

Русский орнитологический журнал  
The Russian Journal of Ornithology

Издаётся с 1992 года

Том XI

Экспресс-выпуск • Express-issue

2002 № 190

## СОДЕРЖАНИЕ

---

- 631-642 Математические методы для интеллектуальных баз данных в биологии. 2. Уровни организации живого, математические языки их описания и корректность постановки задач математического моделирования. Э.А. ТРОПП, В.А. ЕГОРОВ, Ю.Г. МОРОЗОВ
- 643-650 Встречи водоплавающих и околоводных птиц в Санкт-Петербурге во внегнездовой период: редкие для города и залётные виды.  
У.А. БИРИНА
- 650-651 К распространению голубого зимородка *Alcedo isspida* L. С.А. БУТУРЛИН
- 651-652 Интересные находки под Красноярском.  
А.Я. ТУГАРИНОВ
- 653-655 О зимовке перелётных воробиных птиц в Эстонии. Л.Т. РООТСМЯЭ
- 

Редактор и издатель А.В.Бардин  
Кафедра зоологии позвоночных  
Биологический факультет

© Русский орнитологический журнал, 2002  
Дата опубликования: 1 сентября 2002

Р у с с к и й о р н и т о л о г и ч е с к и й ж у р н а л  
The Russian Journal of Ornithology  
*Published from 1992*

Volume XI  
Express-issue  
**2002 № 190**

**CONTENTS**

---

- 631-642 Mathematical methods for intellectual databases in biology. 2. The levels of life organization, mathematical languages for their description, and correctness of formulation of the simulation problems. E.A.TROPP, V.A.EGOROV, Yu.G.MOROZOV
- 643-650 Waterfowl in the city of St. Petersburg: rare and vagrant species. U.A.BIRINA
- 650-651 To the distribution of the common kingfisher *Alcedo ispida* L. S.A.BUTURLIN
- 651-652 Interesting findings near Krasnoyarsk. A.Y.TUGARINOV
- 653-655 On wintering of some migratory passerines in Estonia. L.T.ROOTSMAE
- 

*A.V.Bardin, Editor and Publisher*  
Department of Vertebrate Zoology  
St. Petersburg University  
St. Petersburg 199034 Russia

## Математические методы

### для интеллектуальных баз данных в биологии.

### 2. Уровни организации живого, математические языки их описания и корректность постановки задач математического моделирования

Э.А.Тропп\*, В.А.Егоров, Ю.Г.Морозов

\* Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН, Санкт-Петербург, 194021, Россия

Поступила в редакцию 11 декабря 2002\*

### Уровни организации живого и математические языки их описания

Выдающийся математик А.А.Ляпунов (развивший, в частности, алгебраическую теорию программирования), работавший в теснейшем творческом контакте с великим биологом Н.В.Тимофеевым-Ресовским, дал “кибернетическое” определение живого вещества (использован термин В.И.Вернадского) и привёл содержательную классификацию математико-биологических моделей, опираясь на кибернетический подход к рассмотрению процессов жизнедеятельности, т.е. на анализ иерархии процессов управления в живой природе (Ляпунов 1968). А.А.Ляпунов воспользовался “наиболее грубым” (наименее детальным) членением этих процессов, предложенным Н.В.Тимофеевым-Ресовским (1964, 2000): первый уровень — клеточно-молекулярный; второй — организменный; третий — популяционный; четвёртый — биогеоценологический (Ляпунов 1968, с. 69).

Элементарными актами клеточно-молекулярного уровня считаются отдельные химические превращения молекул, совершающиеся внутри клетки, а также проникновение в клетку некоторых веществ извне и выдача клеткой некоторых веществ в межклеточную среду. Управляющие функции в пределах клетки выполняет хромосомный аппарат клеточного ядра. Основную роль при изучении клеточно-молекулярных процессов Н.В.Тимофеев-Ресовский и А.А.Ляпунов отводили экспериментальным методам, признавая возможным описать логические модели совокупности некоторых процессов, протекающих в клетке. Исследование этих моделей помогает отсеивать гипотезы, касающиеся течения недостаточно изученных элементарных актов, и предлагать постановку новых экспериментов, т.е. выполняют полноценную роль теории (рабочей гипотезы) в общенаучном гипотетико-дедуктивном методе. За подробностями рассмотрения клеточно-

\* Статья продолжает цикл работ, посвящённых обзору методов математического моделирования и вопросов, связанных с методами математической статистики и методами автоматического формирования гипотез (Тропп и др. 2002).

молекулярного уровня жизни А.А.Ляпунов отсылал читателя к работам В.А.Ратнера (1966, 1968).

Организменный уровень настолько очевидно сложен, что требует разложения, как минимум, на три системы: генетическую, нервную и нейрогуморальную. “В функциональном отношении высшим ярусом управления является генетическая система, которая, в частности, ведает формированием как нервной, так и нейрогуморальной систем и определяет их основные функциональные параметры. Далее следует нервная система, управляющая многими процессами жизнедеятельности, в частности, настройкой эндокринной системы. И, наконец, нейрогуморальная система, которая не может быть целиком отделена от нервной, так как для выделения замкнутого информационного цикла, управляющего деятельностью эндокринной системы, необходимо учитывать некоторые нервные пути (Ляпунов 1968, с. 73-74). А.А.Ляпунов отмечал, что роль генетической системы, т.е. функционирование наследственной информации в организме “сейчас выясняется очень подробно на генетико-биохимическом уровне”(Там же). Через тридцать с лишним лет после публикации этой статьи общеизвестны успехи этого направления, выразившиеся в расшифровке генома человека. Применяющиеся здесь математические методы — это, очевидно, различные методы математической статистики, теории кодирования, математической лингвистики.

Нервная система — это благодатное поле для взаимодействия физиологии с комплексом наук, получивших от Н.Винера наименование кибернетики. Предыстория физиолого-кибернетической коэволюции начинается с известной логарифмической модели Т.Фехнера (Fechner 1889 —цит. по: Коган 1968) условий возникновения ощущения, объяснявшей наблюдавшееся Е.Вебером (Weber 1846 — цит. по: Коган 1968) повышение порогов различия при возрастании абсолютной величины раздражителя. В современную эпоху математические (и “реальные”, в данном случае “технические”) модели разделяются по ориентации — либо на “элементную базу”, либо на “архитекторнику” системы. В первом случае “элементом” является нелинейный элемент, на который подаётся случайный сигнал (математические модели поставляет теория случайных процессов, теория случайных функций, теория массового обслуживания), во втором — “формальный нейрон” У.С.Мак-Каллока и У.Питтса (1956), а математическим аппаратом — дисциплины математико-логического цикла. Третьим направлением, инициированным работами И.М.Гельфанд и М.Л.Цетлина (1960, 1966, 1969) и Н.Винера и А.Розенблуга (1961), стала разработка континуальных моделей управляющих систем. Нейрокибернетические дисциплины пережили сколастическую дискуссию о том, что надо моделировать (понимать, воспроизводить) — структуру или функцию, и добились успеха в различных направлениях. Одно из этих направлений преуспело в разработке проекта нейрокомпьютера и его математического обеспечения (Beale, Jackson 1990; Haken 1991), где оно (направление) столкнётся с конкуренцией со стороны квантового компьютера и квантовых вычислений (Манин 1999). “Континуальное” направление, тесно связанное с “нейрокомпьютингом”, влилось в ряды нового научно-общественного движения, пришедшего на смену кибернетике,— синергетике (Перуш 2000, Haken 1991). С представ-

лениями, которые синергетика заимствовала из топологии, нелинейной механики и неравновесной термодинамики для построения своего теоретического багажа (подобно тому, как кибернетика, точнее, её отец-основатель Н. Винер,— из теории случайных процессов, главным образом, из своих и А.Н. Колмогорова идей и результатов, и теории автоматического регулирования), мы ниже ещё встретимся: синергетическая рекламная кампания хотя и не была столь успешной, как кибернетическая (очевидно, из-за задержки с синергетическими компьютерами; ламповые компьютеры упростили славу кибернетики, а полупроводниковые достались уже “информатике”), но под её флагом собрались научные идеи, оказавшие глубокое влияние на характер работы и мировоззрение (не пора ли уже сказать — “парадигму”?) представителей многих дисциплин, включая и математическую биологию. Большими успехами может похвастаться и математическая (скорее, кибернетическая) этология, построившая модели поведения — от простейших реакций, через безусловные и условные рефлексы, до моделей высшей нервной деятельности человека (Гаазе-Рапопорт, Поспелов 1987). По существу примыкает к этому направлению и, казалось бы, совершенно несерьезная игра, изобретённая выдающимся математиком Конуэем, игра, не без претензии названная “Жизнь” (Гарднер 1988). Игра “Жизнь” происходит на бесконечном в обе стороны листе “в клеточку” (существуют варианты игры: на гексагональной сетке, в многомерном пространстве и т.д.). “Фигурами” этой игры служат различные конфигурации заполненных (чёрных, в отличие от пустых — белых) клеток, преобразующиеся на каждом временном шаге (ходе) по внешне очень простым и вполне детерминированным “трём законам Конуэя”. В формулировке этих законов Конуэй проявил интуицию, которой мог бы позавидовать, во всяком случае, Демиург из платоновского “Пира” (не все остальные “создатели” ограничивали себя требованиями математического изящества результата). “Случайность” заключается в исходной конфигурации (структуре фигуры, или, если хотите, “организма”). Некоторые конфигурации быстро погибают, зато другие живут долго (в том числе в бесконечном “мире”, т.е. игровом поле,— вечно). Различные существа, носящие экзотические названия (глайдеры, космические корабли и т.д.), не только “физически” сталкиваются, но и могут как “поглощать”, так и “порождать”, “воспроизводить” друг друга (а иногда — и самих себя). Налицо достаточно полное моделирование “функций” при абсолютно полном пренебрежении моделированием “структуры”. Теория имитационной игры “Жизнь” (очевидно, предполагается, что игра имитирует именно жизнь), или, по И.А. Полетаеву, метатеория этой модели, живёт, простите за каламбур, “своей жизнью”: открываются новые виды, изучается их взаимодействие. По своему научному статусу конуэевская игра занимает очень высокое положение: она не только “клеточный автомат”, но и универсальная вычислительная машина, т.е. относится к тому же семейству, что и машины Тьюринга и Поста. Изобретённая (открыта?) в 1936 году “машина” Тьюринга (см. напр.: Тьюринг 1960) представляет собой абстрактную логико-математическую модель любого рода автоматических устройств, способных по системе заранее предписанных правил перерабатывать входную информацию в новую информацию на

выходе. Теория машины Тьюринга явила впоследствии исходным пунктом предложении фон Неймана кодировать программу действий вычислительной машины с помощью чисел. В последние годы своей жизни Джон фон Нейман интенсивно занимался как поисками аналогий в “устройстве” мозга и вычислительной машины (Нейман 1960а), так и общей теорией автоматов как самовоспроизводящихся, самоусложняющихся систем (Нейман 1960б). Заметим, кстати, что “кибернетическое” понятие самоорганизации, включающее, например, концепцию “закономерной реакции систем, состоящей из элементов со случайным поведением” (см. напр.: Коган 1968; Тутубалин и др. 1999), представляется более глубоким, чем употребляющаяся в последнее время и опять-таки зачисленная по разряду синергетики метафора самоорганизации. В последнем случае речь идёт о возникновении структур, обладающих определённой симметрией после потери устойчивости полностью однородного состояния. Употребление термина “диссипативные структуры”, принятого и в математической экологии (Свирежев 1987), является, на наш взгляд, более точным и не вводящим в заблуждение.

Изобретённая Конуэем игра “Жизнь” породила в дисциплинах кибернетического цикла, включая теорию искусственного интеллекта, целое направление, получившее в конце 1980-х название “Искусственная жизнь” (английский термин — *artificial life*, или *alife*) (см.: Редько 2000 и приведённые там ссылки на Интернет). Это направление претендует на “моделирование формальных принципов организации биологической жизни”. Руководитель Первой международной конференции по Alife К.Лангтон сформулировал “основное предположение искусственной жизни”: «“логическая форма” организма может быть отделена от материальной основы его конструкции» (Там же, с. 26). Большинство моделей “искусственной жизни”, как и у Конуэя,— “придуманные объекты, живущие в мире компьютерных программ” (Там же, с. 26).

В.Г.Редько (2000) называет словосочетание “Искусственная жизнь” лозунгом. Провозглашение лозунгов характерно для кибернетики (биологи могут сказать, что тут проявляется “эффект основателя”). Последний из провозглашённых кибернетиками лозунгов — “Эволюционная кибернетика”. Под этим названием фигурирует “общая концепция широкого спектра кибернетических исследований, относящихся к Природе, Мышлению, Обществу и Технологиям” (все с большой буквы!). К “биологическим”, в том числе и “эволюционным” эпитетам следует относиться с определённой осторожностью. На раннем этапе сотрудничества кибернетики с биологией существовал естественный энтузиазм: казалось, что средствами кибернетики удастся смоделировать то, что В.Г.Редько остроумно называет “интеллектуальными изобретениями эволюции”: условный и безусловный рефлексы, привыкание. В настоящее время признано, что эти модели “фрагментарны и не формируют общую картину происхождения познания и интеллекта” (Там же). Биологические системы всё ещё намного сложней их кибернетических моделей. Но, приобретя громкие биологические эпитеты, эти модели стали жить своей отдельной, “искусственной жизнью”. В частности, совокупность методов, основанных на биологических аналогиях (Фогель и др. 1969; Букатова 1979; Букатова и др. 1991; Скурихин 1995; Reddy 1995) —

таких как эволюционное моделирование, генетические алгоритмы, нейронные и иммунные сети, нечёткие логики — образуют направление, имеющее технологией “мягких вычислений” (soft computing) (Zadeh 1994; Аверкин 1996).

Нечёткие логики имитируют ещё одно “интеллектуальное изобретение эволюции” — способность мозга человека (и животных) принимать решения, основываясь на неполных и неточных данных. Главной областью их применения считаются экспертные системы (Асам и др. 1993; Тарасов 1995; Аверкин 1996). Область применения нечётких систем включает управление производственными процессами и транспортными средствами, распознавание речи и изображений, решение задач в области бизнеса, экологического планирования, медицинской диагностики. Нечёткое множество  $A$  в пространстве  $X$  определяется через функцию принадлежности  $m_A(X)$ , принимающую значение в интервале [0,1]. Операции над нечёткими множествами осуществляются с помощью нечёткой логики, в которой отсутствуют закон исключённого третьего и закон противоречия.

Второй компонент мягких вычислений образуют нейронные сети. Нейронные сети состоят из нейронных элементов (или формальных нейронов) — нелинейных элементов, осуществляющих взвешенное суммирование и трансформацию входных сигналов. Набор суммирующих и трансформирующих функций определяет “нейродинамику” сети, способ соединения нейронов — её топологию. Настройка нейронной сети осуществляется с помощью алгоритмов обучения по системе стимул—реакция. Сети “предъявляются” образы или примеры, а она подбирает (и запоминает) веса нейронных элементов таким образом, чтобы минимизировать ошибку распознавания предъявляемых примеров. На первых порах преобладали эмпирические приёмы обучения нейронных сетей, современная тенденция состоит в переходе к универсальным методам поиска экстремума в пространстве параметров.

Третья образующая мягких вычислений — эволюционные и генетические алгоритмы — как раз и относятся к методам поиска экстремума в многомерном пространстве параметров. В основу этих алгоритмов заложена имитация некоторых эволюционных механизмов: отбора, воспроизведения потомков, мутаций и рекомбинаций хромосом (Фогель и др. 1969; Holland 1992; Букатова 1979; Букатова и др. 1991). Хромосоме соответствует вектор параметров, определяющих вариант решения. Первоначально определяется исходная популяция вариантов решения и оценивается их эффективность. Затем формируется популяция потомков с учётом вероятностей воспроизведения каждой из хромосом, мутаций и кроссинговера. Процесс останавливается, если получено удовлетворительное решение или исчерпан лимит времени. Как отмечают В.В.Иванищев и В.В.Михайлов (2000), генетические алгоритмы обладают хорошими нелокальными свойствами, но глобальная сходимость алгоритма не гарантируется (см. также: Скурихин 1995).

Нейронные сети могут быть использованы в качестве моделей реальных объектов. При этом не требуется математического описания реального процесса, что существенно облегчает разработку модели (Иванищев, Михайлов 2000). Представляется естественным, что мягкие вычисления при-

влекли внимание специалистов по автоматизации моделирования — автоматической сборке программных комплексов из разных и написанных на различных языках программ. Одним из направлений автоматизации моделирования является методология алгоритмических сетей (Иванищев, Марлей 2000). Если первоначально алгоритмические сети строились из “жёстких” алгоритмов (дифференциальные или разностные уравнения, исчисление предикатов), то в последнее время в них включены и “мягкие” вычисления. Более того, моделирование, скажем, популяций в изменчивой внешней среде с учётом изменчивости наследуемых параметров на основе мягких вычислений считается “наиболее адекватным” (Иванищев, Михайлов 2000, с. 16) по принципу “нечётким данным — нечёткие вычисления”. Эта идея напоминает использование “физических соображений” в математике. Дискуссии по этому поводу разворачивались неоднократно, но все-таки большинство физиков предпочло строгие математические результаты, поскольку надёжность математического звена позволяет — в случае неудачи моделирования — сосредоточить поиски ошибок на других, собственно физических, экспериментальных или теоретических, звеньях. Биологические аналогии играют в эволюционной кибернетике ту же роль, что и физические соображения в математической физике. Тем не менее, факт конкуренции “жестких” и “мягких” вычислений налицо. Мы ещё вернемся к этому вопросу ниже.

Следующий выделяемый уровень составляют популяции. А.А.Ляпунов определяет популяцию как “совокупность особей, принадлежащих к одному виду, населяющих некоторый связный ареал и обладающих тем свойством, что процессы спаривания особей в подавляющем большинстве протекают в пределах этой совокупности. Потомки особей данной популяции также включаются в популяцию. Погибающие особи, а также особи, покидающие ареал, считаются выпадающими из популяции” (Ляпунов 1968, с 83). Определение это, конечно, рабочее и не претендует на полноту. Орнитолог, например, может заметить, что у перелётных птиц ареал — как минимум, двусвязный, а если учесть, что из одного и того же весенне-летнего местопребывания его обитатели (даже принадлежащие к одному виду) могут разлететься на разные, иногда весьма удаленные зимовки (Михеев 1996), то и многосвязный. Сама легкость таких “придиорок” говорит о том, что определение А.А.Ляпунова учитывает основные признаки определяемого объекта популяции. Назначение математических моделей популяции, согласно А.А.Ляпунову, состоит в том, “чтобы в заданных, чётко описанных условиях скрещивания, изменчивости и отбора прослеживать кинетику генотипов или фенотипов популяции” (Ляпунов 1968, с 84). Одно из направлений математического моделирования популяций описывает искусственный отбор (селекцию), другое изучает естественный микроЭволюционный процесс в популяциях. А.А.Ляпунов с сожалением отмечал, что оба эти направления были недостаточно развиты в СССР в то время и даже основные работы (Fisher 1937; Kempthorn 1957; Kimura 1957, 164) не переведены на русский язык. Лучше обстояли дела с третьим направлением математической генетики популяций, изучавшим полиморфизм популяций (существование нескольких различных фенотипов в пределах одной по-

пуляции) и дивергенцию форм в пределах популяции (распадение первоначально биологически единой популяции на ряд биологически изолированных, но населяющих общий ареал). В этом направлении имелись значительные результаты Н.В.Тимофеева-Ресовского и Ю.М.Свирежева, самого А.А.Ляпунова и его школы. За последующие десятилетия ситуация существенно изменилась: уже через 15 лет после появления сборника “Математическое моделирование жизненных процессов” Ю.М.Свирежев и В.П.Пасеков (1982) опубликовали монографию по математической генетике, включавшую и большое количество оригинальных результатов.

Перейдем теперь к следующему уровню, математическое моделирование которого и составляет предмет нашего обзора. Продолжая следовать А.А.Ляпунову будем называть его биогеоценологическим уровнем и приведём определение биогеоценоза по В.Н.Сукачеву: “биогеоценозом называют относительно автономное природное сообщество организмов вместе с той физико-географической обстановкой, в которой они существуют, и той средой, которую они сами создают в этой обстановке” (Ляпунов 1968, с. 192). Различают биогеоценозы различных уровней, самый высокий уровень образует биосфера в целом. Под биосферой, следуя В.И.Вернадскому, “понимают слой вещества, прилегающий к поверхности земного шара, в пределах которого протекают жизненные процессы, т.е. процессы химической и механической переработки вещества, совершающиеся при участии живых организмов” (Там же, с. 93). Заметим, что в современной книге (Стебаев и др. 1993) собственно “слой вещества” называют “биостромой” (“ковром жизни”).

Значительная часть вещества совершает в этом слое круговороты, состоящие в том, что каждое из рассматриваемых веществ может находиться в нескольких различных состояниях. Эти состояния не являются неизменными. За определенный промежуток времени определенное количество этих веществ закономерно (*sic!*) переходит из одних состояний в другие. При этом основная масса каждого из указанных веществ длительное время находится в этих круговоротах и лишь очень постепенно выбывает из них.

Источником энергии для этих превращений является солнечный свет, управляющую роль выполняют живые организмы. Их управляющая функция состоит в том, что организмы способны в сравнительно короткие сроки либо размножаться, либо отмирать. Тем самым интенсивность химической работы, выполняемой этими организмами, в разные периоды времени может быть весьма различной. Кроме того, в разных условиях те или иные организмы могут менять характер своего поведения, например, оказывать предпочтение тем или другим видам пищи. В связи с этим их химическая роль в биосфере будет изменяться (Полетаев 1966).

Главная цель математического моделирования биогеоценозов (экосистем) состоит в том, чтобы получить обоснованный прогноз кинетики ценоза, если известен его состав и известно, в каких отношения друг с другом находятся его компоненты (Ляпунов 1968, с. 94). При этом возможны различные конкретизации этой задачи.

Таким образом, для описания разных “этажей” грандиозного здания биологии применяются разные диалекты универсального (или стремящегося к универсальности) языка математики. Внутри самой математики с появ-

лением быстродействующих вычислительных машин появилось ещё одно разделение математического моделирования на два класса: математическая (“качественная”) теория и вычислительный (машинный) эксперимент (Самарский, Михайлов 1997). Если модель отвечает на некоторые общие вопросы и решает задачи, поставленные “над моделью” (Полетаев 1968, с. 128) — такие, например, как наличие стационарных точек, предельных циклов и других “аттракторов”, их устойчивость и изменение числа аттракторов и характера их устойчивости при изменении параметров модели, такую модель можно отнести к “теоретическому” типу, а совокупность ответов на эти общие вопросы — математической теорией оригинала. Таким образом, модель не является теорией, но служит основанием для нее (Там же, с. 129).

Чтобы выполнять роль базиса для познания общих биологических (в частности экологических) закономерностей, модель должна быть достаточно простой\*. Если же модель не поддаётся качественному анализу, то выводы из неё делают, прибегая к перебору численных примеров и построению решений (“прогонов” программы на ЭВМ) на густой сети численных значений, т.е. к вычислительному эксперименту. Вычислительный эксперимент обладает большей гибкостью, чем лабораторный эксперимент или тем более натурное наблюдение, но, безусловно, не даёт столь общих и надёжных результатов, как строго доказанная математическая теорема. В связи с этим возникает известный вопрос — что лучше: знать всё ни о чём или ничего обо всём? То есть, какую стратегию выбрать: строить ли весьма абстрактные (“слабые” и “узкие”), но поддающиеся исследованию модели, или весьма подробные, “портретные” модели, насколько возможно полно отображающие оригинал†. С “портретной” моделью можно проводить вычислительный эксперимент, но её нельзя исследовать “в общем виде”. В такой общей постановке вопрос этот, конечно, неразрешим. На первых шагах исследования однозначно рекомендуются простые модели: “чем слабее и уже модель, чем глубже осуществляется разумная идеализация оригинала в модели, тем сильнее оказываются получаемые результаты и тем меньших усилий они стоят” (Полетаев 1968, с 129). С другой стороны, мы заинтересованы в прогнозировании поведения именно конкретных биогеоценозов или экосистем. Обращаться к “портретному” моделированию можно, только накопив (позаимствовав из литературных источников) опыт изучения простых моделей и, вообще говоря, ненамного удаляясь от них.

---

\* В.Н.Тутубалин с соавторами (1999) иронизируют : “Сократ непременно спросил бы, а что такое общая закономерность? То ли это, что не выполняется ни в одном частном случае?”.

† Эти модели тоже заслужили сарказм только что процитированных авторов: “при объективном и детальном анализе любой конкретной модели всегда хочется сделать общий вывод о том, что моделей первого вида [“полных” – Э.Т.] ровно столько, сколько мудрецов среди стоиков, т.е. нуль» (Тутубалин и др. с. 141).

## Корректность постановки задач математического моделирования

Математическая модель формулируется в пределах “метатеории”, на выбранном “языке” неравенств, высказываний, предикатов и т.п. Эта совокупность образует математическую задачу, а формулировка ограничений (т.е. описание модели) — постановку задачи. Решение задачи — набор функций числовых (или более общих) координат или последовательностей чисел (при решении задач на ЭВМ), удовлетворяющих поставленным ограничениям (условиям задачи), — и даёт то описание поведения модели, которое предстоит сравнить с поведением оригинала (интерпретировать). Как уже говорилось выше, задачи математической экологии формулируются как задачи для систем дифференциальных уравнений (обыкновенных или в частных производных, последние по причинам исторического характера называют уравнениями математической физики).

Основные требования к постановке задач для дифференциальных уравнений сформулировал в начале XX в. французский математик Жак Адамар. Эти требования суть существование решения, его единственность и непрерывная зависимость от данных задачи. Совокупность этих требований Адамар назвал корректностью, а соответствующие задачи — корректными (или корректно поставленными). Происхождение этих требований математического этикета — внематематическое, методологическое, они обусловлены как раз тем, что математическая задача является моделью реально существующего явления. Требование существования решения — это требование непротиворечивости поставленных условий, минимальное требование к модели. Поскольку оригинал заведомо существует, несуществование решения означает, что требования изоморфизма модели и оригинала не соблюdenы, модель непригодна и должна быть пересмотрена. Требование единственности решения — не такое жёсткое, как требование существования. Это, по существу, требование полноты выставленных ограничений (условий задачи). Если множество решений слишком велико, т.е. условия задачи (“причина”) не определяют решения (“следствия”), то это вызывает подозрение, что в системе условий имеются пробелы. Именно это подразумевают, когда говорят, что математическое моделирование не допускает “полузнания”, что оно вынуждает исследователя ответить на все вопросы (предложить гипотезы), прежде чем он построит законченную модель.

Жёсткость требования единственности (однозначной определённости) решения зависит от характера задачи. Единственность (хотя бы в малом, на небольших отрезках времени) обязательна для описания нестационарных, переходных (“эволюционных”) процессов, это выражение т.н. “принципа причинности”, отражающего нашу веру в саму возможность прогнозирования поведения модели и, следовательно, оригинала (при вероятностном описании это требование определённости остаётся, оно только переносится с простых “координат” (положение точки в пространстве, число особей в популяции) на более сложный объект — функцию распределения (вероятность того, что “координата” будет иметь то или иное значение)). Для стационарных состояний строгое требование единственности решения

не обязательно: в зависимости от предыстории система может прийти в различные положения равновесия. Но и в этом случае желательно индивидуализировать различные равновесные состояния, с помощью дополнительных условий “изолировать” их, то есть вернуться к ситуации однозначно определённого решения.

Третье условие корректности требует малого изменения решения при малом изменении условий задачи. Оно связано с тем, что параметры, определяющие задачу (коэффициенты уравнений и дополнительных условий — рождаемости, смертности, активности, диффузии и т.д.) известны нам из измерений, а измерения производятся с ошибками. Если не будет выполнено требование непрерывной зависимости решения от данных задачи, то модель будет непригодна для прогноза: близкие в начальный момент “траектории” оригинала и модели за конечное время разойдутся, и мы со своим прогнозом “попадем пальцем в небо”.

Таким образом, математическая модель может считаться построенной, если доказаны три теоремы метатеории этой модели — теорема существования, теорема единственности и теорема о непрерывной зависимости решения от данных задачи. Поэтому когда говорят, что формулировка математической модели не принадлежит математике, не является обязанностью математика, что это область деятельности специалистов естественных наук (физиков, биологов, экологов), которая требует от них лишь общего знакомства с применением математических методов (Полетаев 1968, с. 128), то это не совсем правда, во всяком случае, не вся правда.

Постановка задачи при математическом моделировании — это процесс перевода с языка предметной области на язык математики. Безусловно, при этом должен иметь место текст на биологическом языке, но и переведённая фраза должна быть грамотной на языке математики, иначе она лишается смысла (и математического, и биологического).

Как показывает практика математического моделирования, именно интерфейс “математика — предметная область” является наиболее сложным, самым проблемным в процессе математического моделирования. В достаточно продвинутой исследовательской группе всегда есть “постановщики задач”, “толмачи”, обеспечивающие и адекватное понимание биологического текста, и грамматически корректную его передачу на выбранном математическом диалекте (эта обязанность может быть и распределена между отдельными членами группы). При конструировании баз знаний эту работу берет на себя “инженер по базам знаний” (Гаврилова, Червинская 1992). Специалисты по искусственноому интеллекту стремятся автоматизировать этот перевод с языка предметной области на язык математики (как и перевод с одного национального языка на другой). При этом используются различные разделы логики и такие абстрактные науки, как когнитология, методология науки, философская теория познания (эпистемология) (Гаврилова, Червинская 1992; Дюк 1997; Финн 2000). Безусловно, не всякое философское направление способно спуститься с высоты вечных вопросов к проблемам “минимальной философии” [как В.Н.Тутубалин с соавторами (1999) назвали методологию науки], а тем более — к её прикладным аспектам. Авторы настоящего обзора с удовлетворением отмечают, что способ-

ность к приложениям проявил “критический рационализм” Карла Поппера (Тропп 1999, Лакути и др. 2000; Финн 2000).

В своих следующих работах этого цикла мы опишем некоторые модели экологических систем, на которых будут проиллюстрированы изложенные выше тезисы о математическом моделировании, и приведены полученные с помощью этих моделей результаты.

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках гранта № 00-07-90181.*

## Литература

- Аверкин А.Н. 1996. Мягкие вычисления — основа новых информационных технологий // *Искусственный интеллект—96*. Казань, 2: 17-29.
- Букатова И.Л. 1979. *Эволюционное моделирование и его приложения*. М.: 1-232.
- Букатова И.Л., Махасев Ю.И., Шаров А.М. 1991. *Эвоинформатика: теория и практика эволюционного моделирования*. М.: 1-206.
- Винер Н., Розенблют А. 1961. Проведение импульсов в сердечной мышце // *Кибернетический сборник 3*: 7-56.
- Гаазе-Рапорт М.Г., Поспелов Д.А. 1987. *От амёбы до робота: модели поведения*. М.: 1-288.
- Гаврилова Т.А., Червинская К.Р. 1992. *Извлечение и структурирование знаний для экспертизных систем*. М.: 1-200.
- Гарднер М. 1988. *Крестики-нолики*. М.: 1-352.
- Гельдман И.М., Цетлин М.Л. 1960. О континуальных моделях управляющих систем // *Докл. АН СССР 131*, 6.
- Гельфанд И.М., Цетлин М.Л. 1966. О математическом моделировании механизмов центральной нервной системы // *Модели структурно-функциональной организации некоторых биологических систем*. М.: 9-26.
- Дюк В. 1997. *Обработка данных на ПК в примерах*. СПб.: 1-240.
- Иванищев В.В., Марлей В.Е. 2000. *Введение в теорию алгоритмических сетей*. СПб.: 1-180.
- Иванищев В.В., Михайлов В.В. 2000. *Автоматизация моделирования экологических систем*. СПб.: 1-172.
- Коган А.Б. 1968. О моделировании процессов нервной деятельности // *Математическое моделирование жизненных процессов*. М.: 211-221.
- Ляпунов А.А. 1968. О математическом подходе к изучению жизненных явлений // *Математическое моделирование жизненных процессов*. М.: 65-107.
- Мак-Каллок У.С., Питтс У. 1956. Логические исчисления идей, относящихся к нервной активности // *Автоматы*. М.: 1-36.
- Манин Ю.И. 1999. Классическое вычисление, квантовое вычисление и факторизация Шура // *Квантовый компьютер и квантовые вычисления*. Ижевск, 2: 248-286.
- Михеев А.В. 1996. *Биология птиц. Полевой определитель гнёзд*. М.: 1-460.
- Нейман Дж., фон. 1960а. Вычислительная машина и мозг // *Кибернетический сборник 1*: 1-60.
- Нейман Дж., фон. 1960б. Общая и логическая теория автоматов // *Может ли машина мыслить* / Л.Тьюринг. М.: 59-101.
- Перуш М. 2000. *Математические модели вассоциативных нейронных сетей*. СПб.: 1-64.
- Полетаев И.А. 1968. Некоторые математические модели биогеоценозов и замечания о моделировании // *Математическое моделирование жизненных процессов*. М.: 124-135.
- Полетаев И.А. 1966. О математических моделях элементарных процессов в биогеоценозах // *Проблемы кибернетики 16*: 171-190.
- Асам К., Ватада Д., Ивам С. и др. 1993. *Прикладные нечеткие системы*. М.: 1-368.

- Ратнер В.А. 1968. Информационные модели молекулярно-генетических систем управления // *Математическое моделирование жизненных процессов*. М.: 108-123.
- Ратнер В.А. 1966. *Генетические управляющие системы*. Новосибирск: 1-181.
- Редько В.Г. 2000. Эволюционная кибернетика — научная дисциплина XXI века // *Мост* 38: 24-26.
- Самарский А.А., Михайлов А.П. 1997. *Математическое моделирование*. М.: 1-316.
- Свирижев Ю.М. 1987. *Нелинейные волны, диссипативные структуры и катаклизмы в экологии*. М.: 1-368.
- Свирижев Ю.М., Пасеков В.П. 1982. *Основы математической генетики*. М.: 1-511.
- Скурихин А.Н. 1995. Генетические алгоритмы // *Новости искусственного интеллекта* 4: 5-48.
- Стебаев И.В., Пивоварова Ж.Ф., Смоляков Б.С., Неделькина С.В. 1993. *Общая биосистемная экология*. Новосибирск: 1-288.
- Тарасов В.Б. 1995. От искусственного интеллекта к искусственной жизни: Новый подход в науках об искусственном // *Новости искусственного интеллекта* 4: 93-117.
- Тимофеев-Ресовский Н.В. 1964. Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии // *Проблемы кибернетики* 12: 201-232.
- Тимофеев-Ресовский Н.В. 2000. *Воспоминания: Истории, рассказанные им самим, с письмами, фотографиями и документами*. М.: 1-880.
- Тропп Э.А. 1999. Критический рационализм как мировоззрение учёных: вызов конца тысячелетия // *Петербургская Академия наук в истории академий мира. К 275-летию Академии наук*. СПб., 4: 112-124.
- Тропп Э.А., Егоров В.А., Морозов Ю.Г. 2002. Математические методы для интелектуальных баз данных в биологии. 1. Математические модели в биологии. Общий анализ // *Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып.* 177: 163-171.
- Тутубалин В.Н., Барабашев Ю.М., Григорян А.А. и др. 1999. *Математическое моделирование в экологии: Историко-методологический анализ*. М.: 1-208.
- Тьюринг Л. 1960. *Может ли машина мыслить?* М.: 1-112.
- Финн В.К. 2000. Эволюционная эпистемология Карла Поппера и эпистемология синтеза познавательных процедур // *Эволюционная эпистемология и логика социальных наук: Карл Поппер и его критики*. М.: 364-424.
- Фогель Л., Оуэнс А., Уолш М. 1969. *Искусственный интеллект и эволюционное моделирование*. М.: 1-232.
- Цетлин М.Л. 1969. *Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем*. М.: 1-316.
- Лакути Д.Г., Садовский В.Н., Финн В.К. (сост.) 2000. *Эволюционная эпистемология и логика социальных наук: Карл Поппер и его критики*. М.: 1-464.
- Beale R., Jackson T. 1952. *Neural Computing (An Introduction)*. Bristol.
- Fechner T. 1889. *Elemente der Psychophysik*. Leipzig: 1-336.
- Fisher R.A. 1937. The wave of advance of advantageous genes // *Ann. Eugenics* 7: 355-369.
- Haken H. 1991. *Synergetic Computers and Cognition: A Top-down Approach to Neural Nets*. Berlin: 1-225.
- Holland J.H. 1992. Genetics algorithms // *Sci. Amer.* 7: 66-72.
- Kempthorn O. 1957. *An Introduction to Genetic Statistics*. New York; London: 1-545.
- Kimura M. 1957. Some problems of stochastic processes in genetics // *Ann. Math. Statist.* 28: 88-901.
- Kimura M. 1964. Diffusion models in population genetics // *J. Appl. Probability* 1, 2: 177-232.
- Reddy G.N. 1995. *Artificial Neural Networks*. Lamar Univ.: 1-294.
- Zadeh L.A. 1994. Fuzzy logic, neural network and soft computing // *Comm. ACM* 37, 3: 77-84.



## Встречи водоплавающих и околоводных птиц в Санкт-Петербурге во внегнездовой период: редкие для города и залётные виды

У.А.Бирина

Кафедра зоологии позвоночных, биолого-почвенный факультет, Санкт-Петербургский университет, Университетская набережная, 7/9, Санкт-Петербург, 199034, Россия

Поступила в редакцию 1 июня 2002

С 21 октября 1986 по 7 ноября 1990 я проводила учёты водоплавающих и околоводных птиц в центральной части Санкт-Петербурга на постоянном 5-км маршруте, проходившем мимо прудов Летнего и Большого Михайловского садов, по берегам малых проток дельты Невы: канала Грибоедова от Невского проспекта до реки Мойки, участка Мойки от храма Спаса-на-Крови до реки Фонтанки, Лебяжьей канавки, Кронверкской протоки,— вдоль Фонтанки от моста Пестеля до Невы и по Неве у Троицкого моста, Петровской набережной, у Петропавловской крепости, Биржевого моста и по Университетской набережной.

Летом здесь размножается и линяет на прудах кряква *Anas platyrhynchos*. В конце лета, осенью и весной здесь хорошие условия для кормёжки и отдыха многих водяных птиц, хотя на некоторых негативно оказывается фактор беспокойства. Зимой пруды находятся подо льдом, но на Неве и её рукавах в оттепели образуются обширные полыни, большая Нева порой совсем остаётся без льда. Полыни сохраняются при температуре воздуха до минус 10-15°C, но в сильные морозы (ниже -25°C) они замерзают и большинство водяных птиц покидают этот и другие участки города. Однако и в суровые зимы полное отсутствие открытой воды никогда не бывает длительным. Даже зимой 1986/1987, когда температура опускалась до минус 34°C, полыни на участке наблюдений полностью отсутствовали лишь в течение 10 дней: с 4 по 13 января. В целом условия петербургской зимы и отсутствие охоты делают зимовку водоплавающих птиц весьма благоприятной, особенно в мягкие зимы. Когда на Неве есть большие участки открытой воды, здесь кормятся и ночуют также многочисленные чайки.

Ряд наблюдений выполнен во время тотальных осенних учётов водоплавающих и околоводных птиц почти на 60 постоянных озёрах, прудах и протоках Невы, проводившихся силами юннатов и других корреспондентов при участии автора в конце октября-начале ноября 1986, 1987, 1989, 1994-1997, 1999 и 2001. В конце января 1996, в период стабильной ледовой обстановки, мы обследовали все протоки Невы и пруды с полынями в черте города. Наблюдения велись и во время других экскурсий.

Отметим, что приведённый ниже список редких видов в первую очередь относится к центру Петербурга и лишь частично — к его окраинам.

*Gavia arctica*. С 8 по 17 ноября 1987, до ледостава, одна и та же чернозобая гагара держалась то у Кронверкского моста у Петропавловской крепости, то между ним и мостом Строителей. Запечатлена на слайд. Затем ослабевшую гагару принесли в зоопарк, где она и погибла. Это единствен-

ная встреча чернозобой гагары на отдыхе, т.к. она крайне редка и обычно не останавливается на реке Неве в черте города. В.М.Храбрый (1991) и С.Г.Лобанов (2001б) наблюдали пролёт гагар осенью над Петербургом, в т.ч. и над центром. А.С.Мальчевский и Ю.Б.Пукинский (1983) отмечали, что некоторые особи остаются в Ленинградской обл. до ледостава.

*Tachybaptus ruficollis*. Только один раз, 14 ноября 1987, молодая малая поганка с ещё сохранившейся оранжевой окраской основания клюва была отмечена у Кронверкского моста. А.С.Мальчевский и Ю.Б.Пукинский (1983) считают этот вид чрезвычайно редким для области. Его гнездование впервые было установлено в 1981, когда А.В.Михайлов нашёл гнездо на пруду в застраивающем карьере возле проспекта Космонавтов (Мальчевский, Пукинский 2002). В.М.Храбрый (1991) пишет, что с 20 по 26 декабря 1985 одна особь держалась на Крюковом канале (её встретил Г.В.Стрелец). В.А.Москалёв в 1978 отметил зимовку 4 особей на р. Пудость в Волосовском районе Ленинградской области (Мальчевский, Пукинский 1983). В Москве малые поганки отмечены зимой 1996/1997 (Авилова 1997).

*Podiceps nigricollis*. При проведении регулярных учётов на маршруте в 1986-1990 черношейная поганка не встречена нами ни разу. 3 февраля 1996 одна птица в зимнем пере держалась на реке Охте ниже моста в месте разделения реки на Большую и Малую. Поганка ныряла, добывая корм со дна. Несмотря на длительный морозный период, Охта на всём её протяжении (в отличие от практически полностью замёрзшей Невы и её проток) оставалась без льда благодаря сбросу тёплых сточных вод. А.С.Мальчевский и Ю.Б.Пукинский (1983) характеризуют черношнейную поганку как чрезвычайно редкую (всего 3 наблюдения в области).

*Podiceps auritus*. 10 сентября 1989 одну взрослую красношнейную поганку я встретила на Кронверкском проливе. Это единственная встреча в центре города за четыре года постоянных учётов во внегнездовое время. А.С.Мальчевский и Ю.Б.Пукинский (1983) отмечали, что вид гнездится в Ленинградской области в ограниченном количестве. Впоследствии характер его пребывания в области был уточнён (Храбрый 1991; Меньшикова 1999). На наш взгляд, за последние 20 лет произошли изменения в распределении и численности красношнейной поганки. Хотя В.М.Храбрый (1991) включил её в список птиц, исчезающих из пределов современного Петербурга, она была обнаружена на гнездовании в 2000 и 2001 годах в Выборгском районе города (Лобанов 2001а). В конце XIX в. красношнейная поганка также гнездилась в окрестностях Санкт-Петербурга (Бихнер 1884).

*Podiceps grisegena*. Многу она отмечена только раз: 9 сентября 1987 две молодые птицы держались на Кронверкском проливе. В.М.Храбрый (1991) наблюдал 6 июня 1980 2 серощёких поганок на прудах у Петергофского шоссе, а 17 мая 1981 — 3 птиц на Лахтинском разливе. Таким образом, это редкий для Петербурга вид, хотя он был и остаётся весьма обычным для Ладоги и озёр Карельского перешейка (Мальчевский, Пукинский 1983; Кондратьев 2000).

*Podiceps cristatus*. За 4 года наблюдений на постоянном маршруте в центре Петербурга встречено 6 чомг (2 взрослые и 4 молодые). Все встречи произошли в послегнездовое время. Самое раннее наблюдение — 11 июля (1989, молодая птица), самое позднее — 17 ноября (1987, взрослая), когда по Неве уже плыли мелкие льдины. Дольше всех, 32 дня, с 21 августа по 21 сентября 1989 на Кронверкском проливе и у Кронверкского моста держались вместе молодая и взрослая чомги, по-видимому, родитель и выросший птенец. Одна молодая птица, первый раз встреченная Г.А.Бириной на Лебяжьей канавке у Летнего сада 11 июля 1989, продолжала держаться там ещё 23 дня, до 2 сентября. Как и все другие чомги, вела она себя спокойно, ныряла, добывая корм. В 3 случаях молодые чомги держались поодиночке, в 1 случае молодая держалась со взрослой птицей. Все они, кроме первой, наблюдались у Петропавловской крепости.

Р.Р.Горелов, работающий в зоопарке с 1983 года, рассказал мне, что ослабевшие чомги, изредка приносимые из разных мест области в зоопарк, могли быть впоследствии выпущены на Кронверкский пролив, т.к. в зоопарке они приживаются плохо. К сожалению, это нигде не зафиксировано. Двух чомг вместе и даже за сезон никогда не выпускали. Сам Р.Р.Горелов (устн. сообщ.) несколько раз на Кронверкском проливе наблюдал чомг, попавших сюда самостоятельно. Что касается остальных видов поганок, их ни разу в зоопарк не приносили и в зоопарке не содержали.

Более частые по сравнению с другими поганками встречи чомги на Неве в центре Петербурга объясняются тем, что она распространена по всей области. Известны даже случаи её зимовки. Последняя осенняя встреча отмечена 28 октября (Мальчевский, Пукинский 1983), т.е. одна из наших встреч произошла на 20 дней позднее. В более южных городах, например, в Москве, чомга в небольшом числе встречаются зимой, проявляя склонность к синантропизации (Авилова, Стоцкая 1988).

В.М.Храбрый (1991) пишет о ежегодных встречах чомги на Неве и в Невской губе в конце августа-первой половине сентября и о гнездовании небольшого числа пар на Лахтинском разливе и озёрах незастроенной части Приморского района Петербурга. А.А.Александров (1996) упоминает о встрече чомги на Неве 1 ноября 1994. С.П.Резвый и И.Б.Савинич (2000) во внегнездовое время отмечали от 2 до 5 тыс. чомг в северо-западных пригородах Санкт-Петербурга, включая побережье Невской губы в пределах города. Таким образом, она редка только в центральной части Петербурга.

*Anas crecca*. В центре Петербурга мною встречены только два чирка-свистунка. С 8 ноября 1987 по 22 января 1988, т.е. 76 дней, самка держалась у Кронверкского моста вместе с кряквами. После того, как полынь замёрзла, утка, видимо, перелетела в другое место. 1 марта 1990 у Троицкого моста встречен селезень. А.С.Мальчевский и Ю.Б.Пукинский (1983) упоминают о редких случаях зимовки свистунков в области. Наиболее ранняя дата прилёта — 5 апреля (Там же). Согласно В.М.Храброму (1991), чирки появляются весной на окраинах города только с первой половины апреля или даже с начала мая. Таким образом, встреченный мною 1 марта селезень или прилетел на месяц раньше, или зимовал поблизости.

Р.Р.Горелов (устн. сообщ.) неоднократно видел диких свистунков, залетавших на пруд в зоопарк. Там этих птиц в годы наших наблюдений не держали. По мнению Р.Р.Горелова, всё же есть очень небольшая вероятность того, что ослабевшие свистунки, иногда приносимые в зоопарк из области, могли быть выпущены. Поскольку встреченные мною птицы хорошо летали, они, скорее всего, самостоятельно залетели в город. В.М.Храбрый (1991) охарактеризовал свистунка как редкую гнездящуюся птицу окраин Ленинграда. Им отмечено его гнездование здесь в 1977, 1978, 1979, 1980, 1981. По сведениям А.Громова (Зимин и др. 1993), свистунок обнаружен на гнездовании в Петрозаводске. В.М.Храбрый (1991) отмечал зимовку свистунка в Ленинграде трижды: в 1979 (пара под Петровским мостом), 1980 (3 птицы в новостройках по ул. Пионерстроя) и 1985 (2 птицы у Елагиных мостов и одна на реке Волковке). Зимовка одиночных свистунков известна для Москвы (Авилюва, Стоцкая 1986; Авилюва 1997). К 1994 в Москве на зимовке встречалось до нескольких десятков особей (Авилюва, Корбут, Фокин 1994). Судя по данным В.М.Храброго (1991), описавшего появление небольших стаек, пар и отдельных птиц во время весенней миграции во всех районах городских новостроек, чирка-свистунка можно считать редким только для центральной части Петербурга.

*Anas strepera*. Мне удалось наблюдать серую утку лишь раз: 10 апреля 1988 самец держался вместе с кряквами на Неве вдоль Университетской набережной. С.А.Коузов с 3 по 6 октября 1989 наблюдал самца серой утки в стае крякв на пруду Юсуповского сада в центре города (Храбрый 1991). А.С.Мальчевский и Ю.Б.Пукинский (1983) считают этот вид редким для области. В зоопарке в годы наших наблюдений, по сообщению Р.Р.Горелова, серых уток не содержали и из области их не приносили. Только летом 2001 в зоопарк принесли выводок. Сейчас серая утка отмечается на весенном пролёте в северо-западных пригородах Петербурга (Резвый, Савинич 2000).

*Anas penelope*. 16 ноября 1988 селезень свиязи сначала плавал по Кронверкскому проливу вместе с селезнем кряквы, потом щипал траву на газоне. В эти годы свиязей держали в расположеннном рядом зоопарке, но птицы жили в вольерах, из которых не могли уйти (Горелов, устн. сообщ.). А.С.Мальчевский и Ю.Б.Пукинский (1983) характеризуют свиязь как обычный на пролёте, но редкий на гнездовые в области вид. Встреченная мною птица, по-видимому, задержалась осенью слишком долго, т.к. последние встречи свиязей известны лишь для начала ноября (Там же). В.М.Храбрый (1991) считает свиязь редким пролётным видом Петербурга, он отмечал эту птицу в небольшом числе осенью и весной в Невской губе и на прудах Приморского парка победы и ЦПКиО, т.е. в парках рядом с Финским заливом. С.П.Резвый и И.Б.Савинич (2000) наблюдали свиязь на весенном пролёте на Финском заливе в северо-западных пригородах Петербурга. В Москве до 1994 свиязь встречена только один раз (самец), 12 марта 1988 (Авилюва, Корбут, Фокин 1994).

*Anas acuta*. Один раз, 30 марта 1987, у моста Пестеля через Фонтанку встречен самец. Он сидел на прибрежной льдине и ел булку вместе с кряк-  
646

вами. Из зоопарка, по мнению Р.Р.Горелова, шилохвость уйти не могла. А.С.Мальчевский и Ю.Б.Пукинский (1983) считают шилохвость обычновенной на гнездовые и пролёте. Дата первого появления весной — 9 апреля. Встреченная нами птица прилетела на 10 дней раньше. Весна 1987 была самой поздней из всех 4 лет постоянных учётов. В.М.Храбрый (1991) пишет о шилохвости как о редкой пролётной утке, встречающейся в приморской части города. В Москве до 1994 только одна шилохвость была отмечена на зимовке в 1985 (Авилюва, Корбут, Фокин 1994). К.В.Авилюва (1997) упоминает о встрече этого вида зимой 1996/1997.

*Anas clypeata*. 25 октября 1986 одна широконоска была встречена у Кронверкского моста. Она держалась рядом с кряками и ныряла. Из зоопарка, по мнению Р.Р.Горелова, она уйти не могла. Широконоска — обычна, но немногочисленна в Ленинградской области (Мальчевский, Пукинский 1983). Осенний пролёт заканчивается в первой декаде октября. Наша птица наблюдалась позднее обычных сроков. В.М.Храбрый (1991) пишет, что эта утка очень редко встречается на пролёте в черте города. Он упоминает пару широконосок, которую видели на южном берегу Невской губы в районе Угольной гавани и пролётных на Лахтинском разливе. С.П.Резвый и И.Б.Савинич (2000) отмечали широконоску весной 1999 в северо-западных пригородах Петербурга.

*Aythya ferina*. Четыре красноголовых нырка встречены в период постоянных учётов. 4 ноября 1986 самец отмечен в Летнем саду, когда треть пруда уже была покрыта ледком. 19 ноября 1989 — самец на Неве у Петровской набережной. Два самца отмечены у моста Строителей 20 марта 1988. Во время зимнего обследования всех водоёмов Петербурга 31 января 1996 селезень красноголового нырка держался на Охте выше Индустриального проспекта. 5 марта 1998 самку видели на реке Мойке у Первого Садового моста (Стариков 1998). В годы наблюдений этих уток держали в зоопарке на пруду, откуда могли улететь птицы с не подрезанными вовремя маховыми. Однако Р.Р.Горелов считает, что вероятность этого мала, к тому же в зоопарк неоднократно залетали дикие красноголовые нырки. Встречи красноголового нырка в Петербурге во внегнездовое время не вызывают удивления, поскольку уже в 1970-е он проявлял склонность к синантропизации, а в 1977 гнездился в Лахте неподалёку от городских свалок (Мальчевский, Пукинский 1983). К началу 1980-х этот вид "заселил значительную часть области и на отдельных водоёмах стал самой многочисленной уткой" (Там же, с. 97). Цитируемые авторы отмечают также, что отдельные особи остаются до глубокой осени, а некоторые даже зимуют на западе области в устье Наровы, хотя уже в конце сентября эти птицы становятся большой редкостью.

В Москве красноголовый нырок гнездится и по численности занимает второе место после кряквы (Авилюва, Корбут, Фокин 1994). Здесь он частично зимует (Авилюва, Стоцкая 1988; Авилюва, Корбут, Фокин 1994; Авилюва 1997). Эта утка встречается и в других городах: 3 нырка отмечены нами 25 апреля 1988 в г. Сортавала (Карелия) на промоине небольшой речки, впадающей в ещё покрытую льдом Ладогу. Известно о гнездовании 1-2 пар

этого вида в Сортавале (Зимин и др. 1993). В.М.Храбрый (1991) отмечал гнездование красноголового нырка на Лахтинском разливе и южном берегу Невской губы. Здесь также линяли 10-80 селезней. Он считает его редким гнездящимся и пролётным в пригородах. Для центральной части Петербурга встречи красноголового нырка тогда в описаны не были. С.П.Резвый и И.Б.Савинич (2000) отмечали красноголового нырка в северо-западных пригородах Санкт-Петербурга.

*Mergus serrator*. В отличие от большого крохала *Mergus merganser*, который даже зимует в небольшом числе в Петербурге, средний крохаль встречен нами только два раза: 16 ноября 1988 — одна особь у Троицкого моста и 7 ноября 1990 — одна у моста Строителей. Как известно, средний крохаль — типичная птица скалистых побережий и каменистых островов крупных озёр и Финского залива. Осенью они встречаются до конца первой декады октября (Мальчевский, Пукинский 1983). Таким образом, встреченные нами задержались на месяц. С.Г.Лобанов (2001б) 3 июля 2001 встретил выводок среднего крохала (9 пуховичков) у Канонерского острова при входе в Морской канал, а 27 июля 2001 наблюдал двух пуховых птенцов без самки у берега залива в Приморском парке Победы. И.Б.Савинич и С.П.Резвый (2000), как и В.М.Храбрый (1991), отмечали среднего крохала весной в северо-западных пригородах Петербурга.

*Actitis hypoleucos*. Одного перевозчика я встретила 3 мая 1988, другого 8 мая 2001 у Кронверкского пролива. Это один из наиболее многочисленных куликов Ленинградской области. Его гнездование отмечено в Московском парке Победы (Мальчевский, Пукинский 1983). В.М.Храбрый (1991) отмечал его гнездящимся по окраинам Петербурга, в районах новостроек. Однако в центре города перевозчик встречается очень редко.

*Sterna paradisaea*. В отличие от обычных в городе в мае и конце лета речных крачек *Sterna hirundo*, полярная встречена только один раз: 4 августа 1988 взрослая птица над Кронверкским проливом. Согласно А.С.Мальчевскому и Ю.Б.Пукинскому (1983), полярная крачка гнездилась на Ладоге и Берёзовых островах Финского залива, а в период летней миграции достаточно регулярно встречалась на Неве. В.М.Храбрый (1991) не упоминает этот вид в списке птиц Петербурга.

*Sterna caspia*. 5 июля 1990 в 12 ч я видела чеграву, пролетевшую над Троицким мостом в сторону Финского залива. Встреча этого вида на Неве неудивительна, поскольку недавно было обнаружено её гнездование на Ладожском озере (Зимин и др. 1993; Бирюна 1994). Весной чегравы встречаются в северо-западных пригородах Петербурга (Резвый, Савинич 2000; Лобанов 2001б).

*Larus hyperboreus*. 28 января 1989 два взрослых бургомистра, отдыкали сидя рядом в скоплении из 80 серебристых *Larus argentatus* и 170 сизых *Larus canus* чаек на краю льда у широкой полыни между мостом Строителей и Стрелкой Васильевского острова. Последняя встреча для Невы, предшествующая моей, датируется 1907 годом (Бианки 1907). С конца 1980-х сообщения о встречах бургомистра возобновились после более чем

80-летнего перерыва (это может быть связано и с невозможностью опубликования сообщений о таких встречах, и бытовавшем в эпоху великих свершений пренебрежительном отношении к таким “мелочам”). В.М.Храбрый (1991) упоминает о трёх встречах бургомистров: С.А.Коузов видел 1 и 20 апреля 1990 особь в предвзрослом наряде у Лисьего носа; В.А.Бузун 12 февраля 1991 встретил у Дворцового моста молодую птицу во втором зимнем наряде; А.М.Бианки в конце марта 1991 видел двух бургомистров около Охтинского моста. А.А.Александров (1997) наблюдал взрослого бургомистра 10 января 2001 на Неве у Николаевского моста. Вполне возможно, что участившиеся встречи бургомистра зимой в Петербурге связаны с появлением на Неве стай чаек в оттепели и мягкие зимы. В скоплениях чаек как раз и держались встреченные зимой бургомистры. Первые крупные стаи серебристых чаек, из 80-100 и 100 птиц, были отмечены мною на Неве 30 декабря 1987 в 23<sup>22</sup> и 23<sup>42</sup>. 4 января 1989 в 22<sup>30</sup> как минимум 1 тыс. серебристых и сизых чаек ночевала у Троицкого моста на краю льда. Ни А.С.Мальчевский и Ю.Б.Пукинский (1983), ни В.М.Храбрый (1991) о присутствие стай чаек на Неве зимой не упоминают. По-видимому, зимние скопления этих птиц стали наблюдаться на Неве лишь с конца 1980-х, когда мною были начаты регулярные наблюдения. Сейчас появление крупных стаи белоголовых чаек в Петербурге в мягкие зимы и оттепели — обычное явление (Александров 1997). Интересно, что нечто подобное наблюдалось и в 1930, который характеризовался, по словам Б.Ю.Фалькенштейна (2001, с. 719), “чрезвычайным запозданием ледостава”, при котором “большое количество сизых чаек наблюдалось в январе месяце в Ленинградском порту”.

*Alcedo atthis*. Р.Р.Горелов (устн. сообщ.) встретил зимородка в сентябре 1994. Птица ловила рыбу, сидя на Кронверкском мосту. По сведениям А.С.Мальчевского и Ю.Б.Пукинского (1983), зимородок издавна в небольшом числе встречается и гнездится в Ленинградской области. В 1950-е этих птиц встречали в парке Биологического института в Старом Петергофе и видели у фонтанов в Петродворце.

*Я благодарю Р.А.Сагитова, С.П.Резвого и И.Б.Савинич за помощь при написании работы, Р.Р.Горелова за подробнейшие сведения из Санкт-Петербургского зоопарка, а также всех участников тотальных учётов, основные результаты которых будут приведены в моих последующих работах. Также я с благодарностью вспоминаю Г.А.Бирину, проводившую учёты на маршруте летом во время моего отсутствия.*

## Литература

- Авилова К.В. 1997. В Москве стало зимовать меньше крякв, но больше других водоплавающих птиц // *Мир птиц: информ. бюл. Союза охраны птиц России* 1(7): 12.
- Авилова К.В., Корбут В.В., Фокин С.Ю. 1994. Урбанизированная популяция водоплавающих (*Anas platyrhynchos*) г. Москвы. М.: 1-175.
- Авилова К.В., Стоцкая Е.Э. 1988. Результаты учёта зимующих водоплавающих птиц в Москве // *Новые аспекты исследований биологии флоры и фауны СССР: Докл. МОИП, 1986, зоол. и ботан.* М.: 61-64.
- Александров А.А. 1996. Зимовка водоплавающих птиц в Санкт-Петербурге в 1994-1995 годах // *Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып. 5:* 3-4.

- Александров А.А. 1997. Встреча бургомистра *Larus hyperboreus* зимой в Санкт-Петербурге // *Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып.* 11: 11-12.
- Бианки В.Л. 1907. Птицы города С.-Петербурга // *Любитель природы* 11/12: 341-362.
- Бирина У.А. 1994. Гнездование чегравы (*Hydroprogne caspia*) на Ладожском озере // *Рус. орнитол. журн.* 3, 2/3: 276.
- Бихнер Е.А. 1884. Птицы С.-Петербургской губернии: Материалы, литература и критика // *Тр. С.-Петербург. общ-ва естествоиспыт.* 14, 2: 359-624.
- Зимин В.Б., Сазонов С.В., Лапшин Н.В., Хохлова Т.Ю., Артемьев А.В., Анненков В.Г., Яковлева М.В. 1993. *Орнитофауна Карелии*. Петрозаводск: 1-220.
- Кондратьев А.В. (ред.). 2000. *Ключевые орнитологические территории Балтийского региона России (Калининградская и Ленинградская области)*. СПб.: 115-126.
- Лобанов С.Г. 2001а. Гнездование красношайной поганки *Podiceps auritus* в Санкт-Петербурге // *Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып.* 159: 789-791.
- Лобанов С.Г. 2001б. Из орнитологических наблюдений в Санкт-Петербурге и его окрестностях в 2001 году // *Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып.* 169: 1060-1063.
- Мальчевский А.С., Пукинский Ю.Б. 1983а. *Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий: История, биология, охрана*. Л., 1: 1-480.
- Мальчевский А.С., Пукинский Ю.Б. 2002. О гнездовании малой поганки *Tachybaptus ruficollis* на Северо-Западе РСФСР // *Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып.* 189: 624-625 (1-е изд. в 1983).
- Меньшикова С.В. 1999. Красношайная поганка *Podiceps auritus* на южном берегу Финского залива (Ленинградская область) // *Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып.* 80: 18-20.
- Резвый С.П., Савинич И.Б. 2000. Северо-западные пригороды Санкт-Петербурга // *Ключевые орнитологические территории Балтийского региона России (Калининградская и Ленинградская области)*. СПб. 102-103.
- Стариков И.Ю. 1998. Зимняя встреча красноголового нырка *Aythya ferina* в Санкт-Петербурге // *Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып.* 55: 23-24.
- Фалькенштейн Б.Ю. 2001. О биологии и сельскохозяйственном значении сизой чайки *Larus canus canus* L. в окрестностях Ленинграда // *Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып.* 156: 715-722 (1-е изд. в 1932).
- Храбрый В.М. 1991. Птицы Санкт-Петербурга: фауна, размещение, охрана // *Тр. Зоол. ин-та АН СССР* 236: 1-275.



ISSN 0869-4362

*Русский орнитологический журнал 2002, Экспресс-выпуск 190: 650-651*

## К распространению голубого зимородка *Alcedo isspida* L.

С.А.Бутурлин

*Второе издание. Первая публикация в 1916\**

12 февраля 1915 знакомым охотником — г-ном Юргенсом, владельцем мельничного участка в деревне Веттик, в 8 верстах от города Везенберга [ныне г. Раквере — прим. ред.] Эстляндской губернии (около 59.3° с.ш. и 26.5° в.д.), мне была доставлена убитая им за два дня до того взрослая сам-

\* Бутурлин С.А. 1916. К распространению голубого зимородка // *Орнитол. вестн.* 7, 2: 98.

ка голубого зимородка *Alcedo isspida* L. По словам г-на Юргенса, эта птичка уже с самого Рождества постоянно держалась на незамерзающей быстрине речки за мельницей, но была очень осторожна. Размеры птицы в тушке были: крыло — 76.5, клюв: по хребту — 37.0, от ноздревых ям — 32.8, его высота у основания — 8.6 и ширина там же — 7.6 мм.



ISSN 0869-4362

Русский орнитологический журнал 2002, Экспресс-выпуск 190: 651-652

## Интересные находки под Красноярском

А.Я.Тугаринов

Второе издание. Первая публикация в 1910\*

Весна настоящего (1910) года ознаменовалась интересным явлением за-лёта некоторых птиц, которых ранее ни мне лично, ни кому-либо из местных коллекторов и охотников наблюдать не приходилось. 1 мая мой помощник по коллектированию, В.П.Ермолаев, охотился на одном из островов (т.н. Атамановском) на Енисее, вниз от Красноярска. Когда стало вечереть, на одно из озёр острова начали слетаться утки, среди которых были замечены в большом количестве красноголовые нырки *Aythya ferina* Linn., из коих пять птиц (4 самца и 1 самка) были добыты. Через некоторое время от одного из своих сотрудников, А.А.Авксентьева, я узнал, что одним из местных охотников был добыт под Красноярском самец пеганки *Tadorna cornuta* Gm. 6 мая я получил от И.Я.Миронова выбитый из стайки в несколько птиц прекрасный экземпляр малой чайки *Larus minutus* Pall. с очень интенсивным розовым налётом. 8 мая, во время экскурсии вниз по Енисею, мне удалось видеть этих чаек, стайкой (птиц до 30) носившихся над водой. На этот раз удалось добыть из них несколько экземпляров. Наконец, последней находкой была шилоклювка *Recurvirostra avocetta* L. Один экземпляр её из стаи птиц в 30 был добыт 7 мая и принесён в музей г-м Петровым, а другой, убитый тогда же, доставлен в музей Е.Е.Численко. Первым лицом птицы были замечены на острове Татышев близ Красноярска, а экземпляр г-на Численко был добыт из пары на так называемых Ладейских озёрах, верстах в 12-ти от город, на правом берегу Енисея, имеющем здесь степной характер.

Все названные птицы принадлежат, как уже упомянуто, к совершенно необычным для окрестностей Красноярска. Красноголовый нырок гнездится в юго-западной, степной, части Минусинского уезда нашей губернии, хотя и там далеко не обычен. Гораздо обыкновеннее он в степной

\* Тугаринов А.Я. 1910. Интересные находки под Красноярском // Орнитол. вестн. 1, 4: 280-282.

части Западной Сибири. *Tadorna cornuta*, как я уже имел случай упоминать об этом\*, в Енисейской губернии не идёт далее 55° с.ш. В степях юго-западной Сибири она не редка. Что касается *Larus minutus*, то этот вид, кроме Палласа, никем более для Енисея не указывался. По наблюдениям Г.Э.Иоганзена, эта чайка — обычный житель Барабинской и Кулундинской степей. В прошлом году, во время поездки в Минусинский уезд, я тщетно искал её по степным озёрам и по реке Чулыму. Шилоклювка, гнездящаяся в нашей губернии по солёным озёрам Минусинского уезда и обычна по таковым в Западной Сибири на восток до Забайкальской области включительно, попадает у нас в совершенно необычные для неё условия, так как в Красноярском уезде нет где-либо солёных озёр, в которых, как известно, эта птица находит свою пищу (особые виды ракообразных и насекомых)<sup>†</sup>.

Одновременное появление под Красноярском названных птиц является весьма интересным и знаменательным. Каковы были причины, вызвавшие появление их здесь, решить сколько-нибудь определённо трудно. Ни бурь, ни каких-либо особых резких проявлений климатических факторов в течение последнего времени не было. Явление залёта имело длительный характер и во времени не совпадало со сроками прилёта тех же птиц на места гнездовий на юге нашей губернии<sup>‡</sup>. В центральной части Енисейской губернии весна этого года была заметно запоздавшая, очень холодная и, что не совсем обычно, почти совершенно безветренная в течение второй половины апреля и в мае. Ещё в ночь на 1 мая был мороз в несколько градусов. С мая же началась тёплая, совершенно летняя погода (температура доходила в тени до 23°Р). Имея в виду, что все упомянутые выше виды широко распространены в соседней степной части юго-западной Сибири, с которой фауна центральной части Енисейской губернии имеет немало общих представителей, и что пролётный путь для западных форм, населяющих долину среднего Енисея, лежит через степную Сибирь,— позволительно думать, что замеченные под Красноярском необычные птицы являются особями, залетевшими вместе с другими видами по пути пролёта на северо-восток далее, чем то они обычно делали. Правда, все эти птицы обитают и более восточные местности (*Larus minutus* доходит до Берингова моря), но в восточную Сибирь они летят с мест своих зимовок, по-видимому, по ту сторону главных сибирских поднятий, направляясь по северной Монголии.



\* Тугаринов А.Я. 1910. К характеристике охотничьей орнитофауны юга Енисейской губернии // *Nаша охота* 1: 125-130, 2: 115-119, 10: 72-78.

† Желудки добытых шилоклювок оказались совершенно пустыми. — Авт.

‡ В Минусинском уезде пеганки прилетели 2 апреля, шилоклювки в середине этого месяца. — Авт.

## О зимовке перелётных воробиных птиц в Эстонии

Л.Т.Роотсмяэ

Общество естествоиспытателей при АН Эст.ССР

Второе издание. Первая публикация в 1981\*

В последнее время всё более учащаются случаи зимовки перелётных птиц в Эстонии<sup>†</sup>. Причины этого явления следует искать, видимо, прежде всего в изменении климатических условий. Среднюю встречаемость перелётных воробиных в зимнее время демонстрирует таблица 1, составленная на основе сведений, собранных орнитофенологической наблюдательной сетью Общества естествоиспытателей Эстонии. Приведённые в таблице данные показывают, в скольких пунктах Эстонии зарегистрирован определённый вид птиц за одну зиму. Следует отметить, что почти все зимующие перелётные птицы относятся к рано прилетающим видам, у которых время весеннего прилёта в течение последнего полувека сместились на более ранние сроки.

По территории Эстонии случаи зимовки перелётных птиц распределяются не равномерно. Больше всего их зарегистрировано в западной (50%) и северной (21%) частях, где больше сказывается близость моря, зима заметно теплее и беднее снегом, чем в других частях страны. Процентное распределение зимующих перелётных птиц по разным регионам Эстонии за период 1936-1978 приведено в таблице 2.

Зимующих воробиных можно разделить на четыре категории: 1) обычные ежегодно зимующие; 2) немногочисленные ежегодно зимующие; 3) немногочисленные нерегулярно зимующие; 4) случайно зимующие. Ниже кратко рассмотрим в отдельности некоторые виды зимующих птиц.

### 1. Обычные ежегодно зимующие

*Turdus merula*. Распространение чёрного дрозда ещё до недавнего времени было связано в первую очередь с западной Эстонией, откуда стали поступать и первые сообщения о его зимовке. Начиная с середины XX в. вид распространился по всей территории Эстонии, и случаи его зимовки участились. Зимуют в основном отдельные птицы. Однако на западе и севере Эстонии (на западных островах, в Таллине и его окрестностях, в Пярну и пр.) зимовки чёрного дрозда стали совершенно обычным явлением, и на зиму остаются многие особи.

*Sturnus vulgaris*. Случай зимовки скворца с начала XX в. постепенно учащались. Зимуют как правило отдельные или немногие птицы. Не-

\* Роотсмяэ Л.Т. 1981. О зимовке перелётных воробиных птиц в Эстонии // 10-я Прибалт. орнитол. конф. Тез. докл. Рига, 1: 171-174

† К зимующим мы относим только тех птиц, которые замечены в январе или же в феврале, гораздо раньше прилёта других особей вида.

большие, более чем из 10 птиц, стаи встречены только в западной Эстонии, главным на западных островах. Самую большую стаю, состоящую из 500 птиц, наблюдали 12 января 1974 на острове Сааремаа.

*Turdus pilaris*. Зимняя встречаемость и численность рябинников в большой мере зависят от инвазий. В целом этот вид встречается зимой всё чаще. Наблюдаются обычно отдельные птицы или небольшие стаи. В годы инвазий количество птиц в стаях достигает сотен и даже — в 1940 — нескольких тысяч.

Таблица 1. Средняя зимняя встречаемость перелётных птиц в Эстонии за один год

Вид	1936- -1956	1957- -1960	1961- -1965	1966- 1970	1971- -1975	1976- -1978
<i>Turdus merula</i>	0.2	2.0	6.2	12.0	22.2	41.3
<i>Sturnus vulgaris</i>	1.7	2.5	3.6	9.6	13.6	17.0
<i>Turdus pilaris</i>	0.1	0.5	2.4	4.2	10.0	17.7
<i>Fringilla coelebs</i>	1.6	2.5	2.6	6.2	8.6	12.0
<i>Corvus frugilegus</i>	2.9	0.6	6.8	4.4	6.2	8.0
<i>Erythacus rubecula</i>	0.1	0.8	1.2	1.0	2.0	1.0
<i>Troglodytes troglodytes</i>	0.1	1.0	0.4	0.4	0.6	1.7
<i>Turdus iliacus</i>	0.1	—	—	1.0	1.4	1.3

Таблица 2. Процентное распределение зимующих перелётных птиц по регионам Эстонии

Вид	Запад	Север	Центр	Юг	Восток	Всего
<i>Turdus merula</i>	47.4	26.2	7.5	12.5	6.4	100.0
<i>Sturnus vulgaris</i>	55.9	18.7	12.7	7.7	5.0	100.0
<i>Turdus pilaris</i>	31.7	22.8	16.5	19.3	9.7	100.0
<i>Fringilla coelebs</i>	64.5	15.5	8.4	9.0	2.6	100.0
<i>Corvus frugilegus</i>	42.9	18.1	23.2	11.6	3.2	100.0
<i>Erythacus rubecula</i>	81.3	12.5	3.1	3.1	—	100.0
<i>Troglodytes troglodytes</i>	63.2	15.8	10.5	10.5	—	100.0
<i>Turdus iliacus</i>	35.3	23.6	17.6	17.6	5.9	100.0

## 2. Немногочисленные ежегодно зимующие

*Fringilla coelebs*. Сообщения о встречах зябликов зимой в Эстонии появились уже в начале XX в. Во второй половине столетия они участвились, хотя обычно регистрировались всего 1-2 птицы. В редких случаях в стае было больше десятка птиц, а зимой 1977 во многих местах видели стаи по 30-40 зябликов. Среди зимующих зябликов самцов было в два раза больше, чем самок.

*Corvus frugilegus*. Грачи больше зимуют в городах, где лучшие кормовые условия. Зимой встречаются немногие птицы, реже небольшие стаи. В отдельные годы (1952, 1953) в некоторых местах зимовало по 100-200 птиц. После 1961 более 50 грачей в зимующих стаях не отмечалось.

### 3. Немногочисленные нерегулярно зимующие

*Erithacus rubecula*. Зимовка зарянки наблюдается почти каждый год в одном или нескольких местах. Обычно зимует одна, реже несколько птиц. Чаще всего зарянки встречаются зимой в западной Эстонии, особенно на острове Сааремаа.

*Troglodytes troglodytes*. Случай зимовки крапивника особенно участились в 1970-х, когда почти каждую зиму несколько особей отмечались в 1-2 местах. Больше всего крапивников зимует на острове Сааремаа (зимой 1952 в Кингисеппе — более 20 особей).

*Turdus iliacus*. Начиная с 1970 отдельных белобровиков отмечали почти каждую зиму. Прежде этот вид зимовал редко.

### 4. Случайно зимующие

*Alauda arvensis*. С 1963 полевые жаворонки наблюдались в 7 зим (13 случаев), в основном в западной Эстонии. На острове Вилсанди (западная часть Сааремаа) в последние годы этот вид зимует регулярно.

*Motacilla alba*. Начиная с 1949 белые трясогузки регистрировались в 7 зим (11 случаев), в основном также в западной Эстонии. В двух случаях (1966, 1978) в районе Пярну было установлено, что птицам удалось пережить зиму.

*Cannabina cannabina*. С 1964 в 7 зим отмечены 9 случаев зимовки коноплянок. В начале февраля 1978 в Сауэ (Харьюский р-н) насчитывалось даже 25 птиц.

*Anthus pratensis*. Луговой конёк дважды наблюдался зимой на острове Вилсанди — в 1976 и 1978.

*Sylvia atricapilla*. В январе славку-черноголовку наблюдали в Пярнуском районе в 1974 и 1975.

*Turdus philomelos*. Одного певчего дрозда видели 16 января 1977 в Вильяндинском районе, близ Абья.

