

Научная статья
УДК 599.742.21: 591.58
doi: 10.17223/19988591/65/9

Объекты маркировки бурого медведя на Восточном Сахалине

Иван Владимирович Серёдкин

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия,
<https://orcid.org/0000-0003-4054-9236>, seryodkinivan@inbox.ru*

Аннотация. Большое значение в коммуникации бурых медведей (*Ursus arctos* L.) имеет их маркировочная деятельность. В 2010–2012 гг. в заказнике «Восточный» на восточном побережье о-ва Сахалин описано 218 маркировочных деревьев медведей, дана характеристика сигнальных меток на деревьях и вблизи них. Обнаружено пять видов деревьев, маркируемых медведями, из которых они предпочитали пихту сахалинскую (*Abies sachalinensis* (F. Schmidt) Mast.), составившую 84,4% от всех маркировочных деревьев. Диаметры маркировочных деревьев бурых медведей оказались достоверно больше диаметров деревьев, доступных для мечения животными, но не имевших сигнальных меток (в среднем 29 и 25 см соответственно). Обгёртости присутствовали на меченых деревьях чаще, чем сдиры, прорезающие царапины и закусы животных. У девяти маркировочных деревьев находились следовые метки медведей. Большинство маркировочных деревьев располагалось в долинах рек на тропах. Линейная частота мечения деревьев медведями на используемых ими тропах составила 3,2 дерева на 1 км.

Ключевые слова: дендроактивность животных, маркировочное дерево, популяция, следовая метка, *Ursus arctos*

Для цитирования: Серёдкин И.В. Объекты маркировки бурого медведя на Восточном Сахалине // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 65. С. 166–180. doi: 10.17223/19988591/65/9

Original article
doi: 10.17223/19988591/65/9

Brown bear marking objects on the Eastern Sakhalin

Ivan V. Seryodkin

*Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Science,
Vladivostok, Russian Federation,
<https://orcid.org/0000-0003-4054-9236>, seryodkinivan@inbox.ru*

Summary. Marking activity is important for intraspecific communication of carnivorans, and brown bear (*Ursus arctos* L.), in particular. Marking, together with olfactory and visual signals, contribute to the spatial distribution of individuals, reduces the likelihood of unwanted encounters with representatives of same and other species, informs about the social status of individuals, facilitates the meeting of sexual partners during the rut, and accomplish the functions of territorial protection. Bears mainly choose trees as marking objects. To study brown bear communication system is important for understanding natural population processes whose disruption caused by human activities requires targeted conservation measures.

The study site was located in the Vostochny Reserve on the eastern coast of Sakhalin Island (50°30'-50°42'N, 143°33'-143°42'E) in 2010-2012. The study area is characterized by mountainous relief with dark coniferous taiga as the dominant plant formation. We described 218 bear marking trees along routes in the basins of the Vengeri and Pursh-Pursh rivers and registered tree species and its trunk diameter, forest type, and terrain. To compare marking trees with unmarked, but available for bears' marking, we described all unmarked trees (n = 1479) within a 10 m radius from the marking trees, indicating their species and diameter. We registered and measured fresh (of the current year) and old signal marks on the trees: rubbing signs, debarking, and bear bites (See Fig. 1) and scratches. Brown bear pedal marks near marking trees were also registered.

We found five species of trees marked by brown bears: Sakhalin fir (*Abies sachalinensis* F. Schmidt) Mast.) (See Fig. 2), Ayan spruce (*Picea ajanensis* (Scibold & Zucc.) Carriere), Cajander larch (*Larix cajanderi* Mayr), goat willow (*Salix caprea* L.), and Erman's birch (*Betula ermanii* Cham.). Most of the marking trees were Sakhalin fir (84.4% of all marking trees), which, according to the selection analysis were the only species preferred by bears (Jacobs' index = 0.23; see Fig. 3). Brown bears preferred to mark trees with a larger trunk diameter than available in the environment (average 29 and 25 cm, respectively; $W = 191904$; $p < 0.001$; see Table 1). Among the marking trees 90% were alive. Among the fresh marking signs on a marking trees rubbing signs were the most often (45.4%) and located at a height of 20 to 268 cm. The debarking of the current year was registered on 7.8% of marking trees, and the maximum damage height was 341 cm. Fresh bear claw scratches were on 35.2% of the marking trees. The average upper limit of scratches was 222.9 cm, with a maximum of 390 cm. Fresh bear bites were on 13.8% of the tree trunks, ranging up to a height of 321 cm. Many marking trees are permanent for bears and used annually; some of those are used most intensively. Repeated marking of the same objects by different individuals over a long period of time makes them communication centers of brown bears at the population level. We found bear pedal marks (depressions in the ground left by the bear's paws) around nine trees. They comprised 5-25 holes from paw prints. The nature of the marking signs left by the bears had similar features to those in the other parts of the species' area. Most of the marking trees (89.4%) were located in the floodplains and on the terraces, the rest were on the slopes of different exposure. Bears marked trees in the forests dominated by Sakhalin fir (73.9%), less often with dominance of Cajander larch (12.5%), Erman's birch (7.4%), Ayan spruce (5.1%), and in floodplain deciduous forests (1.1%). The vast majority of marking trees were located on bear trails (210 trees, 96.3%). The location of marking trees along the trails increases the effectiveness of trees involved in animals' communication activities, facilitating their detection. The marking complexes included two trees (27 times), three trees (10 times), four trees (5 times), five trees (2 times), and six and seven trees (1 time). The linear frequency of tree marking by bears on forest trails was 3.2 trees per 1 km. Such density of marked objects is relatively high, which is due to the relatively low anthropogenic pressure on the Reserve territory. The relative density of marking trees varies from site to site and depends on the bears number, the availability of trees suitable for marking, trails, anthropogenic pressure, and other factors. The frequency of tree-marking is a parameter that can be successfully used in determining the relative population density of brown bear and monitoring of its population state.

The paper contains 3 Figures, 1 Tables, 33 References.

Keywords: animal dendroactivity, marking tree, population, pedal marking, *Ursus arctos*

For citation: Seryodkin IV. Brown bear marking objects on the Eastern Sakhalin. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2024;65:166-180. doi: 10.17223/19988591/65/9

Введение

Маркировочная деятельность имеет для бурого медведя (*Ursus arctos* L.) внутривидовое коммуникативное значение [1–3]. Функции маркировочной деятельности медведей многообразны. Среди них – распределение животных в пространстве, территориальная защита, снижение рисков нежелательных встреч с представителями своего и других видов, оповещение о социальном статусе особей и увеличение вероятности встречи половых партнеров в период гона [1, 4–7]. Маркирование особенно важно для животных, ведущих одиночно-семейный образ жизни и осваивающих большие участки обитания [8, 9], каковыми являются бурые медведи. Некоторые следы активности медведей, например обтёртости и царапины на деревьях могут носить не социальный, а комфортный или игровой характер [3].

Маркировочные объекты бурых медведей, по утверждению В.С. Пажетнова [1], несут опосредованные ольфакторные, визуальные и тактильные сигналы. Большое значение в коммуникации млекопитающих имеют поведенческие акты, связанные с взаимодействием особей посредством индивидуальных запахов [10]. Имеются исследования, показывающие, что стратегия маркирования запахом увеличивает вероятность обнаружения сигналов, но сокращает затраты животными времени и энергии на обмен информацией [11, 12].

Маркировочная деятельность проявляется у бурых медведей по большей части в мечении деревьев [1, 12–17]. К элементам маркировки животных относятся также следовые метки – продавленные вращательными движениями конечностей лунки в грунте при подходах к деревьям и другим маркировочным объектам [1].

Изучение объектов маркировки позволяет неинвазивно оценивать состояние популяций бурого медведя [18, 19]. Понимание коммуникативных систем бурого медведя перспективно для совершенствования мониторинга популяций этого вида как на особо охраняемых природных территориях, так и на территориях, не имеющих такого статуса [3].

В задачи данного исследования входило выявление объектов маркировки бурого медведя на Восточном Сахалине; описание маркировочных деревьев и сигнальных меток на них, а также следовых меток медведей; установление особенностей распределения маркировочных объектов на местности.

Материалы и методики исследования

Район исследования расположен на территории заказника регионального значения «Восточный» в бассейнах рек Пурш-Пурш и Венгери, впадающих в Охотское море на восточном побережье о-ва Сахалин. Координаты района исследования: 50°30'–50°42' с.ш., 143°33'–143°42' в.д.

Сложный рельеф, чередование горных хребтов и межгорных впадин обуславливают значительную пестроту ландшафтов исследуемого района. Здесь присутствуют следующие ландшафты: низменные террасированные морские равнины, складчатые и складчато-глыбовые низко- и среднегорья [20]. Растительность относится к южноохотскому типу [21]. Господствующей растительной формацией является темнохвойная тайга, образованная елью аянской

(*Picea ajanensis* (Scibold & Zucc.) Carriere) и пихтой сахалинской (*Abies sachalinensis* (F. Schmidt) Mast.). Реки являются нерестилищами лососевых рыб.

В поисках маркировочных объектов в 2010–2012 гг. пройдено 48 км по тропам и 20 км – вне троп (по водораздельным хребтам и склонам). На маршрутах описывали все маркировочные деревья и следы маркировки, оставленные животными. Всего обнаружили 218 деревьев, несущих следы маркировки медведей.

Маркировочные деревья описывали по определенной схеме, представленной нами в предыдущих публикациях [16, 17]. При помощи GPS-навигатора фиксировали координаты каждого дерева, в месте его нахождения отмечали рельеф (пойма реки или ключа, терраса, склоны различной экспозиции, хребет) и наличие тропы. Указывали тип леса и основные лесообразующие породы деревьев. Под типом леса подразумевали единицу классификации лесной растительности, выделение которой основано на доминирующих видах древесного яруса. Указывали вид дерева, его состояние (живое или сухое), диаметр на уровне груди. Измерения диаметра производили с точностью до 1 см. У наклоненных деревьев измеряли угол наклона относительно вертикали.

Все следы маркировки деревьев, оставленные животными в текущем году (свежие) и в предыдущие годы (несвежие), фиксировали отдельно. В соответствии с выделенными С.В. Пучковским метками на деревьях [22] отмечали обтёртости (полированная или загрязненная поверхность коры с шерстью животных), сдиры (оторванные когтями участки коры, рис. 1, а), закусы (следы от зубов и вырванные зубами участки коры, рис. 1, б) и прорезающие царапины (врезавшиеся в кору следы от когтей). Для всех элементов маркировки измеряли высоту, на которой они расположены, а для сдиров и кусков – длину (по вертикали) и ширину (по горизонтали) повреждения коры [16, 17].

Вблизи маркировочных деревьев отмечали наличие следовых меток. Расположенные в непосредственной близости друг от друга меченные медведями деревья объединяли в группы, названные А.П. Берзаном маркировочными комплексами [23].

Линейную частоту мечения [19] выражали в количестве маркировочных объектов медведей на 1 км тропы, используемой животными.

Для сравнения выборок маркировочных деревьев с деревьями, не имеющими следов маркировки, но доступными для мечения медведями, регистрировали все немеченные деревья диаметром 10 см и более (1 479 деревьев) в радиусе 10 м от всех обнаруженных маркировочных деревьев. Для немеченых деревьев указывали их вид и диаметр. В данную выборку не включили деревья менее 10 см в диаметре, поскольку максимальный диаметр обнаруженного на территории исследования маркировочного дерева составил 10 см.

В соответствии с критерием Пирсона соотношение видов меченных медведями деревьев к видам деревьев, доступных для мечения в среде, оказалось неравномерным ($\chi^2 = 126,7$; $df = 8$; $p < 0,001$). В связи с этим, дальнейший анализ проведен с помощью индекса избирательности Якобса [24], который позволил оценить степень предпочтения или избегания использования определенных видов деревьев в качестве объектов маркировки, сравнивая долю доступных деревьев в среде и долю маркированных медведями по формуле

$$D = (r_i - p_i) / (r_i + p_i - 2r_i p_i),$$

где r_i – доля вида i от общего числа меченых деревьев, p_i – доля вида i среди всех доступных для мечения деревьев. Данный индекс находится в диапазоне значений от +1 (дерево крайне предпочтительно в качестве объекта маркировки) до –1 (дерево крайне избегается в качестве объекта маркировки). Доверительные 95%-ные интервалы рассчитаны с помощью бутстрапа с 10 000 повторений.

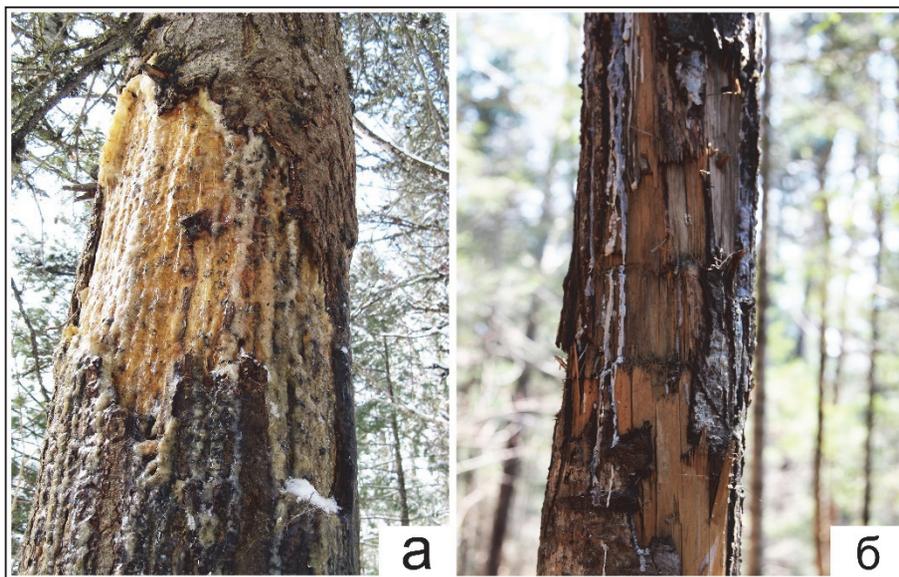


Рис. 1. Сдиры (а) и закусы (б) бурых медведей на маркировочных деревьях.

Фото И.В. Серёдкина

[Fig. 1. Debarking (a) and bites (b) on marking trees by brown bears. Photo by I.V. Seryodkin]

Для сравнения диаметров маркировочных деревьев и диаметров деревьев, не имеющих метки медведей, обосновано применение непараметрических статистических критериев: критерий Шапиро–Уилка ($W = 0,75–0,95$; $p < 0,05$) и построение гистограмм не показали нормального распределения выборок, а критерий Бартлетта (Bartlett's $K^2 = 56,631$; $df = 8$; $p < 0,001$) не выявил равенство их дисперсий. Исходя из этого, сравнение диаметров деревьев провели U-критерием Манна–Уитни.

Результаты исследования

Характеристика маркировочных деревьев. Маркировочные деревья были представлены в основном пихтами сахалинскими (таблица, рис. 2). Из 218 деревьев 214 (98,2 %) являлись хвойными породами. Из других хвойных пород присутствовали ель аянская и лиственница Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr).

Видовой состав и диаметр деревьев, меченных бурыми медведями и не имеющих следов маркировки, на Восточном Сахалине
[Species composition and diameter of trees marked by brown bears and without any mark signs in the East Sakhalin]

Вид дерева [Species of tree]	Наличие следов меченения [Availability of markings]	N	Доля деревьев данного вида, % [The proportion of tree species, %]	Диаметр ствола, см [Tree trunk diameter, cm]		
				\bar{X} (SD)	Min	Max
Пихта сахалинская [Sakhalin fir] <i>Abies sachalinensis</i> (F. Schmidt) Mast.	Да [Yes]	184	84,4	30 (11)	10	67
	Нет [No]	672	45,4	23 (10)	10	65
Ель аянская [Аян spruce] <i>Picea ajanensis</i> (Scibold & Zucc.) Carriere	Да [Yes]	15	6,9	23 (8)	10	37
	Нет [No]	352	23,8	29 (12)	10	92
Лиственница Каяндера [Cajander larch] <i>Larix cajanderi</i> Mayr	Да [Yes]	15	6,9	18 (10)	10	46
	Нет [No]	107	7,2	27 (12)	10	57
Ива козья [goat willow] <i>Salix caprea</i> L.	Да [Yes]	3	1,4	40 (20)	17	52
	Нет [No]	15	1,0	20 (10)	12	50
Береза Эрмана [Erman's birch] <i>Betula ermanii</i> Cham.	Да [Yes]	1	0,5	–	–	–
	Нет [No]	255	17,2	24 (10)	10	74
Ольха волосистая [Manchurian alder] <i>Alnus hirsute</i> (Spach) Rupr.	Да [Yes]	0	–	–	–	–
	Нет [No]	41	2,8	17 (6)	10	35
Тополь Максимовича [Japanese poplar] <i>Populus maximowiczii</i> A. Henry	Да [Yes]	0	–	–	–	–
	Нет [No]	14	0,9	48 (5)	37	57
Тополь дрожащий [Eurasian aspen] <i>Populus tremula</i> L.	Да [Yes]	0	–	–	–	–
	Нет [No]	10	0,7	23 (5)	16	30
Береза плосколистная [Asian white birch] <i>Betula platyphylla</i> Sukaczew	Да [Yes]	0	–	–	–	–
	Нет [No]	10	0,7	26 (9)	11	45
Ильм японский [Japanese elm] <i>Ulmus japonica</i> (Rehder), Sarg.	Да [Yes]	0	–	–	–	–
	Нет [No]	2	0,1	16 (4)	13	18
Ильм лопастный [lobed elm] <i>Ulmus laciniate</i> (Trautv.) Mayr	Да [Yes]	0	–	–	–	–
	Нет [No]	1	0,1	13	–	–
Все деревья [All trees]	Да [Yes]	218	100	29 (11)	10	67
	Нет [No]	1 479	100	25 (11)	10	92

Примечание. N – количество деревьев, \bar{X} – среднее, SD – стандартное отклонение, min – минимальный диаметр ствола, max – максимальный диаметр ствола.

[Note. N - number of trees, \bar{X} - mean, SD - standard deviation, min - minimum tree trunk diameter, max - maximum tree trunk diameter].



Рис. 2. Пихта сахалинская – маркировочное дерево бурого медведя.
Фото И.В. Серёдкина

[Fig. 2. Sakhalin fir - brown bear marking tree. Photo by I.V. Seryodkin]

Анализ избирательности деревьев в качестве объектов для мечения показал, что пихта сахалинская являлась единственным предпочитаемым медведями видом. Ива козья (*Salix caprea* L.) и лиственница Каяндера метились пропорционально их наличию в среде. Береза Эрмана (*Betula ermanii* Cham.) и ель аянская использовались в качестве объектов маркировки значительно реже относительно их наличия в среде (рис. 3).

Наибольший средний диаметр из хвойных пород имела пихта сахалинская (см. таблицу). Большинство деревьев (83,5%) имело диаметр в диапазоне от 11 до 40 см. В частности, по категориям диаметра ствола маркировочные деревья распределены следующим образом: 10 см – 2,8%, 11–20 см – 24,3%, 21–30 см – 32,6%, 31–40 см – 23,9%, 41–50 см – 13,3%, 51–60 см – 2,8%, 61–70 см – 0,5%.

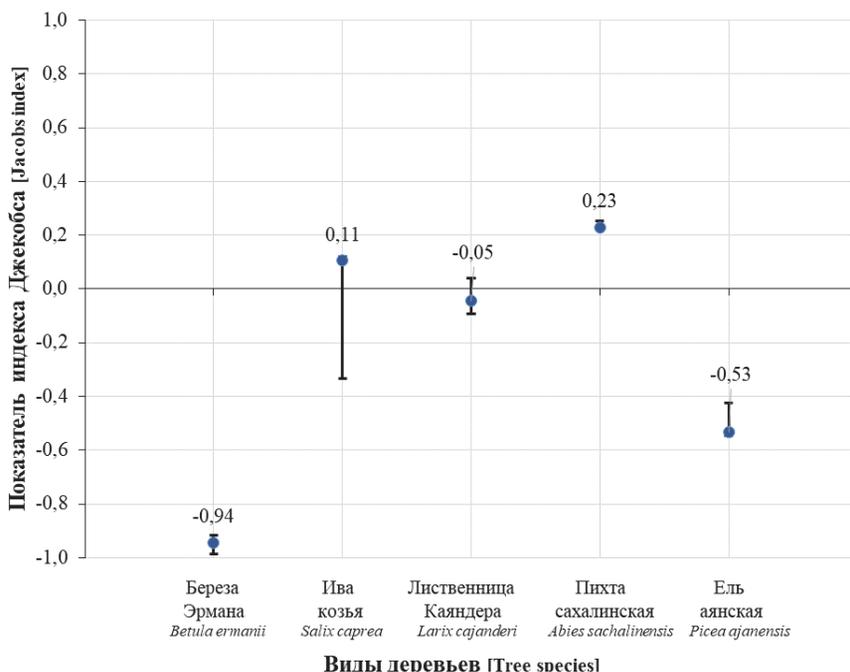


Рис. 3. Значения индекса избирательности Якобса для выбора медведями определенных видов деревьев в качестве объектов мечения
[Fig. 3. Jacobs selectivity index values for the bears preference of certain tree species as marking objects]

Диаметры маркировочных деревьев оказались достоверно больше ($W = 191904$; $p < 0,001$; таблица) диаметров деревьев, доступных для мечения медведями, но не имевших сигнальных меток. Данное заключение актуально и отдельно для пихты сахалинской ($W = 83652$; $p < 0,001$). Тем не менее диаметр стволов у маркировочных деревьев оказался достоверно меньше, чем у немеченых деревьев у ели аянской и лиственницы Каяндера ($W = 1845$; $p < 0,05$ и $W = 406$; $p < 0,01$ соответственно).

Только 10 маркировочных деревьев являлись сухими, остальные – живыми. Угол наклона от 5 до 10° имели 7 деревьев.

Характеристика сигнальных меток на деревьях. Обтёртости присутствовали на 169 маркировочных деревьях (77,5%), из них свежие обтёртости – на 99 деревьях (45,4%), а прошлых лет – на 144 (66,1%). Свежие обтёртости вместе со старыми имелись на 74 деревьях (33,9%), только свежие – на 25 (11,5%) и только старые – на 70 деревьях (32,1%). Обтёртости располагались на высоте 20–268 см.

Сдиры присутствовали на 153 деревьях (70,2%), из них текущего года – на 17 деревьях (7,8%), а прошлых лет – на 143 деревьях (65,6%). Свежие сдиры вместе со старыми присутствовали на 7 деревьях (3,2%), только свежие – на 10 (4,6%) и только старые – на 136 деревьях (62,4%). На 51 дереве имелось по два разобращенных между собой сдира, на 18 – по три, на 2 – по четыре и на 2 – по пять. Сдиры располагались на высоте 0–341 см. Нижняя граница раневой поверхности находилась в среднем на высоте 114,9 см

(SD = 61,7 см), а верхняя – 213,8 см (SD = 44,7 см). По 254 измерениям средняя длина сдвиг составила 49,8 см (SD = 37,3 см), а средняя ширина – 17,6 см (SD = 12,4 см). Площадь раневой поверхности составила в среднем 1 027,7 см² (SD = 1 232,0 см²) при минимуме 32 см² и максимуме 7 904 см².

Прорезающие царапины от когтей медведей присутствовали на 208 деревьях (95,4%), из них свежие царапины – на 77 деревьях (35,2%), а прошлых лет – на 182 (83,5%). Свежие царапины вместе со старыми присутствовали на 51 дереве (23,4%), только свежие – на 26 (11,9%) и только старые – на 131 дереве (60,1%). По 259 измерениям средняя нижняя граница царапин располагалась на высоте 96,3 см (14–236 см, SD = 46,1 см), а средняя верхняя граница – на высоте 222,9 см (82–390 см, SD = 39,8 см).

Закусы присутствовали на 109 деревьях (50,0%), из них свежие укусы – на 30 деревьях (13,8%), а прошлых лет – на 93 (42,7%). Свежие укусы вместе со старыми имелись на 14 деревьях (6,4%), только свежие – на 16 (7,3%) и только старые – на 79 деревьях (36,2%). На 43 деревьях находилось по два разобренных между собой укуса, на 7 – по три и на 2 – по четыре. Укусы располагались на высоте 25–321 см. Нижняя граница укусов располагалась в среднем на высоте 170,4 см (SD = 49,9 см), а верхняя – 204,0 см (SD = 46,2 см). По 172 измерениям средняя длина укуса составила 10,8 см (SD = 4,5 см), а средняя ширина – 11,1 см (SD = 3,3 см). Площадь раневой поверхности составила в среднем 128,9 см² (30–1050 см², SD = 122,5 см²).

Из других повреждений, нанесенных медведями на маркировочные деревья, в трех случаях присутствовали обломанные ветви. Еще в двух случаях животные надкусили и заломили стволы пихт диаметром на уровне груди 10 и 15 см на высоте 207 и 300 см соответственно. В результате повреждений, нанесенных медведями, два маркировочных дерева усохли.

Размещение маркировочных деревьев. Маркировочные деревья были расположены на террасах или в поймах рек 195 раз (89,4%) и 23 раза (10,6%) на склонах различной экспозиции (восточной – 17 раз, северо-восточной – 4 раза, западной и южной – по 1 разу). Меченные медведями деревья чаще всего располагались в лесах с преобладанием пихты сахалинской (73,9%), реже – с доминированием лиственницы Каяндера (12,5%), березы Эрмана (7,4%), ели аянской (5,1%) и в пойменных лесах с лиственными породами (1,1%).

Подавляющее большинство маркировочных деревьев было расположено на звериных тропах (210 деревьев, 96,3%). Вне троп обнаружено восемь деревьев.

Общая частота мечения на тропах, используемых медведями, составила 3,2 дерева на 1 км. Наибольшая частота маркировочных деревьев (15 деревьев на 1,5 км) отмечена на тропе, проходящей по приморской террасе в лесу с преобладанием пихты сахалинской между устьями рек Венгери и Пурш-Пурш.

В состав маркировочных комплексов 27 раз входило по два дерева, 10 раз – по три, 5 раз – по четыре, 2 раза – по пять, по 1 разу – по шесть и семь деревьев.

Сигнальные метки вне деревьев. Следовые метки отмечены рядом с девятью маркировочными деревьями. Они состояли из 5–25 лунок (в среднем 13,7 лунки на одну следовую дорожку, SD = 6,3). Средняя ширина маркировочного следа (расстояние между средними линиями отпечатков левых и правых лап) составила 41,2 см (SD = 5,8 см).

Обсуждение результатов исследования

Количественный и качественный состав видов маркировочных деревьев зависит от видового разнообразия дендрофлоры в конкретном районе, тем не менее у медведей имеются предпочтения в выборе определенных пород.

Выбор для мечения деревьев хвойных пород, особенно пихты и ели, как это наблюдается на Восточном Сахалине, характерен для бурых медведей [1, 5, 6, 16, 25]. Исследователи выдвигают предположение, что предпочтению медведями хвойных пород лиственным способствует живица [6, 7, 25], а при «считывании» ольфакторного сигнала животными запах живицы выступает как добавочный раздражитель [7].

С.В. Пучковский [13], рассчитав коэффициенты выборочности (доли деревьев разных пород среди маркировочных деревьев и в древостое), показал, что ель и в большей степени пихта привлекательны для бурых медведей. Предпочтение медведями пихты сахалинской (см. рис. 2) показано в нашем исследовании. Кроме Восточного Сахалина, пихта сахалинская является наиболее часто используемым среди деревьев объектом маркировки бурых медведей на Курильских островах: Кунашире [23] и Итурупе [26], где она распространена. У пихты относительно легко по сравнению с другими хвойными деревьями отделяется кора от древесины; соответственно, медведям проще оставлять на них заметные сдиры и закусы. Это может являться для животных дополнительным стимулом при выборе дерева для мечения.

Кроме деревьев хвойных пород, медведи в качестве объектов маркировки могут использовать березы и другие лиственные породы. На Среднем Сихотэ-Алине на долю берез трех видов пришелся 21,1% всех меченых деревьев [16], а на Восточной Камчатке доля березы Эрмана среди маркировочных деревьев составила 91,6% за счет ее преобладания в древостое [17]. Медведи маркируют березу в восточной части Джунгарского Алатау, где нет хвойного леса [27]. В районах с низкой долей в древостое хвойных деревьев или невысокой лесистостью мечение медведями лиственных пород более обычно [4, 28]. Тем не менее С.В. Пучковский [13] указывает, что в Удмуртии бурые медведи явно избегают маркировать березы, что согласуется с результатами нашего исследования.

Бурые медведи склонны выбирать для мечения деревья с относительно большим диаметром ствола. На это указывают как результаты сравнения выборок маркировочных деревьев с деревьями, доступными для мечения, так и то, что меченых деревьев с диаметром менее 10 см обнаружено не было. Уменьшение количества маркировочных деревьев с диаметром более 40 см по сравнению с диаметрами от 11 до 40 см связано с общей малой долей деревьев, имеющих такие размерные характеристики в районе исследования. Выбор бурыми медведями для мечения деревьев с относительно большим диаметром, чем в окружающей среде, отмечен также для других регионов [12, 17, 29].

Из деревьев, ствол которых расположен под углом относительно поверхности земли, медведи выбирают для маркирования чаще те, которые нависают в сторону тропы, а метят их в основном со стороны острого угла наклона

[16]. Считается, что животные, в частности тигры, используют свойство наклоненных деревьев защищать запаховую метку от дождевой воды [30].

Доля маркировочных деревьев, несущих на себе следы обтёртостей, оказалась больше, чем доля деревьев со сдирами и закусками как в целом, так и в отношении только свежих меток. В.С. Пажетнов [1] на основании изучения маркировочной деятельности медведей в Центральном-Лесном заповеднике пришел к выводу, что сдиры и закусы звери оставляют на деревьях гораздо реже, чем обтёртости.

Исследования показали, что многие маркировочные деревья метятся медведями повторно. Часть маркировочных деревьев используется медведями наиболее интенсивно. Повторное мечение разными особями одних и тех же объектов в течение длительного периода времени делает из них коммуникационные центры на популяционном уровне [31].

Долины рек являются для животных ландшафтными ориентирами при перемещениях, кроме того, по ним удобнее и легче передвигаться, чем по склонам. По этой причине тропы бурых медведей и связанные с ними коммуникативные объекты, в первую очередь маркировочные деревья, приурочены по большей части к поймам и террасам речных долин. Такое распределение маркировочных объектов характерно и для других регионов Дальнего Востока, например, Северного Приохотья [32], Среднего Сихотэ-Алиня [16] и о-ва Итуруп [26].

Распределение маркировочных деревьев по типам леса в определенной степени отражает распределение бурого медведя. На территории исследования маркировочные деревья располагались в зоне хвойных лесов с доминированием пихты и лиственницы – типичных местообитаний бурого медведя.

Мечение животными деревьев, расположенных на тропах, наблюдается в разных частях ареала бурого медведя [1, 4–6, 13, 25, 33]. Большинство троп расположено в местах, удобных для перемещения медведей. Расположение маркировочных деревьев вдоль троп увеличивает вероятность их обнаружения животными [33].

Различия в частоте мечения медведями деревьев отражают различия в плотности населения медведей [13]. Частота обнаруженных меченых деревьев в районе исследования (3,2 дерева на 1 км) является относительно высокой. Для сравнения, в Печоро-Илычском заповеднике (Республика Коми) частота мечения в среднем составляет 0,6 дерева на 1 км маршрута [19]. Частота мечения деревьев – параметр, который может быть с успехом использован при определении относительной плотности населения бурого медведя и в мониторинге состояния его популяций [13, 16, 22].

Заключение

Важную роль во внутривидовых взаимодействиях, связанных с регуляцией пространственного размещения особей и территориальной защитой в популяциях бурого медведя, играет маркировочная деятельность. Как и в других регионах, на Восточном Сахалине она осуществляется животными посредством мечения деревьев и следовых меток.

Медведи выбирали для мечения дерева, частота обнаружения которых другими особями наиболее вероятна (расположенные на тропах и с относительно большим диаметром ствола). Звери предпочитали пихту сахалинскую, на которой относительно легко отделяется кора, метки заметны и дольше сохраняются, что связано со свойствами коры и наличием живицы. Эти особенности выбора объектов маркировки согласуются с признаками, характеризующими надежность опосредованной коммуникации животных.

Список источников

1. Пажетнов В.С. Сигнальные метки в поведении бурых медведей (*Ursus arctos*) // Зоологический журнал. 1979. Т. 58, вып. 10. С. 1536–1542.
2. Colmenares F., Rivero H. Displays occurring during conflict situations convey chemical and visual intimidation messages in bears living under captive group conditions // Acta Zoologica Fennica. 1983. № 174. PP. 145–148.
3. Пучковский С.В. Экологические и этологические аспекты дендроактивности бурого медведя (*Ursus arctos*) // Успехи современной биологии. 2005. Т. 125, № 3. С. 328–342.
4. Флеров К.К. Очерки жизни бурого медведя на Северном Урале // Ежегодник Зоологического музея АН СССР. 1929. Т. 30, вып. 3. С. 351–358.
5. Seton E.T. Lives of game animals. Vol. 2. New York : The literary guild of America. Унс, 1937. 746 p.
6. Руковский Н.Н. Некоторые аспекты поведения медведя в Вологодской области // Экология медведей. Новосибирск : Наука, 1987. С. 134–139.
7. Пажетнов В.С. Территориальность у бурого медведя и определяющие ее факторы // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии. 1990. Т. 95, вып. 2. С. 3–11.
8. Begg C.M., Begg K.S., Du Toit J.T., Mills M.B.L. Scent-marking behaviour of the honey badger, *Mellivora capensis* (Mustelidae), in the southern Kalahari // Animal Behavior. 2003. Vol. 66. PP. 917–929. doi: 10.1006/anbe.2003.2223
9. Vogt K., Zimmerman F., Kolliker M., Breitenmoser U. Scent-marking behavior and social dynamics in a wild population of Eurasian lynx *Lynx lynx* // Behavioural Processes. 2014. Vol. 106. PP. 98–106. doi: 10.1016/j.beproc.2014.04.017
10. Соколов В.Е., Зинкевич Э.П. Химическая сигнализация млекопитающих. М. : Знание, 1978. 63 с.
11. Gosling L.M., Roberts S.C. Scent-marking by male mammals: cheat-proof signals to competitors and mates // Advances in the Study of Behavior. Vol. 30 / ed. by P.J.B. Slater, et al. San Diego : Academic Press, 2001. PP. 169–218.
12. Clapham M., Nevin O.T., Ramsey A.D., Rosell F. The function of strategic tree selectivity in the chemical signalling of brown bears // Animal Behaviour. 2013. Vol. 85, № 6. PP. 1351–1357. doi: 10.1016/j.anbehav.2013.03.026
13. Пучковский С.В. Роль человека в формировании коммуникативной системы бурого медведя (*Ursus arctos* L.) и проблема мониторинга // Экология. 1998. № 5. С. 390–395.
14. Green G.I., Mattson D.J. Tree rubbing by Yellowstone grizzly bears *Ursus arctos* // Wildlife Biology. 2003. Vol. 9. PP. 1–9. doi: 10.2981/wlb.2003.002
15. González-Bernardo E., Bagnasco C., Bombieri G., Zarzo-Arias A., Ruiz-Villar H., Morales-González A., Lamamy C., Ordiz A., Cañedo D., Díaz J., Chamberlain D.E., Penteriani V. Rubbing behavior of European brown bears: factors affecting rub tree selectivity and density // Journal of Mammalogy. 2021. Vol. 102, № 2. PP. 468–480. doi: 10.1093/jmammal/gyaa170
16. Серёдкин И.В., Костыря А.В., Гудрич Д.М. Маркировочная деятельность бурого медведя на Сихотэ-Алине // Зоологический журнал. 2014. Т. 93, № 5. С. 694–702. doi: 10.7868/S0044513414050079

17. Seryodkin I.V. Marking activity of the Kamchatka brown bear (*Ursus arctos piscator*) // Achievements in the Life Sciences. 2014. Vol. 8. № 2. PP. 153–161. doi: 10.1016/j.als.2015.04.006
18. Kendall K.C., Metzger L.H., Patterson D.A., Steele B.M. Power of sign surveys to monitor population trends // Ecological Applications. 1992. Vol. 2, № 4. PP. 422–430. doi: 10.2307/1941877
19. Пучковский С.В., Копысов П.В., Поздеева Н.С., Филимонцева Н.А. Линейная частота мечения (ЛЧМ) и избирательность бурьими медведями сигнальных деревьев Печоро-Ильчского заповедника // Териофауна России и сопредельных территорий (VII съезд териологического общества). М. : Издательско-полиграфическое предприятие «Гриф и К», 2003. С. 283.
20. Исаченко А.Г. Ландшафты СССР. Л. : Издательство Ленинградского университета, 1985. 320 с.
21. Толмачев А.И. О флоре острова Сахалин. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1959. 102 с.
22. Пучковский С.В. Сигналы и метки в составе биологического сигнального поля // Вестник Удмуртского университета. 2014. Вып. 1. С. 93–99.
23. Берзан А.П. Маркировочное поведение бурого медведя на южных Курильских островах // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии. 1996. Т. 101, вып. 5. С. 30–38.
24. Jacobs J. Quantitative measurement of food selection – a modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index // Oecologia. 1974. Vol. 14, № 4. PP. 413–417. doi: 10.1007/BF00384581
25. Jammicky J. Formy komunikacie medveda hnedeho (*Ursus arctos* L.) // Folia venatoria. 1987. №. 17. PP. 151–167.
26. Серёдкин И.В., Табалыкин Е.А. Объекты маркировочной деятельности бурого медведя в заказнике «Островной» (о. Итуруп, Курильские острова) // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России. М. : ЛАРИО / РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. С. 190–192.
27. Грачев Ю.А. Семейство Медвежьи – Ursidae // Млекопитающие Казахстана. Т. 3, ч. 1. Алма-Ата, 1981. С. 148–191.
28. Плешак Т.В. Необычная маркировочная деятельность бурого медведя (*Ursus arctos*) // Экология. 1990. № 2. С. 80–82.
29. Пучковский С.В., Буйновская М.С., Воронежская Д.К., Неустроев Г.В. К изучению избирательности маркировочного поведения бурого медведя по диаметру деревьев // Сибирский экологический журнал. 2012. Т. 19, № 1. С. 141–147.
30. Smith J.L.D., McDougal C., Miquelle D. Scent marking in free-ranging tigers, *Panthera tigris* // Animal Behaviour. 1989. Vol. 37. PP. 1–10. doi: 10.1016/0003-3472(89)90001-8
31. King T.W., Salom-Pérez R., Shipley L.A., Quigley H.B., Thornton D.H. Ocelot latrines: communication centers for Neotropical mammals // Journal of Mammalogy. 2017. Vol. 98. PP. 106–113. doi: 10.1093/jmammal/gyw174
32. Чернявский Ф.Б., Кречмар М.А. Бурый медведь (*Ursus arctos* L.) на Северо-Востоке Сибири. Магадан : ИБПС СВНЦ ДВО РАН, 2001. 93 с.
33. Burst T.L., Pelton M.R. Black bear mark trees in the Smoky Mountains // International Conference on Bear Research and Management. 1983. Vol. 5. PP. 45–53.

References

1. Pazhetnov VS. Signal'nye metki v povedenii burych medvedey (*Ursus arctos*) [Signal marks in the behavior of brown bears (*Ursus arctos*)]. *Zoologicheskii Zhurnal*. 1979;58(10):1536-1542. In Russian
2. Colmenares F, Rivero H. Displays occurring during conflict situations convey chemical and visual intimidation messages in bears living under captive group conditions. *Acta Zoologica Fennica*. 1983;174:145-148.
3. Puchkovskiy SV. Ecological and ethological aspects of dendroactivity in brown bear (*Ursus arctos*). *Uspehi Sovremennoj Biologii*. 2005;125(3):328-342. In Russian, English summary

4. Flerov KK. Oчерки zhizni burgoo medvedya na Severnom Urale [Sketches of the brown bear life in the Northern Urals]. *Ezhegodnik Zoologicheskogo muzeya AN SSSR*. 1929;30(3):351-358. In Russian
5. Seton ET. Lives of game animals. V. 2. New York: The literary guild of America. Ync; 1937. 746 p.
6. Rukovskiy NN. Nekotoryye aspekty povedeniya medvedya v Vologodskoy oblasti [Some aspects of bear behavior in the Vologda region]. In: *Ekologiya medvedey* [Ecology of bears]. Novosibirsk: Nauka Publ.; 1987. pp. 134-139. In Russian
7. Pazhetnov VS. Territorial'nost' u burogo medvedya i opredelyayuschie eyo factory [Brown bear territoriality and its determining factors]. *Bulleten' Moskovskogo obschestva ispytateley prirody. Otdeleniya biologii*. 1990;95(2):3-11. In Russian
8. Begg CM, Begg KS, Du Toit JT, Mills MBL. Scent-marking behaviour of the honey badger, *Mellivora capensis* (Mustelidae), in the southern Kalahari. *Animal Behavior*. 2003;66:917-929. doi: 10.1006/anbe.2003.2223
9. Vogt K, Zimmerman F, Kolliker M, Breitenmoser U. Scent-marking behavior and social dynamics in a wild population of Eurasian lynx *Lynx lynx*. *Behavioural Processes*. 2014;106:98-106. doi: 10.1016/j.beproc.2014.04.017
10. Sokolov VE, Zinkevich EP. Khimicheskaya signalizatsiya mlekopitayushchikh [Chemical signaling in mammals]. Moscow: Znanie Publ.; 1978. 63 p. In Russian
11. Gosling LM, Roberts SC. Scent-marking by male mammals: cheat-proof signals to competitors and mates. In: *Advances in the Study of Behavior*. V. 30. Slater PJB et al., editors. San Diego: Academic Press; 2001. pp. 169-218.
12. Clapham M, Nevin OT, Ramsey AD, Rosell F. The function of strategic tree selectivity in the chemical signalling of brown bears. *Animal Behaviour*. 2013;85(6):1351-1357. doi: 10.1016/j.anbehav.2013.03.026
13. Puchkovskiy SV. Rol' cheloveka v formirovaniy kommunikativnoy sistemy burogo medvedya (*Ursus arctos* L.) i problema monitoringa [The role of humans in the formation of the communication system of the brown bear (*Ursus arctos* L.) and the problem of monitoring]. *Ekologiya*. 1998;5:390-395. In Russian
14. Green GI, Mattson DJ. Tree rubbing by Yellowstone grizzly bears *Ursus arctos*. *Wildlife Biology*. 2003;9:1-9. doi: 10.2981/wlb.2003.002
15. González-Bernardo E, Bagnasco C, Bombieri G, Zarzo-Arias A, Ruiz-Villar H, Morales-González A, Lamamy C, Ordiz A, Cañedo D, Díaz J, Chamberlain DE, Penteriani V. Rubbing behavior of European brown bears: factors affecting rub tree selectivity and density. *Journal of Mammalogy*. 2021;102(2):468-480. doi: 10.1093/jmammal/gyaa170
16. Seryodkin IV, Kostyria AV, Goodrich JM. Marking activity of brown bear (*Ursus arctos*) in the Sikhote-Alin Mountains. *Zoologicheskii Zhurnal*. 2014;93(5):694-702. doi: 10.7868/S0044513414050079. In Russian, English summary
17. Seryodkin IV. Marking activity of the Kamchatka brown bear (*Ursus arctos piscator*). *Achievements in the Life Sciences*. 2014;8(2):153-161. doi: 10.1016/j.als.2015.04.006
18. Kendall KC, Metzger LH, Patterson DA, Steele BM. Power of sign surveys to monitor population trends. *Ecological Applications*. 1992;2(4):422-430. doi: 10.2307/1941877
19. Puchkovskiy SV, Kopysov PV, Pozdeeva NS, Filimontseva NA. Lineynaya chastota mecheniya (LChM) i izbiratel'nost' buryimi medvedyami signal'nykh derev'yev Pechoro-Ilychskogo zapovednika [Linear tagging frequency (LTF) and selectivity of signal trees of the Pechora-Ilych Nature Reserve by brown bears]. In: *Teriofauna Rossii i sopredel'nykh territoriy (VII s'yезд teriologicheskogo obshchestva)* [Theriofauna of Russia and adjacent territories (VII Congress of the Theriological Society)]. Moscow: Izdatel'skopoliograficheskoye predpriyatiye "Grif i K"; 2003. p. 283. In Russian
20. Isachenko AG. Landshafty SSSR [Landscapes of the USSR]. Leningrad: Leningrad State University Publ.; 1985. 320 p. In Russian
21. Tolmachov AI. O flore ostrova Sakhalin [About the flora of Sakhalin Island]. Moscow - Leningrad: AN USSR Publ.; 1959. 102 p. In Russian
22. Puchkovskiy SV. Signals and marks in biological signal field composition of brown bear. *Vestnik Udmurtskogo universiteta*. 2014;1:93-99. In Russian, English summary

23. Berzan AP. Markirovochnoe povedenie burogo medvedya na yuzhnykh Kuril'skikh ostrovakh [Marking behavior of a brown bear on the southern Kuril Islands]. *Bulleten' Moskovskogo obschestva ispytateley prirody. Otdeleniya biologii*. 1996;101(5): 30-38. In Russian
24. Jacobs J. Quantitative measurement of food selection - a modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*. 1974; 14(4):413-417. doi: 10.1007/BF00384581
25. Jamnický J. Formy komunikacie medveda hnedeho (*Ursus arctos* L.). *Folia venatoria*. 1987;17:151-167.
26. Seryodkin IV, Tabalykin EA. Ob'yekty markirovochnoy deyatel'nosti burogo medvedya v zakaznike "Ostrovnoy" (o. Iturup, Kuril'skiye ostrova) [Objects of brown bear marking activity in the Ostrovnoy Reserve (Iturup Island, Kuril Islands)]. In: *Sokhraneniye raznoobraziya zhivotnykh i okhotnich'ye khozyaystvo Rossii* [Conservation of animal diversity and hunting in Russia]. Moscow: LARGO / RGAU - MSKHA imeni K.A. Timiryazeva; 2022. pp. 190-192. In Russian
27. Grachev YA. Semeystvo Medvezh'i – Ursidae [Family Bears - Ursidae]. In: *Mlekopitayushchiye Kazakhstana* [Mammals of Kazakhstan]. V. 3(1). Almaty; 1981. pp. 148-191. In Russian
28. Pleshak TV. Neobychnaya markirovochnaya deyatel'noct' burogo medvedya (*Ursus arctos*) [Unusual marking activity of a brown bear (*Ursus arctos*)]. *Ecologiya*. 1990;2:80-82. In Russian
29. Puchkovskiy SV, Buynovskaya MS, Voronetskaya DK, Neustroev GV. On the studies of marking behavior of brown bear in terms of tree diameter selectivity. *Contemporary Problems of Ecology*. 2012;5:104-109. doi: 10.1134/S1995425512010146
30. Smith JLD, McDougal C, Miquelle D. Scent marking in free-ranging tigers, *Panthera tigris*. *Animal Behaviour*. 1989;37:1-10. doi: 10.1016/0003-3472(89)90001-8
31. King TW, Salom-Pérez R, Shipley LA, Quigley HB, Thornton DH. Ocelot latrines: communication centers for Neotropical mammals. *Journal of Mammalogy*. 2017;98:106-113. doi: 10.1093/jmammal/gyw174
32. Chernyavskiy FB, Krechmar MA. Buryy medved' (*Ursus arctos* L.) na Severo-Vostoke Sibiri [Brown bear (*Ursus arctos* L.) in the North-East Siberia]. Magadan: IBPS SVNTH DVO RAN; 2001. 93 p. In Russian
33. Burst TL, Pelton MR. Black bear mark trees in the Smoky Mountains. *International Conference on Bear Research and Management*. 1983;5:45-53.

Информация об авторе:

Серёдкин Иван Владимирович – канд. биол. наук, в.н.с. лаборатории экологии и охраны животных Тихоокеанского института географии ДВО РАН (Владивосток, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4054-9236>

E-mail: seryodkinivan@inbox.ru

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Information about the author:

Ivan V. Seryodkin – Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher of the Laboratory of Ecology and Animal Conservation, Pacific Geographical Institute FEB RAS (Vladivostok, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4054-9236>

E-mail: seryodkinivan@inbox.ru

The Author declares no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 09.12.2022;
одобрена после рецензирования 17.04.2023; принята к публикации 18.03.2024.*

*The article was submitted 09.12.2022;
approved after reviewing 17.04.2023; accepted for publication 18.03.2024.*