



<http://ecopri.ru>

<http://petsu.ru>

Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

Т. 9. № 2(36). Июнь, 2020

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. Е. Веселов
Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
J. P. Kurhinen
А. М. Макаров
А. Ю. Мейгал
J. B. Jakovlev

Службы поддержки

А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20. Каб. 208.

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>





УДК 599.735.3:591.526:574.38(470.1/.2)

О динамике численности лося на северной периферии ареала и в зоне экологического оптимума

ПАНЧЕНКО

Данила Владимирович

кандидат биологических наук, Институт биологии Карельского научного центра РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», danja@inbox.ru

СЕРОВА

Лариса Михайловна

кандидат технических наук, Петрозаводский государственный университет, serovalarisam@gmail.com

ДАНИЛОВ

Петр Иванович

доктор биологических наук, профессор, Институт биологии Карельского научного центра РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», pjotr.danilov@mail.ru

ШАКУН

Василий Васильевич

кандидат биологических наук, Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», terioforest@tut.by

КОЗОРЕЗ

Александр Иванович

кандидат сельскохозяйственных наук, Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, s_kozorez@mail.ru

Ключевые слова:

лось
динамика численности
моделирование динамики численности
охотничьи ресурсы
периферия ареала
регрессионный анализ
цикличность
экологический оптимум

Аннотация:

Лось (*Alces alces* L.) – представитель семейства Оленьи (Cervidae), занимающий одно из ключевых мест в биогеоценозах, является также крайне важным ресурсным видом охотничьего хозяйства. Изучение динамики численности, ее особенностей в популяциях лося, обитающих в условиях экологического оптимума и периферии ареала, позволяет глубже понять механизмы процессов и взаимосвязи компонентов, участвующих в их течении, разработать обоснованные меры по долгосрочному и устойчивому управлению ресурсами вида. Цель работы заключалась в анализе динамики популяций лося разных экологических зон – на северной периферии ареала этого вида в России (Мурманская область, Республика Карелия, Ленинградская область) и в условиях зоны экологического оптимума – Беларусь. Для анализа использованы материалы Зимнего маршрутного учета (ЗМУ) 1965–2019 гг. – основного метода учета охотничьих видов на обозначенных территориях, официальные статистические данные, результаты полевых исследований. Изменения численности лося протекали в значительной мере синхронно в изучаемых регионах за исключением Мурманской области. Анализ динамики его

численности показал наличие циклов продолжительностью в 13 лет для Мурманской области и более 20 лет для более южных территорий. Взаимосвязь процессов изменения численности лося и волка в Беларуси выражена в значительно меньшей степени, чем на севере России, в Республике Карелия. Построение модели динамики поголовья определило, что в значительной мере в Республике Карелия оказывает влияние уровень браконьерства. Для Беларуси выявлено, что одним из главных факторов, влияющих на численность, является легальная добыча.

© 2020 Петрозаводский государственный университет

Рецензент: В. Д. Казьмин

Рецензент: А. М. Макаров

Получена: 20 июля 2019 года

Опубликована: 24 июня 2020 года

Введение

Численность является одним из самых динамичных показателей популяций. Состояние ресурсов лося под воздействием факторов естественной и антропогенной природы значительно изменялось на протяжении прошлого века от катастрофического сокращения до стремительного увеличения численности (Тимофеева, 1974; Русаков, 1979; Козло, 1983; Данилов, 1986, 2005). Так, прямое преследование человеком в ряде случаев было причиной практически полного исчезновения лося на Европейском Севере России в начале прошлого века, и только строгие меры охраны позволили восстановить его ресурсы и открыть на него охоту. Лесохозяйственное освоение территории во многом положительно сказывается на состоянии популяции лося, т. к. приводит к появлению больших площадей зарастающих вырубок, повышая кормность угодий, и, как следствие, способствует увеличению численности вида (Данилов и др., 2008). С другой стороны, длительные и широкомасштабные рубки приводят к сведению коренных лесов, имеющих большое значение для вида, особенно на северной периферии ареала (Семенов-Тянь-Шанский, 1982).

Значение этого вида как неотъемлемого компонента биоценозов меняется соответственно колебаниям численности зверей, и на фазах роста поголовья влияние лося может иметь существенное значение на формирование биогеоценозов и лесовосстановление как угнетающего фактора (Тимофеева, 1974; Дунин, Козло, 1992). Знание причин и механизмов динамики численности позволяет применять различные меры по регулированию силы воздействия тех или иных естественных и антропогенных факторов, направляя тем самым изменения в необходимом русле.

Особый интерес представляет анализ динамичных показателей состояния популяций, населяющих разные экологические зоны, что дает возможность проследить общие закономерности, выявить специфику, разносторонне подойти к оценке уровня и степени влияния различных видов естественного и антропогенного воздействия (численность крупных хищников, лесное хозяйство, использование ресурсов) на состоянии поголовья. Известно, что лось – одна из основных жертв волка на севере ареала (Данилов, 2005), тогда как на юге большее число видов копытных, входящих в рацион волка, может определять меньшее влияние хищника на изучаемый вид. Целью данной работы было изучить особенности динамики численности лося в зоне экологического оптимума (Беларусь) и северной периферии ареала на Северо-Западе России, исследовать синхронность и цикличность происходящих процессов и выполнить оценку влияния факторов среды на популяции вида. Понимание актуальных тенденций динамики численности позволяет применить результаты исследований для разработки практических рекомендаций по сохранению и управлению одним из главных ресурсных видов как в России, так и в Беларуси.

Материалы

Данные о численности лося и волка на северной периферии ареала в России (Мурманская, Ленинградская области, Республика Карелия) и в зоне экологического оптимума (Республика Беларусь) определены на основе материалов зимнего маршрутного учета (ЗМУ) 1965–2019 гг. как основного способа оценки численности охотничьих животных в изучаемых регионах (Формозов, 1932; Приклонский, 1972).

Для Республики Карелия использованы материалы ЗМУ, обработанные в лаборатории зоологии ИБ

КарНЦ РАН. Сведения о легальной добыче и уровне браконьерства получены по данным Министерства природных ресурсов и экологии Республики Карелия о гибели лося по разным причинам от общего числа найденных погибшими (%).

Динамика поголовья в Мурманской и Ленинградской областях проанализирована на основе официальных данных Министерства природных ресурсов Мурманской области и Комитета по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира Ленинградской области, а также данных литературы (Семенов-Тянь-Шанский, 1982; Макарова, 2011; Русаков, 1979). В Республике Беларусь анализ численности и добычи проведен по статистическим сведениям с учетом данных, имеющихся в лаборатории популяционной экологии наземных позвоночных и управления биоресурсами ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам».

Методы

Для Республики Карелия, где данные по численности лося представлены наиболее полно, выполнен анализ динамики поголовья на территориях, отличающихся по ландшафтно-климатическим условиям. Условно были выделены две зоны: 1) северная (Лоухский, Кемский, Калевальский, Костомукшский районы) и 2) южная – Приладожья (Лахденпохский, Сортавальский, Питкярантский районы). Первая группа районов находится в пределах подзоны северной тайги, вторая – средней тайги (Громцев, 2015). Для расчета абсолютной численности в Республике Карелия использованы средние многолетние пересчетные коэффициенты (по данным ГУ «Центрохотконтроль»): лося – 0.72, волка – 0.11. Площадь пригодных местообитаний – 10970 тыс. га.

Расчет корреляции динамики численности лося и волка выполнен с временным смещением (лагом) численности хищника на 1 год, а при определении корреляции между динамикой поголовья лося и объемами лесозаготовок – 10 лет (при расчетах принято, что леса имеют среднюю продуктивность в регионе). По мере восстановления вырубок увеличиваются запасы веточного корма, и если в спелых ельниках средней тайги они минимальны, то в молодняках 6–15 лет достигают максимальных значений (Курхинен и др., 2006).

На основе многолетних данных о численности лося в Республике Карелия и Беларуси были построены регрессионные модели ее динамики в этих регионах с использованием следующих параметров: численность волка, легальная добыча лося, уровень браконьерства, объемы заготовки древесины. Анализ данных производился с использованием математических методов регрессии, корреляционного и факторного анализа, а также автокорреляции с помощью пакета Microsoft Excel.

Результаты

Отмечается повсеместный рост численности лося на Северо-Западе России с начала нового тысячелетия, однако начало этого процесса и его темпы отличаются в разных частях региона. Так, в Мурманской области увеличение численности началось в конце 2000-х гг., и к 2018 г. она составила около 8 тыс. особей (Доклад о состоянии..., 2019). В Республике Карелия и Ленинградской области подъем начался уже в начале 2000-х гг., то же отмечено и для Беларуси, где численность лося с 1998 по 2018 г. возросла с 14.9 до 36.3 тыс. особей (рис. 1).

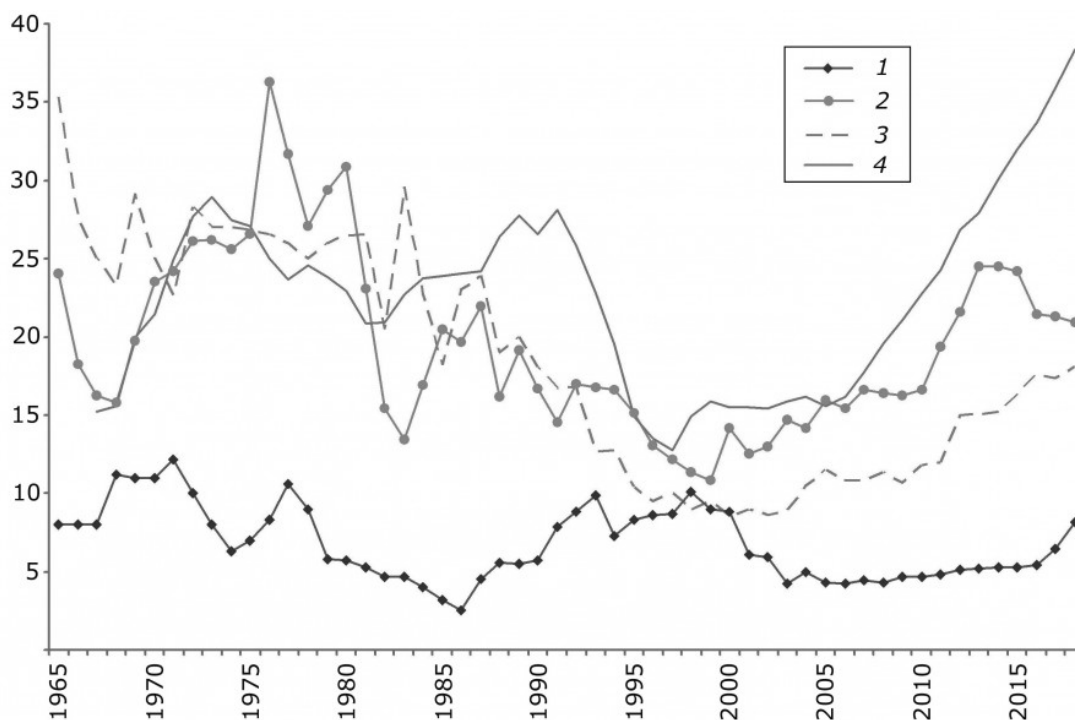


Рис. 1. Динамика численности лося (тыс. особей) в исследуемых регионах: 1 - Мурманская область, 2 - Республика Карелия, 3 - Ленинградская область, 4 - Беларусь

Fig. 1. Dynamics of moose population (thousand ind.) in the study regions: 1 - Murmansk region, 2 - Republic of Karelia, 3 - Leningrad region, 4 - Belarus

Результаты сравнения синхронности динамики численности лося в изучаемых регионах приведены в табл. 1.

Таблица 1. Матрица парных корреляций данных динамики численности лося в изучаемых регионах в 1965-2018 гг. (числитель) и в период роста 2001-2018 гг. (знаменатель)

	Мурманская область	Республика Карелия	Ленинградская область
Мурманская область		0.12 / 0.26	0.22 / 0.53
Республика Карелия	0.12 / 0.26		0.66 / 0.87
Ленинградская область	0.22 / 0.53	0.66 / 0.87	
Республика Беларусь	-0.10 / 0.62	0.56 / 0.85	0.42 / 0.96

Процессы изменения численности в северной и южной зоне Республики Карелия протекали несогласованно, и коэффициент корреляции составил 0.28. Темпы прироста поголовья также значительно отличались и за 2001-2019 годы составили для северной зоны 14 %, а для южной зоны - 59 %.

Определение цикличности динамики численности лося в Республике Карелии с использованием метода автокорреляции показало, что существуют циклы продолжительностью в 20-23 года (коэффициент автокорреляции составил -0.75). Анализ для территорий Мурманской области показал, что, несмотря на незначительные в целом колебания численности, прослеживается цикличность периодом около 13 лет и значение автокорреляции составило -0.64. Для более южных территорий Ленинградской области, а также Беларуси такие циклы были отмечены для периода 28 (-0.57) и 25 лет (-0.91) соответственно.

Сравнение взаимосвязи динамики численности лося с таковой волка, а также объемами лесозаготовок за весь рассматриваемый период показало равные значения коэффициентов корреляции (0.5).

Полученное на основе параметров, приведенных в табл. 2, регрессионное уравнение для динамики численности лося имеет следующий вид:

$$M(i) = 16.7 - 0.127 \cdot P(i) + 0.0077 \cdot W(i + 1) - 0.025 \cdot H(i) + 0.0004 \cdot F(i - 10)$$

где i – год наблюдения; $M(i)$ – численность лося в год i ; $P(i)$ – уровень браконьерства в год i ; $W(i)$ – численность волка в год i ; $H(i)$ – легальная добыча в год i ; $F(i)$ – объем лесозаготовок в год i .

Таблица 2. Статистическое описание параметров модели динамики численности лося в Республике Карелия за период 1965–2019 гг.

Параметр	Единица измерения	\bar{X}	SD	min	max
Численность лося	тыс. особей	19.6	5.6	10.8	36.3
Уровень браконьерства	%	27.2	11.93	8.0	56.1
Численность волка	особей	568	288.1	177	1459
Легальная добыча лося	особей	908	565	323	2638
Объемы лесозаготовок	тыс. м ³	11566	4620.9	5660.0	18830

Модель графически отображена на рис. 2 и значение множественного R равно 0.65.

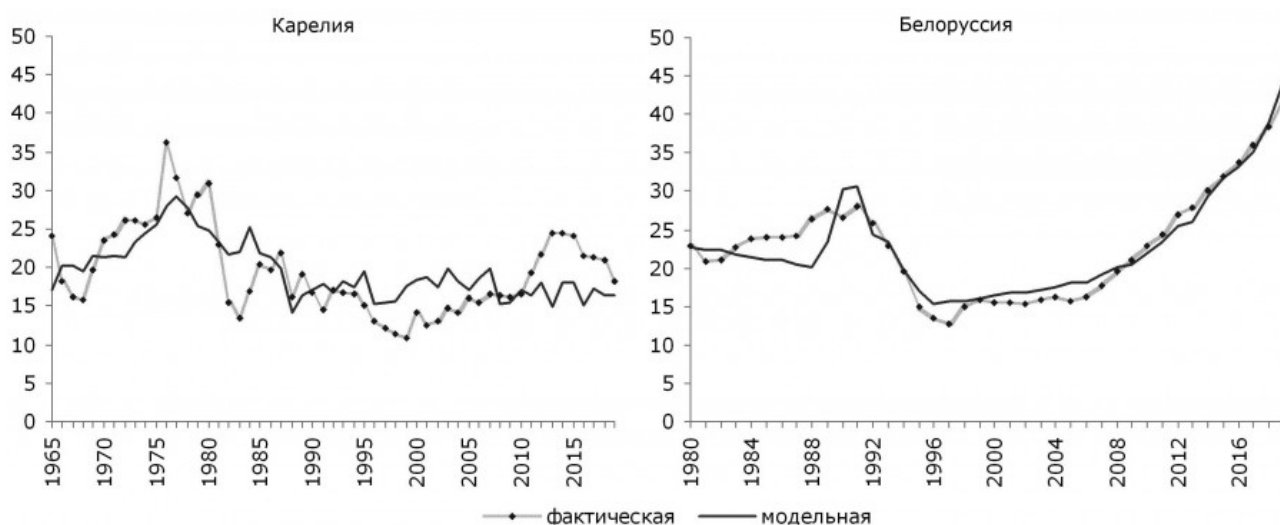


Рис. 2. Фактическое и модельное изменение численности лося в Республике Карелия и Беларуси (тыс. особей)

Fig. 2. Actual and model changes in the moose number in the Republic of Karelia and Belarus (thousand ind.)

Взаимосвязь изменений численности лося и волка в Беларуси не прослежена – коэффициент корреляции менее 0.1. Его значение для динамики поголовья и объемов лесозаготовок – 0.5.

Аналогичная модель для Беларуси и ее параметры приведены на рис. 2 и табл. 3, а уравнение имеет следующий вид:

$$M(i) = 13.3 + 0.156 \cdot W(i + 1) + 0.004 \cdot H(i) + 0.00014 \cdot F(i - 10)$$

где i – год наблюдения; $M(i)$ – численность лося в год i ; $W(i)$ – численность волка в год i ; $H(i)$ – легальная добыча в год i ; $F(i)$ – объем лесозаготовок в год i .

Значение множественного R для модели составляет 0.9.

Параметры модели для Беларуси приведены в табл. 3.

Таблица 3. Статистическое описание параметров модели динамики численности лося в Беларуси в 1980–2019 гг.

Параметр	Единица измерения	\bar{X}	SD	min	max
Численность лося	тыс. особей	22.9	7.0	12.8	41.7
Численность волка	особей	1824	301	1288	2542
Легальная добыча лося	особей	1820	1566	0	6900
Объемы лесозаготовок	тыс. м ³	11000	1490.3	10000	15100

Обсуждение

Изучению динамики численности лося как главного ресурсного вида на Северо-Западе России и в Беларуси уделено большое внимание (Тимофеева, 1974; Русаков, 1979; Семенов-Тянь-Шанский, 1982; Козло, 1983; Дунин, Козло, 1992; Данилов, 1986, 2005; Макарова, 2008) и сделаны выводы о некоторой синхронности этих изменений (Данилов, 1986, 2005; Данилов, Панченко, 2012). Анализ изменения поголовья лося на Северо-Западе России в 1965–2018 гг. показал, что наблюдалась корреляция этих процессов для территории Карелии и Ленинградской области (коэффициент корреляции составил 0.66), а также Карелии и Беларуси, где значение корреляции было несколько меньше и составило 0.56 (см. табл. 1). Однако анализ синхронности изменений для этих территорий за период 2001–2018 гг., когда наблюдался рост поголовья лося, показал их корреляцию уже более 0.85 для всех территорий, за исключением Мурманской области.

За период наблюдений в процессе роста поголовья происходило значительное перераспределение населения лося. Так, в Республике Карелия территории Приладожья всегда выделялись высокими показателями учета лося, тогда как на севере и центральной ее части увеличение численности произошло после лесохозяйственного освоения территории (Марковский, 1995; Данилов, 2005). Это подтверждает и отсутствие согласованности динамики численности в северной и южных зонах за весь период наблюдений. Изменения с ростом численности произошли и на юге, в Республике Беларусь, где освоение менее пригодных территорий привело к смене зонального распределения лося на повсеместное (Шакун и др., 2017).

Результаты анализа цикличности динамики численности лося в разных регионах, вероятно, свидетельствуют о некотором их различии на северном пределе ареала, где крайне суровые условия существования (Мурманская область), и территориях, располагающихся в более благоприятных для обитания вида частях ареала. Существуют различные предположения о причинах динамики поголовья лося. Н. Ф. Реймерс (1972) высказал мнение о связи периодов высокой численности вида с 80-летними циклами солнечной активности. Трофоклиматическая гипотеза также определяет зависимость численности лося от периодических изменений солнечной активности и связанных с ней колебаний климатических параметров на планете, влияющих на условия возобновления основных кормов лося (Ломанов, 1995). Среди основных причин, ответственных за сокращение или увеличение поголовья лося, также указывалось на влияние крупных хищников. Воздействие иррационального использования ресурсов вида подробно описано А. А. Данилкиным (2009). Сравнение динамики этого процесса с таковым в Северной и Восточной Европе (Cederlund, Markgren, 1987; Myrberget, 1990; Nygren, Pesonen, 1993), несмотря на различия в условиях и методах управления популяциями, обнаружило сходство движения численности этих зверей в 1960–1990-е гг. Существует предположение, что данный процесс – это проявление многолетних периодических изменений численности и распространения, так называемых волн жизни, характерных и для других видов копытных (Новиков, Тимофеева, 1975; Данилов, 2005).

Ранее было показано, что для лося характерен так называемый логистический тип роста численности с небольшой положительной скоростью (Глушков, 2007), а модельные оценки динамики численности лося на основе анализа временных рядов, классических моделей популяционной динамики и имитационной модели свидетельствуют в пользу того, что современная динамика связана с наложением циклической изменчивости на естественные (увеличение численности хищников – волка) и антропогенные (браконьерство) факторы (Петросян и др., 2012).

Зависимость изменений численности волка и лося известна, особенно в северных регионах, где лось – основная жертва волка (Данилов, 2005). Ранее согласованность этих изменений в Республике Карелия была выше, а в начале второго десятилетия нового тысячелетия она нарушилась, что отразилось на значении коэффициента корреляции за весь рассматриваемый период – он стал незначим в отличие от прошлых лет, когда он составлял более 0.6 (Тирронен, 2008). Вероятной причиной произошедшего был рост популярности охоты на волка и сокращение численности хищника.

Показатели модели динамики численности лося для Республики Карелия определяют высокую связь между численностью лося и параметрами, однако в модели необходимо учитывать дополнительные факторы. Среди описанных параметров значимость коэффициентов регрессионного уравнения была наибольшей для уровня браконьерства и объемов лесозаготовок. Браконьерство – один из главных факторов, влияющих на состояние ресурсов лося на Северо-Западе России, тогда как в Республике Беларусь это воздействие минимизировано.

В аналогичной модели для Беларуси использовались данные о численности лося, волка, легальном изъятии, а также объемах лесозаготовок. Условия существования лося здесь значительно отличаются от Северо-Запада России. Так, в рационе волка присутствует большее число видов

копытных, и пресс хищника менее выражен, что отразилось и на взаимосвязи динамик численности лося и волка – значение коэффициента корреляции было отрицательным и менее 0.1. Точность модели для Беларуси оказалась выше, а соответствие параметров достаточным для описания. Среди использованных показателей значимость коэффициентов регрессионного уравнения оказалась наиболее высокой для легальной добычи и объема лесозаготовок.

Заключение

Результаты анализа динамики численности лося на Северо-Западе России, где проходит северная граница его ареала, и в Беларуси показали, что ход изменений происходил в значительной степени синхронно, что, вероятно, свидетельствует об общности тенденций динамики на большей части ареала и подтверждает предположение о «волнах жизни», характерных для копытных. С начала 2000-х гг. происходило увеличение численности вида, что не соответствует трофоклиматической гипотезе (Ломанов, 1995), в соответствии с которой в настоящее время должно происходить сокращение поголовья, тем не менее в России наблюдается противоположная тенденция (Данилкин, 2018). Однако необходимо отметить, что в некоторых регионах (Республика Карелия) в последние годы отмечается уменьшение численности. Одной из причин этого может быть увеличение пресса браконьерства, в связи с чем необходимо обратить внимание на данный фактор. Исходя из результатов по определению цикличности динамики популяции в Карелии в ближайшие годы должен был происходить рост поголовья, но, вероятно, влияние антропогенного фактора изменило тренд роста на противоположный.

Факторный анализ динамики численности лося в Республике Карелия и Беларуси показал, что в значительной мере на поголовье в северном регионе оказывают влияние численность волка, легальная добыча, объемы лесозаготовок, а также уровень браконьерства, и среди перечисленных факторов воздействие последнего было наибольшим. Для Беларуси построение модели определило, что одним из основных факторов, влияющих на численность, является легальная охота. Взаимосвязь процессов изменения численности лося и волка выражена в значительно меньшей степени, чем на севере России, в Республике Карелия.

Библиография

Глушков В. М. Типы роста популяций и стратегия мониторинга ресурсов охотничьих животных [Types of population growth and strategy for monitoring hunted animal resources] // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию ВНИИОЗ. Киров: ГНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова Россельхозакадемии, 2007. С. 87–88.

Громцев А. Н., Карпин В. А. Общая характеристика региона [General characteristics of the the region] // Леса и их многоцелевое использование на Северо-Западе Европейской части таежной зоны России. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. С. 14–22.

Данилкин А. А. Динамика населения диких копытных России: гипотезы, факторы, закономерности [Population dynamics of wild ungulates in Russia: hypotheses, factors, patterns]. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 310 с.

Данилкин А. А. Дикие копытные России: тренд динамики населения [Wild ungulates of Russia: trends of their population dynamics] // Поволжский экологический журнал. 2018. № 3. С. 357–367. DOI: 10.18500/1684-7318-2018-3-357-367.

Данилов П. И. Глава VI. Популяционная динамика [Population dynamics] // Биология и использование лося. М.: Наука, 1986. С. 87–104.

Данилов П. И. Охотничьи звери Карелии: экология, ресурсы, управление, охрана [Game animals of Karelia: ecology, resources, management and conservation]. М.: Наука, 2005. 340 с.

Данилов П. И., Панченко Д. В., Белкин В. В., Тирронен К. Ф. Роль вырубок в жизни охотничьих зверей на Европейском Севере России [Biotopical distribution and the role of forest cclearing in game animals life cycle on the Russian European North] // Журнал фундаментальных и прикладных исследований «Естественные науки». 2008. № 3. С. 16–20.

Панченко Д. В., Серова Л. М., Данилов П. И., Шакун В. В., Козорез А. И. О динамике численности лося на северной периферии ареала и в зоне экологического оптимума // Принципы экологии. 2020. Т. 9. № 2. С. 3-2.

Данилов П. И., Панченко Д. В. К истории лося на Европейском Севере России (от неолита до наших дней) [On the history of moose in Russian European North (from neolith time to present day)] // Вестник охотоведения. 2013. Т. 10. № 2. С. 123-136.

Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2018 г. Охотничьи ресурсы [Report on the state and environmental protection of the Murmansk region in 2018. Hunting species]. Мурманск. С. 120-123. URL: <https://mpr.gov-murman.ru/activities/okhrana-okruzhayushchey-sredy/00.condition/index.php> (дата обращения: 03.03.2020).

Дунин В. Ф., Козло П. Г. Лось в Беларуси [Moose in Belarus]. Минск: Навука и тэхніка, 1992. 208 с.

Козло П. Г. Эколого-морфологический анализ популяции лося [Ecological and morphological analysis of moose population]. Минск: Наука и техника, 1983. 215 с.

Курхинен Ю. П., Данилов П. И., Ивантер Э. В. Млекопитающие Восточной Фенноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем [Mammals of Eastern Fennoscandia in the context of anthropogenic transformation of taiga landscape]. М.: Наука, 2006. 208 с.

Ломанов И. К. Закономерности динамики численности и размещения населения лося в европейской части России [Patterns of the dynamics of the number and distribution of the moose population in the European part of Russia]. М.: Изд-во ЦНИЛ Охотдепартамента МСХиП РФ, 1995. 60 с.

Макарова О. А. Лось Мурманской области (состояние популяции в начале XXI века) [Moose in Murmask oblast (population status at the end of 20th century)] // Лось (*Alces alces* L., 1758) в девственной и измененной человеком среде: Труды VI междунар. симп. по лосю. Якутск: Изд-во Ин-та биол. проблем криолитозоны СОРАН, 2008. С. 76-78.

Макарова О. А. Размещение копытных зверей в Мурманской области в начале XXI века [Distribution of ungulates in Murmansk region at the beginning of the XXI century] // Поведение, экология и эволюция животных: монографии, статьи, сообщения. Т. 2. Рязань: НП «Голос губернии», 2011. С. 185-195.

Марковский В. А. Копытные Карелии (современное состояние популяции): Автореф. дис. ... канд. биол. наук (в виде научного доклада) [Ungulates of Karelia (current population status). PhD thesis (Candidate of Biological Sciences)]. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 32 с.

Новиков Г. А., Тимофеева Е. К. Некоторые аспекты динамики численности и географического распространения лося и кабана [Some aspects of population dynamics and geographical distribution of moose and wild boar] // Копытные фауны СССР: Экология, морфология, использование и охрана: Доклады совещания. М.: Наука, 1975. С. 14-15.

Петросян В. Г., Дергунова Н. Н., Бессонов С. А., Омельченко А. В. Моделирование динамики численности, оценка и сравнительный анализ демографических параметров популяций лося в России и Финляндии с использованием данных многолетнего мониторинга [Modelling of population dynamics, estimation and comparative analysis of demographic parameters of moose populations in Russia and Finland using multi-year monitoring data] // Математическая биология и биоинформатика. 2012. Т. 7. № 1. С. 244-256.

Приклонский С. Г. Инструкция по зимнему маршрутному учету [Instructions for the Winter track accounting]. М.: Колос, 1972. 16 с.

Реймерс Н. Ф. Экологические сукцессии и промысловые животные [Ecological succession and hunted animals] // Охотоведение. М.: Лесная промышленность, 1972. С. 67-108.

Русаков О. С. Современное состояние природных ресурсов, экология и вопросы хозяйственного использования копытных Северо-Запада СССР [Modern state of natural resources, ecology and issues of economic use of ungulates of the North-West of the USSR] // Копытные Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1979.

Панченко Д. В., Серова Л. М., Данилов П. И., Шакун В. В., Козорез А. И. О динамике численности лося на северной периферии ареала и в зоне экологического оптимума // Принципы экологии. 2020. Т. 9. № 2. С. 3-2.

С. 63-293.

Семенов-Тянь-Шанский О. И. Звери Мурманской области [Animals of the Murmansk region]. Мурманск: Кн. изд-во, 1982. 175 с.

Тимофеева Е. К. Лось (экология, распространение, хозяйственное значение) [Moose (ecology, distribution, economic significance)]. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1974. 167 с.

Тирронен К. Ф. Некоторые особенности хищничества волков (*Canis lupus*) на собак (*C. familiaris*) в Карелии [Some features of wolf (*Canis lupus*) predation on domestic dogs (*C. familiaris*) in Karelia] // Вестник охотоведения. 2008. Т. 5. № 2. С. 133-137.

Формозов А. Н. Формула для количественного учета млекопитающих по следам [Formula for quantitative accounting of mammals by their tracks] // Зоологический журнал. 1932. Т. 11. С. 66-69.

Шакун В. В., Козорез А. И., Кудин М. В. Состояние и задачи исследований ресурсов охотничьей фауны Беларуси [Status and tasks of research of hunting fauna resources in Belarus] // Современные проблемы охотоведения и сохранения биоразнообразия: Материалы Международной научно-практической конференции. Минск: БГТУ, 2017. С. 169-174

Myrberget S. Wildlife management in Europe outside the Sovjet Union (Viltstell i Europa utenom Sovjet-Unionen) // NINA Utredning. 1990. Vol. 18. P. 1-47.

Cederlund G., Markgren G. The development of the Swedish moose population, 1970-1983 // Swedish Wildlife Research, Supplement. 1987. Vol. 1. P. 55-62.

Nygren T., Pesonen M. The moose population (*Alces alces* L.) and methods of moose management in Finland, 1975-89 // Finnish Game Research. 1993. No 48. P. 46-53.

Благодарности

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (№ 0218-2019-0080) и при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-54-00018 Бел_а.

On the dynamics of the moose population in the Northern periphery of the range and in the ecological optimum zone

PANCHENKO Danila	<i>PhD, Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, danja@inbox.ru</i>
SEROVA Larisa	<i>PhD, Petrozavodsk State University, serovalarisam@gmail.com</i>
DANILOV Pyotr	<i>DSc, professor, Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, pjotr.danilov@mail.ru</i>
SHAKUN Vasily	<i>PhD, State Scientific and Production Association Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresources, terioforest@tut.by</i>
KOZOREZ Alexandr	<i>PhD, Ministry of Forestry of the Republic of Belarus, s_kozorez@mail.ru</i>

Keywords:

moose
population dynamics
modelling population dynamics
game resources
regression analysis
cyclicality
ecological optimum

Summary:

Moose (*Alces alces* L.) – a member of the Cervidae family (Cervidae), which occupies one of the key places in the biogeocenoses, is also an extremely important resource type of hunting economy. The study of population dynamics and its features in the moose population living in conditions of ecological optimum and the periphery of the range allows us to better understand the mechanisms of processes and the relationship of components involved in their course. In addition, It help develop reasonable measures for long-term and sustainable management of resources of the species. The aim of the work was to analyze the dynamics of moose populations in different ecological zones – in the Northern periphery of the species' range in Russia (Murmansk region, Republic of Karelia, Leningrad region) and in the conditions of the ecological optimum zone – Belarus. For the analysis, we used the materials of the Winter route accounting (ZMU) of 1965–2019 – the main method of accounting for hunting species in designated territories, official statistics, and the results of field research. Changes in the number of moose occurred largely synchronously in the studied regions, with the exception of the Murmansk region. Analysis of the dynamics of its population showed that there were cycles lasting 13 years for the Murmansk region and more than 20 years for more southern territories. The relationship between the processes of changing the number of moose and wolf in Belarus is much less pronounced than in the North of Russia in the Republic of Karelia. The construction of a model of wild board dynamics determined that the level of poaching in the Republic of Karelia has a significant impact. For Belarus, it was found that one of the main factors affecting the number is legal hunting.

References

Cederlund G., Markgren G. The development of the Swedish moose population, 1970–1983, *Swedish Wildlife Research*, Supplement. 1987. Vol. 1. P. 55–62.

Danilkin A. A. Population dynamics of wild ungulates in Russia: hypotheses, factors, patterns. M.: Tovarischestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2009. 310 p.

Danilkin A. A. Wild ungulates of Russia: trends of their population dynamics, *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal*. 2018. No. 3. P. 357–367. DOI: 10.18500/1684-7318-2018-3-357-367.

Danilov P. I. Panchenko D. V. Belkin V. V. Tirronen K. F. Biotopical distribution and the role of forest clearing in game animals life cycle on the Russian European North, *Zhurnal fundamental'nyh i prikladnyh issledovaniy «Estestvennye nauki»*. 2008. No. 3. P. 16–20.

Danilov P. I. Panchenko D. V. On the history of moose in Russian European North (from neolith time to present day), *Vestnik ohotovedeniya*. 2013. T. 10. No. 2. P. 123–136.

Danilov P. I. VI. Population dynamics, *Biologiya i ispol'zovanie losya*. M.: Nauka, 1986. P. 87–104.

Danilov P. I. Game animals of Karelia: ecology, resources, management and conservation. M.: Nauka, 2005. 340 p.

Dunin V. F. Kozlo P. G. Moose in Belarus. Minsk: Navuka i tehnika, 1992. 208 p.

Formozov A. N. Formula for quantitative accounting of mammals by their tracks, *Zoologicheskiy zhurnal*. 1932. T. 11. P. 66–69.

Glushkov V. M. Types of population growth and strategy for monitoring hunted animal resources, *Sovremennye problemy prirodopol'zovaniya, ohotovedeniya i zverovodstva: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschennoy 85-letiyu VNIIOZ*. Kirov: GNU VNIIOZ im. prof. B. M. Zhitkova Rossel'hozakademii, 2007. P. 87–88.

Gromcev A. N. Karpin V. A. General characteristics of the the region, *Lesa i ih mnogocelevoe ispol'zovanie na Severo-Zapade Evropeyskoy chasti taezhnoy zony Rossii*. Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy centr RAN, 2015. P. 14–22.

Kozlo P. G. Ecological and morphological analysis of moose population. Minsk: Nauka i tehnika, 1983. 215 p.

Kurhinen Yu. P. Danilov P. I. Ivanter E. V. Mammals of Eastern Fennoscandia in the context of anthropogenic transformation of taiga landscape. M.: Nauka, 2006. 208 p.

Lomanov I. K. Patterns of the dynamics of the number and distribution of the moose population in the European part of Russia. M.: Izd-vo CNIL Ohotdepartamenta MSHiP RF, 1995. 60 p.

Makarova O. A. Distribution of ungulates in Murmansk region at the beginning of the XXI century, *Povedenie, ekologiya i evolyuciya zivotnyh: monografii, stat'i, soobscheniya*. T. 2. Ryazan': NP «Golos gubernii», 2011. P. 185–195.

Makarova O. A. Moose in Murmask oblast (population status at the end of 20th century, Los' (*Alces alces* L., 1758) v devstvennoy i izmenennoy chelovekom srede: *Trudy VI mezhdunar. simp. po losyu*. Yakutsk: Izd-vo In-ta biol. problem kriolitozony SORAN, 2008. P. 76–78.

Markovskiy V. A. Ungulates of Karelia (current population status). PhD thesis (Candidate of Biological Sciences). Petrozavodsk: KarNC RAN, 1995. 32 p.

Myrberget S. Wildlife management in Europe outside the Sovjet Union (Viltstell i Europa utenom Sovjet-Unionen), *NINA Utredning*. 1990. Vol. 18. P. 1–47.

Novikov G. A. Timofeeva E. K. Some aspects of population dynamics and geographical distribution of moose and wild boar, *Kopytnye fauny SSSR: Ekologiya, morfologiya, ispol'zovanie i ohrana: Doklady soveschaniya*. M.:

Nauka, 1975. P. 14–15.

Nygren T., Pesonen M. The moose population (*Alces alces* L.) and methods of moose management in Finland, 1975–89, *Finnish Game Research*. 1993. No 48. P. 46–53.

Petrosyan V. G. Dergunova N. N. Bessonov S. A. Omel'chenko A. V. Modelling of population dynamics, estimation and comparative analysis of demographic parameters of moose populations in Russia and Finland using multi-year monitoring data, *Matematicheskaya biologiya i bioinformatika*. 2012. T. 7. No. 1. P. 244–256.

Priklonskiy S. G. Instructions for the Winter track accounting. M.: Kolos, 1972. 16 p.

Report on the state and environmental protection of the Murmansk region in 2018. Hunting species. Murmansk. P. 120–123. URL: <https://mpr.gov-murman.ru/activities/okhrana-okruzhayushchey-sredy/00.condition/index.php> (data obrascheniya: 03.03.2020).

Reymers N. F. Ecological succession and hunted animals, *Ohotovedenie*. M.: Lesnaya promyshlennost', 1972. C. 67–108.

Rusakov O. S. Modern state of natural resources, ecology and issues of economic use of ungulates of the North-West of the USSR, *Kopytnye Severo-Zapada SSSR*. L.: Nauka, 1979. P. 63–293.

Shakun V. V. Kozorez A. I. Kudin M. V. Status and tasks of research of hunting fauna resources in Belarus, *Sovremennye problemy ohotovedeniya i sohraneniya bioraznoobraziya: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii*. Minsk: BGTU, 2017. P. 169–174

Shanskiy O. I. Animals of the Murmansk region. Murmansk: Kn. izd-vo, 1982. 175 p.

Timofeeva E. K. Moose (ecology, distribution, economic significance). L.: Izd-vo Leningradskogo universiteta, 1974. 167 p.

Tirronen K. F. Some features of wolf (*Canis lupus*) predation on domestic dogs (*C. familiaris*) in Karelia, *Vestnik ohotovedeniya*. 2008. T. 5. No. 2. P. 133–137.