



Серия «Биология. Экология»  
2022. Т. 39. С. 29–46  
Онлайн-доступ к журналу:  
<http://izvestiabio.isu.ru/ru>

---

---

ИЗВЕСТИЯ  
Иркутского  
государственного  
университета

---

---

Научная статья

УДК 598.412:59.08:591.13(571.5)  
<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2022.39.29>

## Учёт численности водоплавающих птиц на «холодной» зимовке в истоке и верхнем течении р. Ангары: поправка на ныряние и её определение

Ю. И. Мельников\*

*Байкальский музей ИИЦ, пос. Листвянка, Россия*

**Аннотация.** На основе данных многолетних (1972–2021 гг.) исследований показаны особенности учёта водоплавающих птиц на «холодной» зимовке в истоке из оз. Байкал р. Ангары и в верхнем её течении. Обоснована необходимость использования специальной поправки на ныряние (доля птиц, в момент учёта находящихся под водой) для точного определения численности птиц. Описаны основные абиотические факторы, определяющие величину поправки, с применением статистических методов установлена их значимость. Выявлена динамика изменений поправки в течение времени существования «холодной» зимовки от момента её формирования (середина января) к весне (середина марта).

**Ключевые слова:** водоплавающие птицы, «холодная» зимовка, учёт численности, поправка на ныряние, исток и верхнее течение р. Ангары.

---

**Для цитирования:** Мельников Ю. И. Учёт численности водоплавающих птиц на «холодной» зимовке в истоке и верхнем течении р. Ангары: поправка на ныряние и её определение // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2022. Т. 39. С. 29–46. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2022.39.29>

---

Original article

## Counting the Number of Waterfowl in the “Cold” Wintering in the Source and Upper Reaches of the Angara River: Correction for Diving and its Determination

Yu. I. Mel'nikov\*

*Baikal Museum SB RAS, Listvyanka, Russian Federation*

**Abstract.** On the basis of many years of research (1972–2021), the peculiarities of counting waterfowl at the largest “cold” wintering in Eastern Siberia in the source and upper reaches of the Angara river are considered (South Baikal). Long-term practice of work shows that for a more accurate determination of the number of wintering birds, it is necessary to use special corrections to the materials obtained on the basis of an absolute registration of birds. One of the main corrections is the proportion of birds under water at the time of counting (correction for diving). The fact is that birds constantly dive while foraging and at any the time some part of them is not available for accounting. In the conditions of a short winter day (about 8 hours), he almost entirely goes in search of food. The magnitude of this correction depends on many environmental factors, but by now its relationship with the surface air temperature and the length of daylight hours has been proven. It is largely by these two factors determined. The multiple correlation coefficient between these features is

---

© Мельников Ю. И., 2022

\*Полные сведения об авторе см. на последней странице статьи.  
For complete information about the author, see the last page of the article.

$R_{1,23}=0.46$  and highly reliable,  $P < 0.05$ . From the time of the formation of “cold” wintering (mid-January) to spring (mid-March), the value of the correction decreases – from 45.0 % to 35.0 %. It is constant fairly, despite the current pronounced trend towards climate warming. Only at the beginning of the formation of wintering (about 10 days), associated with a period of particularly «severe» weather conditions, can its value exceed 50.0 %. However, at this time, it is very difficult and irrational to conduct surveys due to extremely unstable ice conditions. As the length of daylight increases (up to 12 hours in mid-March) and the temperature of the surface air layer rises, the activity of feeding on birds decreases. The size of the correction is also decreasing – to 35.0 %, and in April to 28.9 %. This, to extent a large, is associated with a noticeable increase in the comfort of wintering conditions for birds in the «cold» wintering. On average, over the entire observation period (January-April), the magnitude of the correction is 37.8 %. However, this value cannot in bird counts be used. It is necessary to apply the corrections determined for each month of the «cold» wintering. At the same time, this approach is highly formalized. Long-term observations during field work and analysis of the dynamics of weather factors, first of all, surface air temperature, show that periods of sharply differing weather conditions over a long study period during one season are well identified on the graphs. Therefore, the boundaries of transitions from more severe weather conditions to more comfortable ones can be easily distinguished. Consequently, it becomes possible to shift the monthly boundaries, within which certain corrections for diving are in effect, for specific periods of more severe or more favorable weather. Of course, in this case, without fail, it is necessary to take into account the general tendency towards a decrease in the correction for diving as the winter conditions become more comfortable during the winter. The use of the correction for bird diving significantly clarifies the materials of accounting works and, along with other amendments, is a necessary element of research to determine the number of wintering birds and the organization of long-term monitoring of the state of this “cold” wintering.

**Keywords:** waterfowl, “cold” wintering, counting the number, correction for diving, source and upper course of the Angara river.

---

**For citation:** Mel'nikov Yu.I. Counting the Number of Waterfowl in the "Cold" Wintering in the Source and Upper Reaches of the Angara River: Correction for Diving and its Determination. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2022, vol. 39, pp. 29-46. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2022.39.29> (in Russian)

---

## **Введение**

Организация и проведение учётных работ в сложных и непредсказуемо меняющихся условиях природной среды в зимний период являются основным способом мониторинга состояния численности зимующих водоплавающих птиц. Особенно сложно проведение подобных наблюдений на «холодных» зимовках водоплавающих и околоводных птиц в Северной Азии.

Очень крупная «холодная» зимовка околоводных и водоплавающих птиц в истоке и верхнем течении р. Ангары является уникальным для Восточной Сибири явлением. Её формирование определяется специфическими физико-географическими условиями данного участка оз. Байкал и долины р. Ангары, как и значительной части Восточной Сибири, для основных рек которой чрезвычайно характерен горно-пойменный водный режим. Основными его особенностями являются высокое, но кратковременное весеннее половодье и несколько паводков в середине лета, вызываемых таянием снежников в горах и затяжными или ливневыми дождями.

Последствием этого является высокая гибель гнёзд прибрежных птиц и массовые повторные, а иногда и третьи попытки возобновления кладок [Мельников, 1982]. Как результат этого феномена, для региона характерно массовое позднее размножение птиц и большое (до 30 %) число выводков,

появляющихся в августе и начале сентября, особенно у нырковых уток, приступающих к размножению позже, чем речные (благородные) утки. Такие выводки встают на крыло только к концу октября и не успевают подготовиться к длительному миграционному процессу. Именно они формируют основную волну поздних мигрантов, основная часть которых остаётся на «холодную» зимовку [Мельников, 2014а].

Изучению данного явления уделено много внимания, и к настоящему времени «холодная» зимовка в истоке и верхнем течении р. Ангары достаточно хорошо изучена [Георги, 1755; Черепанов, 1859; Дыбовский, Годлевский, 1877; Тачановский, 1877; Третьяков, 1940; Тарасов, 1952; Гагина, 1958; Пастухов, 1961; Скрябин, 1975; Богородский, 1989; Мельников, 2014б; 2020а; 2020б; Мельников, Щербаков, Тестин, 1988; Мельников, Попов, Жовтюк, 2012; 2017; 2019; Radde, 1863; Mel'nikov, Kupchinskiy, Fialkov, 2021]. В ходе исследований выявлен ряд проблем, разрешение которых требует применения новых методов. Разработка, проверка работы и внедрение любых новых подходов к учётным работам требуют особенно тщательного и продуманного анализа собранных данных.

Одним из таких вопросов является необходимость вносить в учётные данные поправку на долю птиц, во время учёта находящихся под водой. Она может меняться по периодам зимовки (начало и окончание), а также на протяжении длительных периодов наблюдений в связи с существенными современными изменениями климатических условий (потепление).

Ранее было высказано предположение, подтверждённое последующими многочисленными наблюдениями, что интенсивность ныряния (кормёжки птиц) определяется длиной светового дня [Пастухов, 1961; Мельников, 2000б; 2003; 2020б; Мельников, Щербаков, Тестин, 1988; 1989; Мельников, Попов, Жовтюк, 2019]. Однако работы последних десятилетий, отличавшихся наиболее мягким климатом за весь период инструментальных наблюдений, указывают на возможную связь потепления климата с интенсивностью кормодобывания птиц. Решению данного вопроса посвящена настоящая работа, выполненная на верхнем участке р. Ангары в течение января – апреля 2021 г.

### ***Материалы и методы***

Физико-географическая характеристика истока и верхнего течения р. Ангары очень подробно освещена в нескольких публикациях [Третьяков, 1940; Пастухов, 1961; Гагина, 1958; Скрябин, 1975; Мельников, Щербаков, Тестин, 1988; 2019; Мельников, 2020а; 2020б]. Важно подчеркнуть лишь некоторые особенности: прежде всего, очень жёсткие условия, складывающиеся в отдельные зимние сезоны, когда температура опускается ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ , а размер основной полыньи в истоке сокращается до 1,0 км и менее. В этот период гибнет от 41 до 69 % зимующих птиц [Мельников, 2000а; 2000б]. Однако такие ситуации являются кратковременными (около двух недель) и редкими – обычно один раз в 10–12 лет.

Нужно иметь в виду, что в XVII столетии (пик последнего похолодания) условия перезимовки птиц могли быть ещё хуже. Тем не менее «холодная»

зимовка существовала и в этот период, а численность птиц была высокой (несколько тысяч особей) [Георги, 1775]. Обилие птиц постепенно росло [Георги, 1775; Дыбовский, Годлевский, 1877; Третьяков, 1940; Гагина, 1958; Пастухов, 1961; Скрябин, 1975; Мельников, 2013; 2014б; 2000а; 2020а; 2020б; Мельников, Щербаков, Тестин, 1988; 2012; 2019; Mel'nikov, Kupchinskiy, Fialkov, 2021] и достигло максимума в конце XX столетия. В это время здесь было зарегистрировано 32,0 тыс. зимующих птиц [Мельников, 2013]. Впоследствии их численность стабилизировалась на уровне 20,0–22,0 тыс. особей, а затем колебалась в пределах 11,0–17,0 тыс. птиц [Мельников, 2014б; Мельников, Попов, Жовтюк, 2019]. Следовательно, с потеплением климата численность сначала постепенно увеличивалась, а затем снизилась. Причины этого являются достаточно сложными и определяются как температурными условиями поздней осени, так и особенностями биологии основного вида зимующих птиц гоголя *Vucephala clangula*, осваивающего обширные районы Восточной Сибири.

В первый период наблюдений (1972–1975; 1982–1992 гг.) мы проводили пешее обследование всех полыней, что обеспечивало полный и точный учёт птиц [Мельников, Щербаков, Тестин, 1988]. Однако в самом конце XX и начале XXI столетий из-за сильного истончения льда в результате потепления климата [Шимараев, Куимова, Синюкович, 2008; Мельников, 2013] такой способ учёта стал невозможен и работы были прекращены. С появлением на оз. Байкал нового вида транспорта высокой проходимости – судов на воздушной подушке (СВП), мы возобновили специальные исследования. Для учётов использовалось СВП «Хивус-10» с двумя верхними люками в надстройке, что позволяло вести наблюдения с обоих бортов судна двумя учётчиками одновременно.

Первый же год работ показал высокую эффективность учётов зимующих птиц с использованием СВП [Мельников, Попов, Жовтюк, 2012] и правильность подходов, применяемых для организации учётных работ. Поправки в результаты учётов, разработанные нами ранее (опытность учётчиков; экранирование птиц в плотных скоплениях; доля птиц, находящихся под водой во время учёта) [Мельников, 2000а; 2000б; 2020б; Мельников, Щербаков, Тестин, 1989], оказались полностью применимы и в новых условиях работы, что резко сократило время на отработку новой методики учёта.

Наиболее важной поправкой является оценка доли птиц, в момент учёта находящихся под водой. В отдельные дни (в наиболее суровый период зимних условий) она может превышать 50 % от общей численности птиц. Как правило, такие периоды отличаются очень сильными снижениями температуры приземного слоя воздуха, сочетающимися с сильными, нередко штормовыми, ветрами.

Именно поэтому интенсивность ныряния птиц во время кормёжки необходимо принимать во внимание во время проведения учётных работ. В этот период птицы очень активны, перемещаются между полынями, перелетают с места на место и часто ныряют, отлавливая добычу (разные виды рыбы) преимущественно в толще воды, в результате чего часть птиц на мо-

мент наблюдения всегда находится под водой в поисках пищи [Мельников, Щербаков, Тестин, 1988; 1989; Мельников, Попов, Жовтюк, 2019; Мельников, 2020б].

Изучение этого явления включало специальные наблюдения за стаями кормящихся птиц в типичных для них местообитаниях. Для выяснения необходимой поправки проводился последовательный подсчёт птиц с интервалами от 5–10 с до 1,0–1,5 мин, а иногда и больше (в зависимости от размера стаи), в момент учёта находящихся на воде. Общая численность птиц выяснялась в периоды, когда вся стая была на поверхности, т. е. прекращала кормёжку. Это никогда не вызывало затруднений, и нередко размер стаи точно определялся несколько раз за период наблюдений. Доля птиц, в момент учёта находящихся под водой, определялась по разности между общей численностью скопления и числом птиц, в момент учёта находящихся на воде. Из-за высокого коэффициента вариации доли птиц под водой объём выборки для точного выяснения поправки должен быть очень большим. Оценка поправки стабилизируется при объёме выборки не менее 500 подсчётов.

Вместе с тем необходимо отметить, что в таких случаях необходимо анализировать не только динамику приземной температуры воздуха, но и силу ветра, атмосферное давление, облачность, длину светового дня и другие параметры погодных условий. Только их совокупность даёт возможность правильно оценить влияние погодных факторов на долю птиц, находящихся под водой во время учётных работ. Ясно, что необходимо оценивать не динамику отдельных факторов погодных условий, а общую жёсткость климата. Однако для расчёта этого показателя необходимо знать степень связи всех остальных входящих в него факторов с изучаемым параметром. В настоящей работе оценивается влияние на интенсивность ныряния (доля птиц, в момент учёта находящихся под водой) (фактор 1) двух ведущих факторов: температуры приземного слоя воздуха (фактор 2) и длины светового дня (фактор 3).

### ***Результаты***

Уже первые работы на «холодной» зимовке в истоке и верхнем течении р. Ангары показали высокую значимость погодных условий для выживания птиц. Прежде всего обращает на себя внимание высокая интенсивность кормёжки птиц в период установления постоянного ледового покрова на оз. Байкал. Именно в это время происходит окончательное формирование зимовки, а температура окружающей среды значительно ниже по сравнению с предшествующим и последующим периодами её существования. Она нередко опускается до  $-32,0^{\circ}\text{C}$  и ниже и часто сопровождается сильными ветрами, задерживающими замерзание Байкала. Именно в это время птицы, не отлетевшие на юг, собираются в истоке, Ангары и в первое время их плотность здесь выше, чем в последующие недели [Мельников, 2000а; 2014; 2020а; 2020б; 2021; Мельников, Щербаков, Тестин, 1988; 1989; Мельников, Попов, Жовтюк, 2019; Mel'nikov, 2021a; 2021b; Mel'nikov, Kupchinskiy, Fialkov, 2021]. Позже они постепенно перераспределяются по всей площади открытой воды.

Первые дни (около недели) после становления «холодной» зимовки в истоке интенсивность ныряния кормящихся птиц поражает. Нередко во время однократного подсчёта птиц, длящегося до 10–20 мин, на участке зимовки с верхнего до нижнего края поля учёта протяженностью 500–700 м под водой находится до 82,0 % кормящихся птиц. Однако в среднем в это время под воду уходит около 52,0 % птиц. Если не принимать во внимание эту особенность их поведения, недоучёт окажется очень значительным и вся работа по определению численности теряет смысл. Следовательно, необходимо специальное изучение статистических особенностей данного процесса.

Все изучаемые факторы имеют тенденцию к изменению на протяжении рассматриваемого периода. Длина светового дня и температура приземного слоя воздуха постепенно увеличиваются, а интенсивность ныряния снижается. В связи с этим необходимы проверка факторов на присутствие монотонного тренда и определение силы такой связи. В таких случаях работу необходимо начинать с расчёта коэффициента ранговой корреляции Спирмена  $r_s$ . Монотонный тренд действительно присутствует во всех случаях (табл. 1). Для доли птиц, в момент учёта находящихся под водой, он отрицательный и имеет средний уровень, у двух других факторов он положительный и очень высокий. Во всех случаях тренд является высокодостоверным (см. табл. 1).

Таблица 1

Уровень монотонного тренда трёх изучаемых факторов

№ фактора	Показатели	$N$	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена	Значение критерия (таблица критических значений $r_s$ )	Достоверность корреляции
1	Доля птиц, в момент учёта находящихся под водой	2874	-0,5	0,5 > 0,45	$p < 0,01$
2	Температура приземного слоя воздуха	27	0,82	0,82 > 0,58	$p < 0,001$
3	Длина светового дня	27	1,0	1,0 > 0,58	$p < 0,001$

В то же время нужно иметь в виду, что приземная температура воздуха и длина светового дня взаимосвязаны. С увеличением длины светового дня в весенний период возрастает и температура приземного слоя воздуха. Для того чтобы выявить реальное влияние каждого из признаков на интенсивность ныряния птиц, необходимо использовать специальные статистические методы. В данном случае для этих целей можно использовать частные и множественные коэффициенты корреляции и регрессии [Закс, 1976].

Коэффициенты корреляции между температурой приземного слоя воздуха, длиной светового дня и долей птиц, в момент учёта находящихся под водой, имеют средний уровень и очень близки по значению (табл. 2). Корреляция доли находящихся под водой птиц с приземной температурой воздуха имеет отрицательное направление (-0,4), такая же ситуация наблюдается и с длиной светового дня (-0,46), т. е. с увеличением одного признака уменьшается другой. В обоих случаях уровень достоверности связи является значимым ( $p < 0,05$ ). В то же время корреляция между температурой приземного

слоя воздуха и длиной светового дня является положительной и очень высокой: 0,87 ( $p < 0,001$ ) (табл. 2). Следовательно, для окончательного решения вопроса, какой из факторов в действительности оказывает наибольшее влияние на интенсивность кормёжки птиц, связанную с их нырянием, необходим расчёт частных коэффициентов корреляции [Закс, 1976].

Таблица 2

Уровень корреляции между долей птиц, находящихся под водой в момент учёта, с температурой приземного слоя воздуха и длиной светового дня

№ фактора	Показатели	$N$	Коэффициент корреляции $r$	Значение критерия $t_{st}$	Достоверность корреляции
1	Доля птиц под водой и температура приземного слоя воздуха	2874	-0,4	2,18 > 2,06	$p < 0,05$
2	Доля птиц под водой и длина светового дня	2874	-0,46	2,62 > 2,49	$p < 0,05$
3	Корреляция между показателями температуры приземного слоя воздуха и длиной светового дня	27	0,87	8,7 > 4,6	$p < 0,001$

Как правило, при анализе собранных сведений считается, что корреляция между двумя переменными величинами определяется одной из них. Если же такая зависимость рассматривается между несколькими случайными переменными, то предполагается, что выборка относится к нормальной многомерной генеральной совокупности. В таких случаях в качестве меры взаимосвязи между двумя любыми случайными факторами может использоваться частная корреляция. Она выражает степень зависимости между двумя рядами данных при постоянных значениях остальных переменных, входящих в рассматриваемую совокупность факторов [Закс, 1976]. Это позволяет при последовательном пересчёте всех возможных вариантов их сочетаний друг с другом выявлять действительные связи между ними. В нашем случае рассматривается корреляция между тремя вышеуказанными признаками: долей птиц, в момент учёта находящихся под водой (вне поля зрения учётчика), температурой приземного слоя воздуха и длиной светового дня (табл. 3).

Исключение из расчётов длины светового дня приводит к полному отсутствию корреляции между долей птиц под водой и температурой приземного слоя воздуха. В то же время корреляция между долей птиц, в момент учёта находящихся под водой, и длиной светового дня при исключённом влиянии приземной температуры воздуха является отрицательной и низкой, но очень высокодостоверной:  $p < 0,001$  (табл. 3). С увеличением длины светового дня интенсивность кормёжки птиц уменьшается, а доля птиц, в момент учёта находящихся под водой, действительно снижается. Следовательно, не остаётся сомнений, что интенсивность кормёжки птиц по мере увеличения длины светового дня уменьшается. Корреляция между длиной светового дня и приземной температурой воздуха при исключённом влиянии доли птиц, в момент учёта находящихся под водой, остаётся очень высокой: она

фактически не отличается от прямого расчёта корреляции между этими признаками в предыдущих случаях (см. табл. 1–3), что подчёркивает высокую взаимосвязь этих факторов.

Таблица 3

Частные коэффициенты корреляции между факторами, определяющими интенсивность кормового поведения птиц в момент проведения учётных работ

№ фактора	Показатели	N	Частный коэффициент корреляции	Значение критериев $t_{ct}$	Достоверность коэффициента частной корреляции
1	Корреляция между долей птиц под водой и температурой приземного слоя воздуха при исключённом влиянии длины светового дня	2874	$r_{12,3} = 0,006$	$0,3 < 0,7$	$p > 0,05$
2	Корреляция между долей птиц под водой и длиной светового дня при исключённом влиянии приземной температуры воздуха	2874	$r_{13,2} = -0,26$	$13,6 > 3,3$	$p < 0,001$
3	Корреляция между температурой приземного слоя воздуха и длиной светового дня при исключённом влиянии доли птиц под водой	27	$r_{23,1} = 0,84$	$78,3 > 3,9$	$p < 0,0001$

Анализ собранных материалов показывает, что эта связь определяется сменой одного сезона другим, отличающимся повышенной температурой приземного слоя воздуха (смена сезонов зима – весна – лето). Необходимо отметить, что связь между длиной светового дня и долей птиц, в момент учёта находящихся под водой, могла быть значительно выше, если бы температура приземного слоя воздуха повышалась равномерно. Однако этого не наблюдается: данный признак отличается высокой вариабельностью и определяется многими факторами физической среды обитания птиц. Во время резких ухудшений погодных условий (сильный ветер, сильное волнение, облачность, осадки, затоки холодного воздуха с севера или теплого с юга в тылу проходящих циклонов) приземная температура воздуха может меняться с положительной на отрицательную и наоборот даже при большой длине светового дня (конец апреля – начало мая). В соответствии с этим меняется и интенсивность кормёжки птиц, а следовательно, и доля птиц, находящихся под водой в момент учёта. Она заметно увеличивается в периоды резких ухудшений погодных условий.

Такие смены погоды за период исследований наблюдались в конце января (период формирования зимовки) один раз (3 дня), в феврале три раза (6, 2, 6 дней), в марте два раза (4, 4 дня). В апреле дней с отрицательной приземной температурой воздуха не было, но дважды отмечено резкое повышение интенсивности ныряния птиц – 34,1 и 49,4 %. Обычно в этот период доля птиц, во время учёта находящихся под водой, не превышает 16,6–22,8 %. Указанные случаи показывают определённое влияние на интенсивность



кормёжки и других погодных факторов, в частности сильного волнения. В то же время наши многолетние исследования позволяют утверждать, что остаётся ещё два неучтённых фактора, оказывающих очень сильное влияние на долю птиц, находящихся под водой в момент учёта (интенсивность кормёжки), – обилие и распределение предпочитаемых кормовых объектов. Однако выполнение такой работы методически является очень сложным и в настоящее время трудноосуществимым.

Изучаемый нами параметр явно зависит от двух факторов одновременно: температуры приземного слоя воздуха и длины светового дня. В таком случае мы можем рассчитать его зависимость от них на основе коэффициента множественной корреляции  $R_{1,23}$  [Закс, 1976]. Необходимо отметить, что квадрат коэффициента множественной корреляции называется множественным коэффициентом детерминации ( $B = R^2$ ) и является наиболее обычным параметром, используемым в статистических расчётах.

Расчёт коэффициента множественной корреляции показал, что доля птиц, в момент учёта находящихся под водой, действительно определяется двумя вышеуказанными факторами одновременно. Множественная корреляция между ними является достаточно высокой:  $R_{1,23} = 0,46$  и достоверной по критерию Фишера ( $F = 6,87 > 4,24 = F_{25; 0,05}$ ). Данный факт подчёркивает необходимость использования этой поправки в учётных работах по определению численности водоплавающих птиц. Вместе с тем необходимо обратить внимание на то, что взаимосвязь этих признаков не слишком высокая. Множественный коэффициент детерминации выбирает всего 14,6 % совместной изменчивости признаков. Тем не менее данный уровень связи (коэффициент множественной корреляции между изучаемыми факторами) является вполне достаточным для того, чтобы использовать долю птиц, в момент учёта находящихся под водой, в качестве поправки для подсчёта общей численности птиц на этой «холодной» зимовке.

Поправочные коэффициенты в результаты зимних учётов водоплавающих на ту их долю, которая в момент учёта находится под водой, разработаны нами для каждого месяца зимовки начиная с времени её окончательного формирования (табл. 4). Необходимо иметь в виду, что эти поправки можно использовать только для учётов водоплавающих птиц на «холодной» зимовке в истоке и верхнем течении р. Ангары. На других подобных зимовках они должны определяться заново и, возможно, с использованием несколько иных подходов.

Таблица 4

Поправочные коэффициенты на долю птиц, в момент учёта находящихся под водой, предлагаемые к использованию в результатах зимних учётов водоплавающих птиц в истоке и верхнем течении р. Ангары

Месяц наблюдений	Число наблюдений (разовых подсчётов)	Поправочный коэффициент (доля птиц, в момент учёта находящихся под водой), %
Январь	562	51,6
Февраль	773	40,9
Март	545	35,2
Апрель	994	28,9
В среднем	2874	37,8

### Обсуждение

Многолетние работы на учётах с береговой линии и с использованием судов показали, что данные по численности птиц без использования специальных поправок значительно занижаются. В то же время получение таких поправок требует достаточно длительных усилий. Такие работы, позволившие выяснить величину этих поправок, специально проводились нами на «холодной» зимовке в истоке и верхнем течении Ангары начиная с 1972 г. Ранее предполагалось, что такие поправки зависят исключительно от погодных условий на местах наблюдений, а также характера распределения и численности кормовых объектов изучаемых видов. В настоящее время не остается сомнений, что ведущим фактором, определяющим интенсивность кормёжки водоплавающих птиц в зимний период, является длина светового дня.

Несомненно, численность и распределение кормовых объектов играют важную роль в этом процессе, однако собрать объективные данные по этому вопросу чрезвычайно сложно. Такие факторы, как погодные условия и, прежде всего, приземная температура воздуха, наряду с длиной светового дня позволяют получить приемлемые поправки, дающие возможность проводить полноценные учёты птиц в зимний период. Частный коэффициент корреляции поправки на ныряние и приземной температуры воздуха низкий и недостоверный. Не отличается большой величиной и частный коэффициент корреляции между долей птиц, в момент учёта находящихся под водой, и длиной светового дня, хотя полученная величина ( $r = -0,26$ ,  $p < 0,001$ ) является высокодостоверной. В то же время коэффициент множественной корреляции между этими признаками показывает, что интенсивность ныряния определяется одновременно двумя факторами (температурой приземного слоя воздуха и длиной светового дня) и эта связь является достаточно высокой и достоверной ( $R_{1,23} = 0,46$ ,  $p < 0,05$ ). Поэтому расчёт поправки на ныряние по месяцам (табл. 4), учитывающий динамику этих факторов во времени, даёт возможность получать значительно более точные сведения о численности зимующих птиц.

На наш взгляд, такой подход является несколько формализованным. Длительные наблюдения в ходе полевых работ и анализ динамики погодных факторов (прежде всего приземной температуры воздуха) показывают, что периоды отличающихся погодных условий за длительное время исследований в течение одного сезона хорошо выявляются на графиках. Поэтому границы переходов от более жёстких погодных условий к более комфортным могут быть легко выделены. Следовательно, возникает возможность смещать месячные границы, в пределах которых действуют определённые поправки на ныряние, на конкретные периоды более жёсткой или более благоприятной погоды.

Полученные материалы указывают на высокую стабильность разработанных поправок. Полученные в начале 1980-х гг. оценки поправок фактически не отличаются от современных – в наиболее жёсткий период зимовки при анализе очень большой выборки (3459 наблюдений) они составляли 45,0 % [Мельников, 2000а; 2000б; 2003; Мельников, Щербаков, Тестин, 1988; 1989; Мельников, Попов, Жовтюк, 2012; Мельников, 2020б]. Последующие

расчёты показали необходимость делать меньшую поправку в конце зимовки (первая половина марта): 35,0 % (1096 наблюдений) [Мельников, 2000б; Мельников, Попов, Жовтюк, 2012; Численность, видовой состав ... , 2016]. Данную поправку необходимо использовать как при учётах с берега, так и с применением разнотипных судов [Мельников, 2020б; Мельников, Попов, Жовтюк, 2012; 2017; 2019].

Вопреки предположениям, потепление климата фактически не отразилось на представленной выше динамике изменений поправки в течение всей зимовки. Очевидно, выдвинутое В. Д. Пастуховым [1961] предположение о зависимости интенсивности кормёжки водоплавающих птиц на «холодной» зимовке в истоке и верхнем течении р. Ангары от длины светового дня полностью подтверждается представительными результатами наших многолетних (37 лет) исследований, обработанных с использованием подходов специального статистического анализа.

Остаётся открытым вопрос о влиянии обилия кормовых ресурсов на интенсивность кормёжки птиц, а следовательно, и на величину поправки на ныряние, используемой нами для выяснения общей численности птиц на «холодной» зимовке в этом районе. В качестве кормовых ресурсов зимующие здесь птицы используют главным образом рыбу и амфипод, что было ранее показано В. Д. Пастуховым [1961] и подтверждается нашими многолетними наблюдениями. Особенно хорошо это видно, когда птица ловит крупных рыб, проглотить которых сразу оказывается не в состоянии. В таких случаях она поднимается на поверхность, разворачивает жертву головой внутрь ротовой полости и затем заглатывает. В этот момент, используя оптику, становится возможным достоверно рассмотреть её добычу, хотя видовой принадлежности рыб определить, разумеется, очень сложно.

Специальные работы в истоке Ангары показывают очень высокую неравномерность распределения птиц по территории. Определённо выявляется заметная их концентрация у левого берега – здесь проходит основное течение реки и происходит наиболее интенсивный вынос глубинными водами Байкала различных кормовых объектов. Проводившиеся в последнее десятилетие съёмки стационарными подводными видеокамерами также указывают на высокое обилие мелких рыб. Амфиподы, также обычные на этом участке реки, явно играют в питании птиц подчинённую роль – при одинаковой интенсивности кормления их потребление не восполняет затрат энергетических ресурсов на добывание. Тем не менее они могут составлять значительную долю добычи, а частота ныряний подчёркивает, что птицы ловят более мелких, по сравнению даже с молодью рыб, жертв. Очевидно, амфиподы являются очень обычной добычей зимующих птиц в связи с их высоким обилием и относительной лёгкостью отлова.

Ихтиологические исследования подтверждают присутствие здесь восьми видов коттоидных рыб [Рыбы озера Байкал ... , 2007]. Из обычных донных бычков в истоке Ангары встречаются три вида: каменная *Paracottus knerii*, песчаная *Leocottus kesslerii* и большеголовая *Batrachocottus baicalensis* широколобки. Иногда отмечаются большая *Procottus major* и красная *P. jeit-*

*telesii* широколобки. Из пелагических бычков наиболее обычной является нерестящаяся здесь желтокрылка *Cottocomephorus grewingkii*, образующая очень крупные скопления. Однако длинокрылая широколобка *Cottocomephorus inermis* – достаточно редкий вид, а большая голомянка *Comephorus baicalensis* отмечается очень редко [Рыбы озера Байкал ... , 2007]. Вероятно, именно большими запасами мелких видов рыбы и объясняется высокая численность зимующих здесь птиц и их видовой состав (преимущественно рыбоядные нырковые виды уток).

Связь длины светового дня с интенсивностью кормодобывания птиц явно определяется величиной энергетических ресурсов, затрачиваемых птицами на добычу корма. В условиях короткого зимнего дня и низкой температуры приземного слоя воздуха они являются очень большими. Птицы кормятся в течение всего светового дня, в наиболее жёстких погодных условиях исключительно на основной струе, где из-за быстрого течения, на котором птица должна постоянно удерживаться, затраты энергии на кормодобывание, несомненно, возрастают. На это указывает формирование стай мелких птицаутсайдеров (молодые птицы и самки), не выдерживающих высокой конкуренции с более крупными самцами при кормёжке на основном течении. Эти птицы перемещаются на более спокойные и мелкие участки под берегом. Однако плотность крупных потенциальных жертв здесь явно меньше, и им приходится тратить много времени на малопродуктивную добычу амфипод. Наблюдается явное голодание: погибшие птицы, часто заклёванные восточной черной вороной *Corvus (corone) orientalis* или вороном *Corvus corax*, имели очень низкую массу с резко выделяющимся килем на груди [Третьяков, 1940; Мельников, 2013; 2014б; Мельников, Щербаков, Тестин, 1988]. Характерно, что по мере потепления климата гибель птиц в течение зимовки снижалась.

Таким образом, длина светового дня корректирует время, в течение которого птицы могут кормиться. Учитывая, что рыбоядные птицы разыскивают и добывают корм с помощью зрения, в суровых зимних условиях января этот фактор становится ведущим в их выживании. Увеличение длины светового дня к весне ведет к общему снижению смертности птиц от голодания, поскольку время, пригодное для добычи корма, возрастает. В какой-то мере этому способствует и повышение приземной температуры воздуха – снижаются энергетические затраты на теплопродукцию, что ведёт к снижению интенсивности кормодобывания. Все это отражается на интенсивности ныряния, что полностью подтверждается полевыми наблюдениями за поведением птиц.

Количество ныряний за день – чёткий показатель интенсивности кормёжки. Уже первые сведения по этому вопросу показали очень высокую напряжённость кормодобывания в зимний период. За короткий (около восьми часов) зимний день в середине января в момент формирования зимовки, когда условия на ней являются наиболее экстремальными, в конце 50-х гг. XX в. птицы делали за день около 700 ныряний за пищей [Пастухов, 1961]. Разумеется, эффективность кормёжки полностью определялась размерами добычи. Птицы, не выдержавшие конкуренции за наиболее благоприятные участки для добычи корма и ушедшие с руслового течения Ангары, где дер-

жится основная часть наиболее предпочитаемых кормовых объектов, оказываются в неблагоприятных условиях и начинают голодать. Отсюда и высокая смертность в этот период.

Необходимо отметить, что выяснение этого параметра возможно прямыми и косвенными способами. Прямой подсчёт требует очень много времени и удачного сочетания возрастных и половых групп в наблюдаемой небольшой стае птиц. Тем не менее нам удалось проделать подобную работу. С учётом высокой стабильности поправочного коэффициента на ныряние по периодам наблюдений, можно утверждать, что полученная нами величина отражает истинное положение вещей. Оказалось, что в первой половине марта птицы за световой день делают около 500–550 ныряний за пищей. При этом нужно учитывать, что длина светового дня в это время составляет около 12 ч, т. е. на четыре часа больше.

Очевидно, условия обитания птиц в это время существенно улучшаются, что, несомненно, связано с изменениями в бюджете времени, используемом на основные виды активности, прежде всего, на добывание корма. Птицы больше времени уделяют отдыху и комфортному поведению, связанному с уходом за оперением. Кроме того, у взрослых самцов начинают проявляться тенденции к повышению половой активности. Они много времени уделяют ухаживанию и демонстрациям перед самками. Таким образом, интенсивность ныряния может определяться и бюджетом времени, затрачиваемым птицами на разные виды активности, хотя в наиболее суровый период зимовки кормодобывание, несомненно, выходит на первое место.

Высокая интенсивность ныряний в течение дня указывает, что птицы отлавливают преимущественно мелкую добычу, к которой, несомненно, можно отнести только амфипод. Довольно длительный период пребывания под водой указывает на большое количество времени, затрачиваемого на поиски пищи. Рыбы быстро реагируют на появление хищника и разбегаются – это хорошо демонстрируют записи подводных видеокамер, установленных в истоке Ангары. Очевидно, рыба не является частым пищевым объектом – в противном случае необходимо признать, что основная часть ныряний птиц заканчивается неудачей. Необходим специальный расчёт затрат энергетических ресурсов в период дневной активности птиц на основе калорийности используемых кормов и бюджетов времени, затрачиваемого на разные виды активности.

### *Заключение*

Необходимость вносить поправки в учётыв водоплавающих птиц, выполняемые в периоды поисков ими корма с использованием ныряния, не вызывает сомнений. Прежде всего, такие поправки необходимы при учётах нырковых и морских видов уток, а также других видов прибрежных птиц, для которых поиск пищи в толще воды или на дне с использованием ныряния является основным способом её добывания.

На основе многолетних исследований водоплавающих птиц и добычи ими кормовых объектов с использованием ныряния доказано, что основным фактором, определяющим долю птиц, в момент учёта находящихся под во-

дой, является длина светового дня. Однако расчёт коэффициента множественной корреляции указывает, что интенсивность кормежки птиц определяется двумя факторами – температурой приземного слоя воздуха и длиной светового дня. В зависимости от величины этих факторов в момент учёта под водой находится от 45,0 (начало формирования зимовки – середина января) до 35,0 % (конец зимовки – март) птиц. Эти поправочные коэффициенты очень стабильны. Несмотря на существенное потепление климата (с середины прошедшего столетия по настоящее время), они остаются одинаковыми. Использование поправок на ныряние птиц существенно повышает точность учётов водоплавающих птиц на «холодной» зимовке в истоке и верхнем течении р. Ангары.

### Список литературы

- Богородский Ю. В. Птицы Южного Предбайкалья. Иркутск : Изд-во ИГУ, 1989. 208 с.
- Гагина Т. Н. Водоплавающие птицы, зимующие в Прибайкалье // Известия ИСХИ. 1958. Вып. 8. С. 114–129.
- Георги И. Г. Заметки о путешествии по русскому государству в 1772 г. СПб, 1775. Т. 1. 402 с.
- Дыбовский Б., Годлевский В. Отчет о занятиях в 1876 г. // Известия Сибирского отделения ИРГО. 1877. Т. 8, № 3-4. С. 1117–1123.
- Закс Л. Статистическое оценивание. М. : Статистика, 1976. 599 с.
- Мельников Ю. И. О некоторых адаптациях прибрежных птиц // Экология. 1982. № 2. С. 64–70.
- Мельников Ю. И. Холодные зимовки водоплавающих и околоводных птиц в верхнем течении Ангары: современный статус, состояние и охрана // Русский орнитологический журнал. 2000а. № 109. С. 16–20.
- Мельников Ю. И. Особенности учёта численности водоплавающих птиц на Ангарских зимовках // Инвентаризация, мониторинг и охрана ключевых орнитологических территорий России. Вып. 2. Материалы совещаний по программе «Ключевые орнитологические территории России» (1998–2000 гг.). М. : Союз охраны птиц России, 2000б. Вып. 2. С. 33–40.
- Мельников Ю. И. Оценка численности гусеобразных птиц в период пролёта и на местах массовых остановок на отдых // Современное состояние популяций, управление ресурсами и охрана гусеобразных птиц Северной Евразии : тез. докл. междунар. симп. Петрозаводск : Изд-во Ин-та биологии КарНЦ РАН, 2003. С. 110–112.
- Мельников Ю. И. Изменения в поведении и экологии водоплавающих птиц на «холодных» зимовках в верхнем течении р. Ангара в начале XXI столетия // Вестник ИрГСХА. 2013. Вып. 57, ч. 2. С. 29–36.
- Мельников Ю. И. Позднеосенний пролет околоводных и водоплавающих птиц и его роль в формировании «холодных» зимовок Верхнего Приангарья // Байкальский зоологический журнал. 2014а. № 1(14). С. 69–84.
- Мельников Ю. И. «Холодные» зимовки обыкновенного гоголя *Bucephala clangula* (Linnaeus, 1758) (Aves, Anatidae) Верхнего Приангарья: формирование и динамика в современных климатических условиях // Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле : материалы III Всерос. науч.-практ. конф. Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2014б. С. 164–169.
- Мельников Ю. И. Гоголь *Bucephala clangula* на «холодной» зимовке в истоке и верхнем течении р. Ангары: изменение соотношения полов в результате потепления климата // Русский орнитологический журнал. 2020а. Т. 29, № 1963. С. 3789–3799.
- Мельников Ю. И. Гоголь *Bucephala clangula* на «холодной» зимовке в истоке р. Ангары: интенсивность кормежки и поправка при учётах на ныряние в современный период потепления климата // Русский орнитологический журнал. 2020б. Т. 29, № 1993. С. 5136–5146.

Мельников Ю. И. Современные климатические изменения, динамика ареалов и разнообразие птиц аридных территорий Внутренней Азии // Степи Северной Евразии : материалы IX Междунар. симп. Оренбург : Изд-во ОГУ, 2021. С. 548–554.

Мельников Ю. И., Щербаков И. И., Тестин А. И. Современное состояние зимовки околоводных птиц в истоке р. Ангары // Промысловые животные и повышение эффективности производства охотничьего хозяйства. Иркутск : Изд-во ИСХИ, 1988. С. 65–72.

Мельников Ю. И., Щербаков И. И., Тестин А. И. Оценка точности учётов численности пластинчатоклювых птиц // Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учёта животного мира : тез. докл. Уфа : Башкир. кн. изд-во, 1989. Ч. 1. С. 394–395.

Мельников Ю. И., Попов В. В., Жовтюк П. И. Первый опыт использования СВП «ХИ-ВУС-10» для учёта водоплавающих птиц на «холодной» зимовке в истоке р. Ангары // Байкальский зоологический журнал. 2012. № 1(9). С. 5–10.

Мельников Ю. И., Попов В. В., Жовтюк П. И. Особенности распределения водоплавающих птиц на «холодной» зимовке в истоке и верхнем течении р. Ангары (Южный Байкал) в современный период // Байкальский зоологический журнал. 2017. № 2 (21). С. 67–74.

Мельников Ю. И. Попов В. В., Жовтюк П. И. Водоплавающие птицы на «холодной» зимовке в истоке и верхнем течении р. Ангары: учёт с берега, эффективная ширина учётной полосы и точность полученных данных // Байкальский зоологический журнал. 2019. № 1(24). С. 60–73.

Пастухов В. Д. Наблюдение за ангарской зимовкой водоплавающих птиц // Конференция молодых ученых, посвящённая памяти Г. Ю. Верещагина : тез. докл. Иркутск : Изд-во Лимнол. ин-та СО РАН, 1961. С. 23–26.

Рыбы озера Байкал и его бассейна / Н. М. Пронин, А. Н. Матвеев, В. П. Самусенок, А. И. Вокин, А. Л. Юрьев, А. И. Бобков, А. В. Соколов, Н. Ф. Дзюменко, Л. Ф. Калягин, В. П. Горлачев, С. В. Пронина, Ж. Н. Дугаров. Улан-Удэ : Изд-во БурятНЦ СО РАН, 2007. 284 с.

Скрябин Н. Г. Водоплавающие птицы Байкала. Иркутск : Вост.-Сиб. кн. изд., 1975. 244 с. Тарасов П. П. О зимовках водоплавающих птиц на Байкале // Природа. 1952. № 8. С. 115–116.

Тачановский В. К. Критический обзор орнитологической фауны Восточной Сибири // Тр. 5-го съезда русских естествоиспытателей и врачей в Варшаве. Отд. зоологии. Варшава, 1877. Т. 3. С. 284–386.

Третьяков А. В. Птицы, зимующие в истоках р. Ангары // Орнитофауна Калининской области. Калинин : Изд-во Калинин. ГПУ, 1940. С. 61–71.

Численность, видовой состав и распределение околоводных и водоплавающих птиц на «холодной» зимовке в истоке р. Ангары в экстремально теплый сезон 2014–2015 гг. / Ю. И. Мельников, В. В. Попов, И. И. Тупицын, П. И. Жовтюк // Байкальский зоологический журнал. 2016. № 1(18). С. 89–98.

Шимараев М. Н., Куимова Л. Н., Синюкович В. Н. Тенденции изменения абиотических условий в Байкале в современный период // Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле : докл. науч.-практ. конф. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2008. С. 311–318.

Черепанов С. Н. О сибирских птицах // Библиотека для чтения. СПб., 1859. Т. 156, № 7. С. 1–32.

Mel'nikov Yu. Large-scale modern climate change and reactions of steppe birds of Inner Asia // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021a. Vol. 817. 012066.

Mel'nikov Yu. Modern climate changes and dynamics of density and structure of bird population of South Baikal of forest ecosystems in winter period // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021b. Vol. 848. 012140.

Mel'nikov Yu., Kupchinskiy A., Fialkov V. Formation of a “cold” winter of shorebirds and waterfowl in the source and upper current of the river Angara (South Baikal) and its causes // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021. Vol. 848. 012228

Radde G. Reisen in Suden von Ost-Sibirien in den Jahren 1855-1859. Bd. 2. Die Festlands-Ornis des Sudostlichen Sibiriens. S.-Petersburg, 1863. 392 s.

## References

- Bogorodskii Yu.V. *Ptitsy Yuzhnogo Predbaikal'ya* [Birds of Southern Cisbaikalia]. Irkutsk, Irkutsk St. Univ. Publ., 1989, 208 p. (in Russian)
- Gagina T.N. Vodoplavajushhie pticy, zimujushhie v Pribajkal'e [Waterfowl wintering in the Baikal region]. *Bul. Irkutsk Agricult. Inst.*, 1958, vol. 8, pp. 114-129. (in Russian)
- Georgi J.G. *Bemerkungen einer Reise im Russischen Reich im Jahre 1772*. St.-Petersb., Kayserl. Academie der Wissenschaften Publ., 1775, Bd. 1, 402 p. (in Russian)
- Dybovskij B., Godlevskij V. Otchet o zanjatijah v 1876 g. [Report on occupations in 1876]. *Izv. Sib. ot-d-nija IRGO* [Bul. Siberian Br. Emp. Russ. Geogr. Soc.]. Irkutsk, 1877, vol. 8, no. 3-4, pp. 1117-1123. (in Russian)
- Zaks L. *Statisticheskoe otsenivanie* [Statistical evaluation]. Moscow, Statistika Publ., 1976, 599 p. (in Russian)
- Mel'nikov Yu.I. O nekotorykh adaptatsiyakh pribrezhnykh ptits [On some adaptations of coastal birds]. *Ekologiya*, 1982, no. 2, pp. 64-70. (in Russian)
- Mel'nikov Yu.I. Kholodnye zimovki vodoplavayushchikh i okolovodnykh ptits v verkhnem techenii Angary: sovremennyy status, sostoyanie i okhrana [Cold winterings of waterfowl and shore birds in the upper reaches of the Angara: current status, status and protection]. *Russ. Ornith. J.*, 2000a, no. 109, pp. 16-20. (in Russian)
- Mel'nikov Yu.I. Osobennosti ucheta chislennosti vodoplavayushchikh ptits na Angarskikh zimovkakh [Features of accounting for the number of waterfowl in the Angara wintering grounds]. *Inventarizatsiya, monitoring i okhrana klyuchevykh ornitologicheskikh territorii Rossii. Vyp. 2. Materialy soveshchaniy po programme "Klyuchevye ornitologicheskie territorii Rossii"* [Inventory, monitoring and protection of key ornithological territories of Russia]. Proc. Summ., Moscow, Russia. Moscow, Russ. Bird Cons. Union Publ., 2000b, vol., 2, pp. 33-40. (in Russian)
- Mel'nikov Yu.I. Otsenka chislennosti guseobraznykh ptits v period proleta i na mestakh massovykh ostanovok na otdykh [Estimation of the abundance of anseriformes during the flight and in places of mass rest stops]. *Sovremennoe sostoyanie populyatsii, upravlenie resursami i okhrana guseobraznykh ptits Severnoi Evrazii* [Current state of populations, resource management and protection of anseriformes of Northern Eurasia]. Abstr. Int. Symp., Petrozavodsk, Russia. Petrozavodsk, Inst. Biol. Karelian SC RAS Publ., 2003, pp. 110-112. (in Russian)
- Mel'nikov Yu.I. Izmeneniya v povedenii i ekologii vodoplavayushchikh ptits na «kholodnykh» zimovkakh v verkh-nem techenii r. Angara v nachale XXI stoletiya [Changes in the behavior and ecology of waterfowl on the "cold" wintering in the upper reaches of the Angara river at the beginning of the 21st century]. *Bull. Irkutsk St. Agric. Acad.*, 2013, vol. 57, pt. 2, pp. 29-36. (in Russian)
- Mel'nikov Yu.I. Pozdneoseennii prolet okolovodnykh i vodoplavayushchikh ptits i ego rol v formirovanii "kholodnykh" zimovok Verkhnego Priangar'ya [Late autumn flight of shorebirds and waterfowl and its role in the formation of "cold" winters of the Upper Angara region]. *Baikal. Zool. J.*, 2014, no. 1(14), pp. 69-84. (in Russian)
- Mel'nikov Yu.I. "Kholodnye" zimovki obyknovennogo gogolya *Bucephala clangula* (Linnaeus, 1758) (Aves, Anatidae) Verkhnego Priangar'ya: formirovanie i dinamika v sovremennykh klimaticheskikh usloviyakh ["Cold" wintering of the Common Goldeneye *Bucephala clangula* (Linnaeus, 1758) (Aves, Anatidae) of the Upper Angara region: formation and dynamics in modern climatic conditions]. *Razvitie zhizni v protsesse abioticheskikh izmenenii na Zemle* [Development of life in the process of abiotic changes on Earth]. Proc. 3rd All-Russ. Sci. Conf., Irkutsk, Russia. Irkutsk, V.B. Sochava Inst. Geogr. SB RAS Publ., 2014, pp. 164-169. (in Russian)
- Mel'nikov Yu.I. Gogol *Bucephala clangula* na "kholodnoi" zimovke v istoke i verkhnem techenii r. Angary: izmenenie sootnosheniya polov v rezultate potepleniya klimata [Goldeneye *Bucephala clangula* on a "cold" wintering in the source and upper reaches of the Angara river: Changing sex ratio as a result of climate warming]. *Rus. Ornith. J.*, 2020a, vol. 29, no. 1963, pp. 3789-3799. (in Russian)
- Mel'nikov Yu.I. Gogol *Bucephala clangula* na "kholodnoi" zimovke v istoke r. Angary: intensivnost' kormezhki i popravka pri uchetakakh na nyrvanie v sovremennyy period potepleniya klimata [Goldeneye *Bucephala clangula* on a "cold" wintering at the head of the Angara river: Intensity of Feeding and Correction for Diving Census in the Modern Period of Climate Warming]. *Rus. Ornith. J.*, 2020b, vol. 29, no. 1993, pp. 5136-5146. (in Russian)



Mel'nikov Yu.I. Sovremennyye klimaticheskie izmeneniya, dinamika arealov i raznoobrazie ptits aridnykh territorii Vnutrennei Azii [Modern climatic changes, dynamics of habitats and diversity of birds in arid territories of Inner Asia]. *Stepi Severnoi Evrazii* [Steppes of Northern Eurasia]. Proc. 9th Int. Symp., Orenburg, Russia. Orenburg, Orenburg St. Univ. Publ., 2021, pp. 548-554. (in Russian)

Mel'nikov Yu.I., Sherbakov I.I., Testin A.I. Sovremennoe sostoyanie zimovki okolovodnykh ptits v istoke r. Angary [The current state of wintering of Shorebirds at the source of the Angara river]. *Promyslovye zhivotnye i povyshenie effektivnosti proizvodstva okhotnich'ego khozyaistva* [Commercial animals and improving the efficiency of hunting production]. Irkutsk, Irkutsk Agric. Inst. Publ., 1988, pp. 65-72. (in Russian)

Mel'nikov Yu.I., Sherbakov I.I., Testin A.I. Otsenka tochnosti ucheta chislennosti platinchatoklyuyvykh ptits [Estimation of the accuracy of counting the number of plate-beaked birds]. *Vsesojuzn. soveshch. po probleme kadastra i ucheta zhivotnogo mira: tezisy dokl.* [Issue of cadastre and wildlife management: Abstr. All-Union Meet., Ufa, Russia]. Ufa, Bashkirian Publ., 1989, part 1, pp. 394-395. (in Russian)

Mel'nikov Yu.I., Popov V.V., Zhovtyuk P.I. Pervyi opyt ispolzovaniya SVP “KhIVUS-10” dlya ucheta vodoplavayushchikh ptits na “kholodnoi” zimovke v istoke r. Angary [The first experience of using HIVUS-10 hovercraft to record for waterfowl during cold wintering at the source of the Angara river]. *Baikal. Zool. J.*, 2012, no. 1(9), pp. 5-10. (in Russian)

Mel'nikov Yu.I., Popov V.V., Zhovtyuk P.I. Osobennosti raspredeleniya vodoplavayushchikh ptits na «kholodnoi» zimovke v istoke i verkhnem techenii r. Angary (Yuzhnyi Baikal) v sovremennyi period [Features of the distribution of waterfowl in the “cold” wintering in the source and upstream of the Angara river (Southern Baikal) in recent period]. *Baikal. Zool. J.*, 2017, no. 2 (21), pp. 67-74. (in Russian)

Mel'nikov Yu.I., Popov V.V., Zhovtyuk P.I. Vodoplavayushchie ptitsy na “kholodnoi” zimovke v istoke i verkhnem techenii r. Angary: ucheta s berega, effektivnaya shirina uchetnoi polosy i tochnost' poluchennykh dannykh [Waterfowl on the “cold” wintering in the source and the upper reaches of the Angara river: accounting from the shore, the effective width of the accounting band and the accuracy of the data]. *Baikal. Zool. J.*, 2019, no. 1 (24), pp. 60-73. (in Russian)

Pastukhov V.D. Nablyudeniye za angarskoi zimovkoi vodoplavayushchikh ptits [Observation of the Angara wintering of waterfowl]. *Tez. dokl. konf. molod. uchenykh, posvjashch. pamiati* [Conf. Young Scientists in memory of G.Yu. Verestshagin: Abstr., Irkutsk, Russia]. Irkutsk, Limnol. Inst. SB AS USSR Publ., 1961, pp. 23-26. (in Russian)

Pronin N.M., Matveev A.N., Samusenok V.P., Bobkov A.I., Sokolov A.V., Dzyumenko N.F., Kalyagin L.F., Gorlachev V.P., Pronina S.V., Dugarov Zh.N., Vokin A.I., Yur'ev A.L. *Ryby ozera Baikal i ego basseina* [Fish of lake Baikal and its basin]. Ulan-Ude, Buryat SC RAS Publ., 2007, 284 p. (in Russian)

Skryabin N.G. *Vodoplavayushhie ptitsy Bajkala* [Baikal Waterfowl]. Irkutsk, East-Sib. Publ., 1975, 244 p. (in Russian)

Tarasov P.P. O zimovkah vodoplavayushchikh ptic na Bajkale [About wintering waterfowl on Baikal]. *Priroda*, 1952, no. 8, pp. 115-116. (in Russian)

Tachanovskii V.K. Kriticheskii obzor ornitologicheskoi fauny Vostochnoi Sibiri [A critical review of the ornithological fauna of Eastern Siberia]. *Tr. 5-go sjezda russkikh estestvoispytatelei i vrachei v Varshave* [5th Congr. Russ. Naturalists and Physicians: Proc., Warsaw]. Warsaw, 1877, vol. 3, pp. 284-386. (in Russian)

Tretyakov A.V. Ptitsy, zimujushhie v istokah r. Angary [Birds wintering in the source of the Angara river]. *Ornitofauna Kalininskoj oblasti* [Ornitofauna of the Kalinin region]. Kalinin, St. Pedagog. Inst. Publ., 1940, pp. 61-71. (in Russian)

Mel'nikov Yu.I., Popov V.V., Tupitsyn I.I., Zhovtyuk P.I. Chislennost, vidovoi sostav i raspredeleniye okolovodnykh i vodoplavayushchikh ptits na “kholodnoi” zimovke v istoke r. Angary v ekstremalno teplyi sezon 2014-2015 gg. [The number, species composition and distribution of waterfowl and waterfowl in the “cold” wintering in the source of the Angara river in the extremely warm season 2014-2015]. *Baikal. Zool. J.*, 2016, no. 1(18), pp. 89-98. (in Russian)

Shimaraev M.N., Kuimova L.N., Sinjukovich V.N. Tendencii izmeneniya abioticheskikh uslovij v Bajkale v sovremennyi period [Trends in abiotic conditions in Baikal in the modern period]. *Razvi-*

*tie zhizni v processe abioticheskikh izmenenij na Zemle* [The development of life in the process of abiotic changes on Earth]. Proc. Sci. Conf., Irkutsk, Russia. Novosibirsk, SB RAN Publ., 2008, pp. 311-318. (in Russian)

Cherepanov S.N. O sibirskikh ptitsakh [About Siberian birds]. *Biblioteka dlya chteniya* [Reading Library]. St.-Petersb., 1859, vol. 156, no. 7, pp. 1-32. (in Russian)

Mel'nikov Yu. Large-scale modern climate change and reactions of steppe birds of Inner Asia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 2021a, vol. 817, 012066.

Mel'nikov Yu. Modern climate changes and dynamics of density and structure of bird population of South Baikal of forest ecosystems in winter period. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 2021b, vol. 848, 012140.

Mel'nikov Yu., Kupchinskiy A., Fialkov V. Formation of a "cold" winter of shorebirds and waterfowl in the source and upper current of the river Angara (South Baikal) and its causes. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 2021, vol. 848, 012228

Radde G. *Reisen in Suden von Ost-Sibirien in den Jahren 1855-1859. Bd. 2. Die Festlands-Ornis des Sudostlichen Sibiriens*. St.-Petersb., 1863, 392 p.

#### Сведения об авторе

**Мельников Юрий Иванович**  
кандидат биологических наук,  
заведующий аспирантурой  
Байкальский музей СО РАН  
Россия, 664520, Иркутская область,  
пос. Листвянка, ул. Академическая, 1  
e-mail: yumel48@mail.ru

#### Information about the author

**Mel'nikov Yuriy Ivanovich**  
Candidate of Sciences (Biology),  
Head of Postgraduate Studies  
Baikal Museum SB RAS  
1 Akademicheskaya st., Listvyanka settl.,  
Irkutsk Region, 664520, Russian Federation  
e-mail: yumel48@mail.ru

Статья поступила в редакцию **09.11.2021**; одобрена после рецензирования **11.02.2022**; принята к публикации **18.02.2022**  
Submitted **November, 09, 2021**; approved after reviewing **February, 11, 2022**; accepted for publication **February, 18, 2022**