

УДК 591.525

## О РАЦИОНАЛЬНОМ (НЕИСТОЩИТЕЛЬНОМ) ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕСУРСОВ ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ: ДЕМОГРАФИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ ПОПУЛЯЦИИ И НОРМЫ ИЗЪЯТИЯ

© 2019 г. С. П. Харитонов<sup>a, b, \*</sup>

<sup>a</sup>Научно-информационный центр кольцевания птиц России,  
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва 117312, Россия

<sup>b</sup>Заповедники Таймыра, Норильск 663300, Россия

\*e-mail: serpkh@gmail.com

Поступила в редакцию 26.11.2018 г.

После доработки 16.01.2019 г.

Принята к публикации 28.02.2019 г.

В предыдущей статье рассматривался т.н. “паттерн смертности”: графическое соотношение теоретической и реальной скорости уменьшения числа птиц в рассматриваемой когорте по годам. В данном сообщении на основании паттерна смертности, полученного по данным кольцевания птиц, выводится численный показатель благополучия популяции. Этот показатель представляет собой среднее отклонение реальной смертности от теоретической, посчитанное с рядом условных ограничений и использованием добавочных коэффициентов. Степень благополучия популяций водоплавающих птиц (численность популяции стабильна, уменьшается или растет) была оценена двумя способами: при помощи выведенного численного показателя и на основании широкомасштабных учетов и наблюдений в природе. Практически по всем видам водоплавающих было показано хорошее совпадение обеих оценок. Численный показатель благополучия популяции предлагается в качестве одного из критериев оценки рациональности использования охотничьих видов. Данный показатель позволяет сделать заключение о возможности охотничьего изъятия разных видов околотовных птиц или о необходимости их охраны, вместе с указанием требуемых охранных мероприятий. На основании расчетов по данным кольцевания птиц обосновывается норма изъятия охотничьих видов, чье демографическое благополучие это позволяет. Изъятие из природы водоплавающих птиц охотничьих видов не должно превышать трети от ежегодной смертности для взрослых половозрелых птиц, для первогодков уток – не более 67%, для первогодков гусей – не более 45%. На основе примененного метода оказалось возможным вычислить норму изъятия для каждого охотничьего вида водоплавающих, в зависимости от доли первогодков в популяции на момент осенних учетов.

*Ключевые слова:* рациональное использование, оценка состояния, благополучие популяции, нормы изъятия

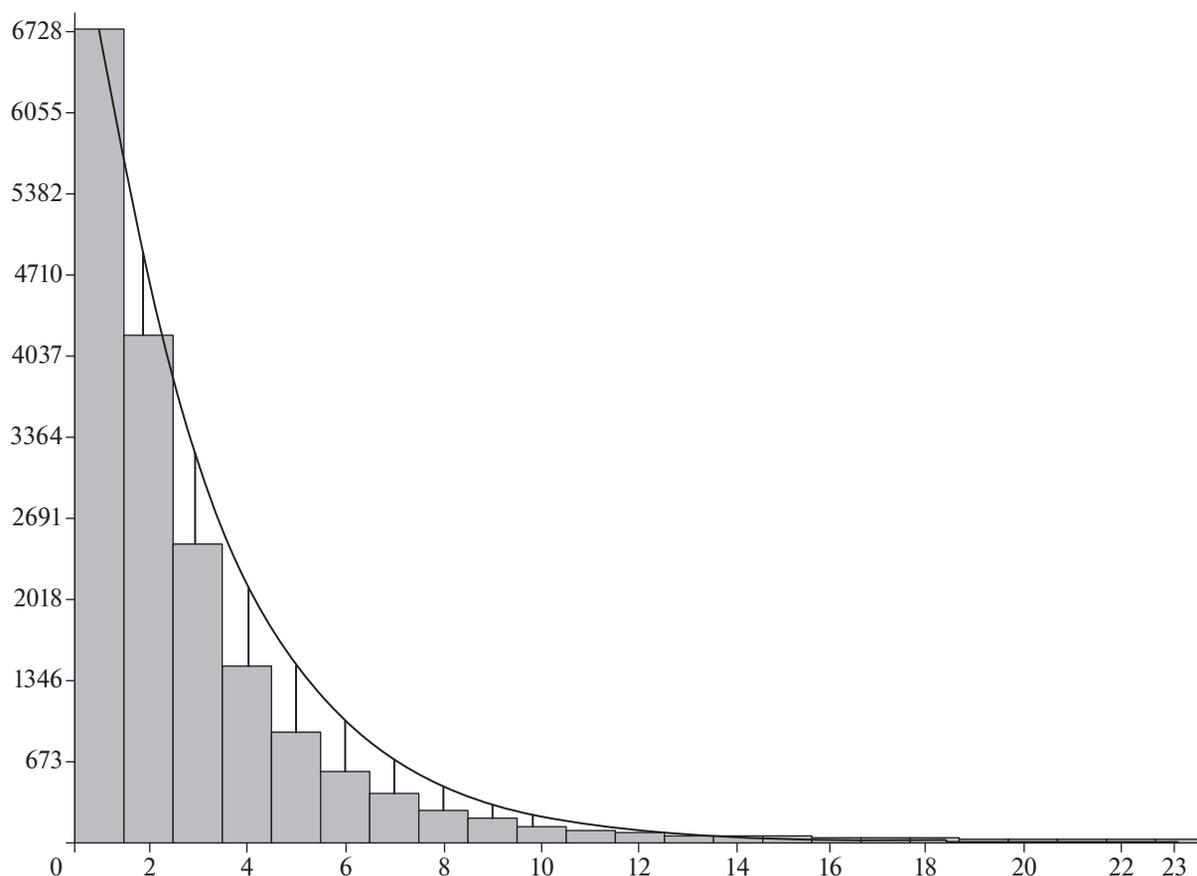
DOI: 10.1134/S0044513419080063

Мы ввели понятие паттерна смертности (Харитонов, 2017) и показали, как кривая теоретической смертности и гистограмма реальной смертности, составные части этого паттерна, могут указать, насколько благополучно, в смысле динамики численности, состояние вида или популяции. Более детальное рассмотрение нами паттерна смертности показало, что популяция оказывается благополучной не только при совпадении теоретических и реальных данных, а и в том случае, когда при некоторых условиях, реальные данные оказываются, в целом, немного меньше теоретических значений. В данном сообщении мы приводим результаты дальнейшего изучения характеристик паттернов смертности и выработ-

ки на его основании специального численного показателя, который может указывать на степень благополучия популяции. Оценка благополучия популяции на основании численного показателя является более удобной и точной, нежели визуальная оценка паттерна смертности.

### Выведение численного показателя демографического благополучия популяции

Сущность численного показателя состоит в вычислении различия между кривой теоретической смертности и гистограммой реальной смертности. Для такого вычисления применим подход, который часто применяется в статистике



**Рис. 1.** Иллюстрация вычисления показателя благополучия на основе паттерна смертности шилохвосты по данным возвратов колец. По оси  $Y$  — число птиц, которые оставались живы спустя разное число лет после кольцевания; по оси  $X$  — число лет, прошедших после кольцевания. Линия экспоненты — теоретическое число выживших птиц, вычисленное методом геометрической прогрессии. Гистограмма — реальное количество выживших птиц по годам. Толстые линии между теоретической кривой и гистограммой — различия между соответствующими реальными и теоретическими значениями.

(Плохинский, 1978): вычисление средней разности между реальной и теоретическими величинами. Для этого составляются вариационные ряды с некоторым количеством классов, в случае паттерна смертности число классов равно максимальному возрасту птиц в рассматриваемой выборке в годах (Харитонов, 2017). Сначала вычисляется сумма разностей между реальным и теоретическим числом выживших птиц на каждый год (рис. 1), начиная со второго члена, поскольку первые члены теоретического и реального рядов равны. Далее полученная сумма делится на число классов минус 1 (по причине равенства первых членов обоих рядов первый член не учитывается). Для того чтобы полученная величина показателя благополучия (обозначим его как  $B$ ) не зависела от размера выборки, необходимо перейти от абсолютных значений к процентам. Для получения показателя благополучия популяции в процентах ( $B$ ) среднее отклонение от теоретической

вместе с его знаком делится на общее число птиц в выборке ( $N$ ) и умножается на 100%:

$$B = \left( \frac{\sum_{i=2}^n (y_{\text{theor}_i} - y_{\text{real}_i})}{n-1} \right) / N \times 100\%,$$

где:  $y_{\text{theor}_i}$  — теоретическое число выживших птиц на  $i$ -й год после кольцевания,

$y_{\text{real}_i}$  — реальное число выживших птиц на  $i$ -й год после кольцевания,  $n$  — год после мечения в рассматриваемой выборке.

Как во всякой статистической операции, для разности в каждом классе можно вычислить отклонение этой разности от средней и в результате получить стандартную ошибку показателя благополучия (обозначим как  $Err_B$ ), также преобразовав ее значение в проценты. Эта ошибка вычисляется точно так же, как ошибка средней арифметической (Плохинский, 1978), поэтому формулу здесь приводить не будем. Единственная возмож-

ная коррекция — это при вычислении сигмы ( $\delta$ ) в том месте, где в формуле вычисления ошибки используется  $n-1$ , использовать  $n-2$  ввиду отсутствия одного из классов.

Формулы показателя благополучия и его ошибки легко программируются на компьютере, поэтому реальное их вычисление трудностей не представляет. В результате получается показатель благополучия популяции в процентах вместе со знаком и его статистической ошибкой. Знак минус в показателе благополучия свидетельствует о прогибе гистограммы относительно теоретической кривой, и значение показателя дает представление о степени этого прогиба. Нулевое или близкое к нулю значение показателя говорит об удовлетворительном состоянии рассматриваемой популяции. Положительные значения показателя однозначно свидетельствуют о росте численности популяции. Отрицательные значения ниже некоего порога говорят о неблагоприятном состоянии популяции и уменьшении ее численности (Харитонов, 2017).

Однако, как это нередко случается в биологических исследованиях, возникает вопрос о реальной границе, то есть определения приемлемого значения показателя благополучия, при котором состояние популяции или вида считаются стабильным. В предыдущем сообщении (Харитонов, 2017) показано, что наличие в популяции долгожителей увеличивает “прогиб” гистограммы. Это означает, что состояние популяции (паттерн смертности) зависит не только от величины смертности разных возрастов, но и оттого, есть ли в выборке долгоживущие особи, возраст которых определен при помощи кольцевания. Если такие особи есть, то популяция оказывается стабильной, и ее численность даже может расти. Оказалось, что популяция может рассматриваться как стабильная, даже если полученный нами показатель благополучия имеет небольшое отрицательное значение. Такое, в частности, видно на используемом в прошлом сообщении паттерне смертности колпиц (*Platalea leucorodia*) за период 1980–1989 гг. При показателе благополучия  $-4.55\%$  (отрицательное значение) численность популяции немного росла (Белик, 2011).

Для вычисления демографического благополучия популяции можно было взять за основу этот реальный уровень. Однако более удобным выглядит следующий путь: ввести в различие между теоретическими и практическими данными некий поправочный коэффициент, который чисто математически сделал бы благополучную популяцию близкой к теоретическому уровню. Тогда анализ и его объяснение становятся более понятными. Отклонение гистограммы вверх или вниз от значения, приведенного к теоретическо-

му уровню, будет ясно указывать на хорошее или плохое демографическое состояние популяции. При этом мы можем выделить некие условные границы, которые позволяют оценить степень благополучия популяции и, если это охотничий вид, степень возможного изъятия из популяции.

Этот поправочный коэффициент оказался зависимым от максимального возраста птиц в популяции. Вводя разные коэффициенты для разных возрастов, мы можем привести все к единому критерию оценки благополучия популяции. В этом случае наши условные границы для разных демографических состояний не будут зависеть от возраста, и критерий благополучия популяции тоже будет более удобным для использования. Если максимальный возраст в выборке более 15 лет, и по результатам других исследований популяция благополучна, то показатель благополучия ( $B$ ) может иметь не только близкое к нулю значение (малое отличие теоретической кривой и гистограммы реальных данных), а быть также небольшой отрицательной величиной. Это хорошо видно для белолобых гусей (*Anser albifrons*), которые гнездятся в нашей стране и зимуют в Европе. Численность вида вполне стабильна и в отдельные годы даже растет (Глазов и др., 2018; Fox et al., 2010; Fox, Leafloor, 2018). Сопоставление вычисляемых нами показателей благополучия с реальными данными о популяционных трендах дает возможность предварительно заключить, что состояние стабильности у популяций достигается уже тогда, когда реальные значения немного не достигают теоретических (на графике это выглядит как “прогиб” гистограммы относительно теоретической кривой). Это происходит, видимо, за счет работы механизмов популяционного гомеостаза (Шилов, 1977). Обычно это происходит при показателе благополучия примерно равном  $-5\%$  (минус 5%). В этом отношении, численность зимующих в Западной Европе белолобых гусей растет ( $B = -3\%$ ), а гуменников (*A. fabalis*) — стабильна ( $B = -4\%$ ).

Зависимость показателя благополучия от максимально возраста птиц в выборке хорошо отражают данные кольцевания белолобого гуся (использована выборка из 2599 возвратов колец). Сначала, по мере изымания птиц старших возрастов из выборки показатель благополучия повышается. Однако, когда доходит до изъятия уже малых возрастов, показатель опять становится все меньше. Для того чтобы унифицировать значения показателя и упростить процесс его интерпретации на практике, в процесс вычисления необходимо внести поправку на максимальный возраст птиц в выборке: для стабильной популяции показатель благополучия должен всегда иметь значение “ноль”. Показатель благополучия с добавочными коэффициентами можно назвать

**Таблица 1.** Характер экспертных рекомендаций в зависимости от величины “приведенного показателя благополучия” ( $PB$ )

Значение “приведенного показателя благополучия” вида (популяции), $PB$ %	Характер экспертных рекомендаций по виду (популяции)
$-3 \leq PB \leq +3$	“ПОПУЛЯЦИЯ ВЫГЛЯДИТ СТАБИЛЬНОЙ, ИЗМЕНЕНИЯ МЕР НЕ ТРЕБУЕТСЯ”
$+3 < PB \leq +5$	“МОЖНО ОТКРЫТЬ ОХОТУ ИЛИ НЕМНОГО УВЕЛИЧИТЬ ИЗЪЯТИЕ”
$PB > +5$	“МОЖНО ИНТЕНСИФИЦИРОВАТЬ ОХОТУ”
$-5 \leq PB < -3$	“ОХОТУ НА ЭТОТ ВИД (ПОПУЛЯЦИЮ) НЕОБХОДИМО ЗАКРЫТЬ”
$PB < -5$	“КРОМЕ ЗАКРЫТИЯ ОХОТЫ, ТРЕБУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ, ВПЛОТ ДО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРАСНУЮ КНИГУ”

“приведенный показатель благополучия” (обозначим как  $PB$ ). Путем расчетов с изыманием максимальных возрастов из выборки выяснено, что для водоплавающих (а также некоторых других групп птиц, в частности колпиц и вальдшнепов (*Scolopax rusticola*)), при наличии в выборке особей возрастом 15 и более лет,  $PB = B + 5\%$ . Если максимальный возраст в выборке 14, 13, 12, 11 лет, надо прибавить по 4, 3, 2, 1%, соответственно. Если максимальный возраст 10 лет и менее, то ничего прибавлять не надо, в этом случае приведенный показатель благополучия будет равен изначально вычисленному.

На следующем этапе встает вопрос об экспертном заключении о благополучии популяции. Ясно, что  $PB$  очень редко будет равен точно нулю, должен быть какой-то интервал, в пределах которого состояние популяции можно рассматривать как стабильное. Если показатель благополучия становится меньше нуля на 3% (выведено для видов, численность которых сокращается, но пока не катастрофично, например серой утки (*Anas strepera*) (Розенфельд и др., 2018; Atlas ..., 2010), то для этого вида надо рекомендовать закрытие охоты. В эту категорию видов также попадает серый гусь (*Anser anser*)  $-4.6\%$ , чирок-трескунок (*Anas querquedula*)  $-0.9\%$  и широконоска (*A. clypeata*)  $-2.7\%$ . Если приведенный показатель благополучия становится менее  $-5\%$  (у пiskuльки (*Anser erythropus*)  $-10\%$ , у касатки (*Anas falcata*)  $-13\%$ , то требуются дополнительные меры охраны (табл. 1). К этой же категории, по данным кольцевания, необходимо было бы отнести красноногого нырка (*Netta rufina*), у которого приведенный показатель благополучия равен  $-9.2\%$ . Однако кольцевание и получение возвратов по этому виду происходило в 1935–1989 гг., когда он действительно был очень немногочисленным. В последние 1.5–2 десятилетия его численность без специаль-

ных мер охраны, видимо, просто от “приобретения” новых мест обитания в результате сокращения численности обитающего в тех же биотопах красноногового нырка увеличилась и стабилизировалась (European birds ..., 2017; В.Н. Федосов, А.Л. Мищенко, устное сообщение).

Значение стандартной ошибки ( $Err_B$ ) для приведенного показателя благополучия останется таким же, как и для изначально вычисленного показателя, без произведенных корректировок.

Для получения подобных рекомендаций по выборкам окольцованных птиц можно легко составить специальную программу на компьютере. В результате, имея простой текстовый файл возрастов окольцованных птиц определенного вида, региона, периода времени и т.п. и, пропустив этот файл через такую программу, получим не только значение смертности, но и приведенный показатель благополучия популяции вместе с рекомендацией о дальнейших действиях по этому виду. Такая программа существует в Научно-информационном центре кольцевания птиц ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН и успешно используется.

#### Проверка надежности приведенного показателя благополучия и возможности его использования

Сравнение степени благополучия популяций водоплавающих птиц (численность популяции стабильна, уменьшается или растет), оцененной как при помощи предлагаемого численного показателя, так и при помощи широкомасштабных учетов и наблюдений в природе практически по всем видам водоплавающих птиц показало хорошее совпадение обеих оценок (примеры в табл. 2), т.е. предлагаемый здесь показатель вполне может быть использован. Он предлагается в качестве одного из критериев оценки рациональности использования охотничьих видов. Этот показатель,

**Таблица 2.** Сравнение демографического благополучия видов и популяций водоплавающих птиц на основании приведенного показателя благополучия и по другим источникам сведений

Вид птицы	Значение $PB \pm Err_B, \%$	Экспертное заключение	Благополучие вида или популяции по другим источникам
Белолобый гусь	$+1.6 \pm 0.64$	“ПОПУЛЯЦИЯ ВЫГЛЯДИТ СТАБИЛЬНОЙ, ИЗМЕНЕНИЕ МЕР НЕ ТРЕБУЕТСЯ”	Стабильное или растет (Fox, Leafloor, 2018)
Пискулька	$-10.3 \pm 3.13$	“КРОМЕ ЗАКРЫТИЯ ОХОТЫ, ТРЕБУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ, ВПЛОТЬ ДО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРАСНУЮ КНИГУ”	Катастрофически ухудшается (Виноградов, Морозов, 2001)
Кряква	$-0.4 \pm 1.65$	“ПОПУЛЯЦИЯ ВЫГЛЯДИТ СТАБИЛЬНОЙ, ИЗМЕНЕНИЕ МЕР НЕ ТРЕБУЕТСЯ”	Atlas..., 2010
Связь	$+0.8 \pm 1.06$	“ПОПУЛЯЦИЯ ВЫГЛЯДИТ СТАБИЛЬНОЙ, ИЗМЕНЕНИЕ МЕР НЕ ТРЕБУЕТСЯ”	Atlas of Duck Populations in Eastern Europe, 2010
Шилохвость в Мурманской области	$-9.5 \pm 3.50$	“КРОМЕ ЗАКРЫТИЯ ОХОТЫ, ТРЕБУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ, ВПЛОТЬ ДО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРАСНУЮ КНИГУ”	Летопись природы Канда-лакшского заповедника, 1948–2010
Чирок-свистунок	$+0.1 \pm 1.52$	“ПОПУЛЯЦИЯ ВЫГЛЯДИТ СТАБИЛЬНОЙ, ИЗМЕНЕНИЕ МЕР НЕ ТРЕБУЕТСЯ”	Atlas ..., 2010
Серая утка	$-3.5 \pm 2.26$	“ОХОТУ НА ЭТОТ ВИД (ПОПУЛЯЦИЮ) НЕОБХОДИМО ЗАКРЫТЬ”	Розенфельд и др., 2018: Atlas ..., 2010
Хохлатая чернеть	$-1.2 \pm 1.23$	“ПОПУЛЯЦИЯ ВЫГЛЯДИТ СТАБИЛЬНОЙ, ИЗМЕНЕНИЕ МЕР НЕ ТРЕБУЕТСЯ”	Atlas ..., 2010
Пеганка	$+1.5 \pm 0.79$	“ПОПУЛЯЦИЯ ВЫГЛЯДИТ СТАБИЛЬНОЙ, ИЗМЕНЕНИЕ МЕР НЕ ТРЕБУЕТСЯ”	Полевой определитель, 2011
Огарь	$-6.8 \pm 2.78$	“КРОМЕ ЗАКРЫТИЯ ОХОТЫ, ТРЕБУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ, ВПЛОТЬ ДО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРАСНУЮ КНИГУ”	Численность невелика, в ряде мест исчезает (Полевой определитель, 2011). Численность очень нестабильна (Завьялов и др., 2004)

как и все индикаторы в биологических процессах, не является абсолютом, а еще одним и, видимо, на настоящий момент весьма значимым критерием для принятия решений о дальнейших действиях. Данный показатель позволяет сделать заключение о возможности охотничьего изъятия разных видов птиц, прежде всего водоплавающих; или о необходимости охраны рассматриваемых видов, вместе с указанием требуемых охранных мероприятий вплоть до включения их в Красную книгу.

Выведенный показатель демографического благополучия популяции может являться еще одним инструментом исследований. Используя данные кольцевания птиц, можно рассмотреть состояние популяции какого-либо вида в определенных географических районах или административных субъектах, например шилохвости в Мурманской обл. (табл. 2), или для определенных периодов за прошлые года. Интересные результа-

ты получаются, если рассмотреть благополучие популяций охотничьих видов в военное десятилетие (1941–1950 гг.) и позже. Для большинства уток, связанных в своем гнездовании с водоемами, в это десятилетие показано улучшение демографического благополучия популяции. Ситуация понятна – охотничьи ружья во время войны необходимо было сдать (Бианки, 2005). Это касается кряквы, чирка-свистунка, серой утки, красноголового нырка, хохлатой чернети. Однако все эти виды стали сильно страдать в следующее десятилетие (1951–1960 гг.), когда в послевоенные годы населению требовалось дополнительное питание в виде дичи. В следующее десятилетие (1961–1970 гг.) характер охоты стала постепенно меняться: вместо ресурсодобывающей охота становится, и демографическое благополучие большинства этих уток стало улучшаться. Задержка произошла у красноголового нырка (*Aythya ferina*), численность которого стала восстанавливаться спустя еще 10 лет, с 1971 г. Возможно на этот вид

**Таблица 3.** Сравнение демографического благополучия широконоска в различные десятилетия на основании приведенного показателя благополучия и экспертные заключения на основе этих показателей

Десятилетие	Число использованных возвратов колец	Приведенный показатель $PB \pm Err_B, \%$	Экспертное заключение
1931–1940	90	$-2.6 \pm 2.28$	“ПОПУЛЯЦИЯ ВЫГЛЯДИТ СТАБИЛЬНОЙ, ИЗМЕНЕНИЕ МЕР НЕ ТРЕБУЕТСЯ”
1941–1950	29	$-7.1 \pm 2.38$	“КРОМЕ ЗАКРЫТИЯ ОХОТЫ, ТРЕБУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ, ВПЛОТЬ ДО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРАСНУЮ КНИГУ”
1951–1960	166	$-8.8 \pm 3.49$	“КРОМЕ ЗАКРЫТИЯ ОХОТЫ, ТРЕБУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ, ВПЛОТЬ ДО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРАСНУЮ КНИГУ”
1961–1970	458	$-5.8 \pm 3.30$	“КРОМЕ ЗАКРЫТИЯ ОХОТЫ, ТРЕБУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ, ВПЛОТЬ ДО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРАСНУЮ КНИГУ”
1971–1980	366	$-4.7 \pm 2.59$	“ОХОТУ НА ЭТОТ ВИД (ПОПУЛЯЦИЮ) НЕОБХОДИМО ЗАКРЫТЬ”
1981–1990	144	$-3.2 \pm 1.89$	“ОХОТУ НА ЭТОТ ВИД (ПОПУЛЯЦИЮ) НЕОБХОДИМО ЗАКРЫТЬ”
1991–2000	21	$-5.03 \pm 1.64$	“КРОМЕ ЗАКРЫТИЯ ОХОТЫ, ТРЕБУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ, ВПЛОТЬ ДО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРАСНУЮ КНИГУ”
2001–2018	40	$-4.0 \pm 1.39$	“ОХОТУ НА ЭТОТ ВИД (ПОПУЛЯЦИЮ) НЕОБХОДИМО ЗАКРЫТЬ”

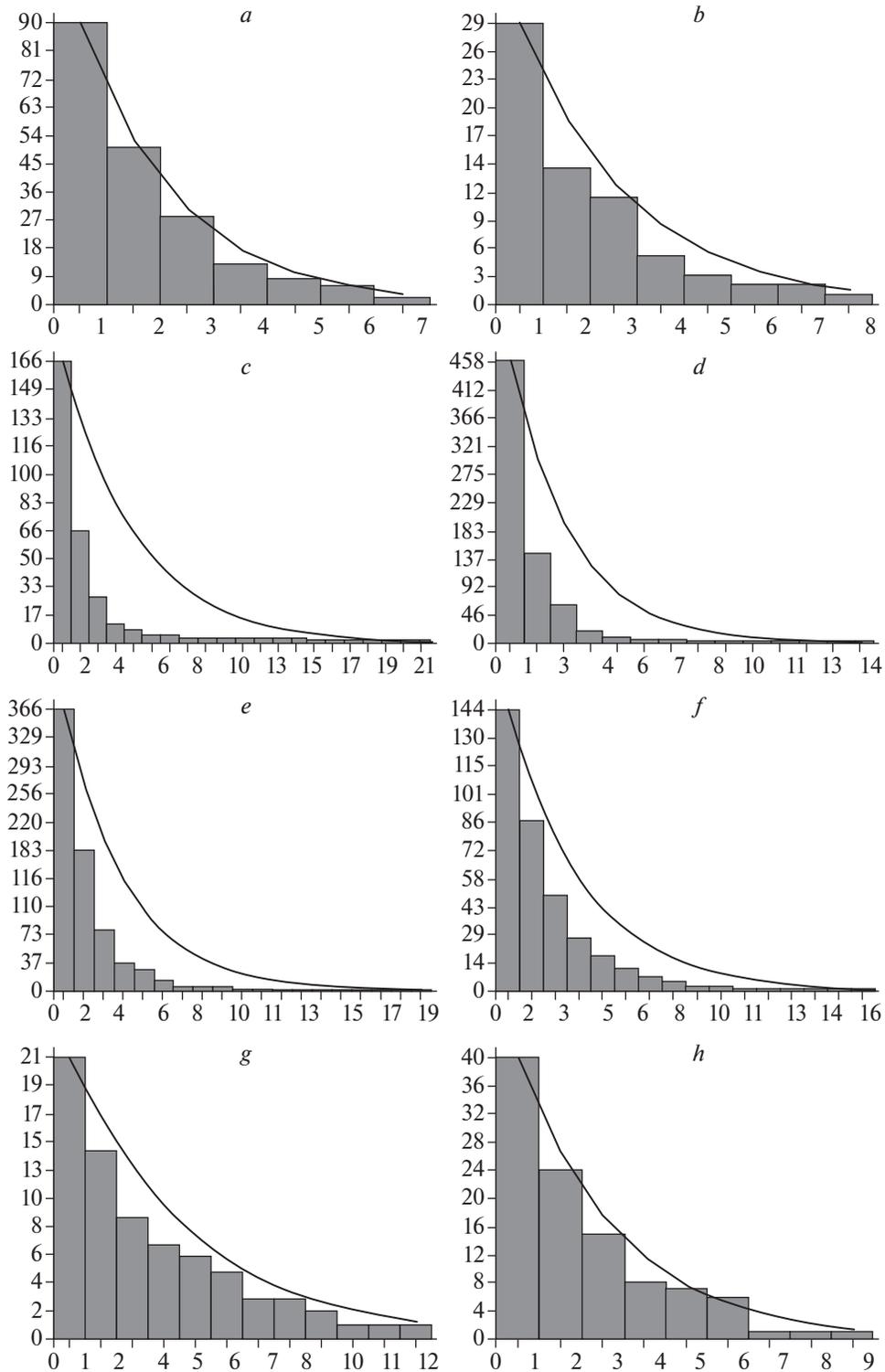
сильнее повлияла широко проводимая в то время мелиорация. Что касается луговых уток, гнездящихся на сухих лугах – шилохвости (*Anas acuta*) и чирка-трескунка, – здесь ситуация была противоположной: их демографическое благополучие было наихудшим в военное десятилетие. Вероятно, это связано с боевыми действиями, (и, особенно, их подготовкой), которые затрагивали большие открытые пространства лугов. В 1951–1960 гг. демографическое благополучие этих видов стало улучшаться, хотя оно всегда было хуже, чем кряквы и чирка-свистунка. Сильно пострадала гнездящаяся на сырых лугах широконоска: и во время войны от передвижений войск по лугам, и от сбора яиц населением, поскольку из-за более ограниченного биотопа гнездования находить гнезда этих уток легче, чем гнезда шилохвости и чирка-трескунка. После войны этот вид, так же как и пять выше перечисленных гнездящихся у самой воды видов, также подвергался повышенному охотничьему изъятию. Плохое демографическое состояние широконоска в нашей стране, когда в самом деле требовались специальные меры охраны, продолжалась не одно десятилетие, а целых три десятилетия. В дальнейшем ситуация немного улучшилась (рис. 2, табл. 3), однако экспертное заключение на основе показателя благо-

получия выглядит как: “ОХОТУ НА ЭТОТ ВИД (ПОПУЛЯЦИЮ) НЕОБХОДИМО ЗАКРЫТЬ” (табл. 3). Общемировая численность широконоска в несколько раз меньше численности кряквы (*A. platyrhynchos*), наиболее распространенного охотничьего вида уток (Полевой определитель ..., 2011).

Показатель благополучия популяции вычисляется на основании данных кольцевания. Законен вопрос – сколько возвратов от погибших птиц достаточно, чтобы данный критерий давал адекватную оценку? Опыт показывает, что бывает достаточно даже 25 возвратов (краснозобая казарка – 25 возвратов – заключение: “КРОМЕ ЗАКРЫТИЯ ОХОТЫ, ТРЕБУЮТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ОХРАНЫ, ВПЛОТЬ ДО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРАСНУЮ КНИГУ”, колпица – 26 возвратов за 1980–1989 гг., заключение: “ПОПУЛЯЦИЯ ВЫГЛЯДИТ СТАБИЛЬНОЙ, ИЗМЕНЕНИЯ МЕР НЕ ТРЕБУЕТСЯ”).

#### Основы определения норм добычи

Поскольку здесь рассматриваются охотничьи виды водоплавающих, то необходимо рассмотреть нормы и характер охотничьего изъятия видов, демографическое благополучие которых



**Рис. 2.** Паттерны смертности широконоски по десятилетиям: *a* – 1931–1940 гг., *b* – 1941–1950 гг., *c* – 1951–1960 гг., *d* – 1961–1970 гг., *e* – 1971–1980 гг., *f* – 1981–1990 гг., *g* – 1991–2000 гг., *h* – 2001–2018 гг. по данным возвратов колец. По оси *Y* – число птиц, которые оставались живы спустя разное число лет после кольцевания. По оси *X* – число лет, прошедших после кольцевания. Линия экспоненты – теоретическое число выживших птиц, вычисленное методом геометрической прогрессии (Харитонов, 2017). Гистограмма – реальное количество выживших птиц по годам после кольцевания.

позволяет осуществлять это изъятие. Например, мы при помощи численного показателя и, по другим критериям, выяснили, что популяцию можно эксплуатировать. Теперь возникает вопрос: сколько особей из популяции можно изъять? В охотничьей практике нашей страны в настоящее время норма изъятия произвольна, в то время как она не должна превышать некоего порогового уровня. Давно показано наличие саморегуляции в популяциях животных (Шилов, 1977). Для охотничьих видов это означает, что при хорошем успехе размножения под выстрел попадает больше птиц, при низком успехе какая-то часть популяции избегает пресса охоты, непонятным образом “уходя из-под выстрелов” (Михельсон и др., 1977). На примере певчего дрозда (*Turdus philomelos*) показано: та популяция, которая правильно эксплуатируется охотой и та, которая не эксплуатируется, имеют примерно одинаковую среднегодовую смертность (Паевский, 2008). Этот факт говорит об неизбежности гибели излишка популяции. Охота — это фактически перенесение момента гибели птицы на более ранний срок. В примере с певчими дроздами хорошо видно: если в эксплуатируемой части популяции среднегодовая гибель молодых оказалась больше (из-за большего пресса охоты), то гибель взрослых будет компенсаторно меньше, чем это характерно для неэксплуатируемой популяции (Паевский, 2008). Саморегуляция плотности популяции — это и есть принцип перенесенной гибели: если птиц отстреляно больше естественного уровня смертности для данного периода годового цикла, дальнейшая естественная гибель будет ниже, чем была бы в случае отсутствия повышенной гибели на предыдущих стадиях годового цикла.

Естественная смертность — это тот максимальный ресурс, который теоретически можно изымать из популяции. Однако этот максимальный ресурс можно получить лишь в том идеальном случае, когда каждая птица может быть изъята незадолго до ее естественной гибели. В реальности осуществить такое невозможно. Рациональное (неистощительное) использование — это как раз и есть изымание ресурса не больше уровня естественной смертности определенного вида. Правда, у массовых видов есть некий запас за счет механизмов популяционного гомеостаза. То есть для этих видов некоторое время можно изымать несколько больше естественной смертности.

Поскольку мы не можем изъять всех птиц за некоторое время до их естественной гибели, то какую долю от естественной смертности мы можем изъять? На утках это увидеть сложно, так как в этом случае почти вся видимая нами смертность — это практически только возвраты колец от охотников. Поэтому для определения возможной доли изъятия мы рассмотрим пример с колплицей.

Эта птица хорошо заметна, поэтому много возвратов колец не только от охоты, но и от других причин. Численность колплиц стабилизировалась и даже стала увеличиваться, когда доля застреленных особей стала составлять примерно треть от общей смертности (30.8%) (Харитонов, 2017). Т.е. мы можем изымать из природы не более трети от естественной смертности.

Если изымать больше трети от среднегодовой смертности, то изъятие может происходить задолго до момента естественной гибели, отчего воспроизведение вида будет меньше, чем необходимо для его стабильной численности. Для периода 1950—1979 гг., когда отстрел составлял более 1/3 от общих случаев гибели колплиц, их средняя продолжительность жизни, по данным кольцевания, составляла 0.96 года, то есть птицы были застрелены, еще не успев приступить к размножению. В 1980—1989 гг., когда изъятие уменьшилось до трети от общей смертности, средняя продолжительность жизни составила 3.46 года — популяция стала нормально воспроизводиться (Харитонов, 2017). Таким образом, на основании данных кольцевания некоторых околотовных видов показано, что когда охотничье изъятие составляет более 1/3 от общего числа погибших птиц, численность популяции падает. Если из природы изымать не более 1/3 части от ежегодной смертности каждой возрастной группы, то численность популяции становится стабильной, при дальнейшем уменьшении нормы изъятия может начаться рост численности. Вопрос — у стабильной популяции можно изымать 1/3 среднегодовой смертности — или изъятие трети среднегодовой смертности приводит к стабильности популяции? Ответа пока нет, однако если мы выдаем заключение, считая, что работает первая закономерность, то это дает больше гарантий в смысле не превышения возможной нормы изъятия охотничьих видов.

### Обоснование применяемого подхода

У разных возрастов смертность разная, наибольшая она у птиц-первогодков. Например, у крякв в первый год жизни смертность составляет 54.6%, у чирка-свистунка — 54.1% (табл. 4) и т.п. Учитывая, что значительное число молодых птиц погибнет именно в первый год (то есть вскоре после рождения), то и доля отстрела первогодков может быть больше трети от их среднегодовой смертности. В частности, есть мнение, что у белых гусей осенью, когда в популяции преобладают молодые особи, может быть отстреляно до 25—30% от их осенней численности (Fox et al., 2010). У старших возрастов, наоборот, — тот, кто пережил критические периоды, то может жить долго, а значит — долго размножаться. Для таких став-

**Таблица 4.** Средняя смертность и смертность первогодков у некоторых видов водоплавающих птиц по данным кольцевания

	Кряква	Белолобый гусь	Хохлатая черныш	Чирок-свистунок
Число использованных возвратов колец	6635	2599	3389	5010
Средняя смертность, %	27.8	18.7	26.0	31.0
Смертность первогодков, %	54.5	25.0	40.0	54.1

ших должителями особей и 1/3 среднегодовой смертности может быть слишком велика. Однако для примерных расчетов берем эту самую среднюю величину – 1/3 от среднегодовой смертности.

В смысле рационального использования необходимо остановиться еще на одном моменте: изымая животное перед тем, как оно должно умереть, мы лишаем “добычи” хищников и других консументов естественного биоценоза. Представляется, что при изъятии 1/3 естественной смертности биоценоз “не страдает”. В самом деле, насколько при этом страдает биоценоз еще предстоит выяснить. Однако, видимо, не особенно страдает, хотя на основании общепринятого представления, птицы – важный элемент биоценозов. Да, есть много примеров, когда птицы играют важную средообразующую роль для других членов сообщества (своеобразные сообщества птичьих базаров, зарыбление водоемов, занос семян, спор или беспозвоночных в новые местности, в том числе на острова). Реально оценить эдификаторную роль птиц в биоценозах (экосистемах) зачастую очень сложно: что произойдет с экосистемой, если из нее выпадет некоторое количество особей распространенного вида? Представляется, поскольку подавляющее большинство видов птиц имеет невысокую численность и плотность, их роль в энергетике экосистемы невелика, а временами просто “входит в ошибку” (Рябицев, 2010).

Если мы будем полностью изымать такое количество птиц, которое равно их ежегодной смертности, то, казалось бы, ничего не останется и другим, естественным потребителям, например хищникам. В этом плане есть два способа действий: 1) изымать долю, в несколько раз меньшую, чем естественная смертность (что здесь и рекомендуется); 2) опереться на саморегуляцию, которая несколько увеличит продуктивность в изымаемой популяции, а этот избыток и будет

кормом для хищников. Понятно, что уровень естественной смертности – это видимый логический предел изъятия. Однако в реальной жизни надо, как всегда, производить мониторинг и вычислять более точный порог изъятия.

Смертность птиц в первые два года жизни высока. Однако, самое интересное, что она мало влияет на последующую смертность остальных возрастов в популяции. Например, если убирать из выборки крякв, погибших в первые два года, средняя смертность в популяции уменьшится лишь на 2-3%. Это лишний раз говорит, что основной охотничий ресурс – это именно молодые птицы. Так что долю изъятия молодых можно считать не как 1/3, а больше, в соответствии с соотношением гибели первогодков к средней смертности в популяции. Крякв молодых возрастов можно изъять почти в два раза больше, чем из остальных возрастов, а у белолобого гуся таких молодых для изъятия может быть только в 1.3 раза больше (табл. 4). Для взрослых, поскольку их смертность почти не отличается от средней по популяции (в этом и есть независимость смертности взрослых от смертности молодых), берем ту же 1/3 от средней популяционной смертности.

#### Нормы добычи для разных охотничьих видов

Для правильного рационального управления (менеджмента) популяциями мы должны рассчитывать норму отстрела уже не по данным кольцевания, а по реальным численностям. Мы рассмотрели только те виды, для которых демографическое благополучие позволяет вести эксплуатацию. Перед открытием осенней охоты необходимо провести учет и выяснить соотношение молодых и взрослых (учет можно провести на нескольких выборочных водоемах). После этого руководствоваться выведенной из предыдущих рассуждений формулой:

$$PARTYOUNG = ((MYOUNG \times JUV \times 0.33 \times (MYOUNG / MALL) + AD \times MALL \times 0.33)) \times 100\%$$

**Таблица 5.** Допустимая норма отстрела у некоторых видов водоплавающих (в процентах от осенней численности)

Доля молодых в осеннем учете	Кряква	Белолобый гусь	Хохлатая черныш	Чирок-свиистунок
0.1	11.9	6.7	9.8	12.4
0.2	14.5	7.2	11.0	14.6
0.3	17.2	7.7	12.2	16.7
0.33	18.0	7.8	12.6	17.4
0.4	19.8	8.2	13.4	18.8
0.5	22.4	8.7	14.6	20.9
0.6	25.1	9.1	15.8	23.0
0.67	26.8	9.5	16.6	24.4
0.7	27.7	9.6	16.9	25.1
0.8	30.3	10.1	18.1	27.2
0.9	32.9	10.6	19.3	29.4

где: *PARTYOUNG* – доля молодых птиц в осеннем учете;

*JUV* – средняя доля молодых в осеннем учете по мониторинговым местам;

*AD* – средняя доля взрослых в осеннем учете;

*MYOUNG* – смертность молодых;

*MALL* – средняя смертность в популяции.

Можно даже примерно оценить, сколько в абсолютном выражении допустимо отстрелять, если доля известна, а общая численность неизвестна. Тут тоже возможны допуски на основании учетов. Нужно для каждого вида создать систему мониторинга и на ее основании определять нормы изъятия. Если средняя численность увеличилась в разы абсолютную норму отстрела тоже можно увеличить.

Опираясь на приведенную выше формулу, можно рассчитать, какую долю от осенней численности конкретного вида можно изъять охотникам в зависимости от успеха размножения популяции в данном году. Таким образом, по каждому виду можно составить таблицу допустимого изъятия (пример, табл. 5). Поскольку для охотничьих видов нормы увеличения продуктивности популяции в ответ на возрастающее изъятие (механизмы популяционного гомеостаза (Шиллов, 1977)) неизвестны, пока рассматриваем эксплуатацию популяции, которая, условно, не увеличивает продуктивность в ответ на увеличение изъятия. Надо иметь в виду, что данная публикация – первая, где предлагается такая схема расчета изъятия. Поэтому поправочные коэффициенты при получении приведенных показателей

благополучия можно рассматривать как предварительные.

Таким образом, рекомендуемые здесь метод оценки и критерий оценки благополучия популяции вполне применимы в помощь экспертам. Всегда надо иметь в виду, что, как и всякие серьезные решения, решение об изменении уровня изъятия биологического ресурса, особенно если речь идет об увеличении, должно приниматься на основе нескольких критериев. Приведенный показатель благополучия популяции – лишь один из них, возможно, в условиях нашей страны наиболее информативный. Данный критерий является дополнительным инструментом для работы экспертов.

Главный принцип рационального (неистощительного) использования – изъятие не должно превышать уровня естественной смертности для популяции или вида. По предварительным вычислениям, допустимым уровнем ежегодного изъятия для благополучных популяций или видов является норма в 1/3 часть от их средней ежегодной смертности в популяции. Оказалось, что уровень смертности молодых неполовозрелых птиц слабо влияет на последующую смертность взрослых. Это значит, что у молодых возрастов можно изъять более 1/3 от уровня естественной смертности конкретной возрастной группы. У разных видов это превышение различно, однако, нигде не превышает значение в 2/3 – такая доля молодых птиц гибнет у широко распространенного охотничьего вида – кряквы. Следует отметить, что осенью самки и молодые многих видов уток по-

птицы не отличаются по окраске (а у некоторых видов — и самцы в осеннем наряде), поэтому наша рекомендация изымать увеличенное количество молодых может представлять опасность для взрослых птиц. Однако в реальности такой опасности нет, поскольку численность молодых птиц осенью обычно в разы превышает численность взрослых. Кроме того, молодые птицы гораздо менее опытные, и они в первую очередь попадают под выстрел, старые же птицы гораздо чаще уходят от охотников. Поэтому, нам представляется, что опасности избыточного отстрела взрослых нет. Тем не менее, мы не исключаем, что в будущем при корректировке опубликованных в данном сообщении коэффициентов следует дополнительно уменьшить долю отстреливаемых осенью молодых в случае очень низкого успеха размножения, т.е. при очень малой доле молодых в осеннем учете.

Приведенная в данном сообщении формула позволяет рассчитать, какую долю от осенней численности конкретного вида можно изъять охотникам в зависимости от успеха размножения вида в данном году, и составить таблицу допустимого изъятия. Подобная система оценки охотничьего изъятия проще системы применяемой Службой Дикой Природы США, и рекомендуется нами для проектирования нагрузок на разные виды околородных птиц в практике ведения охоты в нашей стране.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белик В.П., 2011. Колпица *Platalea leucorodia* // Птицы России и сопредельных регионов. Пеликанообразные. Аистообразные. Фламингообразные. М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 470–497.
- Бианки В.В., 2005. Трудные годы (22.VI.41–21.V.42). СПб.: Русско-балтийский информационный центр (BLIC), 192 с.
- Виноградов В.Г., Морозов В.В., 2001. Пискулька *Anser erythropus* (Linnaeus, 1758) // Красная книга Российской Федерации (животные). М.: Астрель. С. 399–401.
- Глазов П.М., Лощагина Ю.А., Кельш А., Мюскенс Г., Тертицкий Г.М. и др., 2018. Весенняя миграция белолобых гусей в Восточной Европе: результаты многолетнего мониторинга (2004–2017 гг.) // Первый Всероссийский Орнитологический Конгресс. 29 января–4 февраля 2018 г. г. Тверь, Россия. Тезисы докладов. Тверь: ТГУ. С. 77–78.
- Завьялов Е.В., Табачшин В.Г., Усов А.С., Шляхтин Г.В., Якушев Н.Н., Мосолова Е.Ю., 2004. Межвековая динамика распространения и современное состояние популяции огаря на севере Нижнего Поволжья // Казарка. № 10. С. 280–296.
- Летопись природы Кандалакшского заповедника, 1948–2010. Архив Кандалакшского заповедника. Кн. 1–56. Авторы данных: В.В. Бианки и Е.В. Шутова.
- Михельсон Х.А., Меднис А.А., Блум П.Н., 1977. Изучение демографии гнездовых популяций методом кольцевания // Методы изучения миграций птиц. Материалы Всесоюзной школы-семинара. С. 46–61.
- Паевский В.А., 2008. Демографическая структура и популяционная динамика певчих птиц. М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК. 235 с.
- Плохинский Н.А., 1978. Математические методы в биологии. М.: Издательство Московского университета. 265 с.
- Полевой определитель гусеобразных птиц России, 2011. М.: Рабочая группа по гусеобразным Северной Евразии. 219 с.
- Розенфельд С.Б., Герасимов Ю.Н., Мищенко А.Л., Белик В.П., Морозов В.В., Сыроечковский Е.Е., 2018. Сокращение численности ряда таксонов охотничьих видов гусеобразных: о необходимости включения их в Красную книгу России // Первый Всероссийский орнитологический конгресс. 29 января–4 февраля 2018 г. г. Тверь, Россия. Тезисы докладов. Тверь: ТГУ. С. 279–280.
- Рябицев В.К., 2010. О биоэкологических проблемах орнитологии // Орнитология в Северной Евразии. Материалы XIII Международной орнитологической конференции Северной Евразии. (Оренбург, 30 апреля–6 мая 2010). Оренбург: Издательство Оренбургского государственного педагогического университета. С. 19–20.
- Харитонов С.П., 2017. Оценка ежегодной смертности и демографического благополучия популяций у птиц по данным кольцевания // Зоологический журнал. Т. 96. № 3. С. 350–359.
- Шилов И.А., 1977. Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных. М.: МГУ. 262 с.
- Atlas of Duck Populations in Eastern Europe, 2010. Vilnius: Akstis. 199 p.
- European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities, 2017. Cambridge, UK: BirdLife International. 170 p.
- Fox A.D., Ebbinge B.S., Mitchell C., Heinicke T., Aarvak T. and others, 2010. Current estimates of goose population sizes in Western Europe, a gap analysis and an assessment of trends // *Ornis Svecica*. V. 20. № 3. P. 115–127.
- Fox A.D., Leafloor J.O. (eds) 2018. A global audit of the status and trends of Arctic and Northern Hemisphere goose populations. Conservation of Arctic Flora and Fauna International Secretariat: Akureyri, Iceland. ISBN 978-9935-431-66-0.

## ON THE SUSTAINABLE USE OF WATERFOWL RESOURCES: POPULATION DEMOGRAPHIC STATUS AND HARVEST RATES

S. P. Kharitonov<sup>1, 2, \*</sup>

<sup>1</sup>*Bird Ringing Centre of Russia, Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow 117312, Russia*

<sup>2</sup>*Joint Directorate of Taimyr Nature Reserves, Norilsk 663300, Russia*

*\*e-mail: serpkh@gmail.com*

In a previous article, we considered the so-called “mortality pattern”, a chart of interrelations between the theoretical and real rates of a numbers decrease in a given cohort of birds through years. In this communication, we derive a numerical value of the population demographic status, based on the mortality pattern obtained from data on birds ringing. This numerical value is the mean deviation of the real mortality rate from the theoretical one, calculated with a number of conditional restrictions and using additional coefficients. A comparison of the waterfowl population demographic status estimated through the derived numerical value with the status obtained from direct large-scale surveys and observations in nature (with the conclusion that the population numbers are either stable or decreasing, or increasing) shows good congruence of both these estimates in virtually all waterfowl species. A numerical value of the population demographic status is proposed as one of the criteria of the sustainable use of game species. This value allows for either the possibility of marketable harvesting the waterfowl game or an urgent need for conservation to be concluded, together with a list of proposed protecting measures. Based on bird ringing data, it appears possible to calculate and prove the harvest rate of waterfowl species where the population demographic status allows hunting. The harvest rate of adult waterfowl game birds should not exceed one-third of the mean annual mortality rate. For yearling ducks and geese, this rate must not exceed 67% or 45% of the mean annual mortality rate, respectively. Based on the method applied, we are capable of calculating the harvest rate for each waterfowl game species depending on the proportion of yearlings in the population during autumn surveys.

*Keywords:* sustainable use, evaluation, population demographic status, harvest rate