

БИОЛОГИЯ

УДК 574.3:630*43(571.621)

ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОХОТНИЧЬИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

О.Л. Ревуцкая, В.А. Глаголев, Д.М. Фетисов

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: oksana-rev@mail.ru, glagolev-jar@yandex.ru, dfetisov@gmail.com

В работе проведена оценка горимости растительности территории охотничьих хозяйств и особо охраняемых природных территорий Еврейской автономной области за период с 2010 по 2014 гг. Выполнен количественный анализ пространственной изменчивости плотности населения охотничьих млекопитающих в зависимости от горимости растительности региона. Показано, что в распределении животных важную роль играют сезонность (весенне-летние и осенние) пожаров и тип сгоревшей растительности (лес, лугово-болотная растительность, сельхозугодья).

Ключевые слова: Еврейская автономная область, горимость, охотничьи животные, пространственное распределение, статистический анализ.

Введение

В пространственном распределении млекопитающих важную роль играет структура ландшафтов и их внутренняя биотопическая мозаика. Одним из основных факторов возникновения и поддержания мозаичности являются пожары [31]. Пожары влияют на охотничью фауну через изменения кормовых и защитных условий биотопов.

На Дальнем Востоке России пожары являются одним из ведущих факторов трансформации природных экосистем. Еврейская автономная область (ЕАО) относится к одной из самых горимых территорий и занимает второе место (после Приморского края) на Дальнем Востоке по количеству возгораний при пересчете на единицу площади [7, 24]. Пирологические характеристики климата определяют большую продолжительность пожароопасного сезона (апрель–октябрь, иногда начало ноября), наличие двух периодов горимости растительности (весенне-летнего и осеннего) и неравномерность распределения пожаров по территории [1, 8].

Изучению влияния пожаров и сукцессионной динамики условий обитания на пространственно-временную динамику животных посвяще-

но не так много работ [27]. При этом наибольшее внимание исследователей уделяется вопросам изменения населения мышевидных грызунов и их местообитаний, обусловленных пожарами [13–16, 23, 28]. Среди них можно указать работы [15, 16], в которых обсуждаются данные по населению мелких млекопитающих и беспозвоночных фонового состояния в первые пять лет после пожара, полученные в ходе экспериментального выжигания различной интенсивности сосняков основных типологических групп. В результате было показано, что низовые пожары слабой интенсивности практически не влияют на зоокомплекс и последствия их краткосрочны. При этом пожары сильной интенсивности в значительной степени трансформируют зоокомплекс в результате изменения трофических условий. В работе [28] исследовалось население мелких млекопитающих и птиц на темнохвойных вырубках (Манский район Красноярского края) и после применения технологии их огневой очистки. Представляет интерес работа [23], в которой анализировались изменения высотно-ландшафтного распределения 4 видов мелких млекопитающих Сихотэ-Алиня в связи с антропогенной трансформацией среды. Автором показана

но, что распределение мышевидных грызунов по градиенту высот в основных растительных формациях индивидуально и отражает, прежде всего, специфичную реакцию каждого вида на одни и те же факторы среды.

Обстоятельное обсуждение и оценку степени воздействия пожаров на животных (птиц и млекопитающих) Алтае-Саянского экорегиона содержит работа [27]. Интересна работа [12], в которой изучали влияние пожаров на численность кабана на территории Петровск-Забайкальского лесничества. В итоге исследования зависимость численности кабана от площадного выражения лесных пожаров за 2006–2010 гг. авторами не была выявлена.

Исследования воздействия пожаров и палов на население животных (птиц и млекопитающих) в условиях Дальневосточного региона приведены, например, в работах [9, 10, 23, 30]. В работе [10] описаны результаты исследования влияния травяных пожаров на население птиц в открытых ландшафтах Южного Приморья. Авторами подчеркивается, что травяные пожары и палы оказывают разностороннее, а не только отрицательное воздействие на население гнездящихся птиц. В работе [30] отмечается, что сокращение лесных ландшафтов под влиянием вырубок и пожаров сопровождается увеличением видовой разнообразия, биомассы и продуктивности кормовых растений крупных травоядных млекопитающих (косули, пятнистого и благородного оленей), при котором изменяется их соотношение по количеству имеющихся ресурсов и плотности популяций в пользу сильнейших трофических конкурентов. При этом в работе [4] выявляется снижение плотности населения кабарги в Амурской области на участках, пройденных лесными пожарами.

Данное исследование посвящено изучению пространственной изменчивости плотности населения охотничье-промысловых видов млекопитающих. Целью работы является выявление закономерностей пространственного распределения охотничьих видов млекопитающих на территории ЕАО в зависимости от горимости растительности. Настоящее исследование развивает и дополняет идеи и результаты предшествующих работ, связанных с выявлением и изучением факторов, обуславливающих пространственно-временную динамику охотничьих видов животных ЕАО [18–21, 29].

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования выступили следующие виды охотничьих животных: лось (*Alces alces*), изюбрь (*Cervus elaphus xanthopygus*), кабан (*Sus scrofa*), косуля (*Capreolus pygargus*), белка (*Sciurus vulgaris*), соболь (*Martes zibellina*) и лиса (*Vulpes vulpes*). Основным источником информации о численности и плотности охотничьих млекопитающих являются материалы годовых отчетов по зимним маршрутным учетам государственными службами, отвечающими за охрану и использование объектов животного мира в ЕАО [17]. Анализировали данные учетов охотничьих млекопитающих, обитающих на территории охотничьих хозяйств: «Сутара», «Ирбис», «Диана», «А.Н. Ларик», Областного общества охотников и рыболовов (ООиР) по административным районам ЕАО, Хабаровского государственного общества охотников и рыболовов (ХГООиР), общедоступных охотничьих угодий Октябрьского района, а также особо охраняемых природных территорий (ООПТ): государственных природных заказников областного значения «Шухи-Поктой», «Журавлиный», «Ульдуры» и «Чурки», государственного природного заповедника «Бастак» и кластера «Забеловский».

С целью изучения горимости растительности была проанализирована информация о пожарах на территории ЕАО, детектированных по снимкам с космического аппарата TERRA за 5 лет (2010–2014 гг.) (данные дистанционного зондирования пожаров растительности представлены на сайте ФГУ «Авиалесоохрана» Федерального агентства лесного хозяйства <http://aviales.ru>).

Оперативно-территориальными единицами расчета и анализа плотности животного населения выступили охотничьи хозяйства и ООПТ ЕАО. Для них были рассчитаны показатели, характеризующие фактическую горимость территории. Для оценки фактической горимости использовали следующие показатели, предложенные М.А. Софроновым (1990) [25]:

1) *частота пожаров на 100 тыс. га* – число пожаров, возникших на единице площади рассматриваемой территории за пожароопасный сезон, $v = n / (S_{\text{мер}} \cdot 10^{-5})$, где v – показатель частоты пожаров, n – зафиксированное количество пожаров, $S_{\text{мер}}$ – площадь рассматриваемой территории, га;

2) *горимость* – отношение площади пожа-

ров к площади охотничьего хозяйства или охраняемой территории, выраженное в процентах за сезон, $\gamma = 100\% \cdot S_{\text{пож}} / S_{\text{тер}}$, где γ – показатель горимости, %; $S_{\text{пож}}$ – общая площадь пожаров, га; $S_{\text{тер}}$ – площадь рассматриваемой территории, га;

3) *средняя площадь пожара за сезон*, $S_{\text{ср}} = S_{\text{пож}} \cdot n$, где $S_{\text{ср}}$ – средняя площадь пожаров, га, $S_{\text{пож}}$ – общая площадь пожаров за сезон, n – общее количество пожаров на рассматриваемой территории [27].

Частота пожаров, горимость и средние площади пожаров на рассматриваемых территориях (охотничьих хозяйств и ООПТ) были рассчитаны как за каждый отдельный год, так и за разные внутригодовые промежутки времени (весенне-летние и осенние периоды). При этом годовые карты суммарных площадей пожаров показывают местоположения наибольших пожарных событий текущего года. Сезонность пожаров для различных территорий была определена по месячным выборкам возгораний.

Более того, данные по пожарной статистике, полученные для охотничьих хозяйств и ООПТ, анализировались с привязкой к биотопам, разделяющимся на 3 категории растительности – лес, луга и болота, сельскохозяйственные земли. Для изучения горимости этих трех категорий растительности была использована картосхема, полученная в результате дешифрирования космических снимков среднего пространственного разрешения (30 м) 2012 г. со спутника Landsat 7 сенсора ETM+, находящихся в свободном доступе на сервере Американской геологической службы [21]. Следовательно, в работе были получены оценки горимости лесной и нелесной территорий. При этом горимость лесов вычисляется как отношение пройденной лесными пожарами площади к общей лесной площади охотничьего хозяйства или охраняемой территории, выраженное в процентах за сезон, $\gamma_{\text{лес}} = 100\% \cdot S_{\text{лес. пож}} / S_{\text{лес. тер}}$, где $\gamma_{\text{лес}}$ – показатель горимости лесов, %; $S_{\text{лес. пож}}$ – общая площадь лесных пожаров, га; $S_{\text{лес. тер}}$ – общая площадь лесов на рассматриваемой территории, га. Аналогично определяется горимость нелесных биотопов.

Частота пожаров, горимость растительности и средний размер площади пожаров определяют качество среды обитания и влияют на распределение, численность и плотность животных. Выбор данных показателей связан с возможно-

стью их экологической интерпретации. Определяющим значением при оценке влияния пожаров на животных является размер гари. Выгорание площади менее 1/3 участка обитания вида или радиуса освоения кормовых и защитных угодий не оказывает воздействия на распределение животных. Крупные по площади пожары, превышающие 1000 га, на длительное время меняют практически весь комплекс животных, при этом эффект запаздывания заселения пирогенных стадий при формировании благоприятных условий в большей степени будет проявляться для млекопитающих. Для крупных животных появление больших площадей однородных по экологическим свойствам местообитаний приводит лишь к их опушечному освоению. Мелкоконтурные гари вытянутой формы приводят к увеличению мозаичности, поддерживают разнообразие опушечных видов и повышают продуктивность зоокомплексов [27].

Наибольшее число и площади возгораний в ЕАО приходятся на апрель–июнь с максимумом в мае [8] и совпадают со временем выведения потомства у млекопитающих [11]. Пожары в осенний период оказывают влияние на кормовые и защитные условия местообитаний животных, которые определяют перемещения особей и места зимовок охотничьих видов. Поэтому с целью дальнейшего анализа влияния пожаров на распределение животных целесообразно рассматривать отдельно весенне-летний и осенний пожароопасные периоды.

Для выделения групп охотничьих хозяйств и ООПТ, сходных по горимости растительности, использовался кластерный анализ (в качестве меры дистанции выбиралось евклидово расстояние между объектами, связывание проводилось по методу Уорда). Для выявления связи между пространственным размещением популяций охотничьих животных и показателями горимости территории области применялся корреляционный анализ. Связи между пространственным размещением популяций охотничьих животных и характеристиками горимости исследовали методами регрессионного анализа. Были построены регрессионные модели зависимости наблюдаемой плотности охотничьих видов от показателей горимости растительности. Значимость коэффициентов регрессии определялась по критерию t-Стьюдента. Силу связи выражали скорректированным

по числу степеней свободы коэффициентом детерминации \bar{R}^2 . Проверка значимости коэффициента детерминации R^2 осуществлялась на основе F -статистики (критерия Фишера при уровне значимости $\alpha=0,05$). Для анализа автокорреляции остатков регрессионных уравнений использовалась статистика Дарбина-Уотсона DW (при уровне значимости $\alpha=0,01$).

Характеристика горимости растительности на территории охотхозяйств и ООПТ Еврейской автономной области

Пространственно-временная динамика распространения участков возгораний по территории ЕАО показана на рис. 1.

Пространственное распределение пожаров в ЕАО имеет зональный характер, причем участки

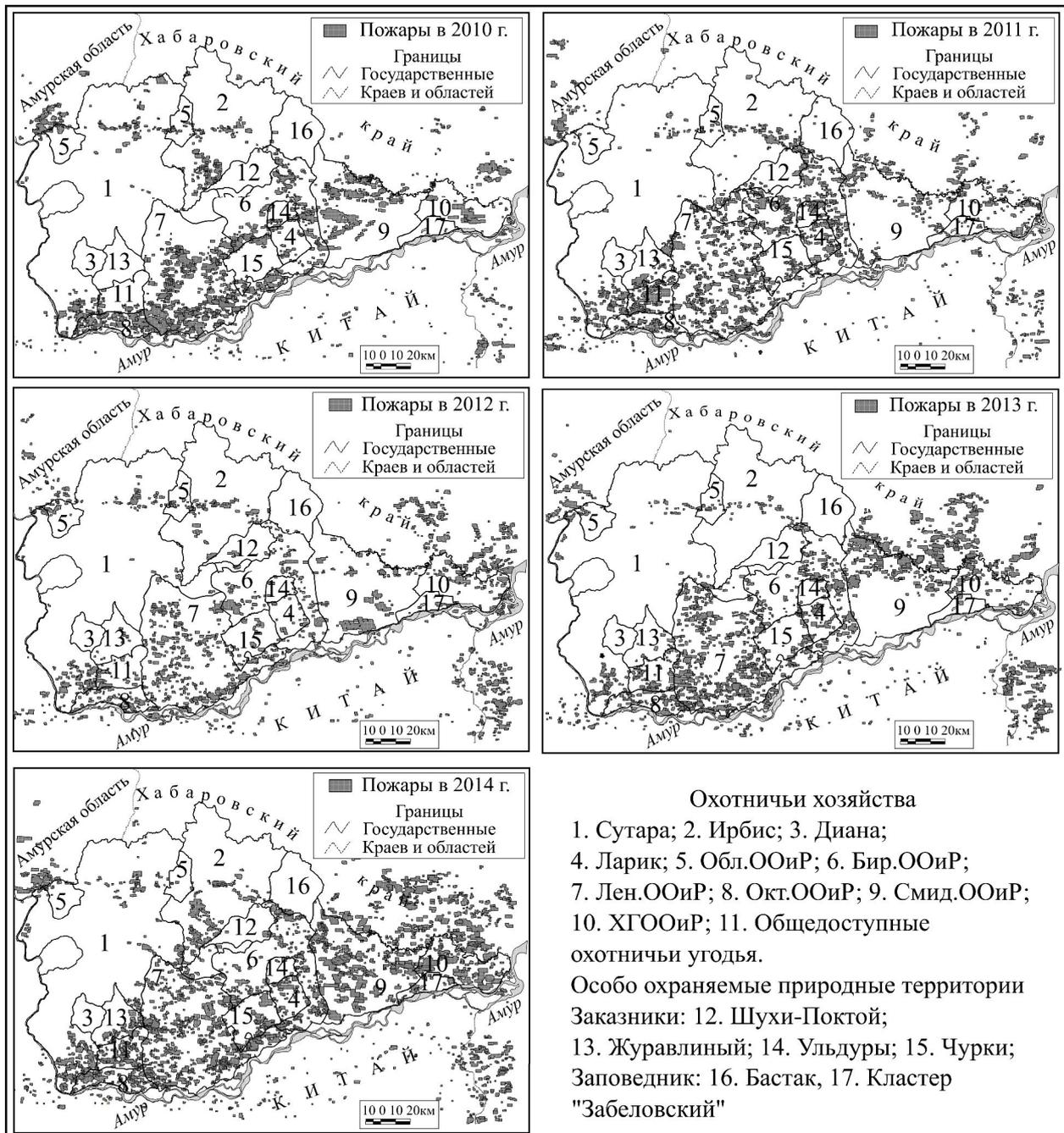


Рис. 1. Пространственное распределение участков возгораний по территории Еврейской автономной области в 2010–2014 гг.

Fig. 1. Spatial distribution of fires in Jewish Autonomous Region in 2010–2014

возгораний в целом изменяются в меридиональном направлении в соответствии с пожароопасными геоморфологическими характеристиками (рис. 1). Наибольшая горимость наблюдается в основном в пределах речных долин и на равнинных участках в юго-восточной части области (Среднеамурская низменность), которые характеризуются пологими и доступными для человека склонами с хорошей инсоляцией [5]. Наименьшая горимость отмечается в северной, северо-западной и юго-западной горных, частях области (рис. 1). Здесь расположены северные склоны хребтов Малый Хинган, Сутарский и юго-западные крутые склоны хребтов Шухи-Поктой, Помпеевский, которые недоступны для человека и затрудняют высыхание растительных горючих материалов [5].

Как видно на рис. 1, распределение пройденных пожарами и не затронутых огнем территорий существенно различается на территориях охотничьих хозяйств и ООПТ. Методом кластерного анализа было выделено 2 группы охотхозяйств и охраняемых территорий ЕАО, сходных по показателям горимости растительности (табл. 1).

Прежде чем перейти к анализу горимости выделенных групп, отметим, что пожары летом случаются реже, чем весной. Причем возгорания в летние периоды года характерны в основном для равнинной части области. За исследуемый период они наблюдались на территориях охотничьих хозяйств Ленинского (2010–2013 гг.), Октябрьского (2010–2012 гг.), Сидовичского (2010, 2012 гг.), Биробиджанского ООиР (2011–2013 гг.), ХГООиР (2012 г.), «Ларик А.Н.» (2010 г.), кластера «Забеловский» (2012 г.). Для горной части области летние пожары немногочисленны. За рассматриваемый период возгорания отмечались на территориях охотничьих хозяйств «Ирбис» (2010 г.), «Сутара» (2010–2012 гг.) и Облученского ООиР (2012 г.). Поэтому далее в некоторых случаях речь будет идти именно о весеннем пожароопасном периоде, а не о весенне-летнем.

Растительный покров на территории первой группы охотхозяйств и особо охраняемых природных территорий, расположенных преимущественно в горной части автономии, характеризуется сравнительно невысокой степенью горимости (распространение пожаров в среднем в год не превышает 6% от рассматриваемых территорий 1 группы). При этом большая часть пожаров возникает весной и незначительная – осенью (табл. 1).

В соответствии с материалами спутникового мониторинга наименьшая горимость в 2010–2014 гг. наблюдалась на территории охотничьего

хозяйства «Диана» и заповедника «Бастак» (горимость составляет в среднем 2% в год). Отметим, что в исследуемый период на территории охотхозяйства «Диана» пожаров не отмечалось. Наибольшая горимость растительности среди хозяйств и ООПТ первой группы была зарегистрирована в 2014 г. на территории заказника «Журавлиный» (26,5%), причем на долю весенних пожаров приходилось 21,1%, осенних – 5,4% от общей площади заказника.

Как видно из табл. 1, большая часть пожаров регистрируется на нелесных землях. По сравнению с лугами и болотами сельскохозяйственные поля в большей мере подвержены возгораниям в силу неконтролируемых палов. Горимость покрытых лесом территорий за период 2010–2014 гг. в среднем составляла 3% в год, при этом максимум лесных пожаров приходился на 2014 г. и составлял 22%.

Наиболее высокие значения средней площади пожаров были зарегистрированы на территории охотхозяйства «Ирбис» (в весенний период 2014 г.) и кластера «Забеловский» (в осенний период 2011 г.).

Наибольшая частота пожаров отмечалась на территории хозяйства Облученского ООиР весной 2011 г. (31 пожар на 100 тыс. га) и осенью 2010 г. (16 пожаров на 100 тыс. га). По шкале М.А. Софронова (2003) [26] эти показатели характеризуют фактическую горимость как высокую и повышенную соответственно. Заметим, что в среднем в весенне-летние периоды 2010–2014 гг. горимость на территории первой группы хозяйств и ООПТ характеризуется как повышенная (10,5 пожаров на 100 тыс. га), а осенью – средняя (2,4 пожаров на 100 тыс. га) (табл. 1). Отдельно выделяется охотничье хозяйство «Диана», здесь горимость за указанный период отсутствует.

Для второй группы охотничьих хозяйств и ООПТ характерна в целом высокая фактическая горимость растительности. Возгорания преобладают как по частоте (в среднем 46 пожаров на 100 тыс. га), так и по площади (пожары охватывают в среднем 30% от хозяйств, а средний размер пожара составляет около 700 га) (табл. 1). Отмеченная повышенная горимость, по-видимому, обусловлена большей освоенностью территории, сочетанием равнинного и горного рельефов и преобладанием растительности I и II классов пирологической устойчивости [6]. Здесь распространены травяные пожары и весенние и осенние палы. По всей вероятности, влияние травяных пожаров на экосистемы Среднеамурской низменности значительно, в

разные годы здесь выгорает до 60% болот, лугов и сельскохозяйственных земель (табл. 1).

Согласно данным спутникового мониторинга, наибольшая площадь, пройденная пожарами, наблюдалась на территории общедоступных охотничьих угодий Октябрьского района (84% в 2014 г.) и ООиР Октябрьского района (67% в 2010 г.).

При этом максимальные значения частоты пожаров отмечались весной 2011 г. в охотничьем

хозяйстве «Ларик» (70 пожаров на 100 тыс. га) и осенью 2010 г. в ООиР Октябрьского района (45 пожаров на 100 тыс. га). В первом случае горимость по шкале М.А. Софронова (2003) [26] характеризуется как чрезвычайная, во втором – высокая. Наибольшие значения средних площадей пожаров отмечались весной 2014 г. на территории общедоступных охотничьих угодий Октябрьского района и осенью 2010 г. в угодьях ООиР Смидовичского района.

Таблица 1

Оценки показателей горимости растительности на территории групп охотничьих хозяйств и ООПТ Еврейской автономной области в 2010–2014 гг.

Table 1

Estimates of fire frequency in hunting farms and protected natural areas in Jewish Autonomous Region in in 2010–2014

Показатели горимости		Диапазон значений показателей (среднее значение)					
		2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2010–2014 гг.
1 группа (охотхозяйства «Сутара», «Диана»*, «Ирбис», Облученского ООиР, заказники «Журавлиный» и «Шухи-Поктой», заповедник «Бастак» и кластер «Забеловский»)							
Горимость всей растительности, %	За год	0,1–9 (3)	3–13 (6)	0,8–13 (5)	0,1–7 (3)	5–26 (10)	0–26 (6)
	Весенне-летний период	0,07–6 (2)	2–13 (6)	1–10 (4)	0,05–7 (2)	4–21 (9)	0–21 (5)
	Осенний период	0–4 (1)	0,2–3 (1)	0–3 (1)	0–1 (0,2)	0–5 (1)	0–5 (1)
Горимость, %	Лесной территории	0,04–6 (2)	2–8 (4)	0,2–5 (2)	1–4 (2)	1–22 (6)	0–22 (3)
	Лугов и болот	0,1–16 (6)	3–26 (14)	2–23 (10)	0,9–17 (7)	6–38 (15)	0–38 (10)
	Сельскохозяйств. земель	0–36 (11)	0–70 (26)	0–47 (11)	0–51 (18)	0–74 (27)	0–74 (18)
Частота пожаров на 100 тыс. га	За год	3–32 (10)	11–36 (18)	4–29 (11)	5–23 (11)	10–31 (15)	0–36 (13)
	Весенне-летний период	1–16 (6)	10–31 (16)	3–20 (9)	3–21 (9)	9–23 (13)	0–31 (10)
	Осенний период	0–16 (4)	1–5 (2)	0–9 (2)	0–6 (2)	0–9 (2)	0–16 (2,4)
Средняя площадь пожара, га	За год	26–573 (244)	202–920 (357)	171–679 (373)	160–436 (275)	284–990 (578)	0–990 (365)
	Весенне-летний период	52–587 (253)	171–999 (415)	209–679 (446)	170–499 (338)	287–1012 (687)	0–1012 (368)
	Осенний период	0–645 (307)	82–903 (347)	0–535 (172)	0–393 (179)	0–644 (302)	0–903 (223)

Показатели горимости		Диапазон значений показателей (среднее значение)					
		2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2010–2014 гг.
2 группа (охотхозяйства Октябрьского, Ленинского, Биробиджанского и Смидовичского ООиР, «Ларик А.Н.», ХГООиР, общедоступные охотничьи угодья, заказники «Ульдуры» и «Чурки»)							
Горимость всей растительности, %	За год	13–67 (32)	11–61 (30)	9–29 (16)	15–63 (30)	11–84 (41)	9,26–84 (30)
	Весенне-летний период	0,01–20 (6)	9–56 (27)	6–23 (13)	10–51 (23)	10–75 (30)	0,01–75 (20)
	Осенний период	8–65 (26)	0,06–4 (3)	1–5 (3)	0–14 (7)	0,4–22 (11)	0–65 (10)
Горимость, %	Лесной территории	5–98 (22)	8–36 (21)	1–13 (7)	4–50 (23)	6–48 (25)	0,92–98 (20)
	Лугов и болот	10–62 (23)	8–43 (27)	7–22 (14)	13–39 (24)	13–47 (33)	7–62 (24)
	Сельскохозяйств. земель	12–48 (33)	10–60 (31)	12–32 (21)	11–35 (22)	27–43 (35)	10–60 (28)
Частота пожаров на 100 тыс. га	За год	17–102 (42)	20–78 (53)	11–72 (36)	20–74 (45)	28–88 (52)	11–102 (46)
	Весенне-летний период	3–58 (18)	15–70 (45)	9–59 (28)	18–46 (33)	21–54 (36)	3–70 (32)
	Осенний период	14–45 (24)	4–16 (8)	2–14 (8)	0–27 (11)	7–34 (16)	0–45 (14)
Средняя площадь пожара, га	За год	357–3316 (919)	405–1300 (580)	234–1128 (491)	413–1064 (668)	250–1500 (821)	234–3316 (696)
	Весенне-летний период	2–475 (270)	422–1386 (615)	239–1225 (531)	418–1155 (699)	289–1783 (853)	2–1783 (593)
	Осенний период	398–4128 (1211)	16–716 (345)	111–699 (345)	0–1048 (502)	51–1669 (729)	0–4128 (627)

Примечание: *В охотхозяйстве «Диана» за период 2010–2014 гг. пожаров не отмечалось

Заметим, что осенью 2010 г. отмечались весьма большие площади возгораний (табл. 1). На отдельных территориях сгорело до 65% растительности. Возможно, это было связано с метеорологическими условиями пожароопасного периода, в частности, с засушливой осенью 2010 г.

Таким образом, распространение возгораний не превышало 1/3 лесных и нелесных биотопов рассматриваемой первой группы хозяйств и ООПТ в 2010–2014 гг. Пожары на территории второй группы хозяйств и ООПТ в весенне-летние сезоны 2010 и 2012 гг. и осенью 2011–2014 гг.

также не распространялись более чем на треть (табл. 1). Это позволяет предположить, что пожары в указанные годы не оказывали здесь сильного негативного влияния на размещение животных. Вместе с тем в отдельные годы возгорания занимали более трети лесной и нелесной территории хозяйств второй группы. К этим охотничьим хозяйствам можно отнести Октябрьский ООиР (весна 2013–2014 гг., осень 2010 г.), Смидовичский ООиР (весна 2014 г., осень 2010 г.), Ленинский ООиР (осень 2010 г.), Ларик (весна 2011 г.), общедоступные охотничьи угодья Октябрьского райо-

на (весна 2011, 2014 гг.). Более того, средние размеры некоторых возгораний превышали 1000 га (Октябрьский, Смидовичский, Ленинский ООиР, ХГООиР – осень 2010 г., Смидовичский ООиР – весна–лето 2012 г., весна 2013, 2014 гг., Октябрьский ООиР – весна 2013 г., общедоступные охотничьи угодья Октябрьского района – весна 2011, 2014 гг.). Следовательно, можно предположить, что в указанные периоды на данных территориях пожары неблагоприятно воздействовали на кормовые и защитные условия местообитаний животных.

Статистическая оценка связи плотности населения животных с горимостью растительности охотхозяйств и ООПТ Еврейской автономной области

Для выявления статистической связи между средней плотностью населения животных и показателями горимости территории ЕАО был проведен корреляционный анализ, результаты которого приведены в табл. 2.

Распределение населения популяции косули по территории ЕАО связано с наличием и размещением экотонных участков между лесом, полем или лугом [20]. Она обитает как в равнинной, так и горной частях области. Поэтому, так или иначе, популяция сталкивается с пожарами. В литературе отмечается как отрицательное воздействие пожаров на популяцию, так и положительное [2, 9]. С одной стороны, косули погибают весной во время лесных пожаров, нередко являющихся следствием весенних палов на сенокосных полях [2]. С другой стороны, в результате пирогенных деформаций лесов этот вид получает более благоприятные условия обитания (прежде всего кормовые) [9]. По результатам корреляционного анализа выявлена обратная связь между средним размером пожаров весной 2010 г. и распределением косули в 2011 г. (табл. 2). Тем не менее, регулярной обратной зависимости от пожаров в распределении вида по территории охотничьих хозяйств и ООПТ ЕАО не отмечается за исследуемый период. Возможно, это связано с тем, что животные успевают уйти в защищенные от огня местообитания [2].

Согласно результатам корреляционного анализа (табл. 2) показано, что наибольшие плотности населения лося в 2011 г. наблюдались в тех охотничьих хозяйствах и ООПТ ЕАО, где горимость в весенне-летний период и частота пожаров весной и осенью предыдущего года (2010 г.) были минимальными. Следует заметить, что крупные по площади пожары возникают в равнинной части области, где лось либо не встречается, либо его

численности и плотности довольно низкие, поэтому регулярной зависимости в распределении плотности лося по территории ЕАО в текущем году от пожарных событий предыдущего года в исследуемый период не наблюдается.

Статистически подтверждено, что наибольшие плотности населения популяций изюбря и кабана наблюдаются в тех охотничьих хозяйствах и ООПТ, на территории которых отмечается наименьшая горимость растительности в предыдущий год. Так, для изюбря и кабана тесная обратная связь прослеживается с горимостью растительности в весенне-летние (2010, 2012 гг.) и осенние (2011, 2013 гг.) периоды. Причем обратная корреляция плотности кабана и изюбря отмечается как с лесными, так и нелесными пожарами. Пожароопасный весенний период совпадает со временем выведения потомства у млекопитающих [11]. Известно, что пожары могут приводить к гибели значительного количества поросят и кочевке взрослых животных в более безопасные места, иногда не характерные для них биотопы [3]. В целом считается, что кабан относится к тем видам копытных, которые отрицательно реагируют на послепожарные изменения растительности [9]. Осенние пожары оказывают влияние на кормовые и защитные условия местообитаний животных, которые определяют перемещения особей и места их зимовок. Известно, что кабан и изюбрь заходят в сельскохозяйственные поля преимущественно осенью, восполняя дефицит естественных кормов за счет остатков урожая на полях [2, 22]. Возможно, осенние палы лишают эти виды альтернативных источников кормов.

Популяции белки и соболя отрицательно реагируют на послепожарную смену растительности. В результате лесных пожаров отмечается резкое сокращение соболиных и беличьих угодий [9]. По результатам корреляционного анализа выявлено, что наибольшие плотности этих видов в 2012 г. наблюдаются в тех охотничьих хозяйствах и ООПТ, на территории которых отмечалась наименьшая горимость растительности в весенне-летний период 2011 г. (табл. 2). Более того, обнаружена обратная связь между плотностью населения соболя и белки в 2012 г. и лесными пожарами в 2011 г.

Для популяции лисицы, в отличие от рассмотренных видов, выявлена положительная связь плотности населения с горимостью лесов в весенне-летние и осенние периоды предыдущих лет (2010–2013 гг.). На территории гарей лисиц привлекает обилие мелких млекопитающих (на-

Оценки коэффициентов корреляции Пирсона ($p < 0,05$) между плотностью населения животных в n -год и горимостью территорий охотничьих хозяйств и ООПТ Еврейской автономной области в $(n-1)$ -год

Pearson correlation coefficients ($p < 0.05$) between the population density in n -year and fire frequency in $(n-1)$ -year in hunting farms and protected natural areas in Jewish Autonomous Region

Показатель \ Вид	Косуля	Лось	Изюбрь	Кабан	Белка	Соболь	Лисица
Горимость растительности	*	*	-0,58 (2012), -0,56 (2013), -0,55 (2014)	-0,54 (2013), -0,5 (2014)	-0,69 (2012)	-0,79 (2012)	0,79 (2011), 0,57 (2012), 0,5 (2014)
Горимость в весенне-летний период		-0,76 (2011)	-0,67 (2011), -0,57 (2013)	-0,55 (2011), -0,59 (2013)	-0,69 (2012)	-0,81 (2012)	0,62 (2011), 0,54 (2012), 0,56 (2014)
Горимость в осенний период	*	*	-0,77 (2012), -0,64 (2013)	-0,75 (2012), -0,49 (2014)	*	*	0,74 (2011), 0,66 (2012)
Горимость лесов	*	*	-0,59 (2012), -0,56 (2013), -0,56 (2014)	-0,61 (2013), -0,56 (2014)	-0,67 (2012)	-0,74 (2012)	0,62 (2011), 0,5 (2012), 0,59 (2013), 0,58 (2014)
Горимость нелесной территории	*	*	-0,5 (2014)	-0,49 (2014)	*	*	*
Горимость лугов и болот		*	-0,58 (2014)	*	*	*	*
Горимость сельскохоз. земель	*	*	-0,6 (2013)	*	*	*	*
Ср. размер пожаров в год	*	*	-0,59 (2014)	-0,53 (2013)	*	*	0,56 (2011), 0,64 (2014)
Ср. размер пожаров весной	-0,49 (2011)	*	-0,56 (2011)/ 0,68 (2012)	-0,69 (2011), -0,54 (2013), -0,52 (2014)	*	*	0,5 (2011), 0,62 (2014)
Ср. размер пожаров осенью	*	*	-0,6 (2012), -0,72 (2014)	-0,64 (2012), -0,51 (2013), -0,65 (2014)	*	*	0,63 (2011)
Частота пожаров весной	*	-0,78 (2011)	-0,72 (2011)/ -0,84 (2012)	-0,53 (2011)	-0,69 (2012)	-0,8 (2012)	*
Частота пожаров осенью	*	-0,78 (2011)	-0,7 (2012)	-0,54 (2012)	*	-0,76 (2012)	*

Примечание: * - незначимый коэффициент корреляции

пример, землероек, полевок, мышей), которые первыми занимают поврежденные огнем территории [9].

Анализ распределения млекопитающих по территории ЕАО в зависимости от горимости растительности был дополнен регрессионным анализом. В табл. 3 представлены уравнения регрессии,

наилучшим образом аппроксимирующие учетные плотности населения животных, и оценки качества полученных моделей. Для рассмотренных видов выявлена экспоненциальная зависимость плотности от горимости растительности.

Как видно из табл. 3, значения скорректированных коэффициентов детерминации уравнений

Регрессионные уравнения, описывающие зависимости распределения млекопитающих от горимости растительности, и проверка их значимости

Table 3

Regression equations describing distribution mammals depending on fire frequency, and testing the relevance of equations

Вид	Уравнение регрессии	Оценки качества регрессии			
		R^2	F (F_{α}) ($\alpha=0,05$)	\bar{R}^2	DW (d_{α}) ($\alpha=0,01$)
Косуля (2011 г.)	$N=6,64 \cdot \exp(-1,98 \cdot S_{cp}(\text{весенне-летний период}))$	0,31	6,8 (4,54)	0,27	2,51 (1,102)
Изюбрь (2012 г.)	$N=2,38 \cdot \exp(-0,71 \cdot \gamma(\text{осень}))$	0,84	48,6 (5,12)	0,83	1,41 (1,01)
Кабан (2011 г.)	$N=2,95 \cdot \exp(-0,53 \cdot S_{cp}(\text{весенне-летний период}))$	0,52	15,3 (4,6)	0,49	1,83 (1,086)
Кабан (2012 г.)	$N=2,77 \cdot \exp(-0,71 \cdot \gamma(\text{осень}))$	0,7	34,6 (4,54)	0,68	1,59 (1,102)
Соболь (2012 г.)	$N=6,77 \cdot \exp(-0,14 \cdot \gamma(\text{весенне-летний период}))$	0,94	87,3 (5,99)	0,92	2,6 (1,003)
Соболь (2012 г.)	$N=4,92 \cdot \exp(-0,13 \cdot \gamma(\text{лесов}))$	0,93	82,3 (5,99)	0,92	2,2 (1,003)
Белка (2012 г.)	$N=16,27 \cdot \exp(-0,089 \cdot \gamma(\text{весенне-летний период}))$	0,66	15,3 (5,32)	0,61	1,02 (1,001)
Белка (2012 г.)	$N=13,73 \cdot \exp(-0,096 \cdot \gamma(\text{лесов}))$	0,74	22,7 (5,32)	0,71	1,22 (1,001)
Лисица (2011 г.)	$N=0,19 \cdot \exp(-0,027 \cdot \gamma)$	0,45	11,4 (4,6)	0,41	1,53 (1,086)

регрессий, построенных для описания плотности изюбря, кабана, соболя и белки в 2012 г., изменяются в пределах от 0,68 (для кабана) до 0,92 (для соболя). Это свидетельствует о том, что вариация плотности соответствующих видов животных на 68–92% объясняется изменчивостью включенных в модель переменных (горимости растительности). Сопоставление значений критерия Дарбина-Уотсона DW с табличными на 1% уровне значимости выявило, что полученные величины критерия удовлетворяют условию $d_{\alpha} < DW < 4 \cdot d_{\alpha}$, при котором гипотеза о наличии автокорреляции в остатках отклоняется. Фактические значения критерия Фишера больше соответствующих табличных значений (F_{α}), определенных на уровне значимости $\alpha=0,05$. Вместе с тем отклонения учетных плотностей от расчетных на некоторых территориях весьма отличаются (рис. 2). По-видимому, эти отклонения определяются неучтенными в модели факторами (урожайностью основных

кормов, климатическими, перепромыслом и т.д.).

Построенные регрессии для описания плотности кабана, косули и лисицы в 2011 г. лишь на 49, 27 и 45% соответственно описывают их варьирование плотности. По-видимому, на распространение этих животных по территории области в 2011 г. оказывали влияние другие факторы, а не пожары.

Заклучение

В результате проведенного исследования показано, что пространственное распределение охотничьих млекопитающих по территории ЕАО в 2012 г. определялось горимостью растительности в 2011 г. Статистически подтверждено, что наибольшие плотности населения популяций изюбря, кабана, соболя и белки наблюдаются в тех охотничьих хозяйствах и ООПТ, на территории которых отмечается наименьшая горимость растительности в предыдущий год. Для изюбря и

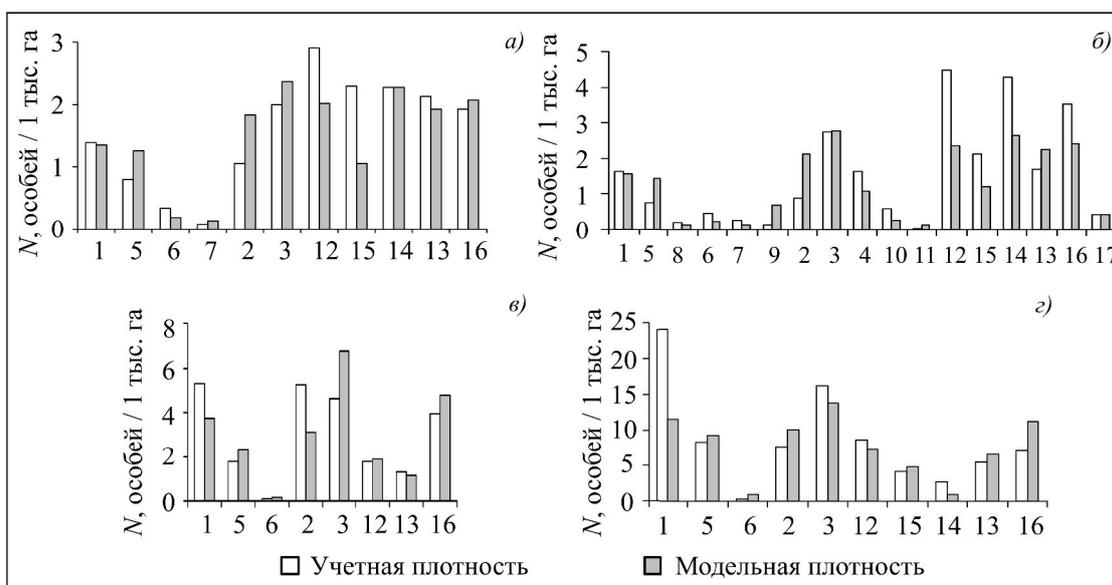


Рис. 2. Результаты моделирования и данные учетной плотности населения (N) а) изюбря (2012 г., осенние пожары), б) кабана (2012 г., осенние пожары), в) соболя (2012 г., пожары весенне-летнего периода), з) белки (2012 г., лесные пожары). Числами отмечены охотничьи хозяйства и ООПТ Еврейской автономной области в соответствии с рис. 1

Fig. 2. Results of modeling and the data on the population density (N) of a) red deer (2012, autumn fires), б) wild boar (2012, autumn fires), в) sable (2012, spring-summer fires), з) squirrel (2012, forest fires). The numbers mark hunting grounds and protected areas in the Jewish Autonomous Region (Fig. 1)

кабана обратная связь прослеживается с удельной горимостью растительности в весенне-летние и осенние периоды. Причем обратная корреляция плотности кабана и изюбря отмечается как с лесными, так и нелесными пожарами в предыдущие сезоны размножения животных. Выявлена значимая обратная связь между плотностью населения соболя и белки и лесными пожарами в весенне-летний период. Весенне-летние пожары чаще всего возникают в апреле-июне (с максимумом в мае), во время размножения рассматриваемых копытных и пушных зверей. В результате животные гибнут или меняют станции обитания. Вместе с тем масштабные осенние травяные пожары могут приводить к уничтожению кормовой базы, в частности для копытных, в результате чего животные переключаются в другие места обитания. Одновременно с этим на территории тех хозяйств, где были зарегистрированы значительные площади пожаров, плотность копытных и пушных зверей на следующий год низкая. Для популяции лисицы, в отличие от рассмотренных видов, выявлена положительная связь плотности населения с горимо-

стью лесов в весенне-летние и осенние периоды предыдущих лет (2010–2013 гг.).

Таким образом, для ЕАО статистическими методами продемонстрирована связь между наблюдаемыми изменениями плотности населения млекопитающих и горимостью растительности региона в годы, предшествующие размножению животных.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке программы «Дальний Восток» 2018–2020 (18-5-051, 18-5-013).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Григорьева Е.А., Коган Р.М. Пирологическая характеристика климата на юге Дальнего Востока России // Региональные проблемы. 2010. Т. 13, № 2. С. 78–81.
2. Данилкин А.А. Олени (Cervidae). Млекопитающие России и сопредельных регионов. М.: ГЕОС, 1999. 552 с.
3. Данилкин А.А. Свиные (Suidae) // Млекопитающие России и сопредельных регионов. М.: ГЕОС, 2002. 309 с.
4. Доманов Т.А. Экология кабарги *Moschus Moschiferus* (Linnaeus, 1758) хребта Тукурин-

- гра: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 2013. 23 с.
5. Дорошенко А.М. Влияние геоморфологических характеристик территории Еврейской автономной области на пожароопасность растительности // Региональные проблемы. 2010. Т. 13, № 2. С. 82–85.
 6. Дорошенко А.М., Коган Р.М. Анализ пространственного распространения лесных пожаров на территории Еврейской автономной области // Вестник Томского государственного университета. 2008. № 311. С. 172–177.
 7. Зубарева А.М. Влияние густоты речной сети на пожарную опасность территории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2018. Т. 21, № 1. С. 42–45.
 8. Коган Р.М., Дорошенко А.М. Оценка пирологических характеристик Среднего Приамурья (на примере Еврейской автономной области) // Региональные проблемы. 2005. № 6–7. С. 63–66.
 9. Колосов А.М. Фауна Дальнего Востока и ее охрана в зоне БАМа. М.: Россельхозиздат, 1978. 222 с.
 10. Курдюков А.Б., Волковская-Курдюкова Е.А. Влияние травяных пожаров на население птиц в открытых ландшафтах Южного Приморья // Русский орнитологический журнал. 2016. Т. 25, Экспресс-выпуск № 1387. С. 5143–5147.
 11. Кучеренко С.П. Звери у себя дома. Хабаровск: Кн. изд-во, 1979. 432 с.
 12. Липатников Е.П., Виньковская О.П. Влияние пожаров на численность кабана (*Sus scrofa sibiricus* L., 1758) на территории Петровск-Забайкальского лесничества (Забайкальский край) // Байкальский зоологический журнал. 2012. № 1 (9). С. 83–89.
 13. Лукьянова Л.Е. Формирование численности грызунов в пирогенных местообитаниях // Вестник Томского государственного университета. Серия: Биология. 2017. № 39. С. 172–189.
 14. Лукьянова Л.Е., Лукьянов О.А. Экологически дестабилизированная среда: влияние на население мелких млекопитающих // Экология. 2004. № 3. С. 210–217.
 15. Орешков Д.Н., Шишкин А.С. Динамика животного населения при воздействии пожаров разной интенсивности в среднетаежных сосняках Средней Сибири // Сибирский экологический журнал. 2003. № 6. С. 743–748.
 16. Орешков Д.Н. Комплекс мелких млекопитающих как показатель нарушенности лесных экосистем Средней Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2005. 16 с.
 17. Охотхозяйственный реестр за 2011–2017 гг. Иная информация. Управление по охране и использованию объектов животного мира правительства ЕАО. Официальный портал органов государственной власти Еврейской автономной области. URL: <http://www.eao.ru/isp-vlast/upravlenie-po-okhrane-i-ispolzovaniyu-obektov-zhivotnogo-mira-pravitelstva-eao/inaya-informatsiya--2/> (дата обращения: 23.05.2018).
 18. Ревуцкая О.Л. Анализ влияния высоты снежного покрова на динамику численности диких копытных (на примере Еврейской автономной области) // Региональные проблемы. 2009. № 12. С. 8–15.
 19. Ревуцкая О.Л. Анализ влияния запасов корма на динамику численности популяции белки (на примере Еврейской автономной области) // Региональные проблемы. 2010. Т. 13, № 2. С. 37–44.
 20. Ревуцкая О.Л., Фетисов Д.М. Влияние структуры местообитаний на пространственное распределение охотничьих млекопитающих в Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2016. Т. 19, № 2. С. 20–30.
 21. Ревуцкая О.Л., Фетисов Д.М. Пространственное распределение охотничьих животных Еврейской автономной области в зависимости от лесистости территории // Региональные проблемы. 2015. Т. 18, № 4. С. 52–59.
 22. Сапаев В.М. Млекопитающие сельскохозяйственного ландшафта юга Приамурья // Животный мир и охотничье хозяйство Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 126–132.
 23. Симонов П.С. Влияние природных и антропогенных факторов на распределение грызунов в горных условиях Сихотэ-Алиня (Дальний Восток России) // Вестник КрасГАУ. 2017. № 3. С. 129–137.
 24. Современное состояние лесов российского Дальнего Востока и перспективы их использования / под ред. А.П. Ковалёва. Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2009. 470 с.
 25. Софронов М.А., Волокитина А.В. Пирологическое районирование в таежной зоне. Новосибирск: Наука, 1990. 205 с.
 26. Софронов М.А., Волокитина А.В., Софронов Т.М. Анализ фактической горимости при лесоустройстве как реализованной пожарной опасности // Лесная таксация и лесоустройство. 2003. № 1 (32). С. 97–102.

27. Стратегия по снижению пожарной опасности на ООПТ Алтае-Саянского экорегиона: отчет Института леса им. В.Н. Сукачева (ИЛ СО РАН), подготовленный в рамках выполнения работ по проекту ПРООН/МКИ «Расширение сети ООПТ для сохранения Алтае-Саянского экорегиона». Красноярск, 2011. 282 с.
28. Тимошкина О.А. Влияние вырубок и контролируемого выжигания порубочных остатков на сообщества животных (на примере мелких млекопитающих и птиц Восточного Саяна): дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2004. 181 с.
29. Фрисман Е.Я., Ревуцкая О.Л. Оценка ресурсного потенциала охотничьих видов млекопитающих Среднего Приамурья России // Районирование территорий: принципы и методы. Тольятти, 2018. С. 287–299.
30. Шереметьев И.С. Организация сообществ крупных травоядных млекопитающих Северной Азии: дис. ... д-ра биол. наук. Владивосток, 2018. 230 с.
31. Юргенсон П.Б. Биологические основы охотничьего хозяйства в лесах. М.: Лесная промышленность, 1973. 176 с.

IMPACT OF FIRE ON SPATIAL DISTRIBUTION OF HUNTING MAMMALS IN JEWISH AUTONOMOUS REGION

O.L. Revutskaya, V.A. Glagolev, D.M. Fetisov

The fire frequency situation from 2010 to 2014 in Jewish Autonomous Region is evaluated and discussed in the paper. The authors analyze changes in distribution of hunting mammals in the region depending on the exposure of the area to fire. It is shown that distribution of hunting mammals depends on the season (spring-summer and autumn fires), and on the type of burnt vegetation (forest, meadow-marsh vegetation, and farmland).

Keywords: *Jewish Autonomous Region, fire frequency, hunting animals, spatial distribution, statistical analysis.*