



УДК 57.045

## **Факторы, влияющие на динамику численности соболя на территории Иркутской области (результаты математического моделирования)**

А. В. Кондратов<sup>1,2</sup>, Е. В. Вашукевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Служба по охране и использованию животного мира Иркутской области, Иркутск*

<sup>2</sup>*Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, Иркутск*

*E-mail: zakaznik.irk@yandex.ru*

**Аннотация.** Представлено обобщение результатов многолетних наблюдений динамики численности соболя на территории Иркутской области. Обосновано использование многофакторных моделей для описания её значений, возможности прогнозирования её колебаний и установления научно обоснованных нормативов изъятия. Проведён пространственно-временной анализ динамики численности соболя и факторов, прямо или косвенно влияющих на неё. Установлена связь численности соболя с влиянием оптимальных условий среды и объёмами фактического его изъятия.

**Ключевые слова:** соболь, популяционная динамика, оптимальные условия среды, нормативы изъятия, многофакторная модель.

Динамика численности диких животных, имеющих хозяйственную ценность для человека, определяется сложным взаимодействием природно-климатических и антропогенных факторов, а также управляемых хозяйственно-экономических условий [6; 7]. На результатах анализа многолетних данных о численности таких видов в первую очередь базируются подходы к их рациональному использованию [1; 8].

Одним из ценнейших видов млекопитающих, относящихся к этой категории животных, является соболь. Нерациональный и слабо регулируемый промысел наряду с другими антропогенными влияниями привели в последние десятилетия к спадам численности и серьёзным нарушениям популяционной структуры этого вида во многих регионах России [3; 4].

Тщательный и корректный анализ динамики численности соболя на конкретной территории даёт возможность прогнозировать её колебания и устанавливать соответственно ожиданиям обоснованные нормативы изъятия, т. е. обеспечить неистощительный путь использования вида. Мощным инструментом таких исследований может быть многофакторное моделирование [2].

Целью настоящих исследований стал анализ факторов, прямо или косвенно влияющих на динамику численности соболя на территории Иркутской области с применением модели, построенной на базе результатов многофакторного регрессионного анализа.

Для оценки значимости уравнения регрессии применён критерий Фишера.

Используя подход, применённый при составлении кадастра охотничьих видов зверей и птиц Иркутской области [5], административные районы региона, в которых были собраны данные, были разделены на три имеющие природно-климатические различия группы: Северную (Киренский и Катангский районы), Лено-Ангарскую (Казачинско-Ленский, Усть-Кутский и Качугский районы) и Саяно-Прибайкальскую (Иркутский и Тулунский районы).

В процессе исследования был проведён пространственно-временной анализ динамики численности соболя и факторов, прямо или косвенно влияющих на неё. Наиболее значимыми среди факторов были определены два: 1) влияние оптимальных условий обитания, выражаемое как численность соболя в оптимальных для вида местообитаниях – лесных угодьях с преобладанием кедра и 2) объём изъятия животных из популяций, определённый по официальным данным результативности промысла.

Анализ проводился по нескольким аспектам: отдельно по каждому району внутри группы районов по годам; по группе районов в один год и за многолетний период с 2009 по 2015 г. Предварительно ряды значений каждого фактора были подвергнуты статистической обработке. Полученные результаты позволили выделить некоторые особенности статистической структуры многолетних рядов характеристик (табл.).

Ряд значений оптимальных условий обитания характеризуется малой вариацией ( $C_v$ ) в пределах 0,0004–0,21. Для этой характеристики определены значимые первые коэффициенты автокорреляции ( $r_1$ ), соответствующие 0,93–0,96.

Незначительными коэффициентами вариации обладают и ряды значений фактического изъятия (0,097–0,36).

Далее был проведён многофакторный анализ и рассчитаны коэффициенты корреляции между влияющими факторами и численностью соболя, отражающие тесноту связи пар рядов. Анализ построенной матрицы частных коэффициентов корреляции и результат проверки значимости полного коэффициента корреляции на основе F-критерия Фишера дают возможность сделать ряд следующих заключений.

В Северной группе районов на результативный признак наибольшее воздействие оказывают оптимальные условия обитания. Между показателем численности и этим фактором имеет место связь с коэффициентом корреляции ( $R_{yx_2} = 0,51$ ), тогда как фактическая добыча не оказывает выраженного влияния на результативный признак ( $R_{yx_1} = -0,22$ ).

Таблица

Числовые характеристики факторов, определяющих динамику численности соболя (по данным 2009–2015 гг.)

Пункт	$X_{cp}$	$C_v$	$r_1$	$C_s$	$C_s/C_v$
Оптимальные условия (зрелые кедровники)					
Северная группа районов	527 141,1667	0,21	-0,65	-2,23	-10,5
Лено-Ангарская группа районов	1 300 202,167	0,0004	0,93	0,14	337
Саяно-Прибайкальская группа районов	226 177,6667	0,009	0,96	-1,18	-13910
Фактическое изъятие (особей)					
Северная группа районов	11 524,67	0,097	-0,62	0,77	8,02
Лено-Ангарская группа районов	5 803,667	0,099	-0,26	0,59	5,88
Саяно-Прибайкальская группа районов	476,1667	0,36	0,79	0,73	1,98

В Лено-Ангарской группе районов оптимальные условия обитания оказывают на численность соболя существенное обратное влияние ( $R_{yx_2} = -0,98$ ), а фактор фактического изъятия имеет прямое воздействие ( $R_{yx_1} = 0,40$ ).

В Саяно-Прибайкальской группе районов численность соболя напрямую зависит от фактического изъятия ( $R_{yx_1} = 0,94$ ) и обратно пропорциональна влиянию оптимальных условий ( $R_{yx_2} = -0,95$ ).

Связь результативного признака и факторов позволяет создавать одно- и многофакторные модели. Двухфакторная модель для прогнозирования численности соболя для Лено-Ангарской группы районов выглядит следующим образом:

$$y = 8\,344\,330,5 + 1,12x_1 - 6,4x_2,$$

а для Саяно-Прибайкальской группы районов:

$$y = 3\,948\,413,6 + 1,27x_1 - 17,45x_2,$$

где  $y$  – численность соболя,  $x_1$  – фактическая добыча,  $x_2$  – оптимальные условия обитания.

Таким образом, установлена значимая связь численности соболя с оптимальными условиями среды в Лено-Ангарской группе районов, в Саяно-Прибайкальской же помимо условий обитания на формирование численности соболя влияют и объёмы его фактического изъятия.

Поскольку уравнения значимы, представляется перспективным их использование при моделировании численности соболя.

## Список литературы

1. Бакеев Н. Н. Соболя / Н. Н. Бакеев, Г. И. Монахов, А. А. Синицын. – Вятка, 2003. – 336 с.
2. Бережная Е. В. Математические методы моделирования экономических систем / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – М. : Финансы и статистика, 2008. – 432 с.
3. Валенцов А. С. Современное состояние, охрана и использование ресурсов соболя на Камчатке / А. С. Валенцов, Б. А. Вагнер, А. А. Писковецкий // Рациональное использование ресурсов соболя в России. – Красноярск, 2001. – С. 8–10.
4. Даренский А. А. Состояние ресурсов и организация промысла соболя в Хабаровском крае / А. А. Даренский // Проблемы соболиного хозяйства России. – Киров, 2006. – С. 39–44.
5. Кадастр охотничьих видов зверей и птиц Иркутской области: распространение, численность, охрана и использование : сб. информ.-справ. материалов / В. В. Попов [и др.]. – Иркутск : НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2009. – 68 с.
6. Леонтьев Д. Ф. Территориальный аспект рубок леса и охоты как антропогенных факторов, действующих на природную среду Прибайкалья / Д. Ф. Леонтьев // Поиск решения проблем выживания и безопасности земной цивилизации : сб. ст. – Иркутск : Фрактал, 2005. – Вып. 10, ч. I. – С. 83–89.
7. Пономарёв Г. В. Учет географического контекста в оценке среды обитания и ресурсного потенциала охотничьих животных / Г. В. Пономарёв, Ю. С. Малышев // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова Россельхозакадемии. – Киров : ВНИИОЗ, 2012. – С. 575–576.
8. Черпасов М. Ю. Материалы по динамике численности соболя в бассейне среднего течения р. Кольма / М. Ю. Черпасов, И. И. Мордосов // Вестн. СВФУ. – 2012. – Т. 9, № 1. – С. 57–62.

## Main Factors Affecting the Population Dynamics of Sable in the Irkutsk Region (Results of Mathematical Modeling)

A. V. Kondratov<sup>1,2</sup>, E. V. Vashukevich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Game Protection Service in Irkutsk Region, Irkutsk

<sup>2</sup>A. A. Ezhevsky Irkutsk State Agricultural University, Irkutsk

**Abstract.** The paper contains a generalization of long-term observations of sable population dynamics in the Irkutsk Region. It justifies the use of multifactor models for its values, the ability to forecast its peaks and valleys, and the establishment of science-based standards for withdrawal. The spatio-temporal analysis of the sable population dynamics and factors influencing it directly or indirectly is performed. The connection between sable population size under optimum environmental conditions and actual withdrawal capacity is established.

**Keywords:** sable, population dynamics, Irkutsk Region, optimal environmental conditions, withdrawal rate, multifactor model.

*Кондратов Александр Владимирович*  
начальник отдела  
Служба по охране и использованию  
животного мира Иркутской области  
664007, Иркутск, ул. Тимирязева, 28  
тел.: (3952) 29–08–85  
e-mail: zakaznik.irk@yandex.ru  
Иркутский государственный аграрный  
университет имени А. А. Ежевского  
664007, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59  
тел. (3952) 29–09–75

*Вашукевич Елена Валериевна*  
кандидат технических наук, доцент  
Иркутский государственный аграрный  
университет имени А. А. Ежевского  
664038, г. Иркутск, пос. Молодёжный  
тел.: (3952) 29–09–75  
e-mail: vashukevich\_lena@mail.ru

*Kondratov Aleksandr Vladimirovich*  
Head of Department  
Game Protection Service in Irkutsk Region  
28, Timiryazev st., Irkutsk, 664007  
tel.: (3952) 29–08–85  
e-mail: zakaznik.irk@yandex.ru  
A. A. Ezhevsky Irkutsk State Agricultural  
University, Irkutsk  
59, Timiryazev St., Irkutsk, 664007  
tel.: (3952) 29–09–75

*Vashukevich Yelena Valeryevna*  
Candidate of Sciences (Technics),  
Associate Professor  
A. A. Ezhevsky Irkutsk State Agricultural  
University, Irkutsk  
Molodyozhny Settl., Irkutsk, 664038  
tel.: (3952) 29–09–75  
e-mail: vashukevich\_lena@mail.ru