биолого-почвенный институт ДВО РАН



ВВЕДЕНИЕ

Дальневосточный леопард (*Panthera pardus orientalis*) считается самым северным из девяти существующих ныне подвидов (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 леопардов (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 азиатским (*P.p. tulliana*), аравийским (*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 (Микулел, Смирнов, неопубликованные данные), 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, можно добавить, что 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 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 «capture-recapture» («mark-recapture»), имеющих твёрдую статистическую основу и применяемых в мире для оценки численности многих видов животных (в том числе и медведей) без проведения физических отловов (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 прошли успешно, в то время как плотности населения хищников в заповеднике и прилегающих к нему территориях составили 1,6 особи на 100 км² (Костыря и др., 2003).

В данной работе представлены результаты учёта дальневосточного леопарда с применением фотоловушек, проведённого на юго-западе Приморского края в 2006 г.

БЛАГОДАРНОСТИ

Учёт дальневосточного леопарда был проведён при поддержке Общества сохранения диких животных (WCS) и Дальневосточного филиала WWF-Россия.

Выражаем глубокую признательность полевым сотрудникам Виктору Сторожуку, Виталию Едину, Сергею Соколову, Андрею Ефремову, Константину Рыбалко и Алексею Захарову за неоценимую помощь в реализации полевой части данного проекта. Кроме этого благодарим администрацию Биолого-почвенного института ДВО РАН, заповедника «Кедровая Падь» и Нежинского охотничьего хозяйства за оказанную ими помощь и поддержку нашей работы.

МЕТОДЫ

Организация полевых работ

Исследования проводились одновременно на двух площадках – Северной и Южной – двумя группами исследователей (рис. 1, рис. 2). Северная площадка охватывала территорию Нежинского охотничьего хозяйства и юго-западную часть заказника «Борисовское Плато»; Южная – заповедник «Кедровая Падь» и северную часть заказника «Барсовый».

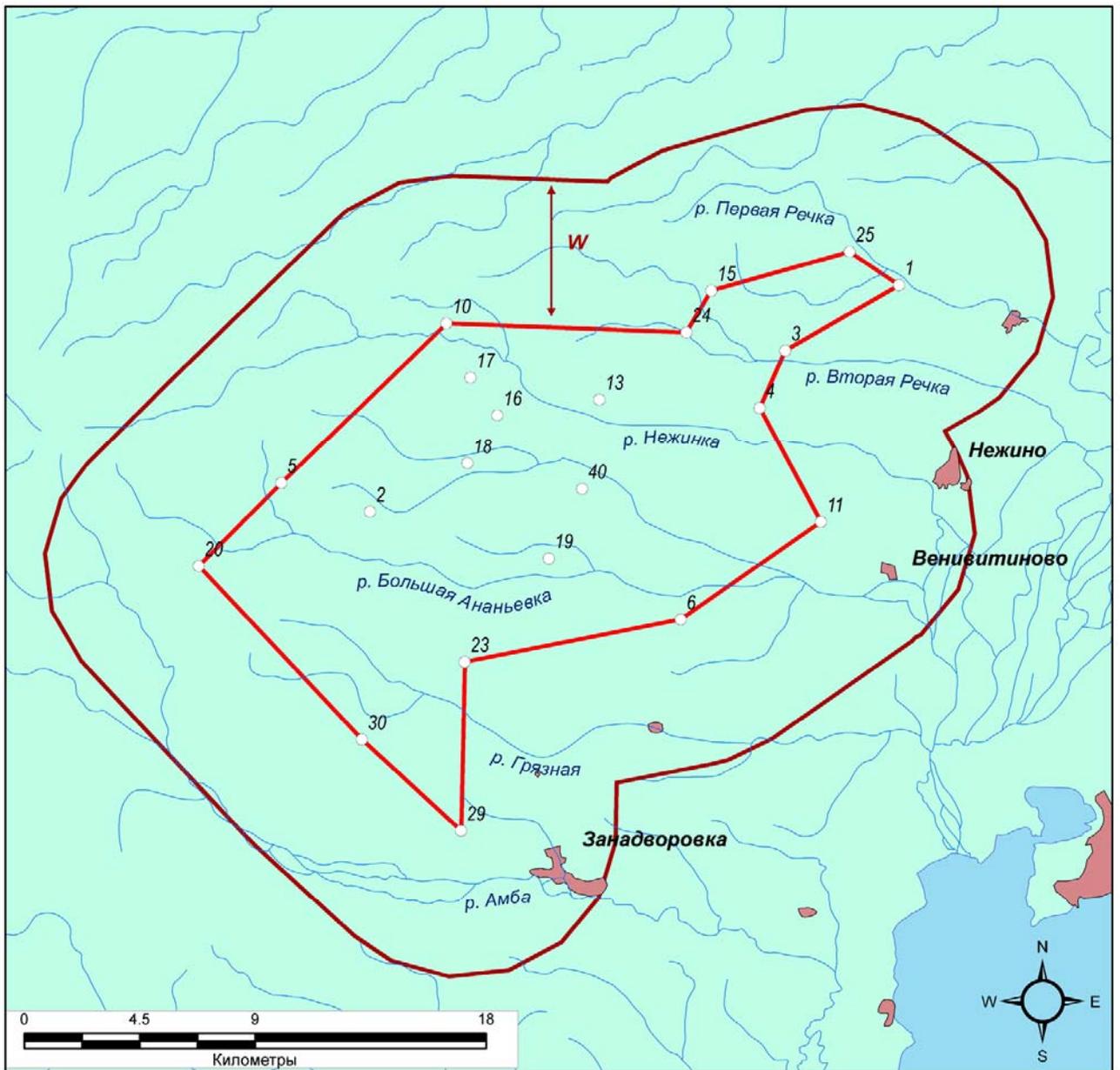
Наиболее подходящим временем для проведения учётов с использованием фотоловушек являются конец зимы и начало весны (Костыря и др., 2003), поэтому работы проводились в течение февраля-апреля. На Северной площадке учёт был проведен с 5 февраля по 7 апреля, на Южной – с 24 февраля по 3 мая.

Для установки фотоловушек мы использовали пассивные системы CamTraker (Forestry Suppliers, Jackson, MS, USA), конструкция которых представляла собой моноблок, в который вмонтированы реагирующий на изменение температуры инфракрасный сенсор и автоматический фотоаппарат (Yashica T4 super D, Japan). Окраска боков дальневосточных леопардов асимметрична (рис. 3), 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 м 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 привлечения внимания животного использовалась запаховая приманка, что увеличивало время его пребывания между фотокамерами.

Для установки фотоловушек были выбраны тропы, проложенные животными по южным краям платообразных хребтов, или на лезвиеобразных ряжах и отрогах, где животные не могли пройти мимо 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 44 фотоловушки (88 фотокамер). Среднее расстояние между фотоловушками составило 3,7 км (min = 1; max = 6,5 км) (рис. 1). Учитывая данные радиотелеметрии о размерах участков самок, варьирующих от 45 до 65 км² (Огагин и др., 1996), такая схема установки фотоловушек предполагает, по нашему мнению, наличие, как минимум 2-3 единиц оборудования на один участок самки. Местоположение фотоловушек фиксировалось на топографических картах масштаба 1:100000 и заносилось в базу данных ГИС с использованием пакета программ ArcView 3.2a. Этот же пакет программ использовался для последующего пространственного анализа данных.

Фотоловушки проверяли с интервалом в 5-6 дней, при этом собирали всю информацию о работе фотоаппаратов (отмечали количество снятых кадров, дата и время). К сожалению, из-за полного отсутствия снега на протяжении всего периода учётных работ фиксировать параметры следов отснятых леопардов было невозможно.

Идентификация особей проводилась на основании полученных фотоснимков путём сравнения формы, размера «розеток» и их специфичной топографии на обоих боках животных (рис. 4).



Условные обозначения

- | | | | |
|--|-------------------------------------|--|-------------------|
| ○ | Места установки фотоловушек | — | Реки и ключи |
| | Полигон, образованный фотоловушками | | Населённые пункты |
| | Эффективная площадь | | |

Рис. 1. Территория исследований (Северная площадка)



Рис. 2. Территория исследований (Южная площадка)

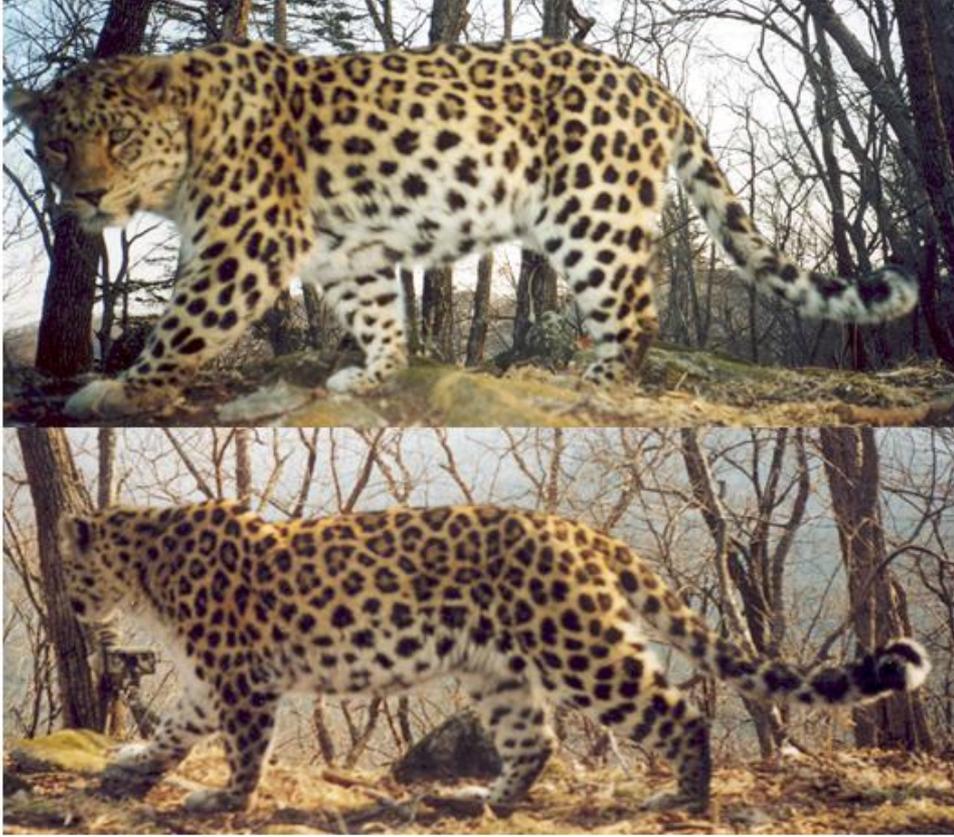


Рис. 3. Асимметричность в окраске боков дальневосточного леопарда (один из снимков в «зеркальном отражении»)

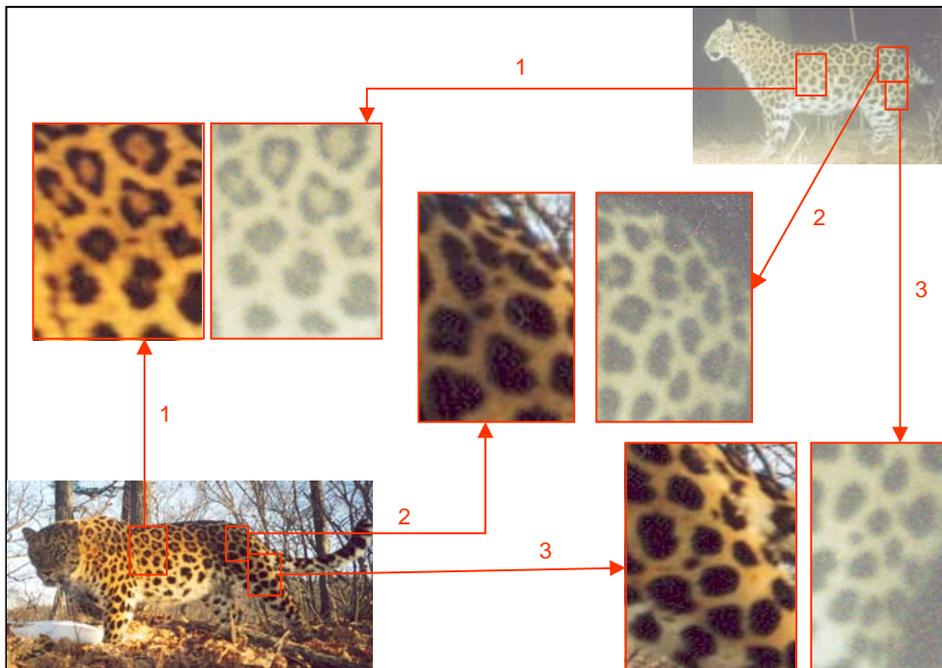


Рис. 4. Идентификация особей дальневосточного леопарда по форме и топографии «розеток»

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 периода. В нашем случае это условие было невыполнимо, поэтому мы придерживались многопериодного подхода (Nichols & Karanth, 2002).

При таком подходе история «отловов» и «повторных отловов» для животного i представляет собой векторный ряд из t записей, где t является количеством периодов «отловов». Каждая запись в истории представлялась как X_{ij} для особи i на период j , и обозначалась либо «0», если животное не было зафиксировано в течение этого периода, либо «1», если животное было сфотографировано (Karanth & Nichols, 1998). 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 (Otis et al., 1978; Rexstad & Burnham, 1991).

Программа CAPTURE включает в себя модели для расчёта численности животных в «закрытых» популяциях. Для анализа данных использовались две из них: модель $M_{(0)}$ и $M_{(h)}$. В основе модели $M_{(0)}$ лежит предположение, что $p_{ij} = \text{const}$ на протяжении всего времени исследований, p_{ij} является вероятностью для каждого животного i быть «отловленным» за период «отлова» j . В основе модели $M_{(h)}$ напротив 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 .

Дальневосточные леопарды считаются территориальными животными, занимая определённые индивидуальные участки, величина которых может значительно варьировать среди особей, относящихся к разным половозрастным группам (Пикун, Коркишко, 1992, Огастин и др., 1996). Отсутствие информации о пространственной структуре группировки животных, обитающих на территории исследований, может стать причиной установки разного количества фотоловушек на каждый индивидуальный участок леопарда, что ведёт к вариациям p_{ij} -ого среди «отловленных» особей. Поэтому наиболее пригодной моделью для оценки численности следует считать модель $M_{(h)}$ (Karanth & Nichols, 1998).

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 учётных работ 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 или бассейна крупной реки, 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 плотность населения леопардов может быть завышена. 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, который мог 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 диаметр 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) (рис. 1).

Определим максимальную дистанцию между точками «повторных отловов» животного i , как d_i , а количество «повторных отловов», 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:

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

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

Плотность тигров \bar{D} и $S^2(\bar{D})$ 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, среднеквадратичное отклонение $S(\bar{D})$ есть ни что иное, как $\sqrt{S^2(\bar{D})}$.

Распределение «неотловленных» особей считается лог-нормальным (Rexstad & Burnham, 1991), поэтому нижний предел 95% доверительного интервала, рассчитываемого программой CAPTURE, может быть равен или даже превышать количество зафиксированных животных (M_{t+1}), а верхний – значительно больше, чем при расчёте доверительного интервала $\bar{N} \pm 1,96S(N)$ нормального распределения (Karanth, 1995).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Численность и плотность населения дальневосточного леопарда

Северная площадка

Весь период проведения работ на Северной площадке был разделен на периоды по четыре дня, каждый из которых соответствовал отдельному «отлову» (или периоду «отлова»). В результате нами было получено 11 подобных периодов. История «отловов» и «повторных отловов» представлена в табл. 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.

За время проведения работ было затрачено 1281 камеро-суток и получено 63 фотографии 9 особей леопардов (табл. 2).

Длительное время проведения работ, большое количество периодов «отловов» (в нашем случае 11) могут дать основание для сомнений о «закрытости» исследуемой группировки леопардов (Karanth & Nichols, 1998). Однако тест на «закрытость», поддерживаемый программой CAPTURE, показал положительный результат (табл. 4), что дало все основания для использования в расчётах численности модели для «закрытых» популяций.

Таблица 1. История «отловов» и «повторных «отловов» леопардов на Северной площадке

№ особи (i)	«Периоды отловов» (j)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
L1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
L2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
L4	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
L7	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
L9	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
L18	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
L20	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
L21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
L22	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Таблица 2. Количество фотографий и «отловов» леопардов, полученное за весь период проведения учётных работ на Северной площадке

Сезон	Количество фотографий	Количество «отловов»	Количество леопардов M_{t+1}
2002-2003	65	30	9
2004	69	34	13
2005	113	67	14
2006	63	28	9

Данные о половозрастной структуре исследуемой группировки представлены в табл. 3.

Таблица 3. Половозрастная структура группировки леопардов на Северной площадке

Самки	Самцы	Неопред. пола	Котята
2	6	1	0

Средняя численность леопардов варьировала от 9 до 10 в зависимости от использованной модели (табл. 4). Несмотря на большие значения верхнего предела 95% доверительного интервала модели M_h , и основываясь на значениях интервала модели M_o , мы полагаем, что максимальное значение численности будет ближе к $\bar{N} + S$ модели M_h . Поэтому мы считаем, что численность взрослых леопардов на территории исследований в зимний сезон 2006 г. находилась в пределах от 9 до 13 особей, где нижний предел соответствует значению M_{t+1} .

Максимальные дистанции между повторными «отловами» отдельных особей варьировали в пределах 3,9–17,3 км. В среднем для территории исследований величина \bar{d}_i для всех сезонов исследований составила 11,8 км, а ширина буферной зоны $W - 5,9$ км (табл. 5). В результате размер эффективной площади $A(W)$ в наших исследованиях составил 845 км².

Кроме леопардов было зафиксировано четыре особи амурского тигра (24 фотографии). Общее количество «отловов» - 7. Моделирование численности для этих хищников не проводилось из-за недостатка данных.

Таблица 4. Численность дальневосточного леопарда на Северной площадке

Сезон	Тест на «закрытость»		Модель							
	z	P^b	\bar{N}	S	M_o		M_h		\hat{p}^e	
					95% Cf^c	p^d	\bar{N}	S	95% Cf^c	
2002-2003	-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
2006	-0,353	0,324	9	0,8	9-14	0,2209	10	3	10-28	0,2

^a дополнены на основании данных двух сезонов

^b вероятность минимального значения

^c 95% доверительный интервал лог-нормального распределения

^d вероятность «отловов» за период j для модели M_o

^e средняя вероятность «отловов» за период j для модели M_h

Таблица 5. Размеры эффективных площадей и плотности населения дальневосточного леопарда на Северной площадке

Сезон	Площадь полигона с фотоловушками (км ²)	Максимальная средняя дистанция «отловов» (км)	Ширина буфера (км)	Эффективная площадь (км ²)	Средняя плотность населения (особь/100 км ²)*	
					$\bar{D} \pm S$	
		$\bar{d} \pm S$	$W \pm S$	$A(W) \pm S$	Модель $M_{(o)}$	Модель $M_{(h)}$
2002-2003	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
2006	274	11,8±1,6	5,9±0,8	845±83	1,1±0,16	1,2±0,36

* для расчёта плотностей были использованы средние показатели численности дальневосточного леопарда

«Повторные отловы»

Всего за четыре года исследований было отснято 22 особи дальневосточных леопардов, из которых 3 отлавливались нами на протяжении четырёх лет; 3 – трёх лет; 7 – двух лет и 9 – одного года (табл. 6).

В 2006 г. повторно были отловлены леопарды L1, L2, L4, L7, L9 и L18. Новых особей на территории исследований появилось три: L20, L21 и L22.

Самец L1 был отснят нами на протяжении трёх сезонов: 2004 г. – фотоловушка № 30; 2005 г. – фотоловушки №№ 20, 23, 30 и в 2006 г. – фотоловушки №№ 20,30 (рис. 5). Вероятно, это резидентный самец, участок которого может располагаться в бассейнах рек Амба, Грязная и верховьях Большой Ананьевки.

Самка L2, так же как и самец L1, фиксировалась нами на протяжении последних трёх зимних сезонов: в 2004 г. – фотоловушка № 17; в 2005 г. – фотоловушка № 16 и в 2006 г. – фотоловушки №№ 2 и 17 (рис. 6). Её индивидуальный участок охватывает верхние части бассейнов Малой Ананьевки и Нежинки.

Самец L4 фотографировался нами на протяжении всех четырёх сезонов проведения работ: 2002-2003 гг. – фотоловушки №№ 18, 20, 23; 2004 г. – фотоловушки №№ 5, 16, 17, 18, 20; 2005 г. – фотоловушки №№ 16, 18, 40 и в 2006 г. – фотоловушки №№ 5, 23, 18, 2, 20 (рис. 7). Индивидуальный участок этого самца, по данным четырёх лет, располагается в верхнем и среднем течении рек Большая Ананьевка, Малая Ананьевка и Нежинка.

Таблица 6. Количество «отловов» дальневосточных леопардов на Северной площадке по сезонам

ID	2003	2004	2005	2006
L1	0	1	1	1
L2	0	1	1	1
L3	1	1	0	0
L4	1	1	1	1
L5	1	1	0	0
L6	0	1	1	0
L7	1	1	1	1
L8	1	1	0	0
L9	1	1	1	1
L10	1	1	1	0
L11	1	1	0	0
L12	0	1	1	0
L13	0	1	0	0
L14	0	0	1	0
L15	0	0	1	0
L16	0	0	1	0
L17	0	0	1	0
L18	0	0	1	1
L19	0	0	1	0
L20	0	0	0	1
L21	0	0	0	1
L22	0	0	0	1

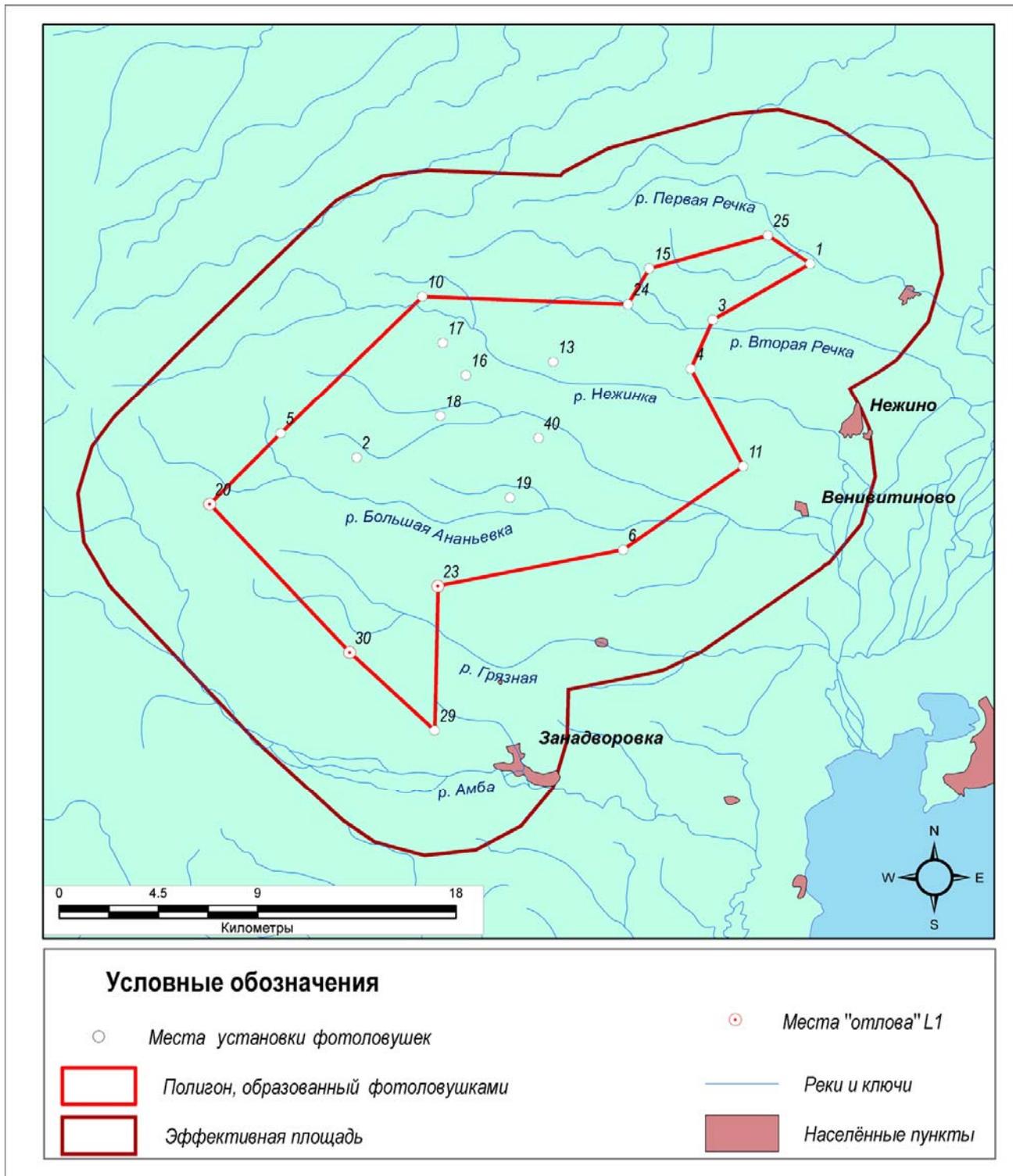


Рис. 5. Места повторных «отловов» самца L1

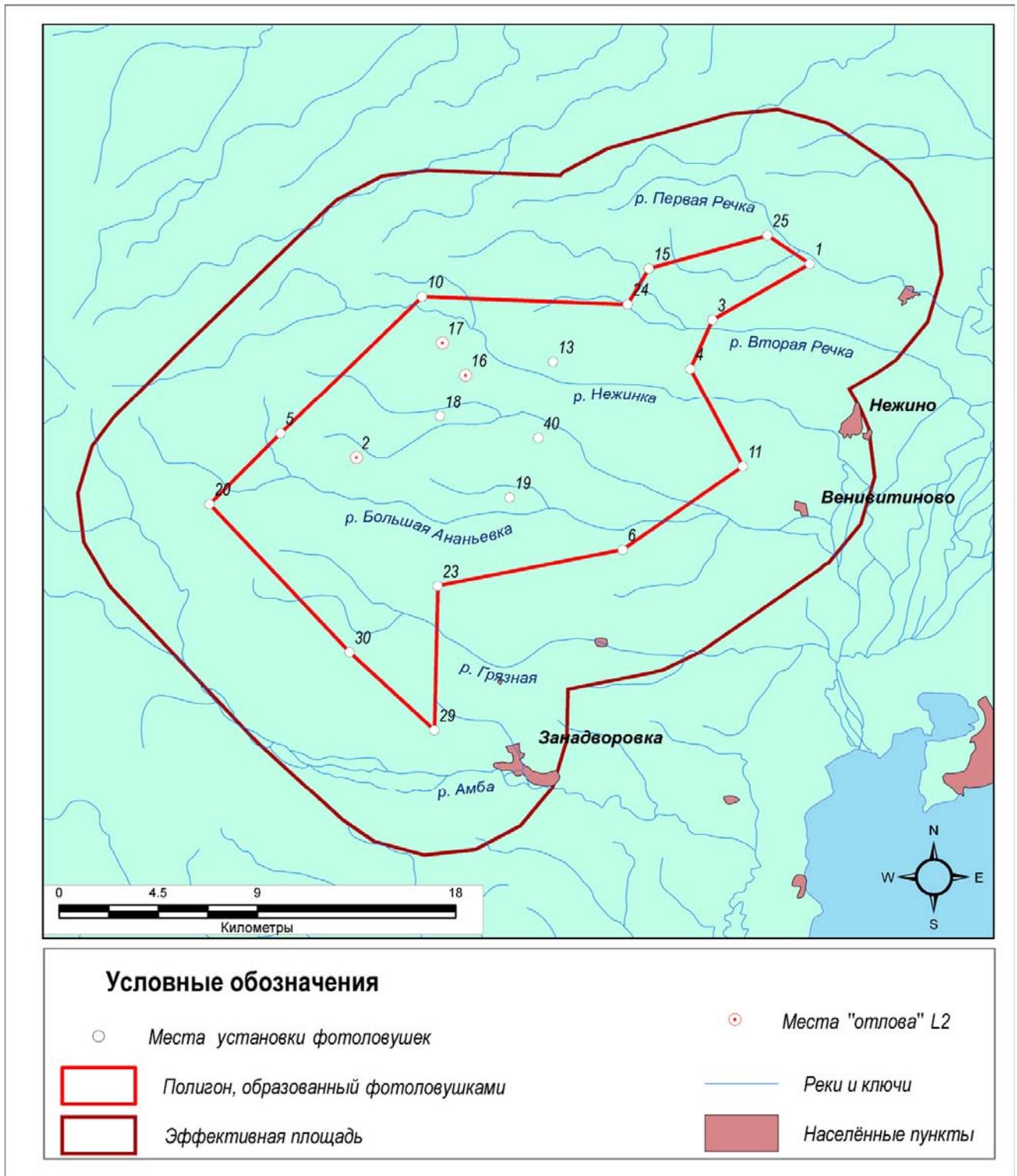


Рис. 6. Места повторных «отловов» самки L2

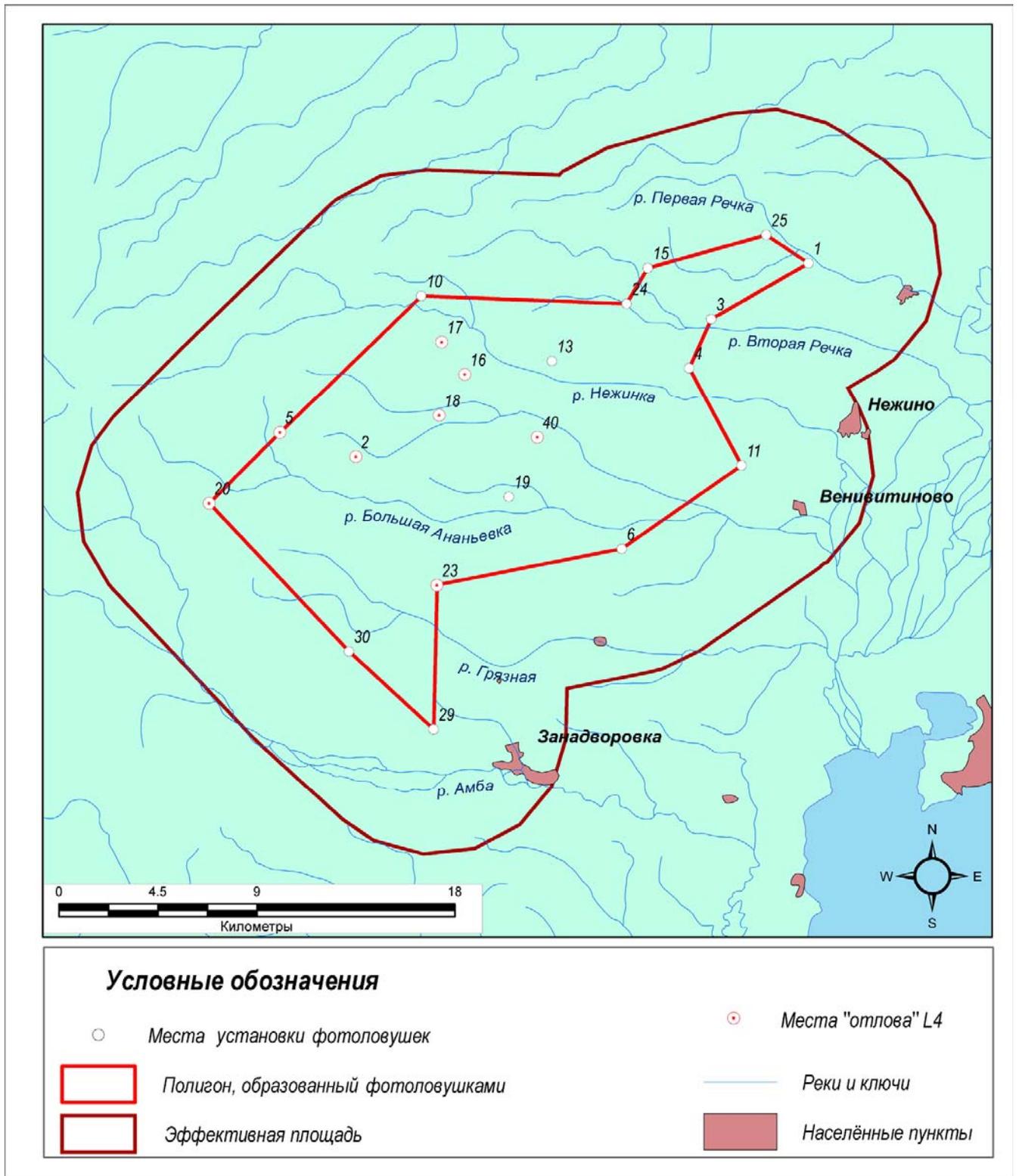


Рис. 7. Места повторных «отловов» самца L4

Самец L7, так же как и самец L4, отмечался на территории исследований на протяжении всех учётов: 2002-2003 гг. – фотоловушки №№ 25, 1, 11, 3, 4, 13; 2004 г. – фотоловушки №№ 1, 3, 4; 2005 г. – фотоловушки №№ 1, 4, 32, 11, 13 и в 2006 г. – фотоловушки №№ 1, 3, 4, 11, 16, 24 (рис. 8). Участок этой резидентной особи по данным, собранным за четыре года, охватывает бассейны рек Первая речка, Вторая речка и среднее течение реки Нежинка.

Самец L9 фотографировался нами с зимы 2002-2003 гг. В 2002-2003 г. он был зафиксирован только один раз в бассейне Первой речки (фотоловушка № 1). Судя по данным, полученным на протяжении последних трёх сезонов учётных работ, бассейны Первой речки и Второй речки не входят в его индивидуальный участок, так как на данной территории он больше не фиксировался. Все последующие сезоны этот самец был отмечен только в верхнем течении реки Нежинка (кл. Раздольненский и Форелёвый) (рис. 9). В 2004 г. он был отснят только фотоловушкой № 10; в 2005 г. – фотоловушками №№ 10, 17 и в 2006 г. – фотоловушками №№ 16, 17. Вероятно, перечисленные фотоловушки расположены в южной части его индивидуального участка, который может находиться в бассейнах Нежинки, Борисовки и Малой Борисовки.

Самец L18 фиксировался только в последние две зимы: в 2005 г. – фотоловушками № 29 и 30 на водоразделе рек Амба и Грязная, в 2006 – фотоловушками 19, 29 и 23 на водоразделах рек Амба и Грязная, Грязная и Большая Ананьевка, а так же в бассейне Большой Ананьевки (рис. 10). Можно предположить, что в 2004-2005 гг. этот самец занял пустующую территорию, и ко времени проведения учётных работ в 2006 г. расширил свой индивидуальный участок, охватив среднее течение реки Большая Ананьевка.

Кроме этого, в 2006 г. впервые были отсняты: самка L20 в бассейне р. Нежинки, кл. Раздольненский (фотоловушка №10); самец L21 на водоразделе рек Нежинка и Большая Ананьевка (фотоловушка №16) и в среднем течении реки Нежинка, кл. Ореховый (фотоловушка № 13); особь неопределённого пола L22 в бассейне Первой речки (фотоловушка № 1) (рис. 11).

Южная площадка

Всего за время проведения работ было затрачено 917 камеро-суток (с момента установки первой камеры до снятия всех камер). Однако из-за значительного количества времени, потраченного на установку фотосистем, рабочий период составил 42 дня или 693 камеро-суток (сроки рабочего периода определялись моментом установки и снятия последней камеры).

В результате было получено 27 фотографий 7 особей леопардов (рис. 12, рис. 13, рис. 14, рис.15, рис. 16, рис. 17, рис. 18). Всего произведено 14 «отловов» (табл. 7). Некоторые особи отлавливались от 1 до 6 раз.

В 2006 г. было зафиксировано 3 особи, «отловленных» в 2003 г., а также 4 новых особи. Поскольку 3 из них были «отловлены» в местах, где ранее камеры не устанавливались, то, возможно, эти особи в 2003 г. просто не были зафиксированы. Один из леопардов (L1) также был отловлен на Северной площадке в 2005 и в 2006 гг. (рис. 12).

Таблица 7. Количество фотографий и «отловов» леопардов, полученное за время проведения учётных работ на Южной площадке

Сезон	Количество фотографий	Количество «отловов»	Количество леопардов
			M_{t+1}
2003	47	23	8
2006	27	14	7

Во время исследований в 2006 г. возникла ситуация, когда леопарды регулярно «отлавливались» как минимум 1 раз в 8 дней вплоть до 16 апреля. В этом случае каждый минимальный период «отлова» равнялся 4 дням (всего 8 периодов). С 17 по 30 апреля не было зафиксировано ни одной особи, и только 1 мая был «отловлен» новый леопард (табл. 8). В этом случае мы не можем использовать матрицу с периодом равным 4 дням, поскольку 3 периода не содержали ни одного «отлова». В данной ситуации мы были вынуждены игнорировать новую особь. Для того, чтобы можно было включить ее в анализ, минимальное количество дней в периоде должно составлять не менее 11, т.е., 4 периода (табл. 9).

Тест на закрытость популяции, поддерживаемый программой «Capture», дал положительный результат, что дало основания для проведения расчета численности для закрытых популяций (табл.10).

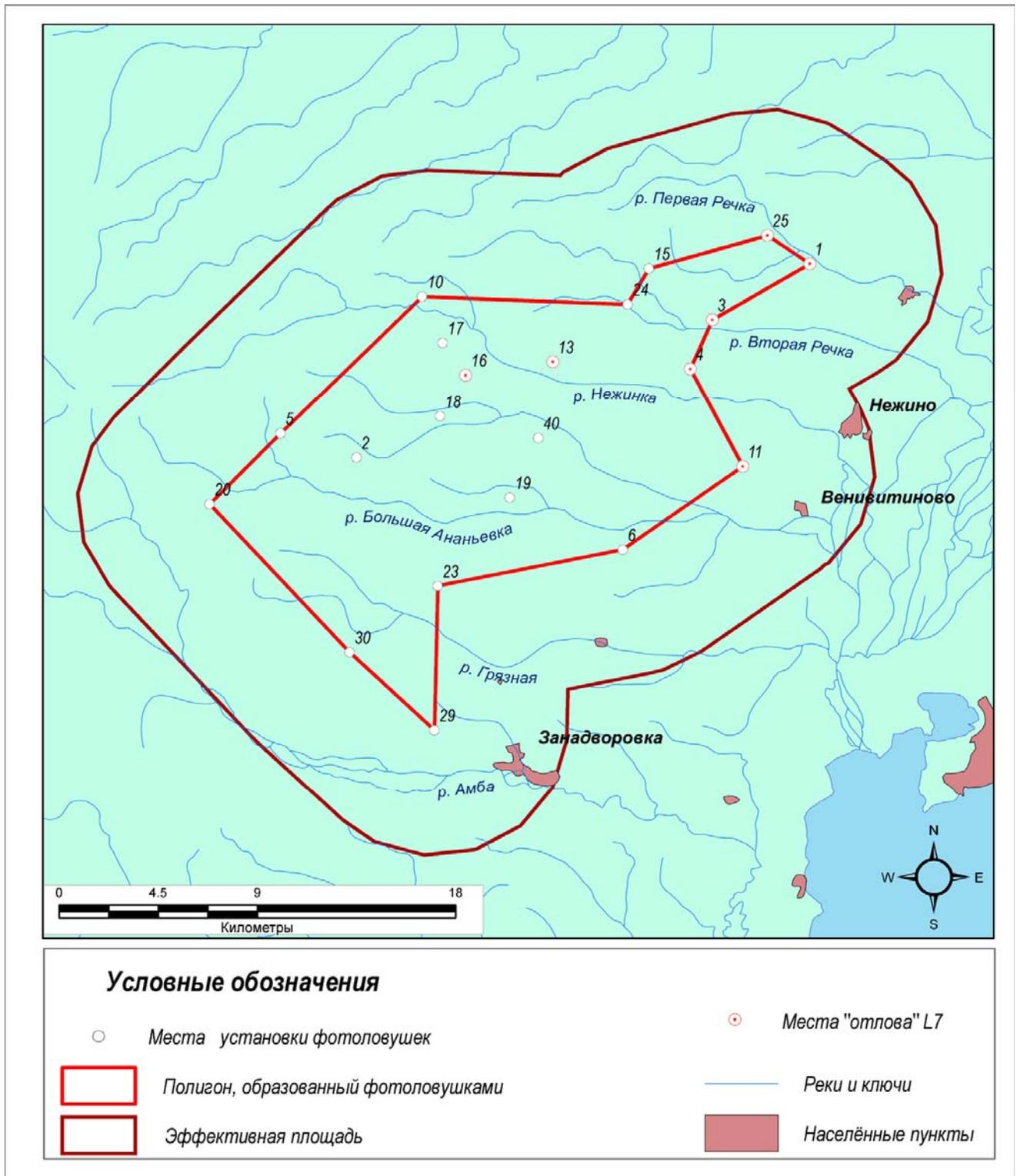


Рис. 8. Места повторных «отловов» самца L7

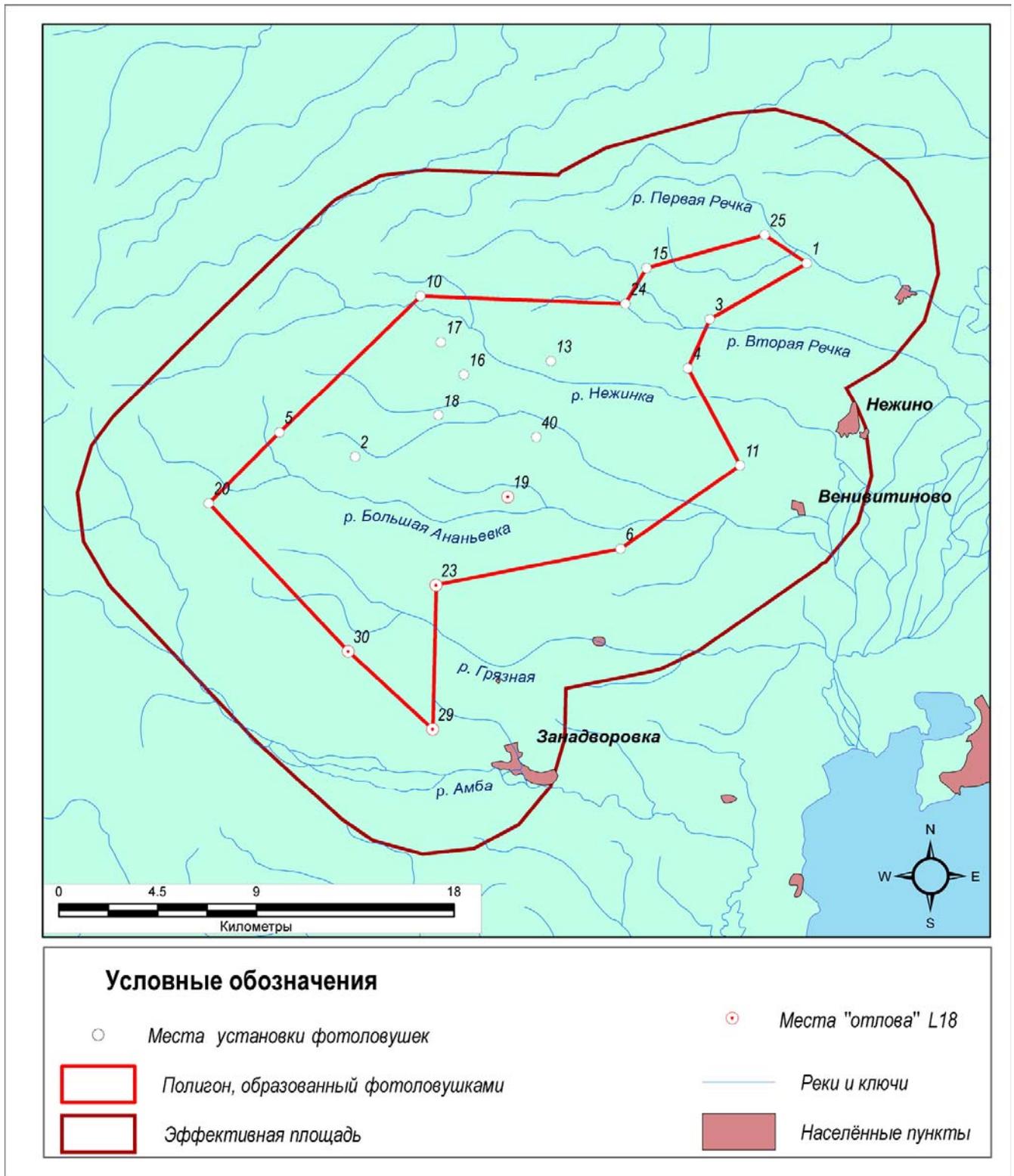


Рис. 10. Места повторных «отловов» самца L18

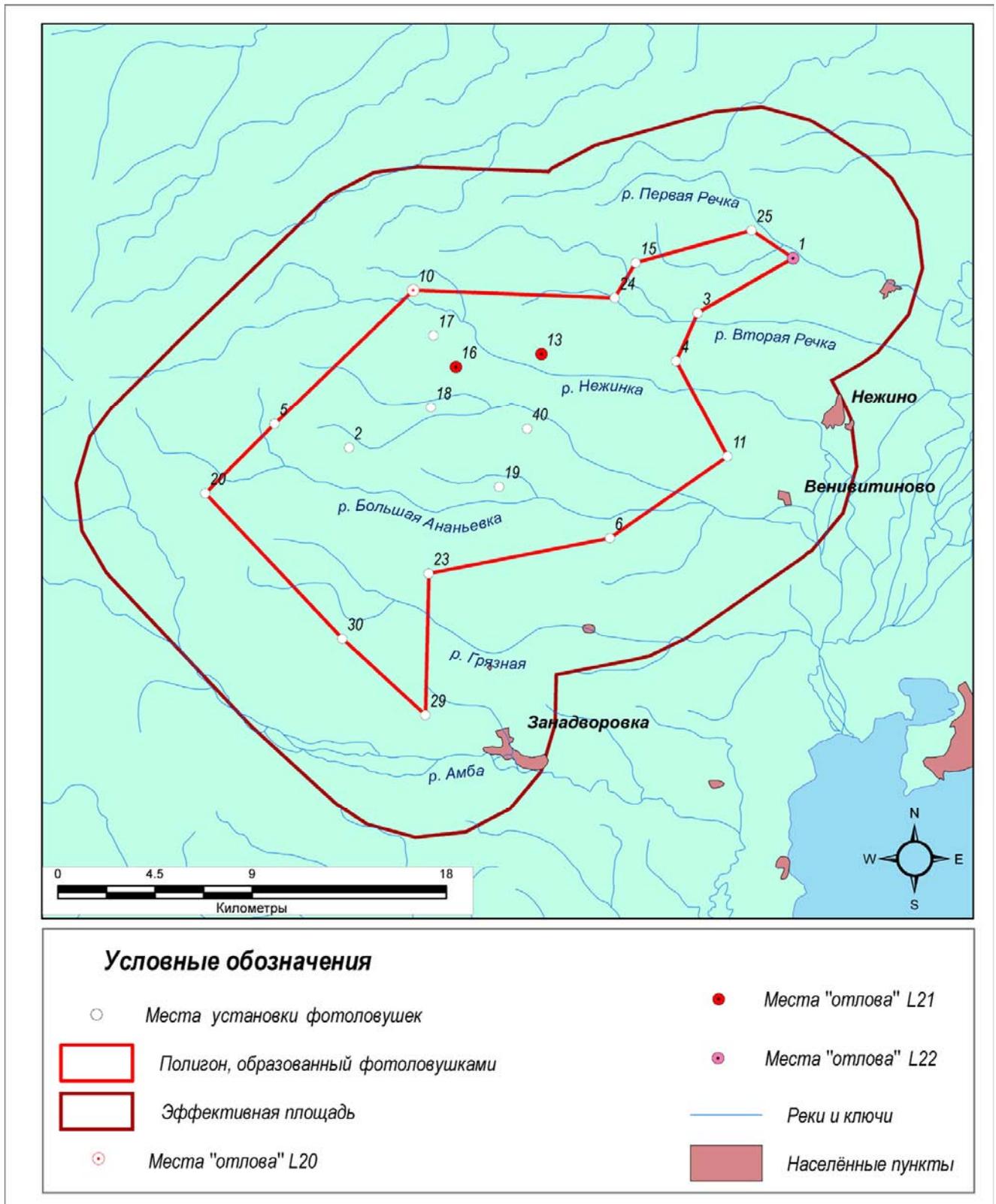


Рис. 11. Места повторных «отловов» самки L20, самца L21 и особи неопределённого пола L22

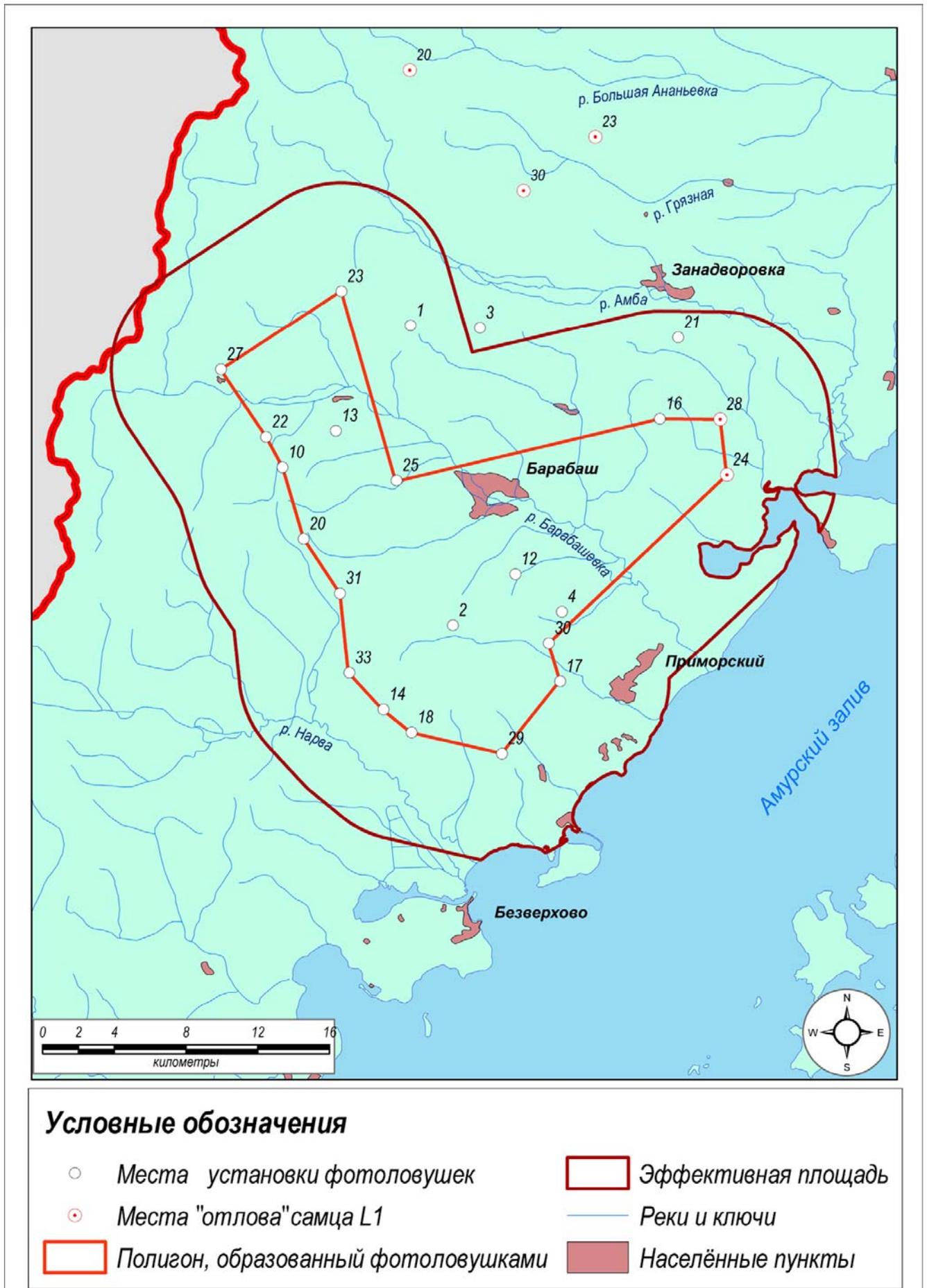


Рис. 12. Места «отловов» самца L1 на Южной и Северной площадках

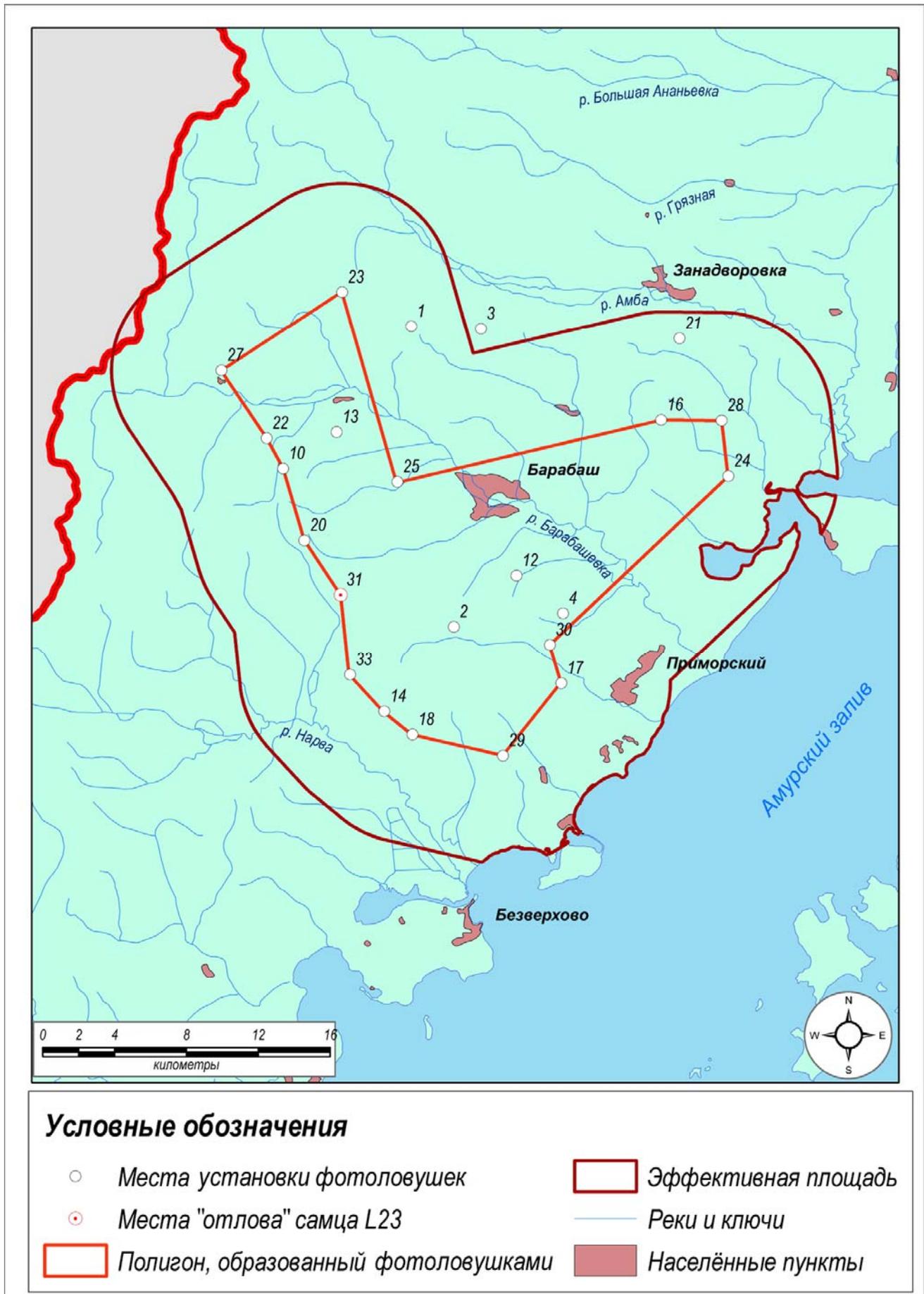


Рис. 13. Место «отлова» самца L23

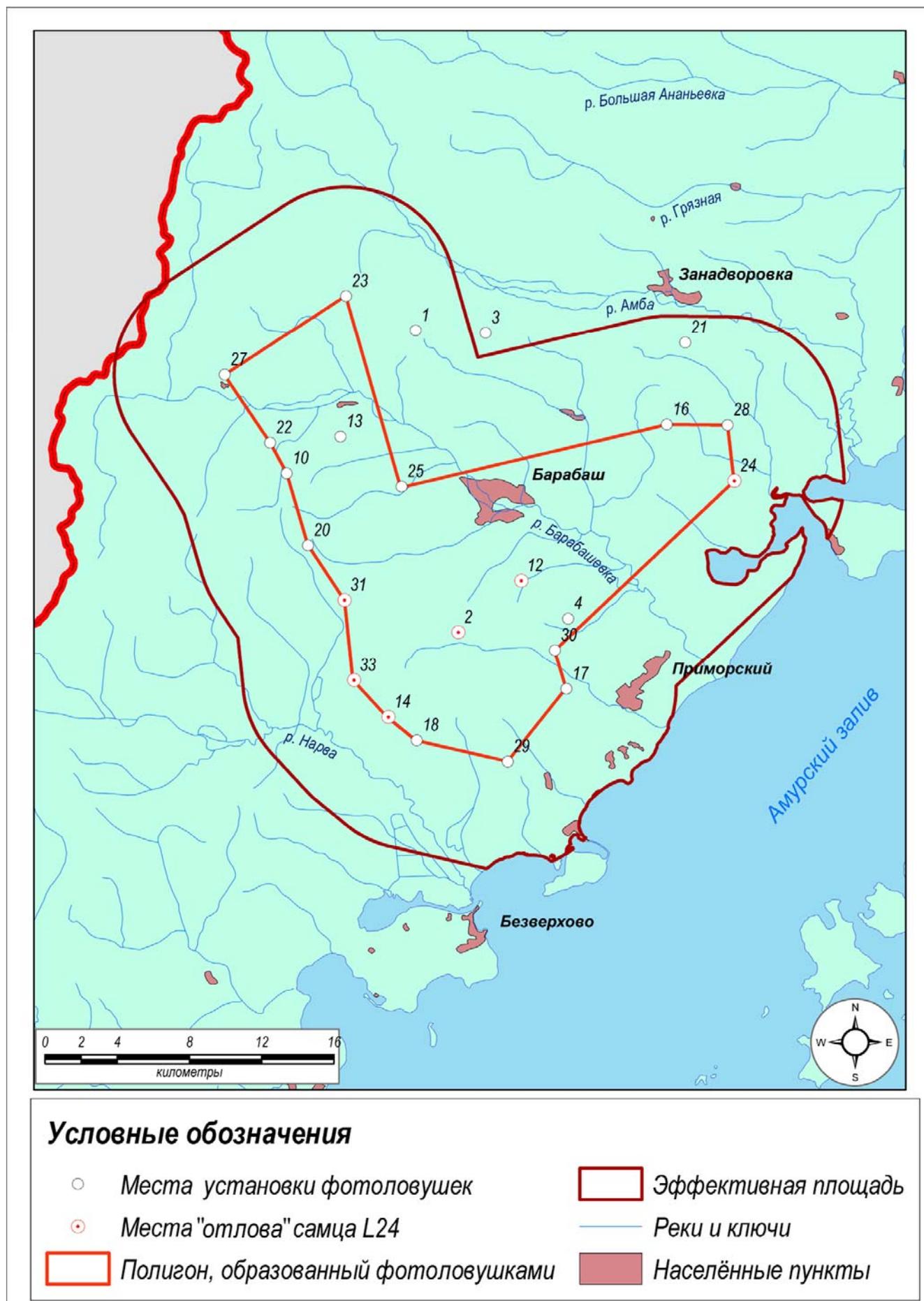


Рис. 14. Места «отловов» самца L24

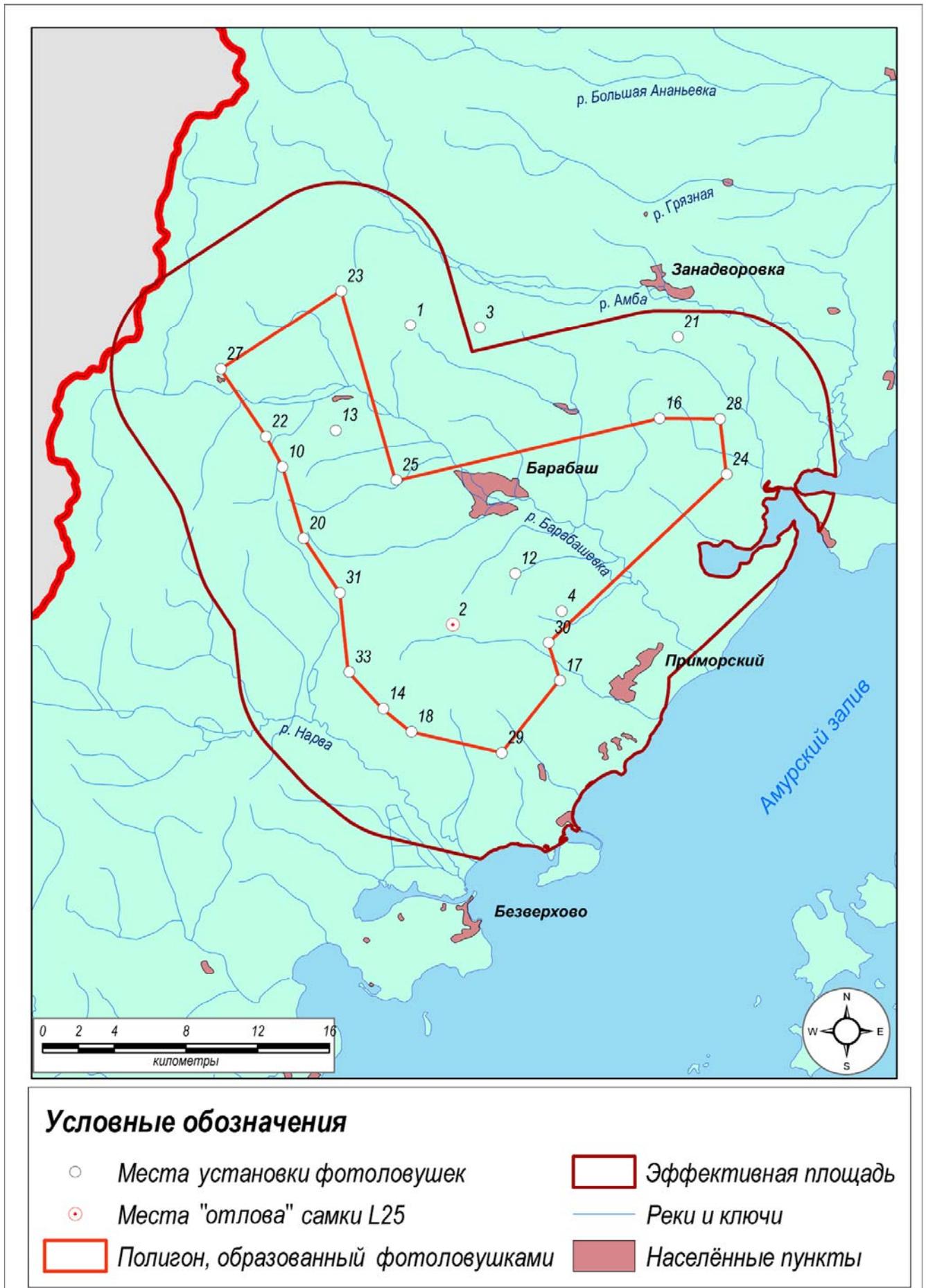


Рис. 15. Место «отлова» самки L25

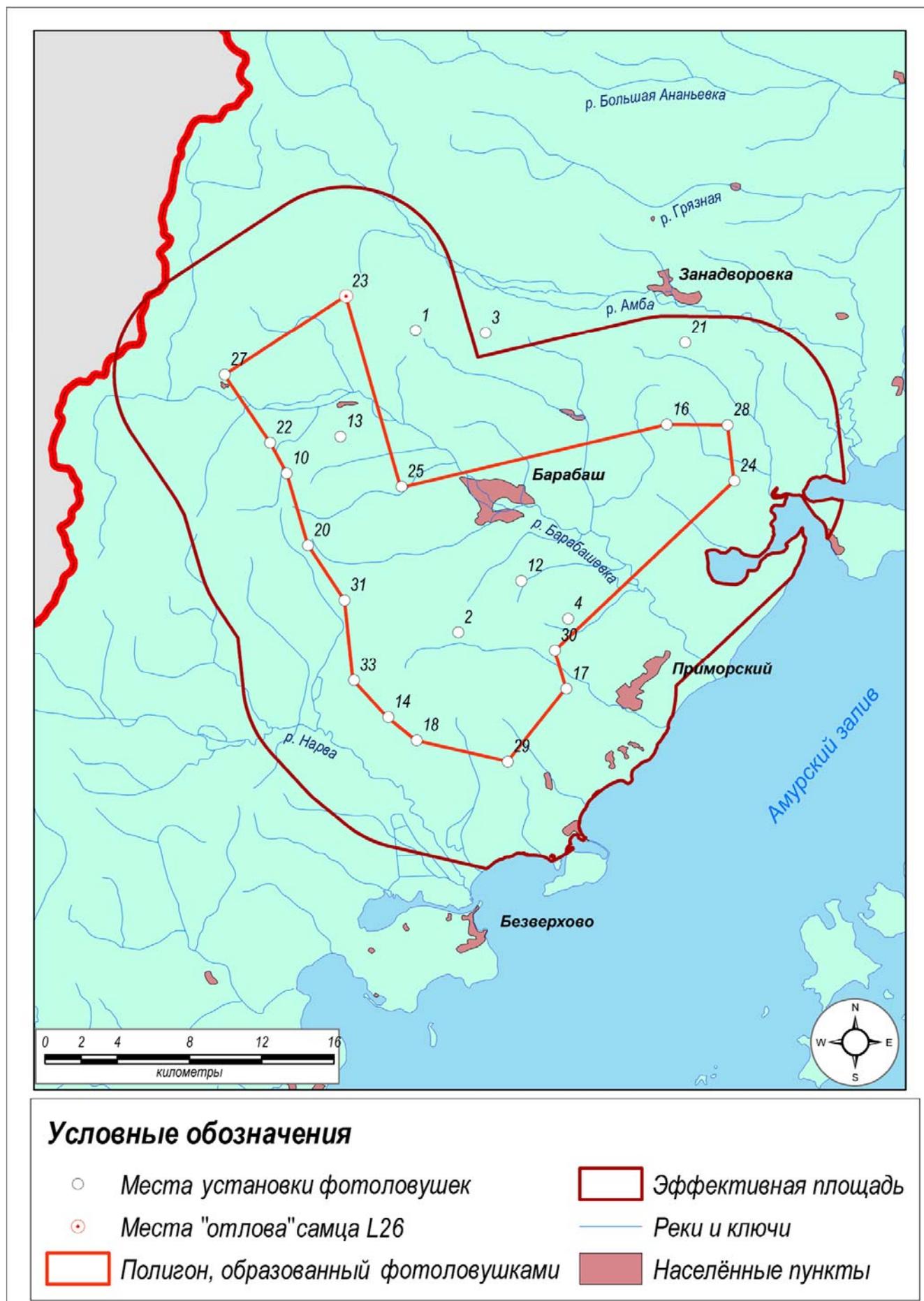


Рис. 16. Место «отлова» самца L26

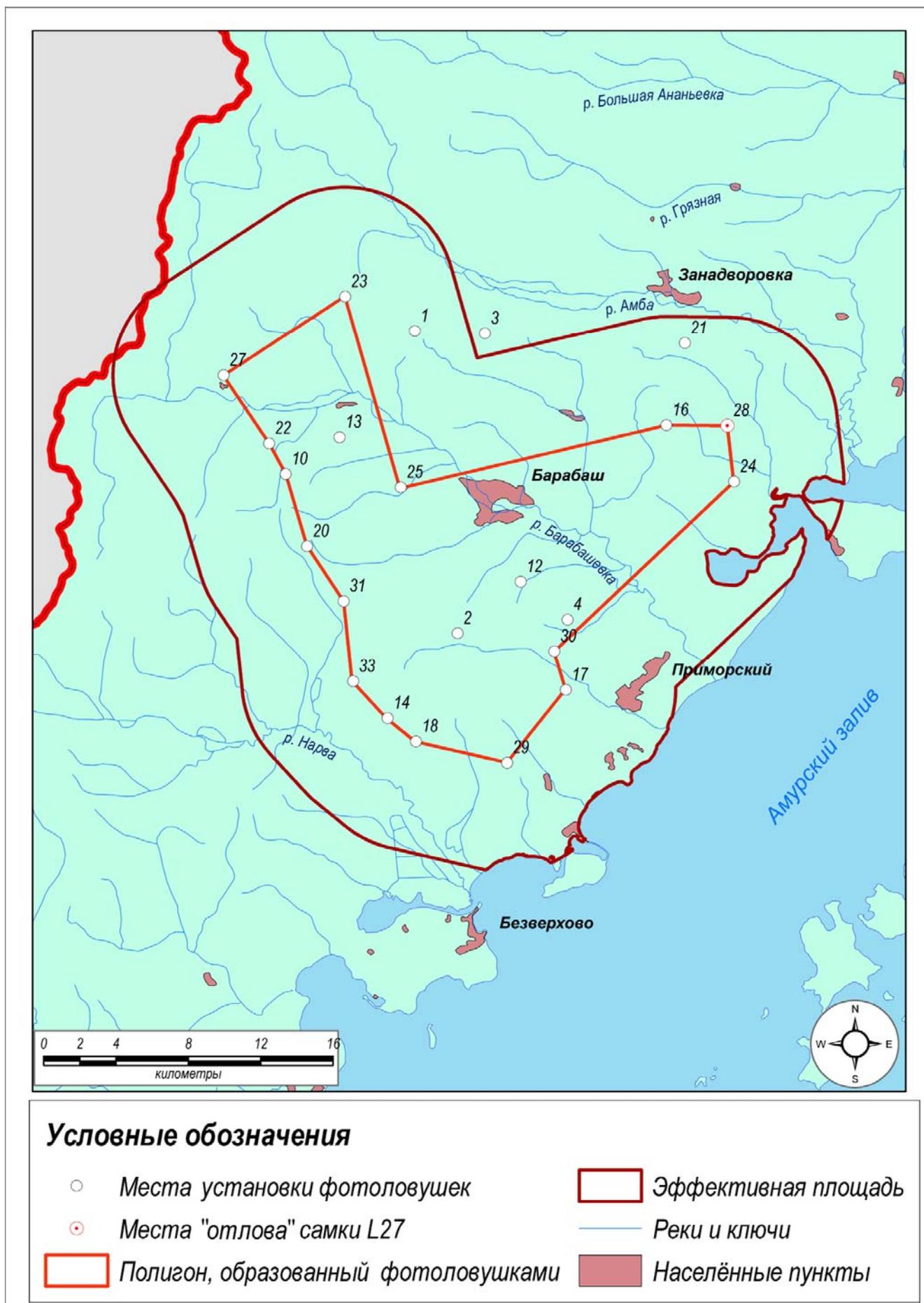


Рис. 17. Место «отлова» самки L27

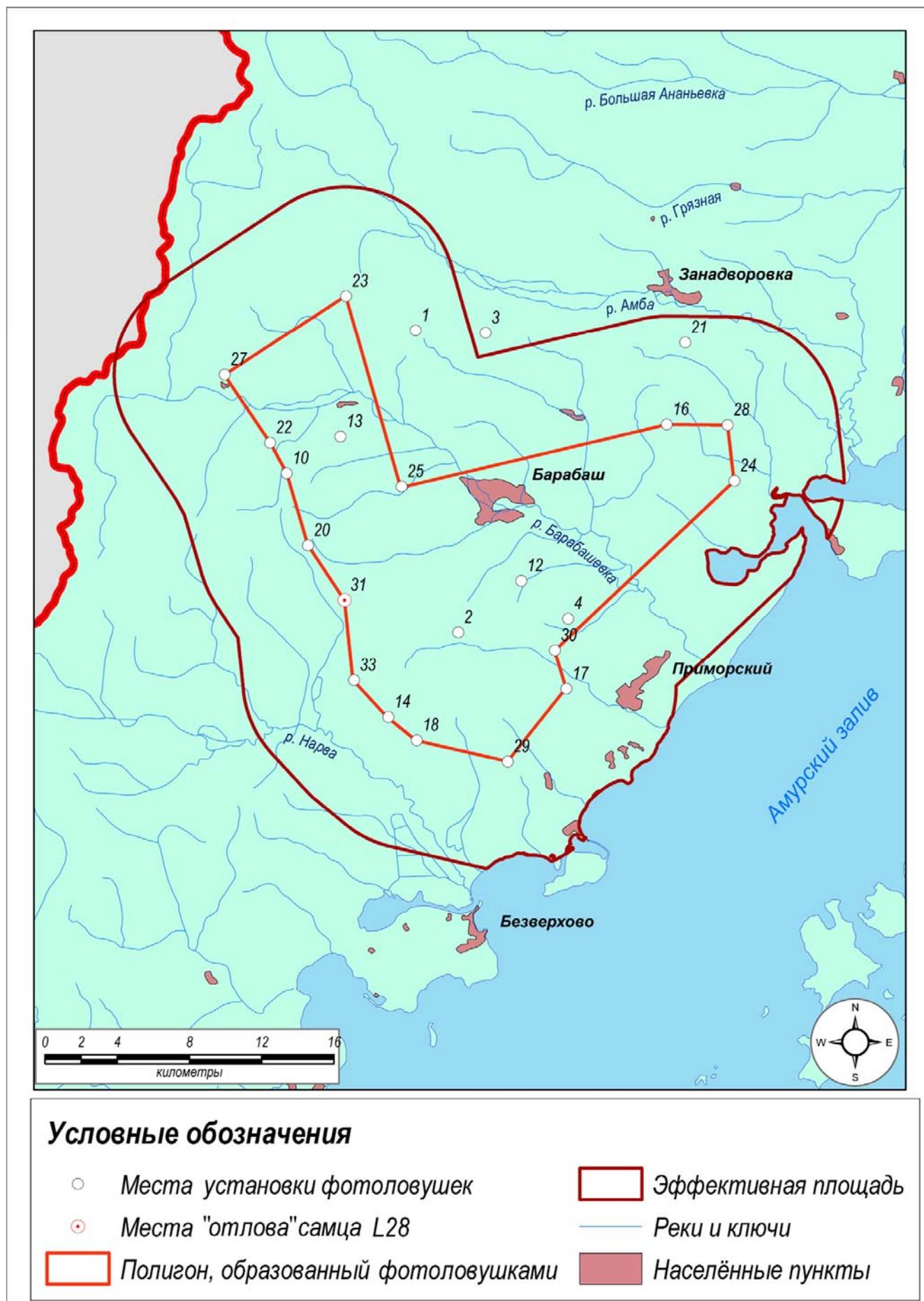


Рис. 18. Место «отлова» самца L28

Таблица 8. История «отловов» и повторных «отловов» леопардов на Южной площадке (период отлова составляет 4 дня)

№ особи, (i)	Периоды «отловов», j							
	1	2	3	4	5	6	7	8
L1	0	0	0	1	1	0	0	1
L23	0	1	0	0	0	0	0	0
L24	1	1	0	1	1	1	1	0
L25	0	0	1	0	0	0	0	0
L26	0	1	0	0	0	0	0	0
L27	0	0	1	0	0	0	0	0
L28	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 9. История «отловов» и повторных «отловов» леопардов на Южной площадке (период отлова составляет 11 дней)

№ особи, (i)	Периоды отловов, j			
	1	2	3	4
L1	0	1	1	0
L23	1	0	0	0
L24	1	1	1	0
L25	1	0	0	0
L26	1	0	0	0
L27	1	0	0	0
L28	0	0	0	1

Поскольку значение среднеквадратичного отклонения при 11-дневном периоде меньше, чем при 4-дневном, а 95% доверительный интервал уже, то эти данные, на наш взгляд, будут более достоверными. Мы предполагаем, что максимальное значение численности леопардов по результатам учетов 2006 г. может быть ближе к $\bar{N} + S$ модели M_h , т.е. 17 особей.

Территория исследований достаточно густо населена. В границах рабочего полигона и в непосредственной близости от него находится 5 населенных пунктов, среди которых такие крупные как п. Барабаш, с. Занадворка, п. Приморский. Поэтому изначально существовал определенный риск обнаружения аппаратуры местными жителями и её кражи. После похищения одной пары фотоловушек в районе с. Занадворка, и появившейся у местного населения ложной информации о том, что камеры предназначены для фотографирования браконьеров, все системы были снабжены пояснительными записками. Однако и после этого одна пара камер около с. Филиповка была расстреляна браконьерами из огнестрельного оружия, а другая - похищена из заповедника «Кедровая Падь» предположительно военнослужащими срочной службы, т.к. незадолго до кражи они были сфотографированы этими фотоловушками. Поскольку еще одна пара фотоловушек в окрестностях с. Филиповка была установлена недалеко от деревни, и уже однажды была обнаружена местными жителями, мы вынуждены были снять её.

В результате, площадь обследуемой территории сократилась с 438 км² до 315 км², а ее конфигурация существенно изменилась (рис. 19). Не исключено, что на похищенных или разбитых фотоаппаратах были снимки леопардов.

Из 7 сфотографированных особей идентифицировано 4 самца и 3 самки. Ни одного котенка зафиксировано не было.

Максимальные дистанции «отловов» для разных особей варьировали от 4,6 до 22,6 км, в среднем 12,3 км (табл. 11).

Таблица 10. Численность дальневосточного леопарда на Южной площадке

Количество периодов	Тест на закрытость		Модель							
	z	P ^b	M ₀				M _h			
			\bar{N}	S	95% C ^c	p ^d	\bar{N}	S	95% C ^c	\hat{p} ^e
8 (интервал 4 дня)	-0,56	0,286	6	0,84	6-6	0,08	20	7,99	11-45	0,27
4 (интервал 4 дня)	-1,3	0,097	9	1,2	8-23	2,98	13	3,73	9-25	0,27

^a дополнены на основании материалов двух сезонов

^b вероятность минимального значения

^c 95% доверительный интервал лог-нормального распределения

^d вероятность «отловов» за период j для модели M₀

^e средняя вероятность «отловов» за период j для модели M_h

Таблица 11. Размеры эффективных площадей и плотности населения дальневосточного леопарда на Южной площадке

Площадь полигона с фотоловушками (км ²)	Максимальная средняя дистанция «отловов» (км)	Ширина буфера (км)	Эффективная площадь (км ²)	Средняя плотность населения (особь/100 км ²)*
	$\bar{d} \pm S$	$W \pm S$	$A(W) \pm S$	$\bar{D} \pm S$
315	12,3±1,12	6,1±0,6	975±61,6	1,33±0,4

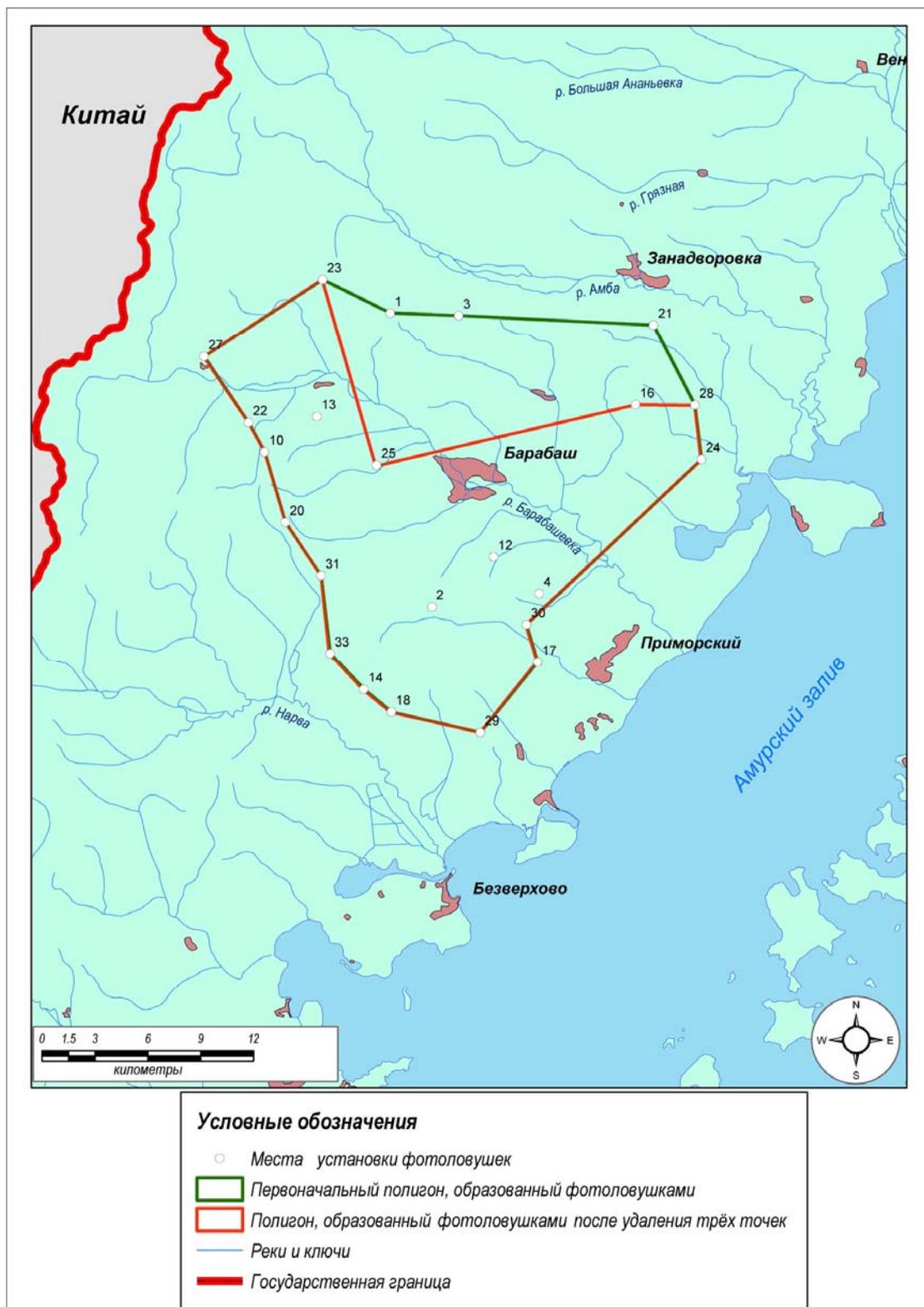


Рис. 19. Изменение размеров и границ полигона, образованного фото-ловушками на Южной площадке за время исследований в 2006 г.

Вся территория

Для всей территории было выделено 11 периодов «отловов» (табл. 12).

За время проведения работ было затрачено 1974 камеро-суток и получено 90 фотографий 15 особей леопардов (табл. 13).

Таблица 12. История «отловов» и повторных «отловов» на всей территории исследований

№ особи (i)	Периоды «отловов» (j)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
L1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
L2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
L4	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
L7	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
L9	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
L18	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
L20	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
L21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
L22	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
L23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L24	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
L25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
L26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L27	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
L28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Таблица 13. Количество фотографий и «отловов» леопардов, полученное за время проведения учётных работ на всей территории исследований

Сезон	Количество фотографий	Количество «отловов»	Количество леопардов, M_{t+1}
2002-2003	112	53	17
2006	90	42	15

Количество периодов «отловов» (в нашем случае 11) и некоторое временное смещение при проведении работ на разных площадках могут дать основание для сомнений о «закрытости» исследуемой группировки леопардов (Karanth & Nichols, 1998). Однако тест на «закрытость», поддерживаемый программой CAPTURE, показал положительный результат (табл. 14), что дало все основания использовать в расчётах численности модели для «закрытых» популяций.

Средняя численность леопарда варьировала от **15** до **18** особей в зависимости от использованной модели (табл. 4). 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 всей территории исследований в зимний сезон 2006 г. находилась в пределах от **15** до **22** особей, где нижний предел соответствует значению M_{t+1} . При проведении первого учёта дальневосточных леопардов с применением фотоловушек в зимний сезон 2002-2003 гг. численность группировки была определена в 16-21 особь (Костыря и др., 2003). Таким образом, в течение трех лет учетных работ численность исследуемой группировки леопардов не изменилась и остаётся стабильной.

Таблица 14. Численность дальневосточного леопарда на всей территории исследований

Сезон	Тест на закрытость		Модель							
	z	P^b	M_0				M_h			
			\bar{N}	S	95% Cf^c	p^d	\bar{N}	S	95% Cf^c	\hat{p}^e
2002-2003	-0,282	0,389	16	0,8	16-20	0,225	18	3,1	17-34	0,201
2006	6	1	15	0,99	15-21	0,236	18	3,6	16-33	0,202

^a дополнены на основании материалов двух сезонов

^b вероятность минимального значения

^c 95% доверительный интервал лог-нормального распределения

^d вероятность «отловов» за период j для модели M_0

^e средняя вероятность «отловов» за период j для модели M_h

Данные о половозрастной структуре исследуемой группировки представлены в табл. 15.

Таблица 15. Половозрастная структура группировки леопардов на всей территории исследований

Самки	Самцы	Неопред. пола	Котята
4	10	1	0

Максимальные дистанции между повторными «отловами» отдельных особей варьировали в пределах 3,9–28,9 км. В среднем для всей территории исследований величина \bar{d}_i составила 15 км, а ширина буферной зоны W – 7,5 км (табл. 16). В результате размер эффективной площади $A(W)$ в наших исследованиях составил 2082 км² (рис. 20).

Средние плотности населения дальневосточных леопардов в зависимости от модели составили 0,7 особи/100км² (M_0) и 0,9 особи/100км² (M_n). Уменьшение плотностей населения по сравнению с зимним сезоном 2002-2003 гг. вызвано, в первую очередь, увеличением средней дистанции между повторными «отловами», и как следствие этого – увеличение эффективной площади территории исследований при той же средней численности.

Кроме леопардов было зафиксировано 5 особей амурского тигра (32 фотографии). Общее количество «отловов» – 7. Моделирование численности этих хищников не проводилось из-за недостатка данных.

Таблица 16. Размеры эффективных площадей и плотности населения дальневосточных леопардов в зимний сезон 2002-2003 гг. и 2006 г. на всей территории исследований

Сезон	Площадь полигона с фотоловушками (км ²)	Максимальная средняя дистанция «отловов» (км)	Ширина буфера (км)	Эффективная площадь (км ²)	Средняя плотность населения (особь/100 км ²)*	
					$\bar{D} \pm S$	
		$\bar{d} \pm S$	$W \pm S$	$A(W) \pm S$	Модель M_0	Модель M_n
2002-2003	765	9,7±1	4,85±0,5	1548±66	1,1±0,8	1,2±0,2
2006	839	15±1,5	7,5±0,8	2082±124	0,7±0,06	0,9±0,2

Циркадный ритм

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 помощью фотоловушек мы получили представление о суточной активности этого хищника, опираясь на вариацию количества «отловов» в течение суток. Для этого мы разделили сутки на 6 периодов по 4 часа (рис. 21 а,б). Далее, для каждого периода было просуммировано количество «отловов». Предполагая, что существует зависимость между частотой «отловов» леопардов для определенного периода суток и активностью, можно считать кривые распределения частот «отловов» кривыми, описывающими циркадный ритм дальневосточного леопарда.

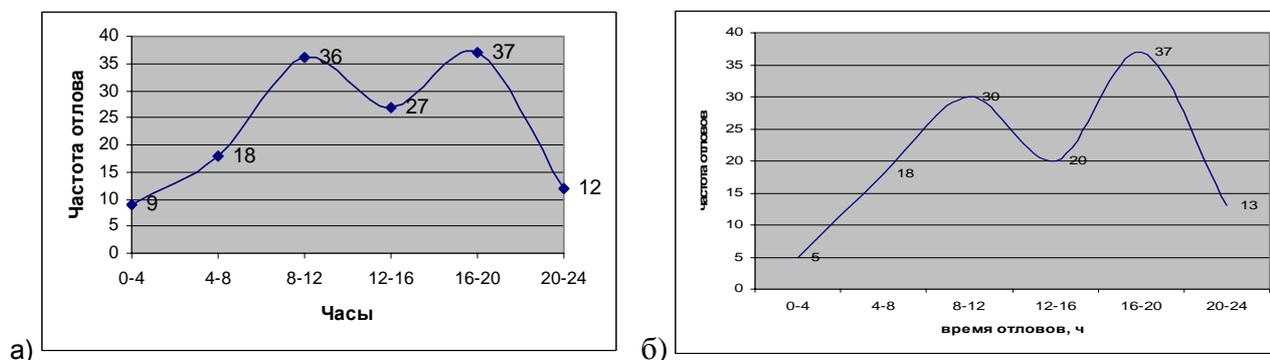


Рис. 21. Распределение количества «отловов» леопардов в течение суток:
а) в сумме для четырёх сезонов на Северной площадке (n=139);
б) на Южной площадке (n=123)

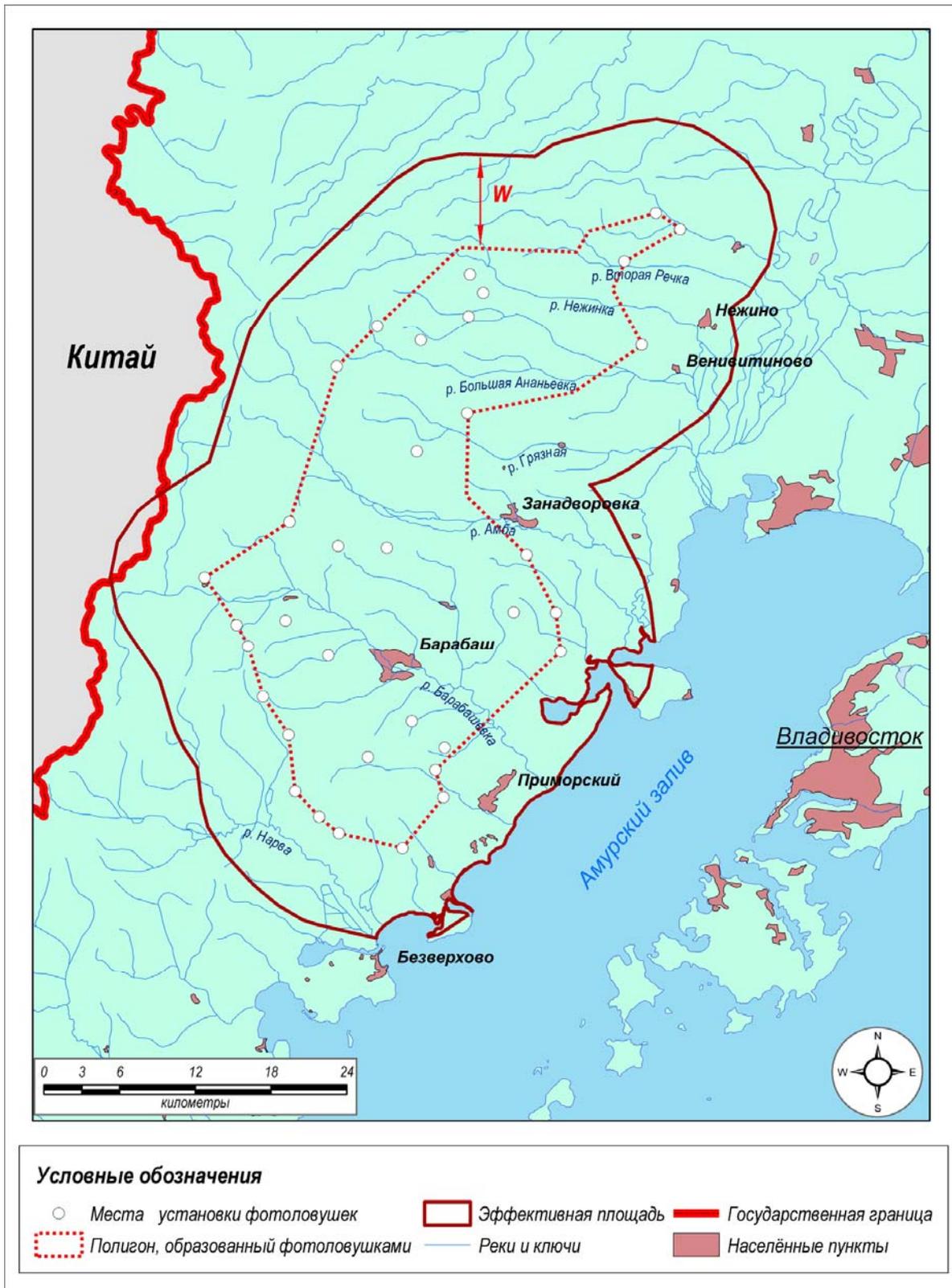


Рис. 20. Общая территория исследований

На основании полученных нами данных в течение четырёх полевых сезонов на Северной площадке и одного на Южной 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 смещения пиков активности или изменение суточного ритма в летнее время наряду с изменением условий обитания хищников.

РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Наиболее подходящими сроками работ по учету дальневосточного леопарда с помощью фотоловушек мы считаем период со второй половины ноября до середины марта. Отсутствие листвы на деревьях обеспечивает большую просматриваемость территории, и леопарды чаще чем в летний период стараются посещать места с хорошим обзором – скальные выступы, гребни хребтов. По следам на снегу легче определять посещаемость тех или иных мест, а также фиксировать размеры следов сфотографированных животных.

Со второй половины марта дороги постепенно становятся непроходимыми, уровень воды в реках поднимается, и подъезд к фотоловушкам усложняется.

2. При расстановке камер следует руководствоваться следующими принципами:

а) Не ориентировать камеры в западном и южном направлениях, т.к. солнце вызывает срабатывание системы. При обнаружении данного факта следует изменить горизонтальный угол ориентации камеры.

б) Следует предотвращать попадание солнечных лучей на объектив фотоаппарата, т.к. это приводит к получению нерезкого, слабоконтрастного изображения леопарда и его идентификация становится затруднительной. Кроме этого, в фотоаппарате должна быть выставлена функция «вспышка» независимо от экспозиции, что позволяет подсвечивать животное при контрастном освещении.

в) В целях получения более качественных снимков и увеличения их количества обязательно использовать запаховую приманку, которая заставит леопарда замедлить скорость или остановиться, что позволит системе хорошо сфокусироваться и сделать несколько снимков.

3. Присвоить всем особям (на всех площадках, где проводятся или будут проводиться подобные работы) индивидуальные номера или имена, которые включали бы сведения о месте отлова (Северная, Южная площадка) и пол (самец, самка).

4. Создать электронную базу, включающую всех сфотографированных леопардов. Внести в нее снимки, сделанные под разными углами, поскольку форма пятен при этом существенно меняется. Для облегчения дальнейшей идентификации особей выделить, по мере возможности, наиболее характерные «рисунки». Помимо снимков в базе должна присутствовать информация о месте и дате «отлова» и размерах следов.

5. Для предотвращения краж фотоаппаратуры мы предлагаем:

а) Определить зону повышенного риска для расстановки камер, которая должна включать окрестности населенных пунктов, проезжих дорог, и расставлять камеры вне этой зоны. Риск обнаружения камер людьми при этом значительно снизится.

б) В течение года проводить среди местного населения разъяснительную работу. Жители должны быть проинформированы о проводимых работах, об их значимости. Необходимо также предупредить местное население об уголовной ответственности за кражу фотоаппаратуры. Данную работу должен проводить человек, которого в поселках хорошо знают и уважают. Целесообразно распространять среди местных жителей фотографии леопардов, снятых в окрестностях их населенных пунктов или календари с их изображением.

ЛИТЕРАТУРА

- Арамилев В.В., Фоменко П.В. Единовременный учёт дальневосточного леопарда и амурского тигра на юго-западе Приморья, зима 2000 г. // В сборнике: 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.
- Матюшкин Е.Н., Пикунов Д.Г., Дунищенко Ю.М., D.G. Miquelle, 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., Коркишко В.Г. Леопард Дальнего Востока. М. Наука, 1992. С. 191.
- 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. // В сборнике: 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., 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. Estimating tiger populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71: 333 – 338., 1995
- Karanth K.U. and Nichols J.D. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2852 – 2862., 1998.
- Kim Chen Rak, Miquelle D.G., Pikunov D.G. A survey of tigers and Lpards and prey resources in the Paektusan area, North Korea, in winter 1998. (unpubl.)
- Miquelle D.G. Counting tigers in the Russian Far East: “How many are There?” Versus “Is There a Change / Russian Conservation News, No 23, Moscow., 2000.
- Miththapala S., Seindensticker J., O'Brien S.J. Phylogeographic subspecies recognition in Lpards (*Panthera pardus*): molecular genetic variation // *Conservation Biology* 10: 1115 – 1132., 1996.
- Nichols J.D. and Karanth K.U. 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, 2002
- Nowell K., Jackson P. New Red List Categories for Wild Cats // *Cat news* 23: 21 – 27, 1995.
- Otise D.L., Burnham K.P., White G.C. and Anderson D.R. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62: 1 – 135., 1978.
- Pikunov D.G., V.V. Aramilev, P.V.Fomenko, D.G.Miquelle, V.K.Abramov, V.G.Korkishko, I.G.Nikolaev Lpards number and its habitat structure in the Russian Far East. A final report to the Wildlife Conservation Society, 1997.
- Rextad E. and Burnham K.P. User's guide for interactive program Capture. Abundance estimation of closed animal populations. Colorado State University, Fort Collins, CO, USA., 1991.
- Stanley T.R. and Burnham K.P. A closure test for time-specific capture-recapture data. *Environmental and Ecological Statistics* 6:197-209, 1999
- 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 Lpards in eastern Heilongjiang Province, China, and recommendation for their conservation. A final report to The Wildlife Conservation Society. 1999, pp. 56.
- Uphyrkina O., Johnson W., Quigley H., Miquelle D., Marker L., Bush M., O'Brien S. J. Phylogenetics, genome diversity and origin of modern Lpard, *Panthera pardus*. *Molecular Ecology* 10: 2617-2633, 2001
- Uphyrkina O., Miquelle D., Quigley H., Driscoll C., O'Brien S. J. Conservation Genetics of the Far Eastern Lpard (*Panthera pardus orientalis*) *Journal of Heredity*. 2002.
- Willson K.R. and Anderson D.R. Evaluation of low density estimators of small mammal population size. *Journal of Mammalogy* 66: 13 – 21, 1985.
- 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. Report on the Sino-Russian joint survey of Far Eastern Lpards 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 The Wildlife Conservation Society. 1998, pp. 42.



Биолого-
почвенный
институт
ДВО РАН

МОО
Всеармейское
Охотничье
Общество
ТОФ