

УДК 630.624+639.111.16(470.22+480)

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЧИСЛЕННОСТЬ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОСЯ В ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ

Ю. П. Курхинен^{1,2}, Д. В. Панченко³, В. А. Карпин¹

¹ Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Республика Карелия, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

² Университет Хельсинки, факультет сельского и лесного хозяйства
Финляндия, 00014, Хельсинки, ул. Агнес Шёбергс кату, 2

³ Институт биологии Карельского научного центра РАН
185910, Республика Карелия, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

E-mail: kurhinenj@gmail.com, danja@inbox.ru, landscapeexplorer@gmail.com

Поступила в редакцию 27.08.2023 г.

Принята к публикации 11.04.2025 г.

Проанализировано влияние лесопользования (прежде всего промышленных рубок леса) на структуру местообитаний и распределение лося (*Alces alces* (Linnaeus)) в таежных ландшафтах Восточной Фенноскандии (Восточная Финляндия и Республика Карелия) при использовании материалов массовых учетов численности (зимний маршрутный учет) и данных инвентаризации лесов. Более высокие показатели численности отмечены в интенсивно используемых лесной промышленностью ландшафтах западной части исследованного региона. Отмечена позитивная связь показателя учета с представленностью лиственных и смешанных молодняков ($R = 0.30\text{--}0.45$; $p < 0.05$) и стабильно отрицательная – с долей площади болот ($R = -0.78$; $p < 0.01$). Выявлены существенные различия в закономерностях распределения лося в разных частях исследованного региона. Рассмотрена зависимость моделирования территориального распределения лося от структуры местообитаний: пошаговый множественный регрессионный анализ влияния природных и антропогенных факторов. При расчетах использовано 17 независимых переменных, характеризующих структуру лесной растительности, а в качестве зависимой переменной – индекс зимнего маршрутного учета лося. В статистических моделях множественной регрессии результативными регрессорами были доля спелых лесов, представленность открытых болот, доля сельхозугодий, доля вторичных средневозрастных лесов и доля вырубок. Антропогенная трансформация лесных ландшафтов в целом позитивно сказывается на численности и распределении популяции лося, особенно на первых этапах лесопромышленного освоения массивов тайги. При этом существенное влияние (неоднозначное в приграничных регионах двух стран) оказывают не только лесопользование, но и другие формы антропогенного воздействия.

Ключевые слова: *Alces alces*, численность, территориальное распределение, структура лесов, лесное хозяйство.

DOI: 10.15372/SJFS20250310

ВВЕДЕНИЕ

К числу наиболее мощных факторов, воздействующих на таежные экосистемы Северной Европы, относятся рубки главного пользования. О позитивном влиянии на численность лося (*Alces alces* (Linnaeus)) изменений структуры лесного покрова крупных территорий (омоложения лесов), например в Скандинавии и на Северо-Западе России, упоминалось сравнительно часто. Эти материалы обобщены в ряде

сводок по экологии лося (Тимофеева, 1974; Филонов, 1983; и др.). Часто внимание исследователей привлекала проблема повреждения лесом молодняков, в том числе на территории Республики Карелия (Никифоров, Гибет, 1959, Анненков, Данилов, 1972, Курхинен, 1987а, б; Смирнов, 1989, 1994; Марковский, 1995). Однако во многих случаях исследователи только констатируют, на первый взгляд, очевидную связь между изменением структуры (омоложением) лесов и происходившим одновременно

во второй половине XX в. значительным ростом численности лося. Подбор конкретных материалов для статистических расчетов прямых взаимосвязей (особенно в историческом плане) не всегда возможен, хотя результативные попытки таких расчетов для центра Европейской России имеют место (Юргенсон, 1973; Сорокина, 1977; Ломанов, 1987, 1995). Тем не менее проблема влияния структуры растительности, как естественной, так и трансформированной человеком на территориальное распределение лося остается недостаточно изученной.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в Восточной Финноскандии (Восточная Финляндия и Республика Карелия), общая площадь района исследований составляла около 300 000 км². Материалом для работы послужили базы многолетних данных по численности лося и материалы инвентаризации лесов. Использовали официальные данные, публикуемые уполномоченными органами власти. Численность и территориальное распределение лося в Восточной Финляндии оценивали с помощью «Триангуляционной схемы учета охотничьих животных» (Lindén et al., 1996), фактически идентичной зимнему маршрутному учету (ЗМУ) (Приклонский, 1973), который применяют в России (в том числе и в Республике Карелия). В основе обоих вариантов метода ЗМУ – подсчет пересечений следов охотничьих животных за сутки с перерасчетом индекса ЗМУ (число пересечений следов за сутки на 10 км маршрута). Район исследований разделили на квадраты 50 × 50 км, всего более 100 квадратов 50 × 50 км (Kurhinen et al., 2009). Рассчитаны доли (в процентах) площади лесов, болот, озер и т. д. от общей площади каждого квадрата. При расчетах зависимостей использована следующая классификация лесов по возрасту и по породному составу: старовозрастные (старше 100 лет, иногда с подразделением на леса старше 120 лет), средневозрастные (40–100 лет), молодняки 20–40 и 0–20 лет, с подразделением на сосновые, еловые и лиственные леса. Таким образом, при расчетах использовано 17 независимых переменных, характеризующих структуру лесной растительности, и в качестве зависимой переменной – индекс ЗМУ лося, рассчитанный как среднее число пересечений следов за сутки в квадрате в среднем не менее чем за 5 лет исследований. Анализ истории, масштабов и динамики осво-

ения лесов в регионе позволяет предположить, что лесозаготовки в Восточной Финноскандии являются доминирующим фактором, определяющим современное состояние среды обитания таежных животных. Нами проанализированы статистические данные о рубках леса в Финляндии и Карелии в XX в. Для сравнения использован показатель, названный нами «интенсивность лесозаготовительной нагрузки» на экосистемы. Этот индекс рассчитывают как среднегодовой объем древесины, изымаемой с каждой 100 га лесной площади (Курхинен и др., 2006). Использованы статистические модели (ANOVA) с программами Excell и SYSTAT.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

История лесопользования в приграничных регионах России и Финляндии

Динамика индекса «интенсивности лесозаготовительной нагрузки» в Финляндии и российской Карелии оказалась сходной, несмотря на некоторые эксплуатационные и экономические различия (рис. 1). При этом, коэффициент корреляции индекса «интенсивности лесозаготовительной нагрузки» по обеим сторонам границы для второй половины XX в. составил +0.54, $p < 0.001$). Однако «интенсивность лесозаготовительной нагрузки» в Карелии за тот же период составил в среднем лишь около 60 % от такового в Финляндии (144 против 235 м³/100 га). Кроме того, стратегии лесозаготовок и лесопользования были разными и по-разному влияли на среду обитания и популяции диких животных, о чем мы сообщали ранее (Lindén et al., 2000; Курхинен и др., 2006). Все это серьезным образом сказалось на *структуре местообитаний лося в приграничных регионах России и Финляндии*.

Более того, если рассуждать о возможной причине значительного, по-своему уникального роста численности лося к середине 1970-х годов (рис. 2), то это время как раз соответствует периоду, наступающему через 10–15 лет после «пика» лесозаготовки в регионе (рис. 1) и соответственно – периоду наиболее значительной доли молодняков в южной части Карелии (средняя тайга, 1970–1980 гг., рис. 3).

Поскольку «пик» антропогенного воздействия на леса относится к середине 1960-х годов (см. рис. 1), то вполне очевидно, что наиболее

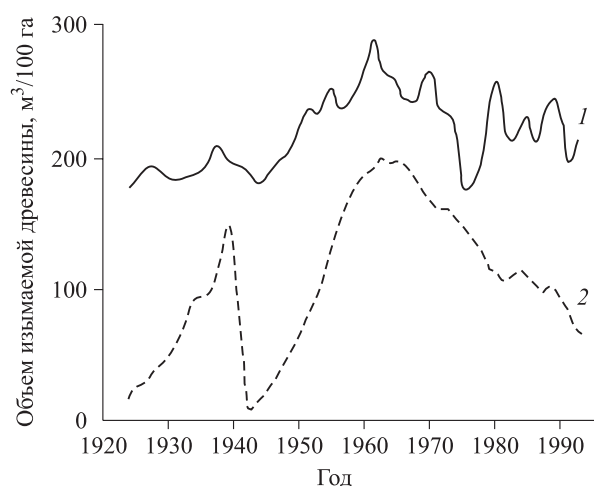


Рис. 1. Лесозаготовительные нагрузки на экосистемы в Финляндии (1) и Республике Карелия (2).

сильные изменения в возрастной структуре лесов Карелии произошли именно в этот период или сразу после него, причем в первую очередь — в средней, а не в северной тайге (освоение лесов шло с юга) (см. рис. 3).

Таким образом, можно предполагать, что структурные изменения лесного покрова региона в середине XX в. вполне могли быть *одним из факторов* относительно высокой численности лося в 1970-х годах.

В результате существенных различий в формах, интенсивности и технологии лесопользования, в Финляндии и на Северо-Западе России сформировались *разные по структуре местообитания лося* (табл. 1).

Наибольшие различия между восточной и западной частями исследованного региона проявляются при сравнении предлагаемых нами комплексных (суммарных) показателей структуры таежных ландшафтов. В Восточной Финляндии суммарная доля спелых лесов, болот и неудобий (в финской терминологии «*kitumaa*») вместе взятых (так называемые «*ненарушенные*» территории) в 3 раза уступает антропогенно измененным территориям (вырубки, дороги и т. п.). В Карелии это соотношение близко к соотношению 1 : 1.

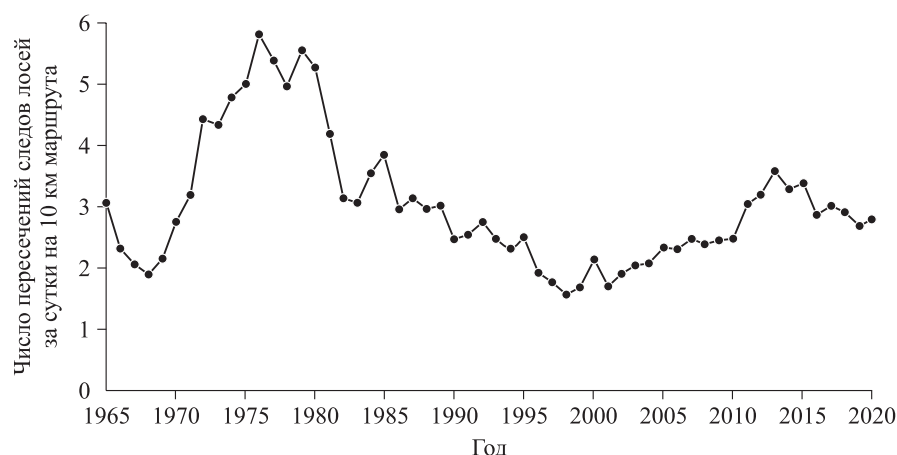


Рис. 2. Численность лося в Карелии.

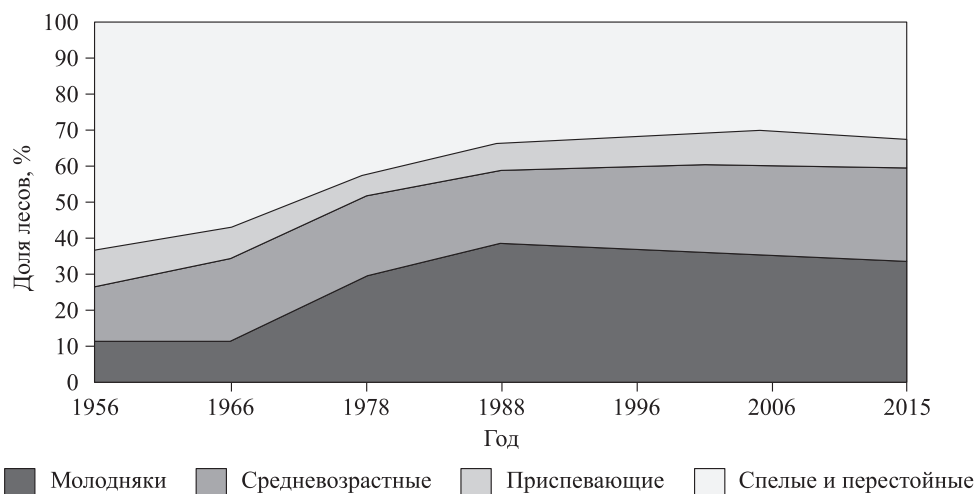


Рис. 3. Возрастная структура лесов Республики Карелия.

Таблица 1. Структура местообитаний охотничьих животных (% от общей площади) в приграничных регионах России и Финляндии

Показатель	Весь регион	Восточная Финляндия	Республика Карелия
1. Лесная площадь:	64.1 ± 1.18	64.7 ± 1.18	63.6 ± 1.85
леса старше 100 лет*	16.2 ± 0.93	11.8 ± 1.03	19.4 ± 1.30
леса 40–100 лет*	24.4 ± 1.30	29.5 ± 0.90	20.8 ± 2.04
молодняки	20.9 ± 0.70	22.3 ± 0.71	19.9 ± 1.08
вырубки*	2.5 ± 0.17	1.1 ± 0.08	3.5 ± 0.22
2. Неосушенные болота*	14.8 ± 1.30	4.3 ± 0.63	22.4 ± 1.70
3. Внутренние воды*	13.4 ± 0.89	16.3 ± 1.43	11.3 ± 1.07
4. Сельскохозяйственные угодья*	2.4 ± 0.33	5.1 ± 0.57	0.2 ± 0.05
5. Дороги*	0.6 ± 0.05	0.9 ± 0.09	0.3 ± 0.03
6. Застроенные земли*	1.1 ± 0.14	1.7 ± 0.24	0.7 ± 0.13
В целом территории:			
ненарушенные*	34.0 ± 1.74	22.1 ± 2.18	42.6 ± 2.03
антропогенно измененные	51.9 ± 1.63	61.0 ± 1.65	45.4 ± 2.26

* Различия между сопредельными регионами статистически достоверны.

Специфика территориального распределения лося в условиях неравномерного воздействия лесопользования

Установлено, что индекс ЗМУ лося сильно связан с представленностью лиственных и елово-лиственных молодняков (табл. 2).

Несколько неожиданно выглядит отсутствие связи с сосновыми молодняками 21–40 лет (в Карелии – минус 0.24), что все же объяснимо тем, что во втором классе возраста они уже «выходят из-под морды» лося. В целом индекс ЗМУ лося стабильно выше на территориях с высокой представленностью средневозрастных вторичных насаждений, причем последний показатель

Таблица 2. Взаимосвязь между структурой местообитаний и показателем ЗМУ лося в Восточной Финноскандии

Показатель	Весь регион (n = 107)	Финляндия (n = 46)	Карелия (n = 61)
I. Лесная площадь	<u>0.30</u>	–0.05	<u>0.51</u>
II. Лесопокрываемая площадь, в т. ч.:	<u>0.36</u>	–0.06	<u>0.51</u>
1. Спелые хвойные леса	– <u>0.41</u>	– <u>0.48</u>	–0.16
2. Средневозрастные леса	<u>0.56</u>	<u>0.29</u>	<u>0.59</u>
3. Молодняки в целом, в т. ч.:	0.12	0.13	0.03
4 – сосновые 1–20 лет	–0.10	–0.10	–0.18
5 – сосновые 21–40 лет	–0.03	–0.06	–0.24
6 – еловые 1–20 лет	0.43	<u>0.31</u>	<u>0.39</u>
7 – еловые 21–40 лет	<u>0.38</u>	<u>0.45</u>	<u>0.32</u>
8 – лиственные 1–10 лет	<u>0.23</u>	0.03	<u>0.35</u>
9 – лиственные 11–20 лет	<u>0.47</u>	0.13	<u>0.39</u>
III. Необлесенные вырубки	– <u>0.34</u>	–0.01	–0.03
IV. Болота	– <u>0.57</u>	– <u>0.27</u>	– <u>0.60</u>
V. Воды	0.11	0.15	–0.11
VI. Сельскохозяйственные угодья	<u>0.50</u>	<u>0.25</u>	0.24
VII. Застроенные земли	<u>0.50</u>	0.19	<u>0.40</u>
VIII. Дороги	<u>0.44</u>	0.18	<u>0.25</u>

Примечание. I–VIII – категории земель; 1–9 – структура лесного покрова; подчеркнуты – коэффициенты корреляции Спирмена (достоверные); n – число квадратов в регионе.

обычно выше на территориях, длительное время эксплуатируемых лесной промышленностью.

Чтобы выявить наиболее значимые, слабо коррелирующие между собой факторы, влияющие на распределение лося, проведен множественный пошаговый регрессионный анализ, причем не только для всего региона, но и для двух его крупнейших частей.

Результативные модели имеют следующий вид:

$$\text{весь регион: } y = 5.0 - 0.07 \times X_1 - 0.06 \times X_2,$$

где X_1 – доля спелых лесов; X_2 – представленность открытых болот; %; $R_{\text{мн.}} = 0.53$; коэффициент детерминации 28 %, $p < 0.001$;

Восточная Финляндия:

$$y = 9.1 - 0.29 \times X_1 - 0.30 \times X_3,$$

где X_1 – доля спелых лесов, X_3 – доля сельхозугодий; $R_{\text{мн.}} = 0.50$; коэффициент детерминации 25 %, $p < 0.01$;

Республика Карелия:

$$y = 0.69 + 0.05 \times X_4 + 0.16 \times X_5,$$

где X_4 – доля вторичных средневозрастных лесов; X_5 – доля вырубок; $R_{\text{мн.}} = 0.55$; коэффициент детерминации 30 %, $p < 0.001$.

В этих уравнениях почти все результативные регрессоры – разные. При этом в относительно плотно населенной лосем Финляндии они несут негативный («ограничивающий») знак. Создается впечатление об, условно говоря, «насыщенности» данной территории лосем, причем и типично «антропогенные» (доля сельхозугодий), и факторы «ненарушенности» (представленность лесов старше 100 лет) несут одинаково отрицательный знак (ограничивающее численность влияние). В Республике Карелия, где численность лося значительно ниже (есть «резерв» роста плотности), оба регрессора несут позитивный знак, и они совершенно иные, чем в Финляндии.

Приведенные результаты частично объясняют наличие серьезных различий в численности лося между пограничными территориями Финляндии и России: средний индекс ЗМУ лося в Восточной Финляндии оказался почти в 2 раза выше, чем в Карелии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, антропогенная трансформация лесных ландшафтов в целом позитивно сказывается на численности популяции лося,

особенно на первых этапах лесопромышленного освоения массивов тайги. При этом существенное влияние оказывают не только лесопользование, но и другие формы антропогенного воздействия (сельскохозяйственное освоение территории, мелиорация и хозяйственное освоение болот и т. п.). К числу факторов, позитивно влияющих на распределение лося в пределах Восточной Фенноскандии, относятся представленность вторичных лесов, вырубок, сельхозугодий, негативно – распределение открытых (неосушенных) болот, спелых и перестойных хвойных лесов. При этом неучтенными факторами, способными существенно влиять на численность лося, остаются пресс легальной и нелегальной охоты, влияние хищников и возможно – климатических факторов. Вполне очевидно, что именно на них приходится около 70 % «неучтенного» в наших моделях влияния (коэффициент детерминации 25–30 %).

Финансовое обеспечение исследований осуществлено из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Карельского научного центра РАН, Института леса и Института биологии, FMEN-2022-0003.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анненков В. Г., Данилов П. И. Некоторые материалы по питанию и лесохозяйственному значению лося в Карелии // Научная конференция биологов Карелии, посвященная 50-летию образования СССР: Тез. докл. Петрозаводск, 1972. С. 179–180.
- Курхинен Ю. П. Воздействие интенсивной лесозексплуатации на териокомплексы биогеоценозов европейской средней тайги // Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземных позвоночных животных: Тез. Всес. совещ. М., 1987а. С. 61–65.
- Курхинен Ю. П. Воздействие сплошных концентрированных рубок на кормовые ресурсы и численность растительноядных млекопитающих Карелии // Влияние хозяйственного освоения лесных территорий Европейского Севера на население животных: Сб. ст. М.: Наука, 1987б. С. 18–31.
- Курхинен Ю. П., Данилов П. И., Ивантер Э. В. Млекопитающие Восточной Фенноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем. М.: Наука, 2006. 205 с.
- Ломанов И. К. Факторы, влияющие на распределение населения лося в Центральном экономическом районе // Биологические основы охраны и воспроизводства охотничьих ресурсов: Сб. науч. тр. М.: ЦНИЛ Глав-охоты РСФСР, 1987. С. 54–57.
- Ломанов И. К. Закономерности динамики численности и размещения населения лося в Европейской части России. М.: Изд-во ЦНИЛ Охотдепарт. МСХиП РФ, 1995. 60 с.

- Марковский В. А. Копытные Карелии (современное состояние популяции): автореф. дис. ... канд. биол. наук (в виде научного доклада): 03.00.08. Петрозаводск: Ин-т биол. Карел. НЦ РАН, 1995. 32 с.
- Никифоров Л. П., Гибет Л. А. Воздействие лося на возобновление сосны в Карелии // Роль диких копытных животных в лесном хозяйстве: Сообщ. Ин-та леса АН СССР. Вып. 13. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 58–62.
- Приклонский С. Г. Зимний маршрутный учет охотничьих животных // Методы учета охотничьих животных в лесной зоне. Рязань: Моск. раб., Рязан. отд-ние, 1973. С. 35–62. (Тр. Окского гос. заповед.; Вып. 9).
- Смирнов К. А. Формирование южно-таежных фитоценозов при высокой плотности популяции лося // Лесоведение. 1989. № 3. С. 37–45.
- Смирнов К. А. Воздействие лося на динамику лесных фитоценозов // Лесоведение. 1994. № 1. С. 22–31.
- Сорокина Л. И. Учет копытных // Охота и охотн. хоз-во. 1977. № 12. С. 35.
- Тимофеева Е. К. Лось (экология, распространение, хозяйственное значение). Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 168 с.
- Филонов Л. П. Лось. М: Лесн. пром-сть, 1983. 248 с.
- Юргенсон П. Б. Биологические основы охотничьего хозяйства в лесах. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 172 с.
- Kurhinen Yu., Danilov P., Gromtsev A., Helle P., Lindén H. Patterns of black grouse *Tetrao tetrix* distribution in northwestern Russia at the turn of the millennium // Folia Zool. 2009. V. 58. N. 2. P. 168–172.
- Lindén H., Helle E., Helle P., Wikman M. Wildlife triangle scheme in Finland: Methods and aims for monitoring wildlife populations // Fin. Game Res. 1996. V. 49. P. 4–11.
- Lindén H., Danilov P., Gromtsev A., Helle P., Ivanter E., Kurhinen J. Large-scale corridors to connect the taiga fauna to Fennoscandia // Wildlife Biol. 2000. N. 6. P. 179–188.

THE IMPACT OF FOREST MANAGEMENT ON MOOSE ABUNDANCE AND DISTRIBUTION IN EASTERN FENNOSCANDIA

Yu. P. Kurhinen^{1, 2}, D. V. Panchenko³, V. A. Karpin¹

¹ Institute of Forest, Karelian Scientific Center, Russian Academy of Sciences
Pushkinskaya str., 11, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185910 Russian Federation

² University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry
Agnes Sjöbergin katu, 2, Helsinki, 00014 Finland

³ Institute of Biology, Karelian Scientific Center, Russian Academy of Sciences
Pushkinskaya str., 11, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185910 Russian Federation

E-mail: kurhinenj@gmail.com, danja@inbox.ru, landscapeexplorer@gmail.com

The article analyzes the impact of forest management (primarily industrial logging) on the habitat structure and territorial distribution of the moose (*Alces alces* (Linnaeus)) in the taiga landscapes of Eastern Fennoscandia (Eastern Finland and the Republic of Karelia). Materials of population counts (Winter Track Account) and forest inventory data were used. Higher population values are noted in the landscapes of the western part of the studied region that are intensively used by the forestry industry. A positive relationship is noted between the Winter Track Account index and the representation of deciduous and mixed young stands ($R = 0.30\text{--}0.45$) and a consistently negative relationship with the proportion of bog area ($R = -0.78$; $p < 0.01$). There are significant differences in the patterns of moose distribution in different parts of the studied region. The results of modeling the territorial distribution of moose depending on the habitat structure are considered: step-by-step multiple regression analysis of the influence of natural and anthropogenic factors. The calculations used 17 independent variables characterizing the structure of forest vegetation, and the index of Winter Track Account of moose as a dependent variable. In statistical models of multiple regression, the effective regressors are the proportion of mature forests, the representation of open bogs, the proportion of agricultural lands, the proportion of secondary middle-aged forests and the proportion of clear-cuts. Anthropogenic transformation of forest landscapes generally has a positive effect on the number and distribution of the moose population, especially in the early stages of forest industry development of taiga forest. At the same time, not only forest management, but also other forms of anthropogenic impact have a significant impact (ambiguous in the border regions of the two countries).

Keywords: *Alces alces*, numbers, territorial distribution, forest structure, forestry.

How to cite: Kurhinen Yu. P., Panchenko D. V., Karpin V. A. The impact of forest management on moose abundance and distribution in Eastern Fennoscandia // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 96–101 (in Russian with English abstract and references).