

УДК 599.322.3:528.7 (1-751.1)

КАРТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОБРОВ В КАРЕЛЬСКОЙ ЧАСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВОДЛОЗЕРСКИЙ» НА ОСНОВЕ АЭРОФОТОСНИМКОВ

Ф. В. Фёдоров

*Институт биологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»
(ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910)*

Изучены потенциальные возможности аэрофотоснимков для картирования распределения бобровых поселений и оценки изменений прибрежных лесонасаждений в результате деятельности бобров. В статье анализируются материалы аэрофотосъемки карельской части НП «Водлозерский», которая проводилась в 2015–2016 гг. в рамках мероприятий по лесоустройству. В ходе анализа учтено 84 поселения, из которых 31 % (n=26) – жилые или недавно оставленные, 63 % (n=53) – брошенные. Заселенность 6 % поселений осталась под вопросом. В 71 поселении были установлены плотины (84,5 %). В 37 поселениях удалось выделить и закартировать 41 действующий или зарастающий бобровый пруд. Минимальная площадь затопленного или усохшего в результате подтопления леса составила 0,2 га, максимальная – 46,5 га, средняя – 13 га.

Ключевые слова: аэрофотоснимки; бобровые поселения; пруд; затопление; прибрежный биоценоз

Для цитирования: Фёдоров Ф. В. Картирование объектов жизнедеятельности бобров в карельской части национального парка «Водлозерский» на основе аэрофотоснимков // Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 3. С. 75–85. doi: 10.17076/eco1886

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания КарНЦ РАН (№ FMEN-2022-0003).

F. V. Fyodorov. MAPPING BEAVER INFRASTRUCTURE IN THE KARELIAN PART OF VODLOZERSKY NATIONAL PARK USING AERIAL PHOTOGRAPHS

*Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences
(11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia)*

This study was conceived to investigate the potential capabilities of aerial photography in mapping the distribution of beaver colonies and beaver-induced changes in waterside forest stands. The article analyzes aerial images from the Karelian part of the Vodlozersky NP taken in 2015–2016 within a forest management inventory. The analysis covered 84 colonies, of which 31 % (n=26) were inhabited or recently abandoned

and 63 % (n=53) were abandoned. The habitation of 6 % of the colonies is questionable. Dams were spotted in 71 colonies (84.5 %). In 37 colonies we managed to spot and map 41 active or overgrowing beaver ponds. The area of flooded or flood-killed forest was 0.2 ha at minimum, 46.5 at maximum, and 13 ha on average.

Keywords: aerial photographs; beaver colonies; pond; flooding; waterside ecosystem

For citation: Fyodorov F. V. Mapping beaver infrastructure in the Karelian part of Vodlozersky National Park using aerial photographs. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2024. No. 3. P. 75–85. doi: 10.17076/eco1886

Funding. The study was carried out within state assignment to KarRC RAS (# FMEN-2022-0003).

Введение

В последние десятилетия российские и зарубежные специалисты-зоологи широко используют космические и аэрофотоснимки для картирования местообитания животных и оценки их воздействия на элементы ландшафта [Мордвинцев, Петросян, 1994; Townsend, Butler, 1996; Syphard, Garcia, 2001; Butler, 2002; Горяйнова и др., 2012; Pearl et al., 2015; Barber-Meyer, 2019; McLaren et al., 2022 и др.]. Такой современный подход имеет ряд преимуществ: позволяет в кратчайшие сроки оценить экологические характеристики местообитаний животных, ускоряет и удешевляет наземные картографические работы, дает возможность проводить экстраполяцию результатов экологических исследований на основе ГИС, сокращает людские и финансовые затраты и т. д. [Горяйнова и др., 2012].

В рамках договора, заключенного между Водлозерским национальным парком и КарНЦ РАН, изучались потенциальные возможности аэрофотоснимков для картирования объектов жизнедеятельности бобров на карельской части национального парка (НП). В ходе работы проводилась количественная оценка экологических последствий появления бобров на водотоках НП.

Следует, однако, подчеркнуть, что учеты бобровых поселений на основе аэрофотоснимков имеют ряд ограничений, не позволяющих объективно оценивать численность животных. Во-первых, аэрофотосъемка национального парка проходила в 2015–2016 гг., а с тех пор ситуация с бобрами могла существенно измениться. В Карелии (особенно в местах, где сохранились коренные леса) обилие водоемов и скудная кормовая база вынуждают бобров часто менять свои местожительства и перемещаться на большие расстояния [Данилов и др., 2007]. Поэтому к 2022 г., когда выполняли анализ снимков, реальное распределение бобров на

территории НП могло уже сильно отличаться от распределения семилетней давности. Вторая причина, по которой невозможно объективно судить о численности бобров, это отсутствие уверенности, что при фиксировании на снимках затопленной территории мы однозначно имеем дело с жилыми поселениями. В данном случае поселение может быть отнесено к одной из двух категорий – либо жилое, либо оставленное бобрами совсем недавно. С гораздо большей уверенностью мы можем говорить о давно брошенных поселениях. На них указывают признаки сукцессионных изменений растительности, которые происходят на бывших запрудах после ухода бобров, – высохший лес, формирование сообщества болотного типа, наличие подроста. Таким образом, анализ аэрофотоснимков нацелен прежде всего на фиксирование объектов жизнедеятельности бобров, картирование распределения поселений по территории НП, анализ качества местообитаний и на оценку влияния бобров на прибрежные лесные насаждения.

Материалы и методы

В основу настоящей работы положен анализ материалов аэрофотосъемки территории НП «Водлозерский», которая проводилась в 2015–2016 гг. в рамках мероприятий по лесоустройству. Снимки анализировали с использованием программы QGIS 3.26.2.

Распределение бобровых поселений фиксировали в карельской части НП «Водлозерский» (130,6 тыс. га). Водлозерский парк – одна из крупнейших охраняемых природных территорий, где еще сохранились крупные массивы коренных лесов [Хохлова и др., 2000]. На территории парка преобладают хвойные леса – 96,4 % от всей лесопокрытой площади, из них ельники занимают 50,2 %, а сосняки – 46,2 % [Ананьев, 1999; Ананьев, Раевский, 2001]. Березовые и осиновые древостои встречаются

крайне редко (3,4 и 0,2 % соответственно). Уже из этой краткой характеристики лесов становится понятным, что бобровые угодья Водлозерского парка характеризуются крайней бедностью. Такая специфика парка – скудость кормовой базы бобров, с одной стороны, и обилие водоемов, с другой, – определяет характерные особенности существования бобров в водлозерских угодьях: формирование поселений в местах с наибольшим числом лиственных пород, быстрое истощение кормовой базы, частая смена мест обитания, невысокая численность животных. Все это приводит к появлению большого количества брошенных поселений, когда мы встречаем многочисленные признаки бывшего пребывания бобров, но не их самих.

Выявление и картирование поселений бобров выполняли по следующей схеме:

1. Отмечали все следы жизнедеятельности бобров: сваленные деревья, кормовые площадки, плотины, хатки, пруды (рис. 1). Места с единичными поваленными деревьями (1–3) игнорировались, если только не было других признаков активности бобров.



Рис. 1. Плотины на р. Сомбома, поселение № 82
Fig. 1. Dam on the Somboma River, colony No. 82

2. Высыхающий или высохший бобровый пруд с сухостоем и признаками сукцессионных изменений относили к категории брошенных поселений. Территории, затопленные в результате строительства плотин, записывали в категорию жилых или недавно оставленных поселений.

3. Бобровые пруды картировали по периметру и вычисляли площадь затопленного и подтопленного леса (рис. 2).

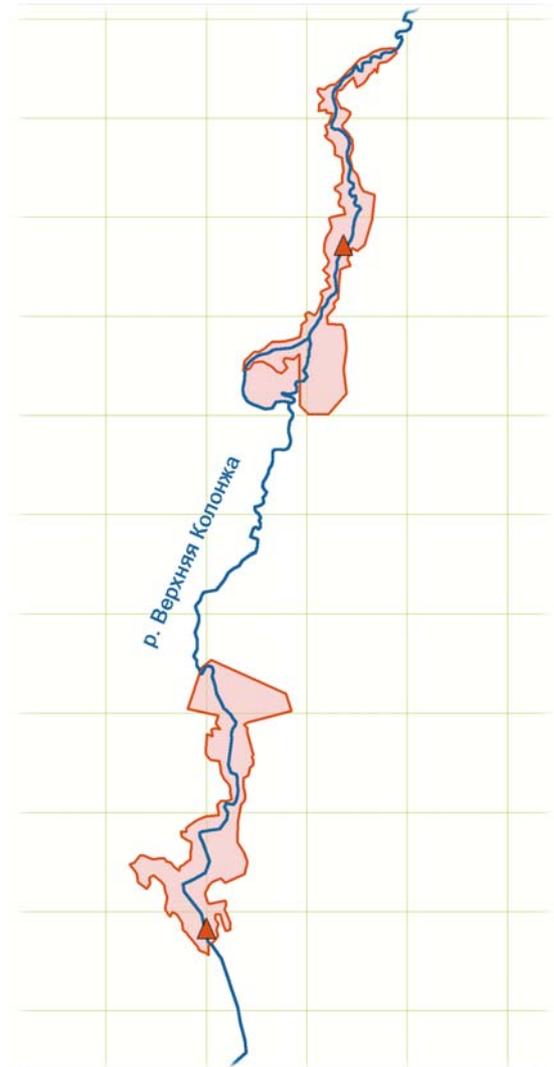


Рис. 2. Картограмма бобровых прудов на р. Верхняя Колонжа (поселения № 38, 40)

Fig. 2. Schematic map of the beaver ponds on the Upper Kolonza River (colonies No. 38, 40)

Результаты и обсуждение

Численность. В ходе анализа аэрофото-снимков в карельской части НП учтено 84 поселения, из которых 31 % (n=26) – жилые или недавно оставленные, 63 % (n=53) – брошенные. Заселенность 6 % поселений осталась под вопросом (рис. 3, табл. 1). Эти данные частично согласуются с результатами полевых учетов, которые проводили сотрудники Водлозерского парка в 2014–2015 гг. [Каньшиев, 2016]. Тогда на всей территории парка (включая архангельскую часть, которая больше карельской в 2,5 раза) было насчитано 50 жилых поселений. Учитывая, что полевые учеты охватили не все водоемы, общие запасы бобров оценивали выше приведенного показателя на 40 %.

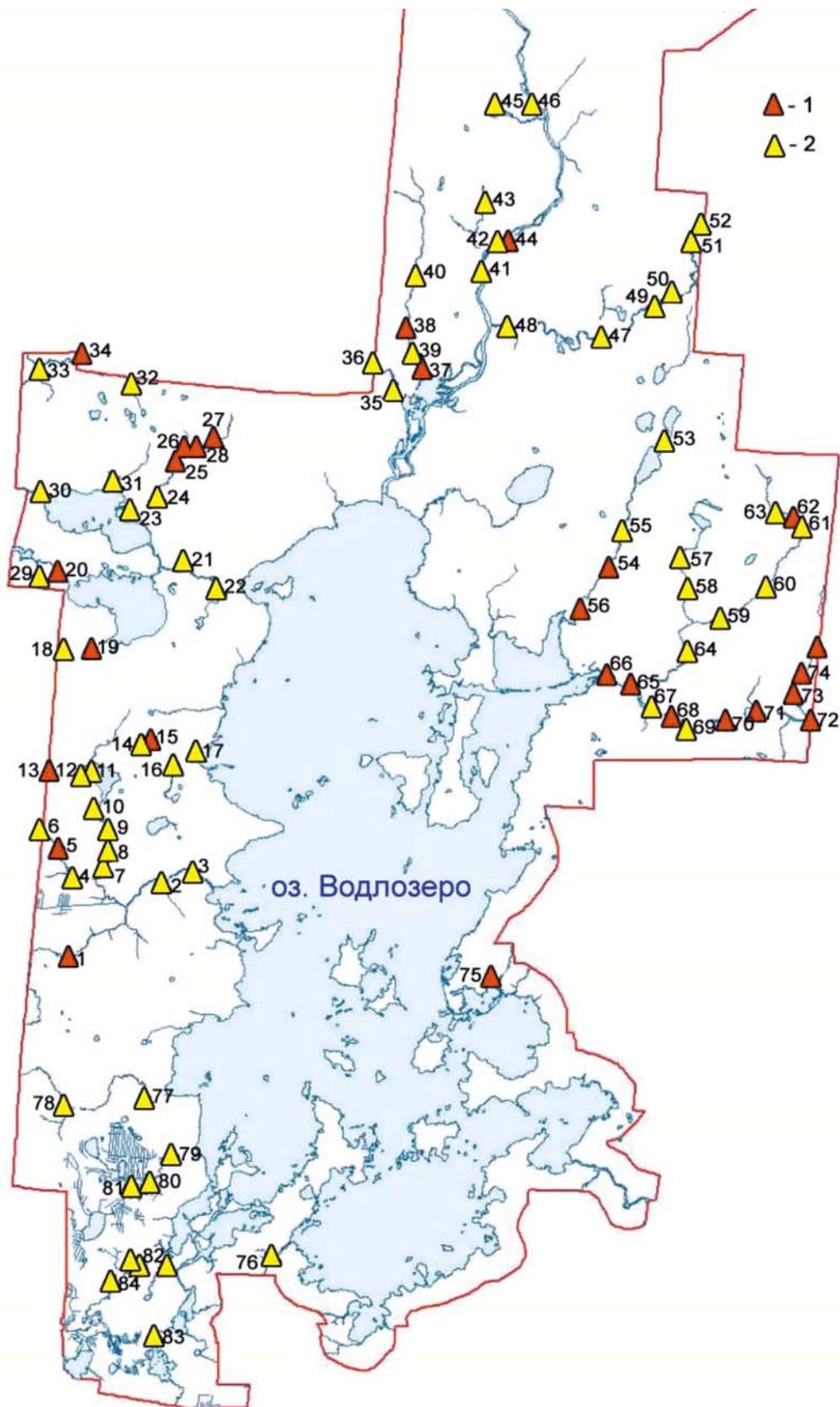


Рис. 3. Распределение бобровых поселений в карельской части НП «Водлозерский»: 1 – жилые поселения, 2 – брошенные поселения, цифры на карте – номер поселения в табл. 1

Fig. 3. Distribution of beaver colonies in the Karelian part of the Vodlozersky NP: 1 – inhabited colonies, 2 – abandoned colonies; numbers on the map – number of the colony in Table 1

Таблица 1. Поселения бобров, выявленные в ходе анализа аэрофотоснимков карельской части НП «Водлозерский»

Table 1. Beaver colonies identified during the analysis of the aerial photographs of the Karelian part of the Vodlozersky National Park

№ поселения No. colony	Водоем Waterbody	Заселенность* Inhabitability*	Бобровый пруд Beaver pond	Площадь бобрового пруда, га** Beaver pond area, ha**	Биотоп Biotope
1	руч. Гавручей Gavruchey Stream	Жилое Inhabited	есть yes	9,5 + 0,2	Ельник приручейный Riparian spruce forest
2	р. Нижняя Охтома Nizhnyaya Ohtoma River	Брошенное Abandoned	«	0,5 + 0,3	Болото Wetland
3	«	«	нет no		«
4	руч. Ельручей Yelruchey Stream	«	есть yes	17,7	Ельник приручейный Riparian spruce forest
5	«	Жилое Inhabited	«	?	Ельник долгомошный Haircap-moss spruce forest
6	«	?	«	?	Болото Wetland
7	р. Нижняя Охтома Nizhnyaya Ohtoma River	Брошенное Abandoned	«	1,2	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
8	«	«	«	14,2	Ельник приручейный Riparian spruce forest
9	«	«	«	5,3	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
10	«	«	«	19,7	Болото Wetland
11	оз. Нижнее Охтомозеро Lake Nizhnee Ohtomozero	?	нет no		Сосняк черничный Bilberry-pine forest
12	р. Верхняя Охтома Verhnyaya Ohtoma River	Брошенное Abandoned	есть yes	22,3	Болото Wetland
13	«	Жилое Inhabited	«	16,5	«
14	оз. Озера Оленьих ворот Lake Olenyi vorota lakes	Брошенное Abandoned	нет no		Сосняк черничный Bilberry-pine forest
15	«	Жилое Inhabited	«		Ельник черничный Bilberry-spruce forest
16	руч. Голюша Golyusha Stream	Брошенное Abandoned	есть yes	10,0	Болото Wetland
17	оз. Водлозеро Lake Vodlozero	?	нет no		Ельник черничный Bilberry-spruce forest
18	р. Кижим Kizhim River	Брошенное Abandoned	есть yes	8,7	Ельник долгомошный Haircap-moss spruce forest
19	«	Жилое Inhabited	«	8,6	Болото Wetland
20	р. Пильмаса Pilmasa River	«	«	?	«
21	р. Келка Kelka River	Брошенное Abandoned	«	4,3	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
22	«	«	«	?	Болото Wetland
23	руч. Саручей Saruchey Stream	«	«	2,0	Ельник приручейный Riparian spruce forest
24	«	«	«	19,8	Сосняк черничный Bilberry-pine forest
25	«	Жилое Inhabited	«	?	Ельник долгомошный Haircap-moss spruce forest
26	«	«	«	?	Болото Wetland
27	ручей к руч. Саручей tributary to the Sa- ruchey Stream	«	«	5,8	«

Продолжение табл. 1
Table 1 (continued)

№ поселения No. colony	Водоем Waterbody	Заселенность* Inhabitability*	Бобровый пруд Beaver pond	Площадь бобрового пруда, га** Beaver pond area, ha**	Биотоп Biotope
28	руч. Саручей Saruchey Stream	«	«	4,3	«
29	ручей к р. Пильмаса tributary to the Pilmasa River	Брошенное Abandoned	«	10,3	Сосняк черничный Bilberry-pine forest
30	р. Укша Uksha River	«	«	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
31	руч. Гришинский Grishinskiy Stream	«	«	14,1	Сосняк брусничный Cowberry-pine forest
32	руч. Падрица Padritsa Stream	«	«	20,6	Ельник приручейный Riparian spruce forest
33	р. Пая Paya River	«	«	?	Болото Wetland
34	р. Падрица Padritsa River	Жилое Inhabited	«	24,0 + 46,5	«
35	р. Нижняя Колонжа Nizhnyaya Kolonzha River	Брошенное Abandoned	«	?	Сосняк брусничный Cowberry-pine forest
36	«	«	«	?	Болото Wetland
37	р. Верхняя Колонжа Verhnyaya Kolonzha River	Жилое Inhabited	нет no		«
38	«	«	есть yes	17,0	Березняк травяно-злаковый Forb-bunchgrass-birch forest
39	«	Брошенное Abandoned	«	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
40	«	«	«	13,5 + 7,8	«
41	р. Илекса Ileksa River	?	нет no		Сосняк брусничный Cowberry-pine forest
42	руч. Пурручей Purruchey Stream	Брошенное Abandoned	есть yes	?	Болото Wetland
43	«	«	«	1,6	Сосняк черничный Bilberry-pine forest
44	р. Илекса Ileksa River	Жилое Inhabited	нет no		Болото Wetland
45	руч. Жилой Zhiloy Stream	Брошенное Abandoned	есть yes	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
46	р. Илекса Ileksa River	«	«	20,9	Болото Wetland
47	р. Новгуда Novguda River	«	«	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
48	«	«	«	?	Березняк долгомошный Long-stem moss-birch forest
49	«	«	«	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
50	«	«	«	?	«
51	«	«	«	?	Ельник долгомошный Haircap-moss spruce forest
52	«	«	«	?	«
53	ручей безымянный unnamed stream	«	«	27,4	Болото Wetland
54	р. Тонда Tonda River	Жилое Inhabited	«	3,4	«
55	«	Брошенное Abandoned	«	3,6	Березняк приручейный Riparian birch forest
56	р. Тонда «	Жилое Inhabited	«	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
57	ручей безымянный unnamed stream	Брошенное Abandoned	«	?	Ельник приручейный Bilberry-spruce forest

Окончание табл. 1
Table 1 (continued)

№ поселения No. colony	Водоем Waterbody	Заселенность* Inhabitability*	Бобровый пруд Beaver pond	Площадь бобрового пруда, га** Beaver pond area, ha**	Биотоп Biotope
58	«	«	«	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
59	р. Шошта Shoshta River	«	«	24,0	Болото Wetland
60	«	«	«	25,7	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
61	«	«	«	?	«
62	«	Жилое Inhabited	«	?	Болото Wetland
63	ручей безымянный unnamed stream	Брошенное Abandoned	«	6,1	Сосняк черничный Bilberry-pine forest
64	р. Шошта Shoshta River	«	«	?	Сосняк черничный Bilberry-pine forest
65	«	Жилое Inhabited	«	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
66	р. Сухая Водла Sukhaya Vodla River	«	нет по		Болото Wetland
67	«	Брошенное Abandoned	«		Ельник черничный Bilberry-spruce forest
68	«	Жилое Inhabited	«		Болото Wetland
69	«	Брошенное Abandoned	есть yes	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
70	«	Жилое Inhabited	нет по		Болото Wetland
71	р. Ламбуда Lambuda River	«	есть yes	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
72	«	«	«	?	«
73	«	«	«	5,5	«
74	«	«	«	?	Ельник долгомошный Haircap-moss spruce forest
75	руч. Путиловка Putilovka Stream	«	«	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
76	оз. Черное Lake Chyornoe	Брошенное Abandoned	нет по		Болото Wetland
77	р. Нижняя Охтома Nizhnyaya Ohtoma River	«	есть yes	23,0	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
78	«	«	«	?	Болото Wetland
79	руч. Рандручей Randruchey Stream	?	«	?	Ельник черничный Bilberry-spruce forest
80	«	Брошенное Abandoned	«	23,1	Болото Wetland
81	«	«	«	9,5	Березняк приручейный Riparian birch forest
82	р. Сомбома Somboma Stream	«	«	?	«
83	ручей безымянный unnamed stream	«	«	26,9	Болото Wetland
84	р. Сомбома Somboma Stream	«	«	7,8	«

Примечание. *Поселение, отмеченное как жилое, может быть также недавно оставленным бобрами. **Площади некоторых прудов помечены вопросительным знаком из-за невозможности определить их границы по следующим причинам: 1) затопленный участок берега небольшой и пруд не виден полностью под кроной деревьев; 2) давно брошенное поселение с сильно заросшим прудом, границы которого с трудом просматриваются; 3) нечеткое фото.

Note. * The colony marked as inhabited may also have been recently abandoned by beavers. ** The areas of some ponds are marked with a question mark due to the impossibility to determine their boundaries for the following reasons: 1) the flooded section of the bank is small and the pond is not completely visible under the crown of trees; 2) a long abandoned colony with a heavily overgrown pond, the boundaries of which are hardly visible; 3) unclear photo.

Обращает на себя внимание большая доля брошенных поселений бобров, обитающих на территории НП. Низкая плотность населения бобров, повторное заселение ими одних и тех же мест и неравномерное распределение поселений могут служить показателями неблагополучия бобровых угодий или нехватки одного из важных компонентов среды, необходимого для благополучного существования бобров. Для Водлозерского национального парка, так же как и для северных районов республики, таким компонентом среды, в котором бобры испытывают недостаток, будет кормовая база. Как показали наши прежние исследования в коренных лесах карельского севера, минимальная представленность лиственных лесов становится причиной низкой численности бобров, большой доли брошенных поселений и поселений с одиночными животными [Федоров, Красовский, 2019; Fyodorov, 2020]. Аналогичную картину мы наблюдаем и на территории Водлозерского национального парка, где преобладают хвойные леса (96,4 %). Первичные березовые и березово-еловые заболоченные леса изредка встречаются в приречных понижениях. Именно эти места заселяются бобрами в первую очередь. Основная кормовая порода бобров – осина – крайне малочисленна и растет на склонах прибрежных холмов, формируя небольшие куртины. Судя по результатам анализа аэрофотоснимков в Водлозерском парке, 44 % поселений находились в ельниках, 32 % – на болотах разного типа, 12 % – в сосняках и 6 % – в березняках. Бобры, расселяясь в таких биотопах, выбирают участки берега с повышенным количеством лиственных пород в составе древостоев. Все это обуславливает и неравномерное распределение животных на водоемах, и частую смену мест жительства при истощении кормовой базы. Поэтому установленная нами доля жилых поселений – треть от всех учтенных по снимкам поселений – скорее всего, отражает реальную картину. Более того, она отражает и общую закономерность, когда в устоявшихся популяциях жилыми могут быть от одной трети до половины поселений [Rosell, Campbell-Palmer, 2022].

Аналогичную работу по оценке численности бобров на основе аэрофотоснимков в архангельской части национального парка провели В. Н. Мамонтов и Р. В. Хохлов [2017]. Однако, учитывая приведенные выше рассуждения о качестве бобровых угодий, приходится сомневаться в тех результатах, которые они получили. Во-первых, авторы не делили поселения на две категории – жилые и брошенные –

и все 434 выявленных в архангельской части НП поселения они пометили как заселенные бобрами. Во-вторых, по снимкам невозможно определить размер бобровой семьи. Данные аэрофотосъемки применяют в основном для картирования объектов жизнедеятельности бобров и оценки их воздействия на элементы ландшафта, в то время как количественный состав бобровой семьи определяют в ходе полевых работ с использованием методик, разработанных А. В. Федюшиным [1935], Л. С. Лавровым [1952], Ю. В. Дьяковым [1975], Б. П. Борисовым [1986] и некоторыми другими исследователями. Поэтому средний размер бобровой семьи – 4,26 особи, – установленный В. Н. Мамонтовым и Р. В. Хохловым «с использованием дистанционных методов», вызывает большие сомнения. По данным В. Я. Каньшиевой [2016], этот показатель в национальном парке равняется 3,6 особи, что намного объективнее отражает реальную картину. Как показали наши исследования, в Карелии средняя величина бобровой семьи составляет: для канадского бобра – 4,0 особи, для европейского – 3,9 [Данилов и др., 2007]. Таким образом, В. Н. Мамонтов и Р. В. Хохлов приводят ошибочную оценку численности бобров, обитающих в архангельской части парка, поскольку не учитывают емкость бобровых угодий, «заселяют» животными все увиденные на снимках поселения, а при расчетах используют необоснованно высокое число бобров в семье. Приводимая ими численность – около 2000 особей, – на мой взгляд, завышена в 3–5 раз.

Строительная деятельность бобров и ее воздействие на прибрежные лесонасаждения. Основным первичным видом жилищ бобров являются норы [Федюшин, 1935; Дежкин и др., 1986; Данилов и др., 2007]. Наиболее подходящими для рытья нор бывают высокие берега с выраженной террасой, сложенные из супесчаного или суглинистого грунта. Такие берега редки в Карелии и весьма обычны в южных регионах страны. При низинных, заболоченных или сплавинных берегах строятся хатки. В любом случае, рытье нор энергетически менее затратный вид деятельности, чем строительство хаток, и бобры предпочитают этот тип жилища при благоприятных факторах среды. Однако в какой бы почве ни находилась нора и на каком берегу ни стояла бы хатка, вход обязательно должен располагаться под водой на достаточной глубине, чтобы он не замерзал зимой и не обнажался при падении уровня воды летом. Для регулирования уровня воды бобры

часто на реках или выходах из озер возводят плотины.

В Карелии берега водоемов неблагоприятны для рытья нор, а глубина или водный режим требуют подъема уровня воды, поэтому бобры в нашем регионе проявляют удивительно высокую строительную активность. Так, если у европейского бобра в Псковской обл. доля поселений с плотинами составляет 28,1 %, в Ленинградской обл. – 53,6 %, то в южной части Карелии она уже 74,4 % [Данилов, Федоров, 2015]. И с продвижением к северу строительная активность бобров только возрастает. Исследования, проведенные в Костомукшском заповеднике, показывают, что доля поселений с постройками там намного выше, чем в целом по Карелии, и составляет около 90 % [Федоров, Красовский, 2019].

Прежде чем перейти к обсуждению строительной активности бобров в Водлозерском парке, необходимо сделать небольшое пояснение. Несмотря на то что в Карелии обитают разные виды бобров: в южных районах – европейский (*Castor fiber* L.), в северных – канадский (*C. canadensis* Kuhl), а на территории национального парка присутствуют, скорее всего, оба вида, мы вполне можем сравнивать их строительную активность. Основанием тому служит изучение особенностей экологии разных видов бобров, обитающих на одной территории, – расстояние между их поселениями иногда было менее 10 км [Данилов и др., 2007; Данилов, Федоров, 2015]. Оно убедило нас, что строительная активность бобров – это реакция животных на особенности среды обитания, но не видовое проявление строительного инстинкта, и в одинаковых орографических, эдафических и гидрологических условиях и «канадцы», и «европейцы» строят хатки и плотины с одинаковой частотой.

Анализ аэрофотоснимков показал, что в карельской части НП в 71 поселении были установлены плотины (84,5 %). В 37 поселениях удалось выделить и зарестировать 41 действующий или зарастающий бобровый пруд (табл. 1). Во многих старых поселениях определить границу и площадь бывшей запруды уже не представляется возможным, поскольку на них произошло возобновление древесно-кустарниковой растительности или большая часть пруда скрыта кроной деревьев. Поэтому фактическое число поселений с плотинами и бобровыми прудами должно быть выше. Минимальная площадь затопленного и усохшего в результате подтопления леса составила 0,2 га, максимальная – 46,5 га, средняя – 13 га (табл. 2).

Таблица 2. Количественные показатели бобровых прудов, выявленные на основе анализа аэрофотоснимков

Table 2. Quantitative indicators of the beaver ponds identified from the analysis of the aerial photographs

Доля поселений с прудами, % Proportion of colonies with ponds, %	84,5
Количество обследованных прудов Number of the surveyed ponds	41
Минимальная площадь пруда, га Minimum pond area, ha	0,2
Средняя площадь пруда, га Average pond area, ha	13,0
Максимальная площадь пруда, га Maximum pond area, ha	46,5
Общая площадь прудов, га Total area of the ponds, ha	533,1

Заключение

Результаты работы показывают, что аэрофотоснимки высокого разрешения могут применяться для фиксирования бобровых поселений и анализа жизнедеятельности животных. Полученные данные позволяют не только выделять и картировать отдельные бобровые пруды, но и количественно оценивать эти объекты с помощью технологий ГИС.

Автор считает необходимым выразить признательность за активное содействие в работе над проектом сотрудникам НП «Водлозерский» М. А. Шредерс и Е. В. Кулебякиной.

Литература

Ананьев В. А. Стрoение, развитие и устойчивость коренных разновозрастных ельников НП «Водлозерский» // Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (г. Петрозаводск, 6–8 июля 1999 г.). Петрозаводск: СДВ-Оптика, 1999. С. 189–190.

Ананьев В. А., Раевский Б. В. Характеристика лесов национального парка «Водлозерский» // Национальный парк «Водлозерский»: природное разнообразие и культурное наследие. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2001. С. 111–116.

Борисов Б. П. Методические указания по учету речного бобра на больших территориях. М.: ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1986. 19 с.

Горайнова З. И., Петросян В. Г., Завьялов Н. А. Анализ влияния бобра на экосистемы ПТЗ: Потенциальные возможности космических снимков среднего (Landsat 7) и сверхвысокого (IKONOS, GeoEye-1) разрешения для картирования объектов жизнедеятельности бобров на территории ПТЗ // Речной бобр (*Castor fiber* L.) как ключевой вид экосистемы малой реки (на примере Приокско-Террасного государст-

венного биосферного природного заповедника). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2012. С. 128–136.

Данилов П. И., Федоров Ф. В. Сравнительная характеристика строительной активности канадского и европейского бобра на Европейском Севере России // Экология. 2015. № 3. С. 212–219. doi: 10.7868/S0367059715030026

Данилов П. И., Каньшиев В. Я., Федоров Ф. В. Речные бобры Европейского Севера России. М.: Наука, 2007. 200 с.

Дежкин В. В., Дьяков Ю. В., Сафонов В. Г. Бобр / Ред. А. И. Земскова. М.: Агропромиздат, 1986. 255 с.

Дьяков Ю. В. Методы и техника количественного учета речных бобров // Тр. Воронежского гос. заповедника. Т. 1, вып. XXI. Воронеж, 1975. С. 160–175.

Каньшиев В. Я. История и современное состояние популяций бобра на территории национального парка «Водлозерский» // Труды государственного природного заповедника «Кивач». Вып. 7. Петрозаводск, 2016. С. 161–165.

Лавров Л. С. Количественный учет речных бобров методом выявления мощности поселения // Методы учета численности и географического распространения наземных позвоночных. М.: АН СССР, 1952. С. 147–155.

Мамонтов В. Н., Хохлов Р. В. Современное состояние популяции бобра в архангельской части национального парка «Водлозерский» // «Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства»: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова (22–25 мая 2017 г.). Киров, 2017. С. 73–75.

Мордвинцев И. Н., Петросян В. Г. Применение спутниковой телеметрии и геоинформационных систем для изучения экологии крупных млекопитающих // Исслед. Земли из космоса. 1994. № 2. С. 119–124.

Федоров Ф. В., Красовский Ю. А. Канадский бобр (*Castor canadensis* Kuhl) как инвазивный вид в карельской части Зеленого пояса Фенноскандии // Труды Карельского научного центра РАН. 2019. No. 5. С. 30–39. doi: 10.17076/eco1081

Федюшин А. В. Речной бобр. М.: Главпушнины НКВТ, 1935. 356 с.

Хохлова Т. Ю., Антипин В. К., Токарев П. Н. Особо охраняемые природные территории Карелии (2-е изд., перераб. и доп.) Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2000. 310 с.

Barber-Meyer S. M. Comparison of beaver density estimates from aerial surveys of waterways versus transects // Canadian Wildlife Biology & Management. 2019. Vol. 8, no. 1. P. 9–16.

Butler D. R. Visualizing animal impacts on the landscape: Remote sensing in the geography classroom // Geocarto International. 2002. Vol. 17, no. 4. P. 69–76. doi: 10.1080/10106040208542255

Fyodorov F. V. Assessment of the effect of beaver foraging activities on the alteration of waterside forests in northern and middle taiga of Karelia // Baltic Forestry. 2020. Vol. 26, no. 2. P. 492. doi: 10.46490/BF492

McLaren A. A. D., Newton E. J., Silver A., Allan M. R., Middel K. R., Pond B. A., Patterson B. R. Too many

to count: using orthophotography to census an unharvested beaver (*Castor canadensis*) population in Ontario // Ecosphere. 2022. Vol. 13, no. 7. P. 1–11. doi: 10.1002/ecs2.4185

Pearl C. A., Adams M. J., Haggerty P. K., Urban L. Using occupancy models to accommodate uncertainty in the interpretation of aerial photograph data: Status of beaver in Central Oregon, USA // Wildlife Society Bulletin. 2015. Vol. 39, no. 2. P. 319–325. doi: 10.1002/wsb.516

Rosell F., Campbell-Palmer R. Beavers: Ecology, behaviour, conservation, and management. Oxford: Oxford University Press, 2022. 512 p. doi: 10.1093/oso/9780198835042.001.0001

Syphard A. D., Garcia M. W. Human- and beaver-induced wetland changes in the Chickahominy River watershed from 1953 to 1994 // Wetlands. 2001. Vol. 21, no. 3. P. 342–353. doi: 10.1672/0277-5212(2001)021[0342:HABIWC]2.0.CO;2

Townsend P. A., Butler D. R. Patterns of landscape use by beaver on the lower Roanoke River floodplain, North Carolina // Physical Geography. 1996. Vol. 17, no. 3. P. 253–269. doi: 10.1080/02723646.1996.10642584

References

Anan'ev V. A. Structure, development and sustainability of indigenous mixed-age spruce forests in the Vodlozersky National Park. *Korennye lesa taezhnoi zony Evropy: sovremennoe sostoyanie i problemy sokhraneniya: Materialy mezhd. nauch.-prakt. konf. (Petrozavodsk, 6–8 iyulya 1999 g.) = Native forests of the taiga zone of Europe: Current state and problems of conservation. Proceed. int. scientific and practical conference (Petrozavodsk, July 6–8, 1999)*. Petrozavodsk: SDV-Optima; 1999. P. 189–190. (In Russ.)

Anan'ev V. A., Raevskii B. V. Description of the forests of the Vodlozersky National Park. *Natsional'nyi park «Vodlozerskii»: prirodnoe raznoobrazie i kul'turnoe nasledie = The Vodlozersky National Park: Natural diversity and cultural heritage*. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2001. P. 111–116. (In Russ.)

Barber-Meyer S. M. Comparison of beaver density estimates from aerial surveys of waterways versus transects. *Canadian Wildlife Biology & Management*. 2019;8(1):9–16.

Borisov B. P. Instructional guidelines for recording the river beaver in large areas. Moscow: CNIL Glavokhoty RSFSR; 1986. 19 p. (In Russ.)

Butler D. R. Visualizing animal impacts on the landscape: Remote sensing in the geography classroom. *Geocarto International*. 2002;17(4):69–76. doi: 10.1080/10106040208542255

Danilov P. I., Fyodorov F. V. Comparative characterization of the building activity of Canadian and European beavers in Northern European Russia. *Russian Journal of Ecology*. 2015;46(3):272–278. doi: 10.1134/S1067413615030029

Danilov P. I., Kan'shiev V. Ya., Fyodorov F. V. European beavers in Northern European Russia. Moscow: Nauka; 2007. 200 p. (In Russ.)

Dezhkin V. V., D'yakov Yu. V., Safonov V. G. The beaver. Moscow: Agropromizdat; 1986. 255 p. (In Russ.)

D'yakov Yu. V. Methods and techniques for quantitative counting of beavers. *Tr. Voronezhskogo gos. zapovednika = Proceedings of the Voronezh State Reserve*. 1975;1(21):160–175. (In Russ.)

Fedyushin A. V. The beaver. Moscow: Glavpushniny NKVT; 1935. 356 p. (In Russ.)

Fyodorov F. V. Assessment of the effect of beaver foraging activities on the alteration of waterside forests in northern and middle taiga of Karelia. *Baltic Forestry*. 2020;26(2):1–6. doi: 10.46490/BF492

Fyodorov F. V., Krasovskiy Yu. A. Canadian beaver (*Castor canadensis* Kuhl) as an invasive species in the Karelian part of the Green Belt of Fennoscandia. *Trudy Kareli'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of Karelian Research Centre RAS*. 2019;5:30–39. doi: 10.17076/eco1081 (In Russ.)

Goryainova Z. I., Petrosyan V. G., Zav'yalov N. A. Assessment of potentials of remote sensing images of medium (Landsat 7) and very high spatial resolution (IKONOS, GeoEye-1) for mapping beaver's activity in the reserve. *Rechnoi bobr (Castor fiber L.) kak klyuchevoi vid ekosistemy maloi reki (na primere Prioksko-Terrasnogo gosudarstvennogo biosfernogo prirodnogo zapovednika) = European beaver (Castor fiber L.) as a key species of a small river ecosystem (case of the Prioksko-Terrasnyi Nature Biosphere Reserve)*. Moscow: KMK; 2012. P. 128–136. (In Russ.)

Kan'shiev V. Ya. History and current status of the beaver population on the territory of the Vodlozersky National Park. *Trudy gos. prirodnogo zapovednika «Kivach» = Proceedings of the Kivach State Nature Reserve*. 2016;7:161–165. (In Russ.)

Khokhlova T. Yu., Antipin V. K., Tokarev P. N. Specially protected natural areas of Karelia (2nd edition, revised and enlarged). Petrozavodsk: KarRC RAS; 2000. 310 p. (In Russ.)

Lavrov L. S. Quantitative account of beavers by identifying settlement capacity. *Metody ucheta chislennosti i geograficheskogo rasprostraneniya nazemnykh pozvonochnykh = Methods of recording the number and*

geographical distribution of terrestrial vertebrates. Moscow: AN SSSR; 1952. P. 147–155. (In Russ.)

Mamontov V. N., Khokhlov R. V. Current status of the beaver in the Vodlozersky National Park (Arkhangelsk Region). *Sovremennye problemy prirodopol'zovaniya, okhotovedeniya i zverovodstva: Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 95-letiyu VNIIOZ im. prof. B. M. Zhitkova (22–25 maya 2017 g.) = Current problems of nature use, game biology and fur farming: Proceed. of int. scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming (May 22–25, 2017)*. Kirov; 2017. P. 73–75. (In Russ.)

McLaren A. A. D., Newton E. J., Silver A., Allan M. R., Middel K. R., Pond B. A., Patterson B. R. Too many to count: using orthophotography to census an unharvested beaver (*Castor canadensis*) population in Ontario. *Ecosphere*. 2022;13(7):1–11. doi: 10.1002/ecs2.4185

Mordvintsev I. N., Petrosyan V. G. Application of satellite telemetry and geoinformation systems for studying the ecology of large mammals. *Issledovanie Zemli iz kosmosa = Earth Exploration from Space*. 1994;2: 119–124. (In Russ.)

Pearl C. A., Adams M. J., Haggerty P. K., Urban L. Using occupancy models to accommodate uncertainty in the interpretation of aerial photograph data: Status of beaver in Central Oregon, USA. *Wildlife Society Bulletin* 2015;39(2):319–325. doi: 10.1002/wsb.516

Rosell F., Campbell-Palmer R. Beavers: Ecology, behaviour, conservation, and management. Oxford: Oxford University Press; 2022. 512 p. doi: 10.1093/oso/9780198835042.001.0001

Syphard A. D., Garcia M. W. Human- and beaver-induced wetland changes in the Chickahominy River watershed from 1953 to 1994. *Wetlands*. 2001;21(3):342–353. doi: 10.1672/0277-5212(2001)021[0342:HABIWC] 2.0.CO;2

Townsend P. A., Butler D. R. Patterns of landscape use by beaver on the lower Roanoke River floodplain, North Carolina. *Physical Geography*. 1996;17(3):253–269. doi: 10.1080/02723646.1996.10642584

Поступила в редакцию / received: 26.03.2024; принята к публикации / accepted: 02.05.2024.
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Фёдоров Фёдор Валерьевич

канд. биол. наук, старший научный сотрудник

e-mail: ffyodoroff@mail.ru

CONTRIBUTOR:

Fyodorov, Fyodor

Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher