

А. М. Шапкин¹, Р. Г. Иванова¹, Н. Ф. Арсентьева¹, Н. С. Суханова²

Возрастное распределение в таймырской популяции дикого северного оленя (*Rangifer tarandus*) в первом десятилетии 21 века

Аннотация.

Цель: средствами математической демографии определить и оценить возрастное распределение самцов и самок таймырских тундровых диких оленей в первом десятилетии XXI века и дальнейшие тенденции в демографическом состоянии таймырской популяции.

Материалы и методы. Базовым материалом для оценки текущего состояния возрастной структуры таймырской популяции стали репрезентативные промысловые выборки самцов и самок диких оленей ($n=10845$ особей), собранные на Западном, Центральном Таймыре и плато Путорана в 2001–2008 гг., а также выборки оленей ($n=1569$ особей), пол которых неизвестен. Определение индивидуального возраста животных от года и старше ($n=9773$ особей) выполнено по гистологическим срезам резцов согласно соответствующей методике. Для погашения случайных отклонений выборочных данных из-за недостаточного присутствия неполовозрелых животных (телята-сеголетки, молодняк 1-2 года) (избирательность промысла направлена в первую очередь на добычу особей старше 3-х лет, отчего животных отдельных возрастных групп в пробах оказывается больше, чем имеется в популяции) применялась процедура сглаживания. Тогда положительные отклонения числа особей в одних возрастных группах нивелировались за счет отрицательных отклонений в смежных группах.

Результаты. По сглаженным возрастным рядам промысловых выборок 2001–2008 гг. ($n=12414$ особей) рассчитано и проанализировано текущее возрастное распределение таймырских тундровых диких северных оленей. Исследование показало, что теоретическое текущее возрастное распределение самцов при реализованном размножении, как и с учетом естественной смертности и промысловой нагрузки равно 77,03, самок — 80,56, в объединённых группах животных — 82,35%. Таймырская популяция обладает 18–19 возрастными поколениями самцов и самок. Репродуктивное ядро самцов от 3-х до 10 лет — 48,43%, особи предельных возрастов от 11 лет и старше занимают 1,96% данной половозрастной структуры, телята и молодняк 1–2 года составляют 24,64%. Для репродуктивной части самок в возрасте 3–15 лет общее возрастное распределение равно 55,34%, а доля ювенильных особей и молодняка по расчётам определена в этой части популяции в 25,16%. В объединённом текущем возрастном распределении самцы, самки: телята и молодняк составили 27,72%, половозрелая часть с животными старших и предельных возрастов — 54,63%.

Заключение. Стационарного состояния и стабильного возрастного распределения таймырские тундровые дикие олени могут достигать только при средневозрастном уровне плодовитости репродуктивных поколений самок с чистой скоростью размножения (R_0) в популяционных группировках равной 1,0. Полученные экспериментальные данные возрастной структуры таймырской популяции могут быть использованы при фактической проверке репродуктивного потенциала репродуктивных поколений бесконтрольно эксплуатируемых охотничьих ресурсов этой промысловой популяции.

Ключевые слова: таймырская популяция; возрастное распределение; дикие северные олени; самцы; самки.

Авторы:

Анатолий Михайлович Шапкин — кандидат биологических наук; e-mail: anatoliy-shapkin@rambler.ru;

Роза Гибадуллаевна Иванова — научный сотрудник; e-mail: pl17.norilsk@mail.ru;

Надежда Федоровна Арсентьева — научный сотрудник;

Наталья Сергеевна Суханова — научный сотрудник; e-mail: nat55209@yandex.ru.

¹ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики — филиал Красноярского научного центра СО РАН; Россия, 663302, г. Норильск, Комсомольская, д. 1.

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова»; Россия, 610035, Киров, Преображенская, д. 79.

Введение. Устойчивость природной популяции во многом определяется таким популяционным параметром как возрастное распределение. Именно численные соотношения количества животных различных репродуктивных возрастов позволяют популяции иметь в конкретных условиях существования разные темпы воспроизводства. Иначе говоря, возрастная структура популяции отражает интенсивность размножения, уровень смертности, скорость смены поколений [1]. Прежняя характеристика возрастной структуры таймырского дикого северного оленя (*Rangifer tarandus*) включала 16–17 возрастных групп как самок, так и самцов от ювенильных особей до животных предельных возрастов [2]. Но сложность возрастной структуры таймырской популяции усугубляется неравномерным достижением половой зрелости самками и самцами, разной продолжительностью жизни разновозрастных, разнокачественных животных и продолжительностью жизни неоднородных поколений. Отсюда в различные годы жизненных циклов популяция, обладая одной и той же численностью, может существенно отличаться количеством возрастных групп, ее составляющих и, таким образом, иметь различную продуктивность [3].

Одновременно охотничьи ресурсы таймырской популяции достаточно продолжительное время подвергаются легальной и нелегальной промысловой нагрузке, отчего общая численность диких северных оленей, как и их текущее возрастное распределение, может изменяться из-за многолетнего перепромысла отдельных миграционных ветвей популяции и из-за других неблагоприятных факторов абиотической и биотической среды. Все это вместе может создавать предпосылки коренного изменения текущего возрастного распределения в популяции и спровоцировать снижение ее экологического «качества».

Цель: средствами математической демографии определить и оценить возрастное распределение самцов и самок таймырских тундровых диких оленей в первом десятилетии XXI века и дальнейшие тенденции в демографическом состоянии таймырской популяции.

Материал и методы. Базовым материалом для оценки текущего состояния возрастной структуры таймырской популяции стали репрезентативные промысловые выборки самцов и самок диких оленей ($n=10845$ особей), собранные на Западном, Центральном Таймыре и плато Путорана в 2001–2008 гг., а также выборки оленей ($n=1569$ особей), пол которых неизвестен. Определение индивидуального возраста животных от года и старше ($n=9773$ особей) выполнено по гистологическим срезам резцов, согласно соответствующей методике [4].

Для погашения случайных отклонений выборочных данных из-за недостаточного присутствия неполовозрелых животных (телята-сеголетки, молодняк 1–2 года) (избирательность промысла направлена в первую очередь на добычу особей старше 3-х лет, отчего животных отдельных возрастных групп в пробах оказывается больше, чем имеется в популяции) применялась процедура сглаживания. Тогда положительные отклонения числа особей в одних возрастных группах нивелировались за счет отрицательных отклонений в смежных группах [5]. Для этого использовался метод линейного сглаживания всех возрастных распределений по трем точкам, т. е. проводилась операция усреднения интерполяционных многочленов, которая обеспечила получение уточненного значения для каждой генерации (f) по заданному значению f_x и ряду близлежащих значений ($\dots f_{x-1}, f_{x+1}, \dots$) [6]. Линейное сглаживание по трем точкам выполнялось по следующим формулам:

$$f_0 = \frac{5f_0 + 2f_1 - f_2}{6} \quad (1)$$

$$f_x = \frac{f_{x-1} + f_x - f_{x+1}}{3} \quad (2)$$

$$f_n = \frac{5f_n + 2f_{n-1} - f_{n-2}}{6}, \quad (3)$$

где n — номер последней точки (ординаты u_x) возрастного класса f . Далее по демографическим таблицам [7] исходных и теоретических (сглаженных) данных была рассчитана выживаемость l_x для каждой возрастной группы животных по формуле:

$$l_x = f_x / f_0, \quad (4)$$

где f_x — число доживших до данного возраста; f_0 — число животных нулевого возраста. Параметры возрастного распределения в половозрастных группах таймырской популяции дикого северного оленя оценивались в трех вариантах (самцы, самки и объединенные группы самцов с самками) по формуле из работы Д. Гудмана [8]:

$$C_x = \frac{\lambda^x l_x}{\sum_{y=1}^w \lambda^y l_y}, \quad (5)$$

где c_x — доля особей в группе (в популяции) с возрастом от $x - 1$ до x , а w — наибольший достигнутый возраст. В данном подходе мы руководствовались доказательством Лесли, что поголовное изменение удельной смертности, затрагивающее все возрастные классы популяции, не

меняет возрастного распределения. В популяции происходит изменение векторов выживаемости и скорости роста, но эти два изменения в точности компенсируют друг друга, оставляя возрастное распределение неизменным (цит. по: Коли Г. Анализ популяций позвоночных. — М., 1979. — С. 186).

Статистическую обработку материалов многолетних промысловых выборок провели с использованием пакета программ Excel. Достоверность различий между исходными данными выборочных рядов промысловых выборок и теоретическими данными этих сглаженных рядов эмпирических промысловых выборок самцов, самок и объединенными материалами разных половозрастных групп проверяли по критерию хи-квадрат Пирсона [9]. Оценка достоверности расхождений между общими исходными промысловыми и итоговыми сглаженными материалами выборок (самцы, самки, объединенные данные) осуществлена методом непараметрической статистики с применением критерия λ «лямбда» А. Н. Колмогорова и Н. В. Смирнова [9]. Различия между группами данных по всем признакам считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Исследования возрастного распределения самцов в таймырской популяции тундрового дикого северного оленя по материалам промысловых выборок 2001–2008 гг. показало текущее возрастное распределение в момент t в 77,03%, и что означает: из популяции уже изъято промыслом, как и элиминировалось по всем другим факторам среды, 22,97% самцов различных возрастных классов (табл. 1).

Как можно судить из таблицы 1, сглаженные данные исходной выборки по взрослым самцам позволяют с высокой степенью вероятности считать разницу достоверной в приемлемых статистических пределах для принятия нулевой гипотезы (нет различий между исходными и сглаженными данными рядов) у нулевого класса и 3+ и так далее до предельных возрастов ($p < 0,01$). Однако различия совсем не достоверны в группе молодняка (1–2 года) из-за высокой разницы между исходными и теоретическими числами, что привело к возрастанию значения χ^2 и отказу от нулевой гипотезы. Вместе с тем оценка достоверности расхождений между общими данными исходной

Таблица 1. Некоторые демографические показатели самцов таймырских диких оленей (исходная, теоретическая промысловые выборки 2001–2008 гг.)

I	II особь	III I_x	IV λ^x	V $I_x \lambda^x$	VI особь	VII χ^2	VIII I_y	IX λ^y	X $I_y \lambda^y$	XI %
f_0	1283	1,000	0,484	0,484	1165	$p < 0,5$	1,000	0,735	0,735	13,45
f_1	621	0,484	0,378	0,183	856	—	0,735	0,713	0,524	5,09
f_2	235	0,183	1,591	0,292	610	—	0,524	0,777	0,407	8,1
f_3	374	0,292	1,267	0,369	474	$p < 0,1$	0,407	0,897	0,365	10,27
f_4	474	0,369	0,994	0,367	425	$p < 0,05$	0,365	0,953	0,348	10,2
f_5	471	0,367	0,921	0,338	405	$p < 0,5$	0,348	0,916	0,318	9,4
f_6	434	0,338	0,661	0,224	371	$p < 0,5$	0,318	0,838	0,267	6,22
f_7	287	0,224	0,822	0,184	311	$p < 0,01$	0,267	0,778	0,208	5,11
f_8	236	0,184	0,682	0,125	242	$p < 0,01$	0,208	0,723	0,150	3,49
f_9	161	0,125	0,727	0,091	175	$p < 0,01$	0,150	0,691	0,104	2,53
f_{10}	117	0,091	0,479	0,044	121	$p < 0,01$	0,104	0,661	0,069	1,21
f_{11}	56	0,044	0,714	0,031	80	$p < 0,1$	0,069	0,638	0,044	0,87
f_{12}	40	0,031	0,725	0,023	51	$p < 0,01$	0,044	0,627	0,027	0,63
f_{13}	29	0,023	0,310	0,007	32	$p < 0,01$	0,027	0,594	0,016	0,19
f_{14}	9	0,007	1,000	0,007	19	$p < 0,01$	0,016	0,579	0,009	0,19
f_{15}	9	0,007	0,222	0,002	11	$p < 0,01$	0,009	0,545	0,005	0,04
f_{16}	2	0,002	0,500	0,001	6	$p < 0,01$	0,005	0,500	0,003	0,02
f_{17}	1	0,001	1,000	0,001	3	$p < 0,01$	0,003	0,037	0,000	0,02
f_{18}	1	0,001	1,000	0,000	0,11	$p < 0,01$	0,00	—	—	—
f_{19}	1	0,001	0,000	0,000	—	$p < 0,01$	—	—	—	—
итого	4841	3,773	—	—	5357	—	4,6	—	3,60	77,03

* *Примечание:* I — возрастные классы; II — исходная промысловая выборка; III — показатель выживаемости самцов исходной выборки; IV, IX — конечная скорость роста; V, X — изменения скорости роста в возрастных классах; VI — теоретическая сглаженная выборка; VIII — показатели выживаемости самцов сглаженной выборки; XI — доля текущего возрастного распределения в возрастной группе.

промысловой и материалами эмпирической сглаженной выборки (самцы) по критерию λ «лямбда» А. Н. Колмогорова и Н. В. Смирнова [9] дали $d_{\max}=3,08$, где $\lambda>1,36$ (при больших выборках!), т. е. $p<0,05$. Таким образом, λ превосходит свое критическое значение, и эти различия не могут считаться случайными, они в высшей степени достоверны. Выборки взяты из генеральных совокупностей, явно различающихся по своим распределениям.

Из исходной эмпирической промысловой выборки следует, что такой важный параметр как продолжительность жизни у самцов таймырских тундровых диких оленей на рассматриваемом этапе хозяйственного использования оказался равен 3,77 лет. По теоретическим же возрастным рядам средний возраст самцов несколько возрос, их средняя выживаемость выявлена в пределах 4,6 года. Другими словами, полученное теоретическое произвольное возрастное распределение самцов отражает реализованную скорость роста эксплуа-

тируемой таймырской популяции в конкретные периоды 2001–2008 гг. в условиях ведущего осенне-зимнего интенсивного промысла, и масштаб промысловой нагрузки на самцов диких оленей далек от оптимальной. Об этом говорят и средняя продолжительность жизни животных по выживаемости исходной выборки (3,77 лет), и рассчитанное возрастное распределение самцов.

Функционирование самок таймырских диких северных оленей в реальной и неоднородной среде при реализованной плодовитости, т.е. через 2,5–5 месяцев после окончания отела, свидетельствует о непрекращающемся воздействии различных факторов смертности на население взрослых самок, элиминации молодых самок, что приводит к корректировке всех результатов фактического размножения. Показатели убыли по возрастному распределению самок составили для этой части таймырской популяции 19,44% (табл. 2).

Объединение групп самцов, самок и выборок безымянных животных в единую выборку увели-

Таблица 2. Отдельные демографические параметры самок таймырских диких оленей (исходная эмпирическая и теоретическая выборки 2001–2008 гг.)

I	II особь ¹	III I_x	IV λ^x	V $I_x\lambda^x$	VI особь ¹	VII χ^2	VIII I_y	IX λ^y	X $I_y\lambda^y$	XI %
f_0	1222	1,000	0,554	0,55	1114	$p<0,5$	1,000	0,801	0,801	11,41
f_1	677	0,554	0,422	0,23	892	—	0,801	0,800	0,641	4,82
f_2	286	0,234	1,853	0,43	714	—	0,641	0,853	0,547	8,93
f_3	530	0,434	1,221	0,53	609	$p<0,5$	0,547	0,933	0,510	10,90
f_4	647	0,529	1,015	0,54	568	$p<0,5$	0,510	0,958	0,488	11,07
f_5	657	0,538	0,866	0,47	544	$p<0,95$	0,488	0,926	0,452	9,59
f_6	569	0,466	0,784	0,37	504	$p<0,25$	0,452	0,859	0,389	7,51
f_7	446	0,365	0,753	0,28	433	$p<0,01$	0,389	0,801	0,311	5,66
f_8	336	0,275	0,640	0,18	347	$p<0,01$	0,311	0,749	0,233	3,62
f_9	215	0,176	0,767	0,14	260	$p<0,1$	0,233	0,715	0,167	2,78
f_{10}	165	0,135	0,497	0,07	186	$p<0,01$	0,167	0,683	0,114	1,38
f_{11}	82	0,067	0,841	0,06	127	$p<0,25$	0,114	0,669	0,076	1,16
f_{12}	69	0,056	0,580	0,03	85	$p<0,01$	0,076	0,659	0,050	0,67
f_{13}	40	0,033	0,725	0,02	56	$p<0,01$	0,050	0,661	0,033	0,49
f_{14}	29	0,024	0,793	0,02	37	$p<0,01$	0,033	0,649	0,022	0,39
f_{15}	23	0,019	0,304	0,006	24	$p<0,01$	0,022	0,583	0,013	0,12
f_{16}	7	0,006	0,286	0,002	14	$p<0,1$	0,013	0,500	0,006	0,03
f_{17}	2	0,002	1,000	0,002	7	$p<0,1$	0,006	0,471	0,003	0,03
f_{18}	2	0,002	0,00	0,00	3,3	$p<0,1$	0,003	0,000	0,000	0,00
f_{19}	0	—	—	—	—	$p<0,1$	—	—	—	—
итого	6004	4,91	—	—	6524	—	5,85	—	4,86	80,56

* *Примечание:* I — возрастные классы; II — исходная промысловая выборка; III — показатель выживаемости самок исходной выборки; IV, IX — конечная скорость роста; V, X — изменения скорости роста в возрастных классах; VI — эмпирическая сглаженная выборка; VIII — показатели выживаемости самок сглаженной выборки; XI — доля текущего возрастного распределения в возрастной группе.

¹ Достоверность различий по критерию лямбда (λ) А. Н. Колмогорова и Н. В. Смирнова (Плохинский, 1970). $d_{\max}=1,36$ (при большой выборке!); $p=0,95$ $\lambda=3,01>1,36$, $p<0,05$.

чило показатели общей выживаемости для самцов в популяции с 3,77 до 4,71, в то же время, у самок этот признак несколько снизился в сравнении со значениями исходной эмпирической выборки (самки) (табл. 3).

Для сглаженной выборки выживаемость подросла у самцов с 4,6 до 5,51 лет в объединённой выборке, но для тех же самок сохранялось снижение: их показатель упал, на этот раз на 0,34. Подросло в целом и возрастное распределение таймырской популяции: у самцов с 77,03, у самок с 80,56 и в объединённых группах этот признак достиг текущего значения 82,35%. Причём величина реального пополнения таймырской популяции в июне-июле 2009 г. оказалась по данным авиаучёта на уровне 18,4% [10] от общей половозрастной структуры. Наряду с этим объединённое текущее возрастное распределение самцов и самок, представляющее 3,47% генеральной совокупности рассматриваемой популяции, ещё раз

наглядно продемонстрировало, каким сложным возрастным составом обладает исследуемая популяция. В промысловых выборках таймырских оленей встречены животные 18–19 возрастных групп с самым разным соотношением полов, с разной продолжительностью жизни поколений и взаимодействием между различными половозрастными группами.

Выводы. Демографическое моделирование функционирования таймырской популяции в первом десятилетии XXI века по многолетним материалам промысловых выборок, собранных на промысловых точках, показало текущее возрастное распределение при реализованном размножении и в условиях существующей промысловой нагрузки для самцов — 77,03, для самок — 80,56 и для объединённых групп (самцы, самки) — 82,4%. Между тем стационарного состояния и стабильного возрастного распределения таймырские тундровые дикие олени могут достигать только при средневозрастном

Таблица 3. Отдельные демографические параметры таймырских диких оленей (объединённые промысловые выборки, n=12414 особей, 2001–2008 гг.)

I	II особь ¹	III I_x	IV λ^x	V $I_x \lambda^x$	VI особь ¹	VII χ^2	VIII I_y	IX λ^y	X $I_y \lambda^y$	XI %
f_0	2641	1,000	0,557	0,557	2428	$p < 0,9$	1,000	0,779	0,779	12,39
f_1	1470	0,557	0,464	0,258	1891	—	0,779	0,778	0,606	5,75
f_2	682	0,258	1,667	0,431	1472	—	0,606	0,854	0,518	9,58
f_3	1137	0,431	1,197	0,515	1257	$p < 0,5$	0,518	0,944	0,488	11,47
f_4	1361	0,5215	0,981	0,505	1186	$p < 0,025$	0,489	0,960	0,469	11,25
f_5	1335	0,505	0,855	0,432	1138	—	0,469	0,907	0,425	9,62
f_6	1142	0,432	0,727	0,314	1032	$p < 0,5$	0,425	0,836	0,355	6,99
f_7	830	0,314	0,786	0,247	863	$p < 0,01$	0,355	0,775	0,276	5,49
f_8	652	0,247	0,644	0,159	669	$p < 0,01$	0,276	0,729	0,201	3,54
f_9	420	0,159	0,738	0,117	488	$p < 0,25$	0,201	0,693	0,139	2,61
f_{10}	310	0,117	0,487	0,057	338	$p < 0,01$	0,139	0,666	0,093	1,27
f_{11}	151	0,057	0,801	0,046	225	$p < 0,95$	0,092	0,644	0,060	1,02
f_{12}	121	0,046	0,620	0,028	145	$p < 0,01$	0,060	0,628	0,037	0,63
f_{13}	75	0,028	0,520	0,013	91	$p < 0,01$	0,037	0,615	0,023	0,33
f_{14}	39	0,015	0,821	0,012	56	$p < 0,05$	0,023	0,589	0,014	0,27
f_{15}	32	0,012	0,281	0,003	33	$p < 0,01$	0,014	0,545	0,007	0,08
f_{16}	9	0,003	0,333	0,001	18	$p < 0,01$	0,007	0,444	0,003	0,03
f_{17}	3	0,001	1,000	0,001	8	$p < 0,01$	0,003	0,000	0,000	0,03
f_{18}	3	0,001	0,333	0,000	0	$p < 0,01$	0,000	—	—	—
f_{19}	1	0,000	—	—	—	$p < 0,01$	—	—	—	—
итого	12414	4,71	—	—	13338	—	5,51	—	—	82,35

* *Примечание:* I — возрастные классы; II — исходные объединённые промысловые выборки; III — показатель выживаемости животных в исходных выборках; IV, IX — конечная скорость роста; V, X — изменения скорости роста в возрастных классах; VI — эмпирические сглаженные объединённые выборки; VIII — показатели выживаемости животных по сглаженным выборкам; XI — доля текущего возрастного распределения в возрастной группе.

¹ Достоверность различий по критерию лямбда (λ) А. Н. Колмогорова и Н. В. Смирнова (Плохинский, 1970). $d_{\max} = 1,36$ (при большой выборке!); $p = 0,95$ $\lambda = 4,01 > 1,36$, $p < 0,05$.

уровне плодовитости репродуктивных генераций самок с чистой скоростью размножения (R_0) в популяционных группировках равной 1,0 [11].

Заканчивая обсуждение вопроса половозрастной структуры таймырской популяции дикого северного оленя, следует отметить: численность всех половозрастных групп и численное соотношение полов животных в них изменяются в процессе годовой неконтролируемой промысловой нагрузки и круглогодичной естественной смертности, связанной с непостоянством условий существования вида в пределах обширного популяционного ареала. Тем не менее к июлю таймырская популяция, по окончании отела, обновляется, гипотетически восстанавливая предпромысловую численность перед следующим годовым жизненным циклом. Выжившие в течение годового биологи-

ческого цикла животные одновозрастных поколений переходят в следующие старшие возрастные группы, неравномерное возрастное распределение корректируется и принимает на короткое время в популяции стабильное значение.

Однако это все при условии, если поголовье таймырской популяции реально сохраняет оптимальный уровень численности в стадах миграционных потоков в пределах популяционного ареала, а не подорвано в течение промысловых сезонов непомерным промысловым изъятием. Таким образом, полученные экспериментальные данные возрастной структуры таймырской популяции могут быть использованы при фактической проверке репродуктивного потенциала репродуктивных поколений бесконтрольно эксплуатируемых охотничьих ресурсов этой промысловой популяции.

Литература

1. Яблоков А. В. Популяционная биология. — М.: Высшая школа, 1987. — 303 с.
2. Шапкин А. М. Мониторинг основных группировок дикого северного оленя (*Rangifer tarandus* L.) в экосистеме Западного Таймыра: дис...канд. биол. наук. — Красноярск, 2012. — 229 с.
3. Филонов К. П. Копытные животные и крупные хищники на заповедных территориях. — М.: Наука, 1989. — 256 с.
4. Клевезаль Г. А., Клейненберг С. Е. Определение возраста млекопитающих по слоистым структурам зубов и кости. — М.: Наука, 1967. — 144 с.
5. Смирнов В. С. Принципы анализа возрастной структуры популяций по выборочным данным / В. С. Смирнов // Экология. — 1983. — № 1. — С. 69–76.
6. Дьяконов В. П. Справочник по алгоритмам и программам на языке бейсик для персональных ЭВМ. — М.: Наука, 1987. — 240 с.
7. Коли Г. Анализ популяций позвоночных / науч. ред. А. Д. Базыкин; пер. с англ. Е. П. Крюковой. — М.: Мир, 1979. — 362 с.
8. Гудман Д. Демографический подход к жестко управляемым популяциям // Сб. науч. тр. Биология охраны природы. — М.: Мир, 1983. — С. 198–224.
9. Плохинский Н. А. Биометрия. — М.: Издательство Московского Университета, 1970. — 368 с.
10. Шапкин А. М. К вопросу о численности таймырской популяции *Rangifer tarandus* L. и о сложившихся методах управления её ресурсами // Современные проблемы охотничьего хозяйства Казахстана и сопредельных стран: материалы междунар. научно-практ. конф., Алматы, 11–12 марта 2014 г. / отв. ред. А. М. Мелдебеков. — Алматы, 2014. — С. 327–333.
11. Шапкин А. М., Арсентьева Н. Ф., Суханова Н. С. О показателях воспроизводства диких северных оленей в первом десятилетии XXI века на Таймыре // ТеггаАрктика-2018. Биологические ресурсы и рациональное природопользование: материалы IV междунар. научн. конф., Норильск, 12 апреля 2018 г. / гл. ред. З. А. Янченко. — Красноярск: ИФ СО РАН, 2018. — С. 112–115.

Shapkin A.¹, Ivanova R.¹, Arsentsseva N.¹, Sukhanova N.²

The age distribution in the Taimyr population wild northern deer (*Rangifer tarandus*) in the first decades of 21 centuries

Abstract.

Objective: mathematical demography means to identify and evaluate the age distribution of male and female of Taimyr tundra reindeer in the first decade of the XXI century and future trends in demographic situation Taimyr population.

Materials and methods. The base material for evaluating the current state of the population age structure Taimyr steel fishing representative sample of male and female wild deer (n=10845 individuals) collected in the

West, Central and Taimyr Putorana in 2001–2008., And the deer samples ($n=1569$ individuals), the floor of which is unknown. Determination of individual animals from age and older ($n=9773$ individuals) performed on histological sections of cutters according to the corresponding procedure. To repay the random deviations of sample data because of a lack of presence of immature animals (calves, yearlings, young 1–2 years) (selectivity of fishing is directed primarily at the production of individuals older than 3 years, why animals in different age groups in the samples is greater than there are in the population) applies a smoothing procedure. Then, positive deviation of the number of individuals in the same age group were leveled due to negative deviations in adjacent groups.

Results. By smoothed age ranges of the field samples from 2001–2008 the current age distribution of Taimyr wild reindeer calculated and analyzed. The study showed that the theoretical current age distribution of males with realized breeding is 77.03, females — 80.56, in the combined groups of animals — 82.35%. The real population has 18–19 age generations of males and females. The reproductive core of males from 3 to 10 years old is 48.43%, individuals of age limit 11 years and older occupy 1.96% of this sex and age structure, calves and young animals for 1–2 years — 24.64%. For the reproductive part of females aged 3–15 years, the overall age distribution is 55.34%, and the proportion of juveniles and young animals, according to calculations, is determined in this part of the population at 25.16%. In the combined current age distribution, males, females: calves and young animals accounted for 27.72%, the sexually mature part with animals of older and age-specific ages — 54.63%.

Conclusion. The steady state and stable age distribution Taimyr tundra wild deer can reach a middle-level only when the fecundity of female reproductive generations with clean reproduction rate (R_0) equal in population groupings 1.0. The obtained experimental data on the age structure of the Taimyr population can be used in the actual verification of the reproductive potential of reproductive generations of uncontrollably exploited hunting resources of this commercial population.

Keywords: Taimyr population; age distribution; wild reindeer; males; females.

Authors:

Shapkin A. — PhD (Biol. Sci.); e-mail: anatoliy-shapkin@rambler.ru;

Ivanova R. — researcher; e-mail: pl17.norilsk@mail.ru;

Arsentseva N. — researcher;

Sukhanova N. — researcher, Professor; e-mail: nat55209@yandex.ru.

- 1 Agriculture and Ecology of the Arctic — Branch of the Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Russia, 663302, Norilsk city, Komsomolskaya street, house 1.
- 2 Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Russia, 610035, Kirov, Preobrazhenskaya str., 79.

References

1. Yablokov A. V. Population biology. — M.: Higher School, 1987. — 303 p.
2. Shapkin A. M. Monitoring of the main binding groups of the wild reindeer (*Rangifer Tarandus L.*) in the Ecosystem of the Western Taimyr: Dis ... Cand. biol. science. — Krasnoyarsk, 2012. — 229 p.
3. Filonov K. P. Housing animals and major predators on the protected areas. — M.: Science, 1989. — 256 p.
4. Clevacal G. A., Klenenberg S. E. Definition of the age of mammals on layered teeth and bone structures. — M.: Science, 1967. — 144 p.
5. Smirnov V. S. Principles for the analysis of the age structure of populations on selective data / V. S. Smirnov // Ecology. — 1983. — № 1. — P. 69–76.
6. Dyakonov V. P. Handbook on algorithms and programs in the language of Baysik for personal computer. — M.: Science, 1987. — 240 p.
7. If the city analysis of vertebrate populations / scientific. ed. HELL. Basykin; Per. from English E. P. Hooks. — M.: Mir, 1979. — 362 p.
8. Gudman D. Demographic approach to rigidly managed populations // Sat. Scientific Tr. Biology of nature conservation. — M.: Mir, 1983. — P. 198–224.
9. Pochinsky N. A. Biometrium. — M.: Publishing House of Moscow University, 1970. — 368 p.
10. Shapkin A. M. On the question of the number of Taimyr population of *Rangifer tarandus L.* and on the established methods of management of its resources // Modern problems of the hunting economy of Kazakhstan and neighboring countries: Materials of the International. Scientific practice. Conf., Almaty, March 11–12, 2014 / d. ed. A. M. Melting. — Almaty, 2014. — p. 327–333.
11. Shapkin A. M., Arsentieva N. F., Sukhanova N. S. On the indicators of reproduction of wild reindeer in the first decade of the XXI century on Taimyr // TerraaRAKA-2018. Biological resources and rational environmental management: materials IV International. Scientific conf., Norilsk, April 12, 2018 / Ch. ed. PER. Yanchenko. — Krasnoyarsk: IF SB RAS, 2018. — P. 112–115.