

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  
*Издаётся с 1992 года*

Экспресс-выпуск • Express-issue

1999 № 67

## СОДЕРЖАНИЕ

---

---

**3-18** Белая куропатка *Lagopus lagopus* на севере Азии:  
неустойчивость популяций, порождаемая  
аутэкологическим совершенством.  
А.В.АНДРЕЕВ

**18-23** Опыт использования тяжёлых самолётов  
(летающих лабораторий) при учёте морских птиц  
в открытых районах арктических морей.  
Ю.В.КРАСНОВ, В.И.ЧЕРНООК

---

---

Редактор и издатель А.В.Бардин  
Кафедра зоологии позвоночных  
Санкт-Петербургский университет  
Россия 199034 Санкт-Петербург

Express-issue  
1999 № 67

CONTENTS

---

---

- 3-18** The willow grouse *Lagopus lagopus* in Northern Asia:  
the population instability caused by the autecological  
perfection. A.V.ANDREEV
- 18-23** Experience in using heavy aircrafts for aerial surveys  
of seabirds on the open sea in Arctic. J.V.KRASNOV,  
V.I.CHERNOOK
- 
- 

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

## Белая куропатка *Lagopus lagopus* на севере Азии: неустойчивость популяций, порождаемая аутэкологическим совершенством

А.В.Андреев

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, ул. Карла Маркса, д. 24,  
Магадан, 685010, Россия. E-mail: ibpn@ibpn.magadan.su

Поступила в редакцию 5 ноября 1996\*

Из тетеревиных птиц Tetraonidae белая куропатка *Lagopus lagopus* пошла дальше других видов по пути адаптации к оседлой жизни в арктической биоте с её относительно невысокой продуктивностью, в условиях контрастной сезонности и крайне холодных долгих зим. Белая куропатка стала хрестоматийным примером типичного обитателя тундры. Её огромный голарктический ареал — самый большой в семействе — простирается в полосе широт между 45 и 71° с.ш. и охватывает несколько природных зон. В бореальных лесах белая куропатка обитает по моховым болотам и выше границы леса в зоне субальпийских кустарников. В полосе северных редколесий она встречается повсеместно, кроме альпийского пояса гор. В гипоарктических ландшафтах населяет долины и поймы рек с кустарниковой растительностью и кочковатые шлейфы увалов.

В течение всего года белая куропатка растительноядна, причём на большей части ареала основу её питания в зимнее время составляют побеги и почки кустарниковых ив *Salix* spp. и берёз *Betula* spp. (Семенов-Тян-Шанский 1959; Irving 1960; Hoglund 1970; Воронин 1978; Андреев 1979). В период размножения самцы охраняют гнездовые территории и принимают участие в вождении и защите птенцов. Это единственный среди тетеревиных пример настоящей моногамии, когда пары образуются на весь репродуктивный период и сохраняются до времени приобретения молодыми самостоятельности и распадения выводка. У других видов семейства, считающихся моногамными, связь между партнёрами не столь устойчива и продолжительна.

По сравнению с другими тетеревиными, популяции белой куропатки отличаются наиболее высокой продуктивностью, позволяющей им быстро увеличивать численность. Этим предопределается свойство вида развивать циклические колебания численности с феноменальными амплитудами и периодами, варьирующими от 3-4 лет в Фенноскандии (Myrberget 1987) и 5-6 лет на Британских островах и северо-востоке Европы (Moss 1969; Hudson 1986) до 9-11 лет на севере Азии и Аляски (Irving 1960; Павлов 1975; Андреев 1988).

\* Переработанный вариант доклада, представленного 21-му Международному орнитологическому конгрессу (Андреев 1994).

Белая куропатка — традиционный объект охотничьего промысла северных народов, а на Британских островах ещё и популярный объект спортивной охоты, приносящий доходы фермерам Северного Йоркшира, Южной Шотландии и др. (Hudson 1986).

Данная работа подводит итог моим многолетним исследованиям биологии белой куропатки в разных областях северо-восточной Азии; их результаты частично уже опубликованы (Андреев 1980, 1982а,б, 1988а,б, 1991, 1992, 1994; Кречмар и др. 1991). На основании их анализа я пришёл к заключению, что адаптации этого вида, удивительно эффективные на индивидуальном уровне при малых и средних плотностях населения, неизбежно ведут к росту популяции и её коллапсу в условиях контрастной сезонности и мозаичности приполярных ландшафтов. Этот процесс развивается на обширных территориях в течение длительного времени.

### *Гипоарктика — биотопический оптимум вида*

Несмотря на большую протяжённость своего ареала в Евразии, белая куропатка процветает только в относительно узкой полосе гипоарктических ландшафтов — от 65 до 69° с.ш. Здесь, в северных редколесьях и кустарниковых тундрах, она заселяет наиболее широкий спектр биотопов — от тальниковых уроцищ в долинах рек до ерниковых пустошей на пологих увалах и полигональных болот на водораздельных равнинах.

К югу и северу от полосы гипоарктического оптимума разнообразие занимаемых видом стаций сокращается. В северной тайге куропатки распределяются между верховыми болотами (марями), опушками наледных полян и субальпийским поясом гор. В типичных тундрах они обитают преимущественно в речных долинах с куртинами тальников. Например, в Нижнеколымской тундре северная граница находок вида совпадает с границей области произрастания ивы красивой *Salix pulchra* (Андреев 1988).

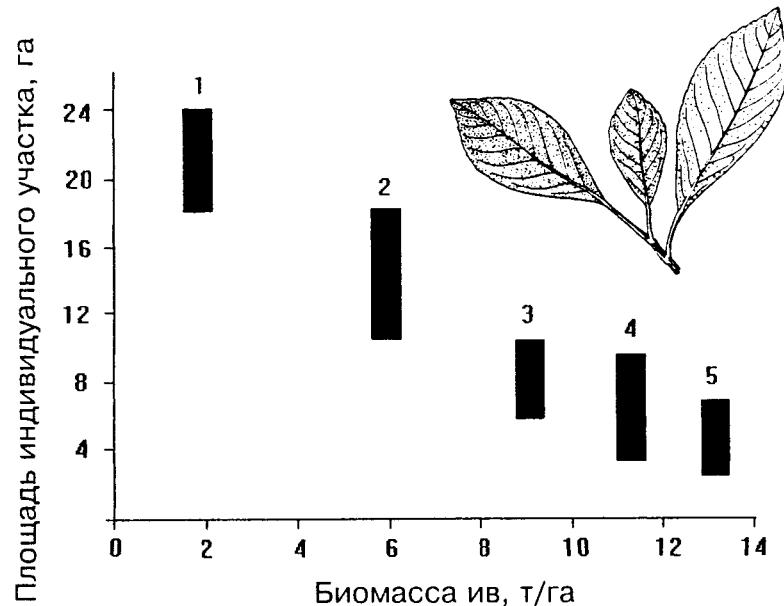
На северо-востоке Азии полоса гипоарктической растительности расширяется до 100-250 км и формируется самостоятельный ландшафтный пояс (Юрцев 1966). Здесь белая куропатка является фоновым видом с высокой плотностью населения. Наилучшие условия она находит в небольших речных долинах и на подгорных террасах с зарослями ив (*S. pulchra*, *S. glauca*, *S. alaxensis*), чередующихся с куртинами карликовой берёзки *Betula exilis*, влажными осоково-разнотравными лужайками и сухими гривами, поросшими дриадой *Dryas octopetala*, голубикой *Vaccinium uliginosum* и вороникой *Empetrum nigrum*. Область оптимальных местообитаний белой куропатки в северо-восточной Азии достаточно удалена от очагов высокой плотности леммингов. Вследствие такого разобщения в периоды лемминговых депрессий сила воздействия тундровых хищников — песца *Alopex lagopus*, белой совы *Nystea scandiaca* и поморников *Stercorarius* spp. — не бывает чрезмерной. В этом состоит важное отличие этого региона от других областей Субарктики, например, Фенноскандии и Северо-Восточной Европы, где ширина гипоарктического пояса не столь значительна, и лемминги как бы управляют численностью куропаток посредством губительного пресса хищников в годы своей депрессии.

## *Сезонная фенология и выбор местообитаний: долинные “оазисы” и водораздельные “пустыни”*

В первой декаде мая, когда в южных тундрах только начинают появляться пятна оттаявшей земли, самцы белой куропатки занимают гнездовые территории. Самки прикачёвывают из северной тайги к середине мая и распределяются по участкам, привлекаемые как токованием самцов, так и качеством охраняемой им территории. Последнее в основном определяется обилием на участке ивовых кустов: чем больше биомасса и видовое разнообразие ив, тем привлекательнее участок для куропаток, тем быстрее формируются семейные пары и тем более высокая плотность населения поддерживается в данном урочище (рис. 1; Андреев 1988).

Однако, даже в полосе гипоарктических кустарников такие идеальные для вида условия формируются лишь на небольшой территории. Поэтому часть птиц вынуждена селиться на менее подходящих участках, например, на валах полигональных болот или среди пушистых кочкарников между озёрами, где ивового корма меньше. Из-за большей открытости местности в таких стациях выше пресс хищников. В результате плотность гнездящихся пар на водоразделах заметно ниже, чем в долинах. Эти местообитания можно квалифицировать как маргинальные. Судя по всему, полигональная тundra может обеспечить кормом белых куропаток только в течение одного сезона. В августе-сентябре молодые птицы полностью переходят на питание ивой и за относительно короткий срок опустошают её запасы, так что уже к началу зимы подобные участки становятся непригодными для обитания куропаток в следующем году.

Между описанными крайними вариантами местообитаний можно выделить промежуточный, куда попадают субоптимальные участки, такие, например, как периферийные урочища речных долин. Качество этих участков в репродуктивный период определяется доступностью корма весной, что зависит, в свою очередь, от снежности зимы и быстроты таяния снега. Малоснежная зима и дружная весна позволяют самкам быстрее восстановить кондицию, необходимую для начала гнездования. Многоснежные зимы и затяж-



**Рис. 1. Соотношение между величиной участков белой куропатки и биомассой ивы.**

1 - местность Ванхотвеем; 2 - долина р. Чукочья;  
3 - долина р. Малая Коньковая; 4 - местность Даурово;  
5 - долина р. Большая Коньковая (Нижнеколымская тundra). Участки 3-5 расположены в оптимальных биотопах, 1 и 2 - в субоптимальных (по: Андреев 1988а).

ные вёсны, напротив, увеличивают контраст привлекательности между оптимальными и субоптимальными биотопами.

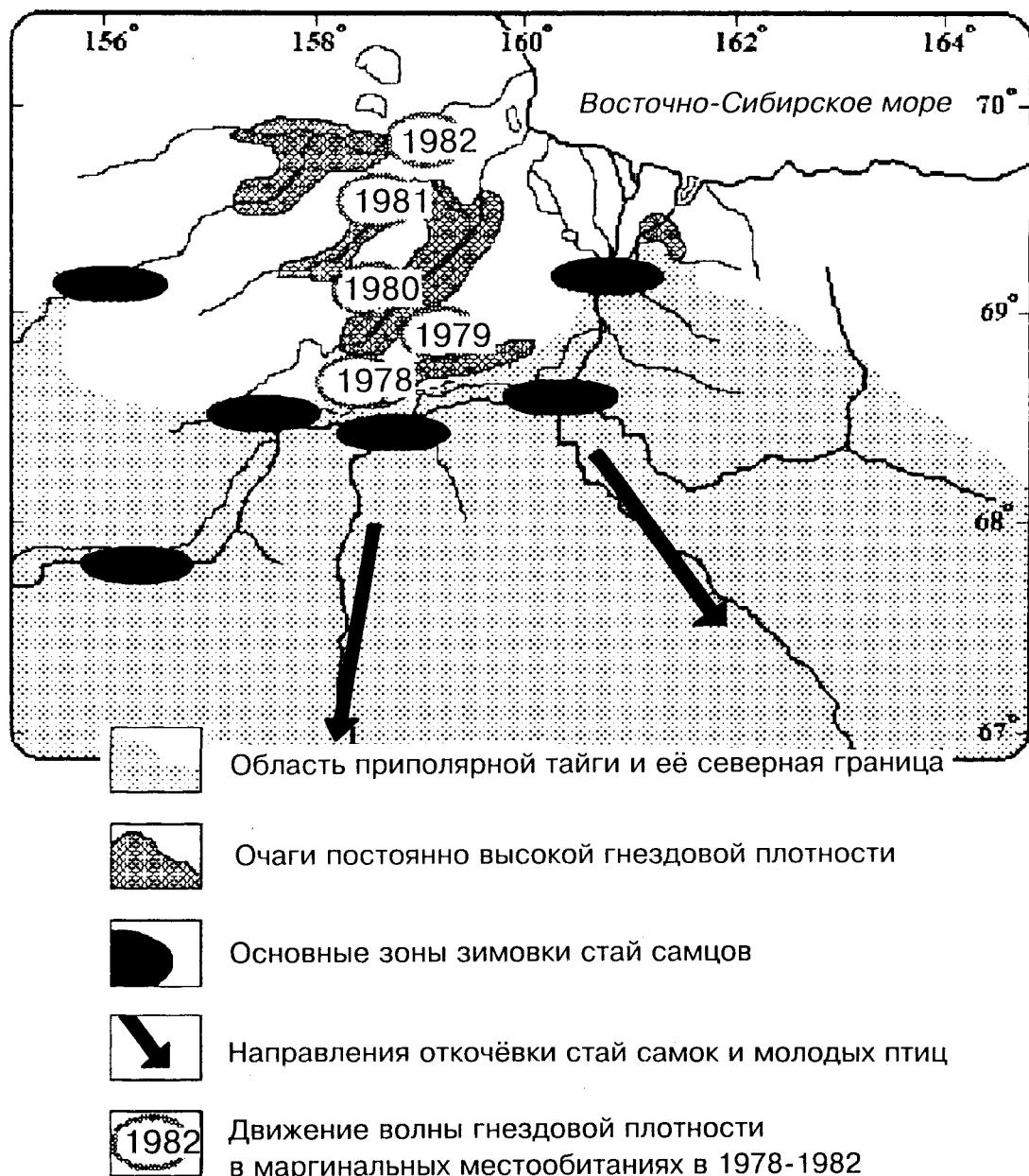
Перечисленные категории стаций можно охарактеризовать количественно, поскольку каждой свойственна определённая плотность гнездования куропаток: в оптимальных 10-25 пар/км<sup>2</sup> (иногда выше 30), в субоптимальных 4-10, в маргинальных 0-4 пар/км<sup>2</sup> (Андреев 1988).

По-видимому, следствием подобной разнокачественности местообитаний становится постоянное смещение области массового гнездования белых куропаток к северу в период нарастания их численности (Там же). При этом условия в очагах оптимального гнездования остаются более или менее стабильными, а маргинальные участки, поддерживавшие воспроизводство птиц в предыдущем сезоне, оказываются непригодными для повторного гнездования и остаются незанятыми, в то время как увеличившееся количество птиц начинает осваивать ещё менее продуктивные территории, двигаясь всё дальше к северу. Например, в Нижнеколымской тундре в 1978-1982 область повышенной плотности гнездования, подобно бегущей волне, перемещалась с юга на север со скоростью приблизительно 50 км/год (рис. 2).

Выводки во всех биотопах имеют достаточный запас корма. Питание молодых птиц включает в основном цветы, листья и почки дриады, голубики, брусники *Vaccinium vitis-idea* и листья ив (гл. обр. *S. pulchra*). С наступлением осени птицы переходят на питание исключительно побегами и почками ив. До выпадения первого снега в середине сентября низкорослые ивняки в маргинальных и субоптимальных местообитаниях обеспечивают кормом выводки и осенние стаи куропаток, но запас ивы на валиках полигональных болот заметно истощается. После выпадения снега эти кормовые ресурсы становятся недоступными, и стаи куропаток откочёвывают в долины небольших тундровых рек, двигаясь по ним далее к югу.

В оптимальных стациях одиночные взрослые самцы проводят всю или почти всю зиму. Основная масса взрослых самцов зимует в стаях у северной границы леса, в то время как самки и молодые самцы откочёвывают в глубину тайги на несколько сотен километров, достигая области полярного круга к середине-концу ноября. Например, одна из самок, окольцованная мной в июне 1980 в долине р. Коньковая (69° с.ш.) в ноябре того же года была добыта возле Среднеколымска (66° с.ш.). В поймах рек северной тайги белые куропатки находят менее суровые условия зимовки: продолжительность зимнего дня там больше, запас веточных кормов неограничен, а постоянный доступ к береговым обнажениям позволяет птицам регулярно пополнять запас гастролитов (мелкой гальки), что очень важно при грубой веточной диете (Андреев 1982).

Сходная картина сезонных перекочёвок и сегрегации птиц по полу и возрасту наблюдается на Аляске (Irving 1960). В отличие от северо-восточной Азии, на Аляске полоса гипоарктических кустарников почти не выражена, т.к. её широтные пределы как раз заняты нагромождениями горных цепей хребта Брукса. Стai белых куропаток вынуждены откочёвывать на значительные расстояния, и контраст между летними и зимними местообитаниями там особенно велик.



**Рис. 2. Распределение белых куропаток в Нижнеколымской тундре.**

В годы высокой численности белых куропаток их сравнительно небольшие сезонные перекочёвки могут трансформироваться в инвазии, когда масса птиц перемещается далеко к югу. При этом относительно невысокая численность местных птиц неожиданно увеличивается в десятки и сотни раз. Например, в горных долинах североохотского побережья такие всплески численности куропатки, регистрируемые промысловой статистикой, происходили с загадочной регулярностью зимой 1968/1969, 1979/1980 и 1988/1989.

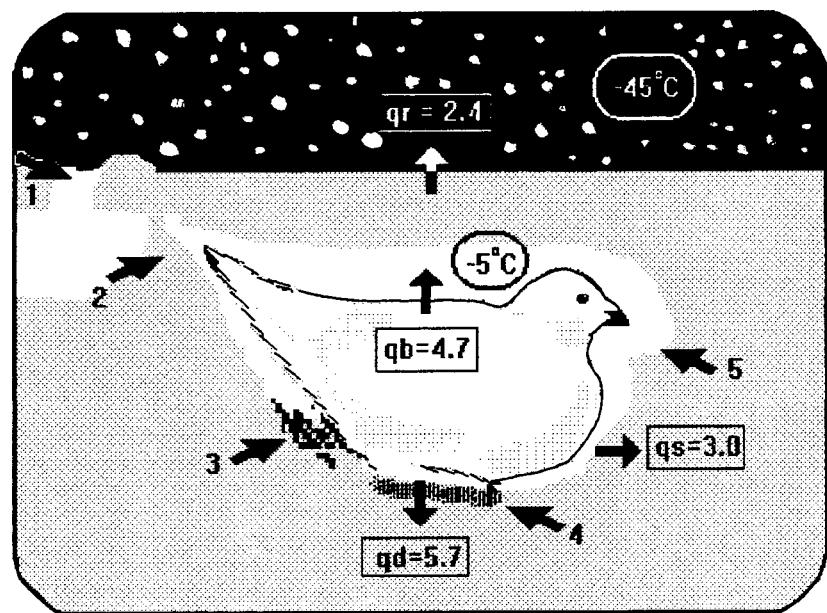
Таким образом, в субарктических широтах белая куропатка занимает широкий спектр биотопов, при этом последние разнородны как по запасам корма, так и по защитным условиям. В оптимальных стациях плотность куропатки всегда достаточно высокая и подвержена относительно

небольшим межгодовым осцилляциям. В субоптимальных стациях белая куропатка тоже встречается практически ежегодно, но плотность гнездования там ниже. Наконец, в маргинальных стациях плотность куропатки ещё ниже, и встречается она там только в годы нарастания численности. Вместе с тем, именно общность периферийных территорий, осваиваемых последовательно в течение ряда лет, позволяет популяции во много раз увеличивать свою численность. За фазой пика численности неизбежно следует коллапс, однако он завершает другую причинно-следственную цепь. Если нарастанию численности способствуют экологическая пластичность особей и их невысокая требовательность к качеству гнездовых местообитаний, то падение численности предопределется феноменальной приспособленностью белой куропатки к условиям полярной зимовки, как бы парадоксально это не звучало.

### *Пищевые потребности зимующих особей: “игра на понижение”*

Для успешной зимовки белой куропатки в заполярье необходимы снежевой покров толщиной не менее 30 см, где птицы устраивают термические убежища для ночлега и дневного отдыха, а также достаточно обширные ивовые заросли, обеспечивающие птиц почками и побегами — излюбленным зимним кормом белой куропатки на большей части её ареала.

В приполярных широтах первое условие выполняется уже к середине октября, когда ночная температура воздуха снижается до минус 20°C. Подобно большинству тетеревиных птиц, белая куропатка фактически проводит зиму при среднесуточной температуре порядка минус 10-15°C,



**Рис. 3. Температурные условия в снежной камере белой куропатки.**

$qr$ ,  $qb$ ,  $qd$ ,  $qs$  - плотности теплового потока в различных точках камеры,  $\text{мвт}/\text{см}^3$ .

Стрелками отмечены характерные особенности устройства камеры: 1 - отверстие для оглядывания перед зарыванием; 2 - снежная пробка, закрывающая доступ холодного воздуха; 3 - экскременты; 4 - зона частичного оттаивания снега, усиливающая потерю тепла; 5 - снежная полочка, откуда птица склоняет снег (по: Андреев 1991).

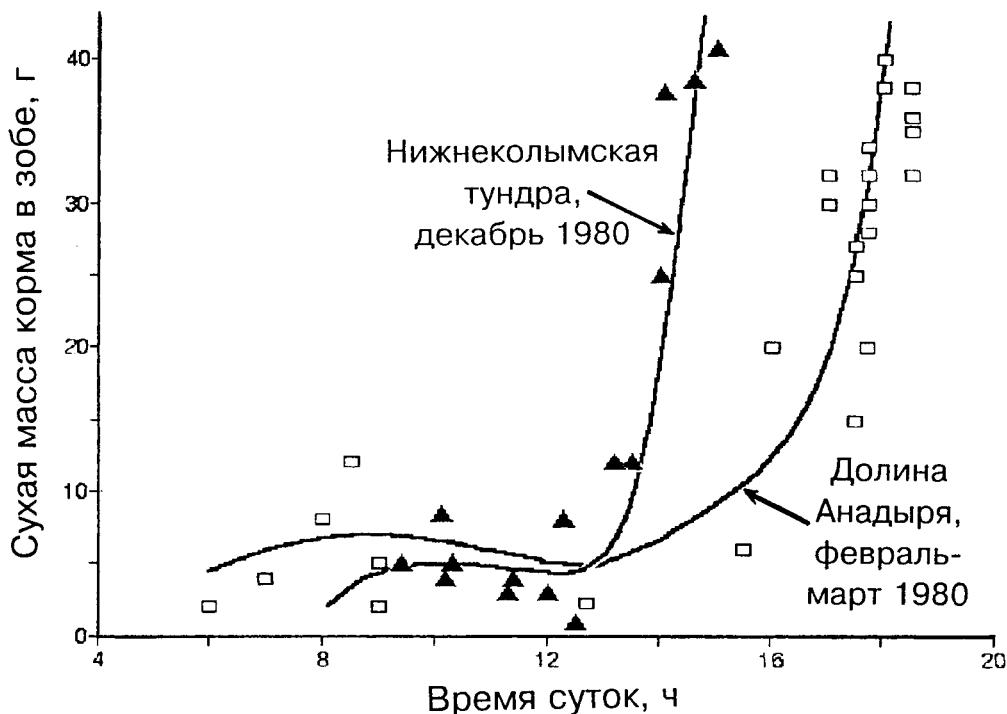


Рис. 4. Масса корма в зобах белых куропаток в разное время суток.

хотя температура воздуха в местах её зимовки в течение многих недель может удерживаться ниже минус 50°C. Это достигается благодаря использованию птицами термоизолирующих свойств снега. Проводя в снежной толще до 18 ч в сутки, белая куропатка экономит приблизительно 30% суточных затрат энергии (рис. 3), сокращая тем самым массу потребляемого корма и время, затрачиваемое на его добывание (Андреев 1991). Только в ультраконтинентальных условиях, какие существуют, например, в верховьях Индигирки и Яны, накопление снежной толщи не поспевает за крепчанием морозов, и белые куропатки, не имея возможности устраивать подснежные убежища, оказываются в своеобразной "энергетической ловушке", из которой выходят путём накопления жировых резервов и ускоренного их использования. Запас жира формируется во время осеннего питания птиц очень калорийными семенами лиственницы *Larix dahurica* (Андреев 1979). Сходная ситуация описана и для каменного глухаря *Tetrao parvirostris*, обитающего в области якутского полюса холода, но там птицы жируют на голубике (Егоров и др. 1959).

Хотя использование подснежных убежищ позволяет белым куропаткам существенно экономить, необходимое количество пищи и времени на её добывание остаются всё же достаточно большими. Чтобы обеспечить энергетические потребности в наиболее холодное время года (ноябрь-март), каждая особь (средняя масса около 600 г) должна ежедневно найти и съесть от 2 до 5 тыс. почек и побегов ивы, что соответствует примерно 150 г замороженной пищи. При среднем коэффициенте переваримости пищи около 30%, эта масса корма позволяет получить 525 кДж/сут. Такова сумма расходов индивидуального бюджета энергии (DEE), включающего затраты на стандартный метаболизм (60%), термо-

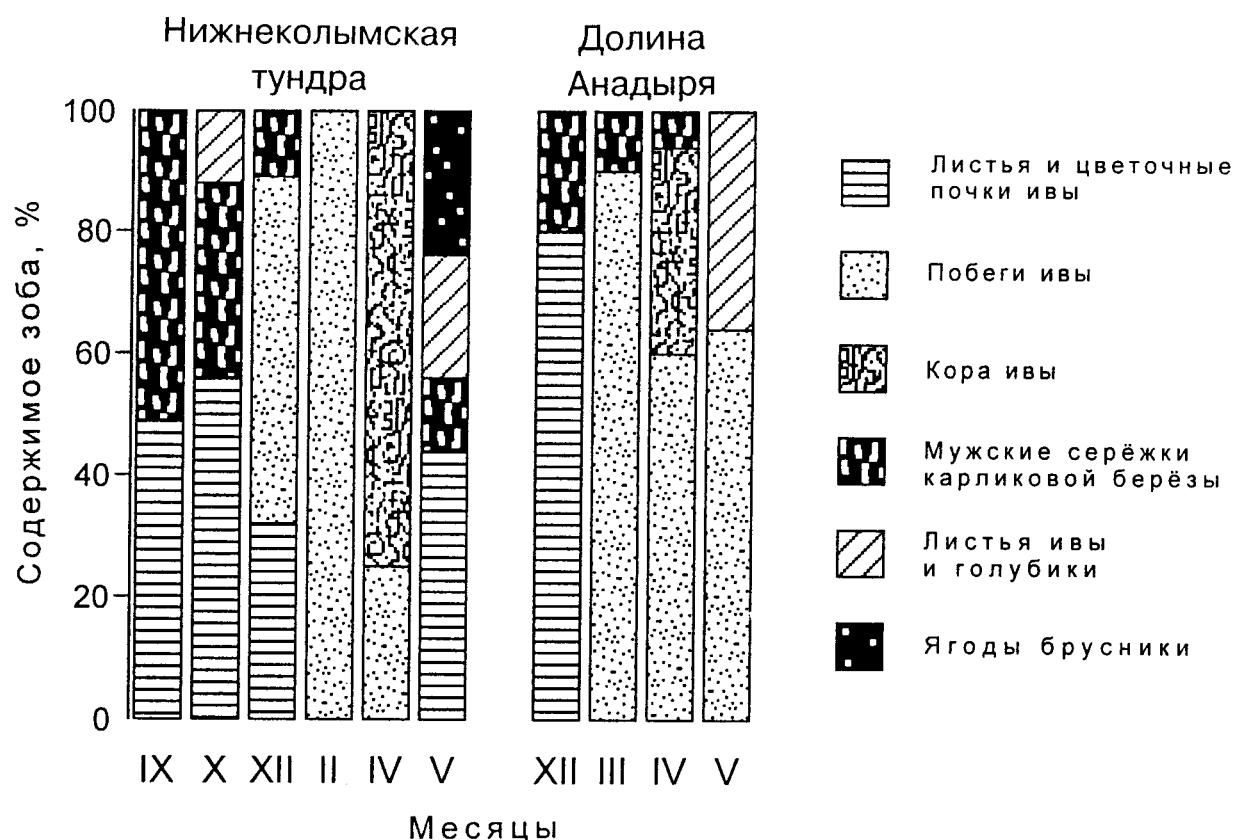
регуляцию (30%, из них около половины — на размораживание корма!) и двигательную активность (10%) (Андреев 1982, 1992).

Необходимое количество пищи птица может собрать двумя способами: медленным и быстрым. В первом случае куропатки неспешно бродят в зарослях ивы или карликовой берёзки и тщательно выбирают наиболее питательные части растений — цветочные и листовые почки, однолетние побеги ивы или мужские серёжки берёзы. Такой способ кормёжки обычно наблюдается в утренние часы при умеренном морозе, ясной погоде, не слишком мощной толщине снега. Второй способ — быстрый — чаще наблюдается вечером, в особенности в сильные морозы, в пасмурную погоду и многоснежье. При этом куропатки взлетают в кроны древесных видов ив или чозений *Chosenia arbutifolia* и “подстригают” их ветви с большой скоростью. Медленный, или селективный, способ кормёжки даёт птице только около 0.2 г корма в минуту (10 объектов в мин), но это высококачественный корм. Вторым способом особь добывает до 2.5 г/мин (50 объектов/мин), но корм этот весьма грубый. В течение дня куропатка чередует оба способа кормёжки, что позволяет максимизировать разницу между затратами и получением энергии, т.е. оптимально изменять стратегию питания в зависимости от погодных условий, времени зимовки, социального статуса и физиологического состояния (рис. 4).

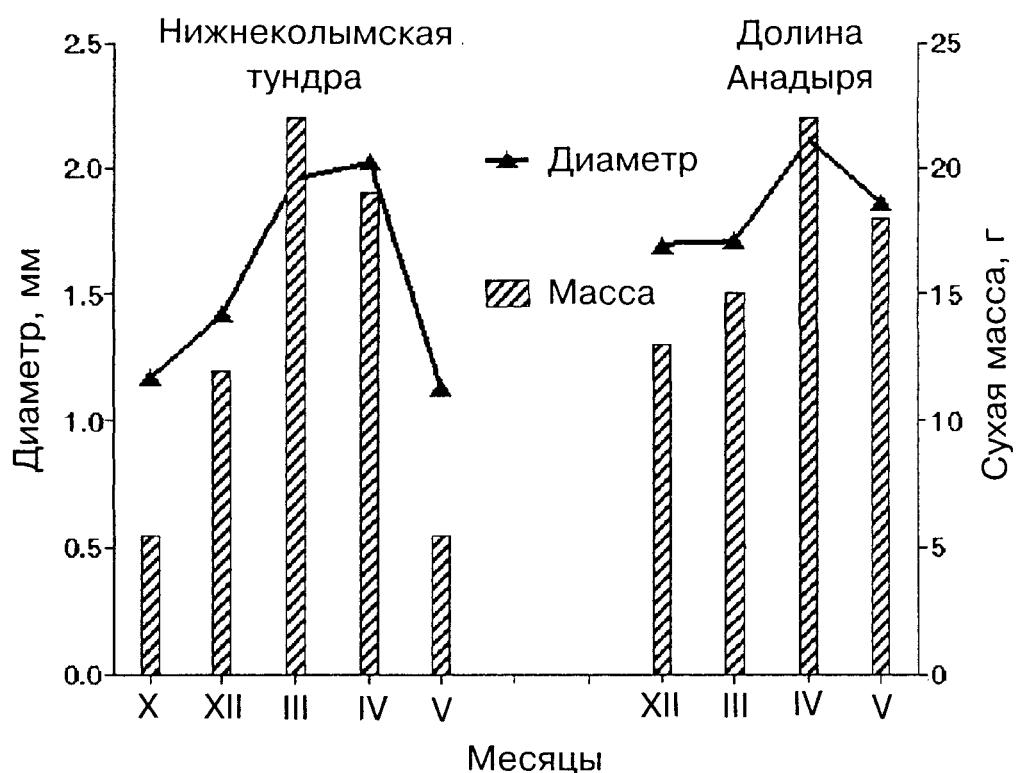
### **Сезонная динамика качества питания: летний оптимум и зимний регресс**

В летнем питании взрослых птиц преобладают листья ивы, а в августе-сентябре заметную долю составляют ягоды голубики, брусники и серёжки карликовой берёзки. В период быстрого роста и смены пера молодые птицы поедают цветы и почки этих же растений. Кроме того, заметную роль в их питании играют беспозвоночные (комары, гусеницы). В середине сентября питание взрослых и молодых белых куропаток уже не различается. Основу рациона составляют побеги ивы *S. pulchra* и серёжки берёзы *B. exilis*, а в дальнейшем — только ивы (добавляется *S. glauca*, *S. kolymensis* и др.). Несмотря на видимое изобилие ивняков в долинах северных рек, состав и качество зимнего питания белой куропатки никогда не остаётся постоянными (рис. 5). Наиболее питательный компонент — почки ивы — почти полностью выпадает из рациона птиц уже к февралю. Части побегов в зобах с течением зимы становятся всё более тяжёлыми и толстыми (рис. 6). В марте, когда ветки ивы нагреваются солнцем и становятся гибкими, птицы часто не могут их перекусить и бывают вынуждены сдирать кору. Ивовая кора становится доминирующим компонентом весеннего рациона белой куропатки, особенно в годы высокой численности птиц. Сама по себе кора ивы — корм достаточно питательный, но её соскабливание с ветвей — слишком растянутый процесс, к которому куропатки плохо приспособлены. О последнем свидетельствуют нередкие случаи повреждения рамфотеки, отмечаемые в весенний период.

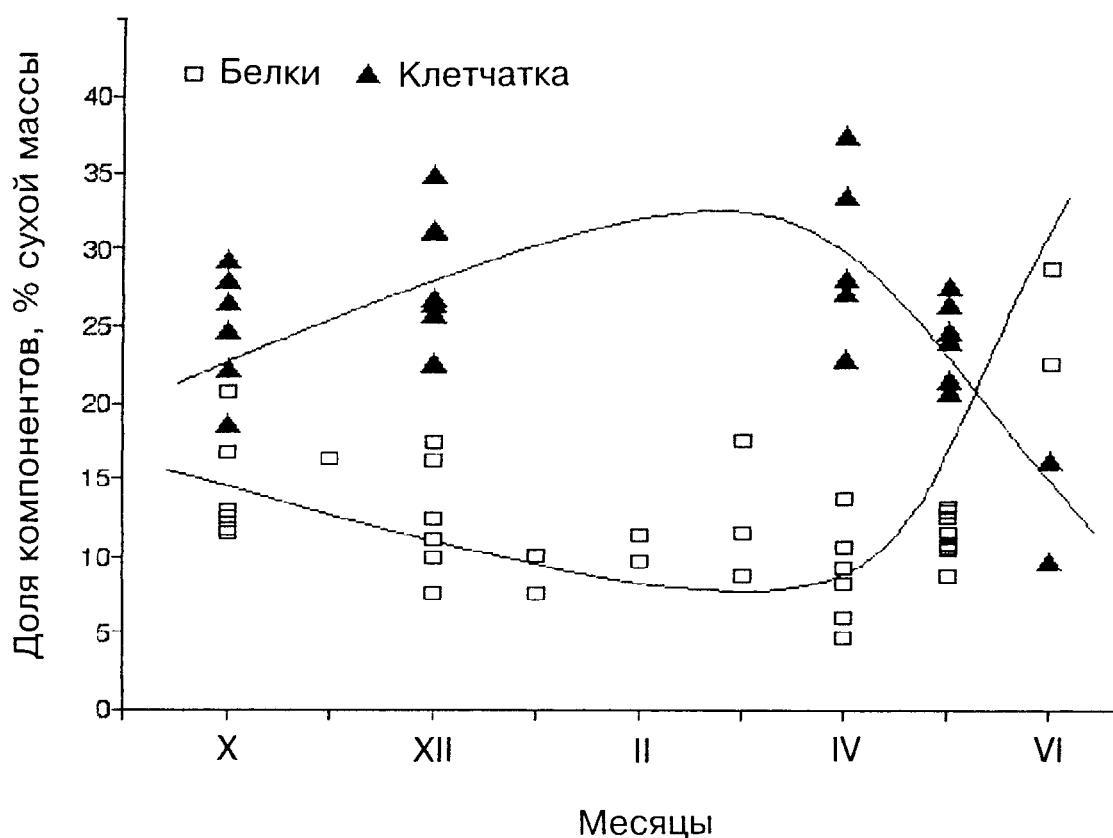
Таким образом, в течение зимы качество питания белой куропатки последовательно ухудшается. Это прослежено нами не только на весовых соотношениях компонентов корма, но и на изменении его химического



**Рис. 5. Состав питания белой куропатки (в % от сухой массы пищи в зобе) в разные месяцы в Нижнеколымской тундре и долине Анадыря (по: Андреев 1982).**



**Рис. 6. Изменение диаметра и массы кусочков побегов ивы в зобах белой куропатки в зимний период.**



**Рис. 7. Изменение химического состава естественных кормов белой куропатки в течение зимы (по: Андреев 1982).**

состава (рис. 7). В течение зимы в пище увеличивается доля клетчатки, тогда как доля белков и растворимых углеводов уменьшается. Параллельно ухудшению состава пищи в течение зимы примерно в два раза снижается и её переваримость (от 36 до 18%), что ускоряется ещё и истощением запаса гастролитов в желудках птиц (Андреев 1982). Поэтому куропатки вынуждены поедать всё больше корма и быть всё менее разборчивыми в отношении его качества, постоянно теряя массу тела. Только появление весенних проталин может остановить ход этого негативного процесса.

Приведённые факты свидетельствуют о том, что зимняя энергетика белой куропатки построена на использовании относительно грубых веточных кормов, качество которых закономерно ухудшается в течение зимы, делая поддержание индивидуального энергетического баланса птиц всё более затруднительным.

#### *Зимнее питание: “экологическая ловушка” на биохимическом уровне*

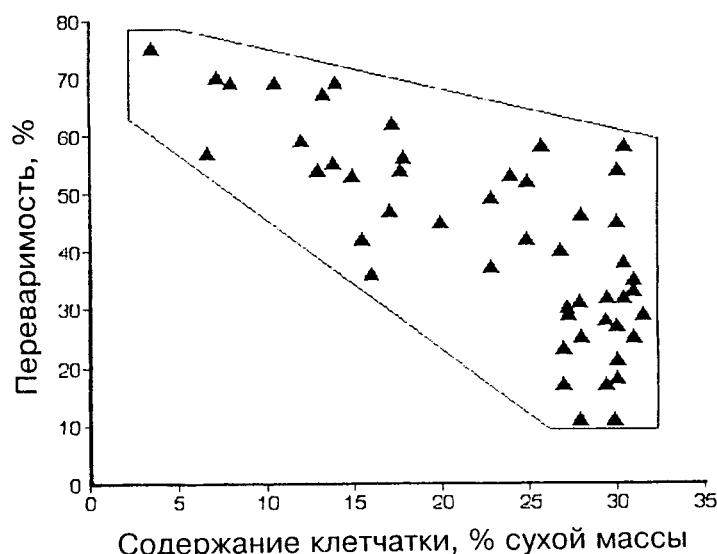
Когда белые куропатки имеют доступ к разнообразным кормам и возможность их свободного выбора, они предпочитают диету, включающую 15-20% протеинов, 10-18% клетчатки, 5-10% липидов, до 50% растворимых углеводов и 3-4% золы (Moss, Hanssen 1980; Андреев 1992). К такому идеальному варианту приближается питание куропаток летом,

когда птицы поедают много зелёных листьев, семян осоки и ягод голубики и свыше 2/3 суточной потребности в энергии покрывают за счёт легко усваиваемых углеводов и только 1/10 — за счёт переваривания клетчатки.

В начале зимы у белых куропаток достаточно и времени, и пастбищ, чтобы питаться селективно, подбирая рацион так, чтобы он состоял примерно из 15% протеинов и 22-25% клетчатки. Однако уже в декабре-январе суровые условия (сильные морозы, глубокий снеговой покров, короткое время для кормёжки, концентрация птиц в стаях) приводят к тому, что куропатки начинают питаться менее избирательно, а их рацион становится менее питательным. Так, в апреле доля белков в корме сокращается до 7-8%, а клетчатки возрастает до 30-33%. В силу названных причин диета белой куропатки во время зимовки в Субарктике заметно отличается от оптимальной. В этих условиях в действие вступают специфические эколого-физиологические компенсаторные механизмы, позволяющие оттянуть момент индивидуальной катастрофы хотя бы у части особей.

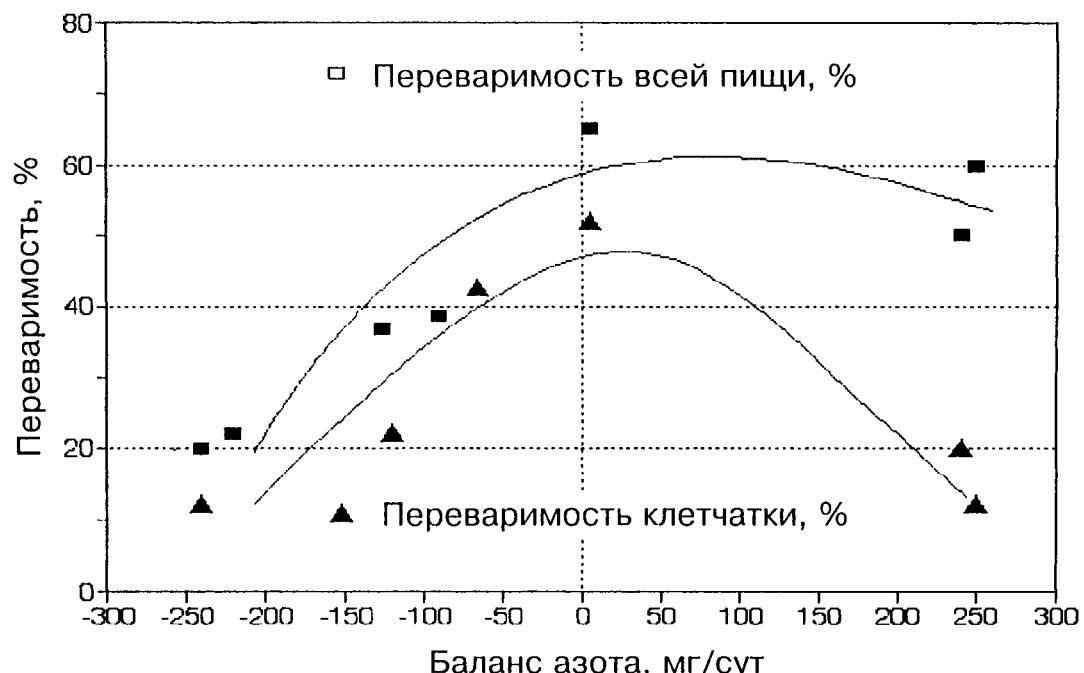
Эксперименты на белых куропатках в клеточных условиях позволили выяснить связь между параметрами энергетики зимнего питания (Андреев 1992). Оказалось, что увеличение в корме доли клетчатки ведёт к возрастанию массы потребляемой пищи и снижению общего коэффициента её переваримости (рис. 8). Повышение же доли протеинов ведёт к увеличению дифференциальной переваримости клетчатки, но только до определённого предела. Дифференциальная переваримость липидов и углеводов — основного источника метаболизированной энергии — снижается по мере возрастания в рационе доли клетчатки. Изменения массы тела особей в экспериментах линейно коррелировали с балансом протеинового азота в корме и экскрементах (Там же). В свою очередь, коэффициент переваримости клетчатки оказался нелинейно сопряжённым с балансом азота, причём максимальные его значения (около 40%) достигались при нулевом балансе азота, т.е. неизменной массе тела (рис. 9). Вместе с тем, чем дольше в составе пищи преобладали грубые компоненты, тем быстрее птицы теряли в весе.

Снижение массы тела в течение зимовки — характерное явление у тетеревиных птиц (Потапов 1985). Скорее всего, оно связано с несбалансированностью и однообразием веточной диеты (Андреев 1988а). У boreальных видов Tetraonidae падение массы тела обычно не выходит за определённые пределы — около 15%

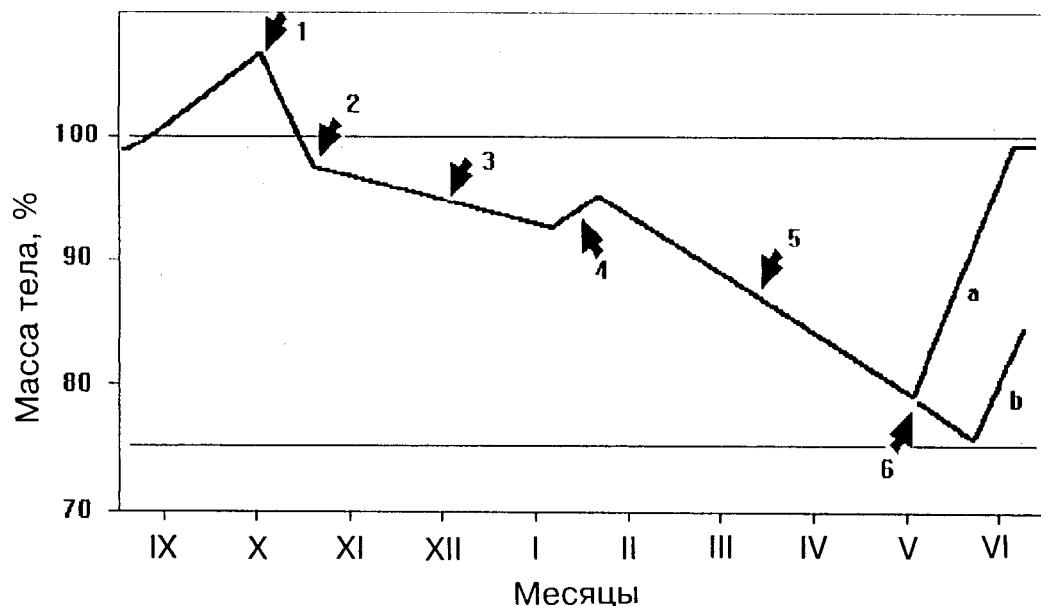


**Рис. 8. Переваримость естественных кормов белой куропатки в зависимости от содержания в них клетчатки.**

от начальной массы, так что с наступлением весны птицы способны быстро восстанавливать вес (рис. 10). Однако у белой куропатки потери массы тела могут превышать 30% и становиться необратимыми. Извлечение энергии из клетчатки требует повышенных затрат протеинов. Поэтому

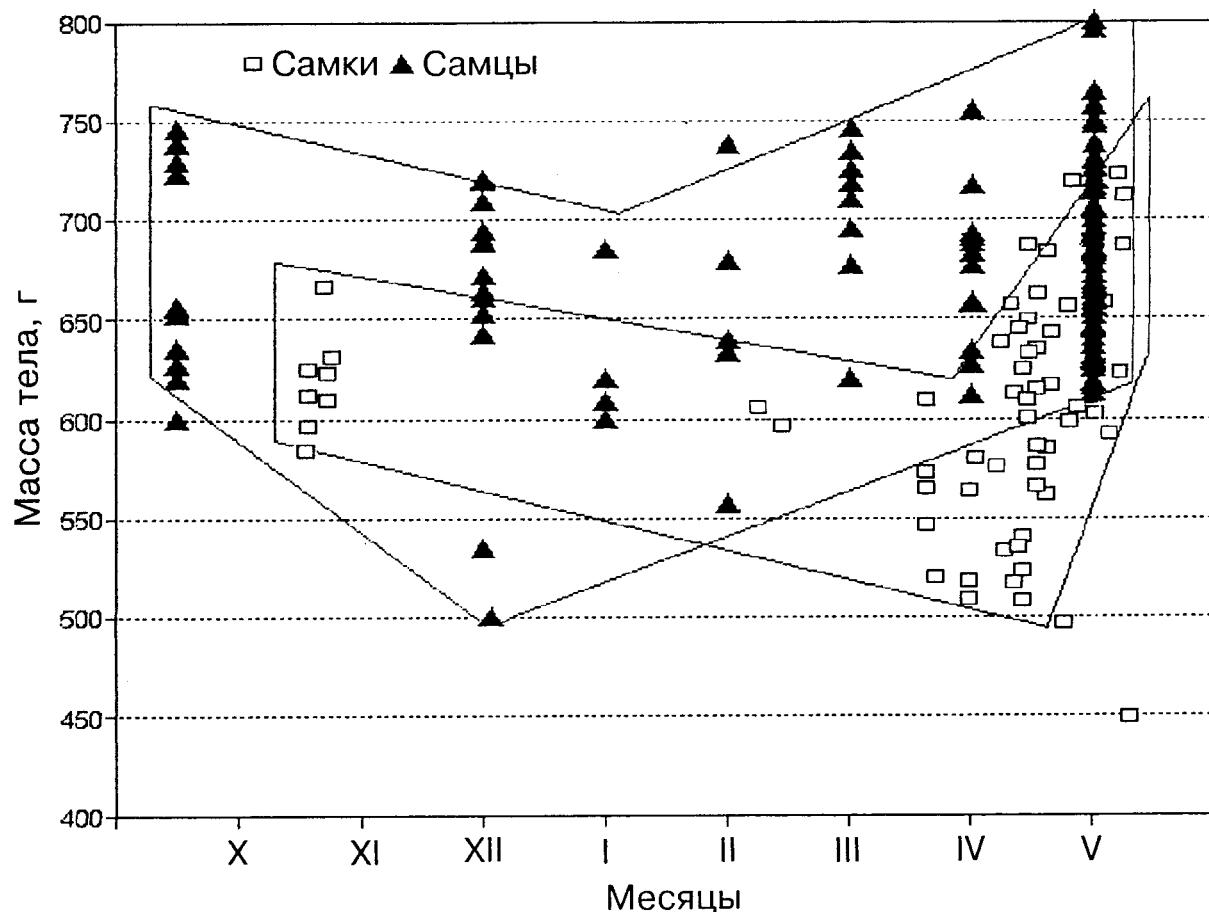


**Рис. 9. Связь переваримости всей пищи и переваримости клетчатки с балансом азота в организме белой куропатки.**



**Рис. 10. Схема изменения массы тела тетеревиных птиц зимой.**

- 1 - осенний пик массы тела, отчасти связанный с накоплением жировых резервов;
- 2 - быстрое падение массы в начале зимы, вызванное усилением морозов и недостаточной глубиной снега;
- 3 - медленное уменьшение массы в "глухозимье", связанное с краткостью светового дня и низкими температурами;
- 4 - стабилизация или возрастание массы в период ослабления морозов и удлинения светового дня;
- 5 - падение массы, вызванное прогрессивным ухудшением качества пищи;
- 6 - начало восстановления кондиции тела с появлением первых проталин (а) и в условиях поздней весны (б).



**Рис. 11. Вариабельность массы тела белых куропаток в разные месяцы в низовьях Колымы.**

му между долей клетчатки в рационе и скоростью потери массы тела устанавливается соотношение типа положительной обратной связи. Чем выше численность птиц, холоднее зима и больше снега, тем больше куропаток попадает в эту своеобразную ловушку, приводящую популяцию к состоянию разрушения.

В кормовых стаях белых куропаток особи более высокого иерархического ранга имеют возможность питаться более селективно и поэтому меньше теряют в весе, чем субдоминанты. В результате этого к концу зимы наблюдается значительный разброс значения массы тела в выборках (рис. 11). С наступлением весны птицы восстанавливают свой вес, кормясь на проталинах в пределах индивидуальных участков. Это критически важно для самок, и территориальное поведение самцов, в числе прочего, способствует достижению данной цели.

### Заключение

Итак, в условиях умеренной плотности белой куропатки ресурсы оптимальных стаций и прилегающих субоптимальных территорий достаточны для обеспечения куропаток необходимым количеством пищи приемлемого качества. Напряжённая ситуация возникает при высокой плотности вида: употребление всё более грубых кормов в ходе зимовки ведёт к истощительному расходованию протеиновых ресурсов тела.

Когда в ходе общего нарастания численности куропаток оптимальные стации оказываются насыщенными, птицы занимают периферийные и маргинальные местообитания. Эти пространства поддерживают дальнейший рост популяции. Во время пика численности встречаются осенние стаи в 150-200 особей и более. В таких стаях у особей затруднён доступ к пище приемлемого качества. В зобах птиц можно обнаружить такие массовые, но не свойственные белой куропатке корма, как, например, листья подбела *Andromeda polifolia* (Андреев 1982). Хотя поросшие ивой поймы занимают в субарктических широтах обширные пространства, многочисленные стаи куропаток способны уже к декабрю истощить запас годовых побегов ивы. С середины зимы популяция несёт всё возрастающие потери, а дожившие до весны птицы бывают настолько истощены, что многие оказываются уже не в состоянии восстановить кондицию и отказываются от размножения (Там же). В результате этих процессов численность популяции падает в 10-100 раз уже в первую зиму после вспышки численности и продолжает уменьшаться в следующие. В годы пиковой численности подобное развитие событий можно наблюдать на больших пространствах. Например, в 1980-1982 это происходило в Нижнеколымской тундре, на Чаунской равнине и в долине Анадыря. При этом наиболее резко процесс выражен в районах, где площади летних местообитаний на подгорных шлейфах и водоразделах значительно превышают площади зимних стаций с тальниками зарослями по долинам рек, например, в среднем течении Анадыря (Кречмар и др. 1991).

На обширных пространствах каждая из фаз популяционного цикла — нарастание и падение — занимает не один год. Это может создать впечатляющую картину изменения численности, лишь отчасти модулируемую внешними воздействиями (климатические условия, деятельность хищников). Факторы, обуславливающие длительность каждой фазы популяционной волны, не подвергались специальному анализу. В то же время, учитывая разнообразие и неопределенность большинства из них, трудно вообразить, чтобы их совместное воздействие раз за разом приводила бы к хорошо выраженной цикличности. Поскольку её период примерно соответствует периоду солнечной активности (9-11 лет), можно думать, что именно с циклами солнечной активности синхронизированы колебания численности белой куропатки. Однако, поскольку механизм, посредством которого осуществляется эта связь, пока не установлен, само существование такой связи кажется призрачной.

Думаю, что правдоподобную и уместную в данном случае гипотезу можно построить на связи между летними температурами воздуха и продуктивностью тальников в поймах. Например, по данным ближайшей метеостанции в пос. Колымское, аномально тёплое лето в Нижнеколымской тундре было в 1951, 1952, 1960, 1969, 1977, 1981, 1987 и 1991. Два последних летних сезона отличались необычайно интенсивным ростом ивы в пойме Малой Коньковой. В обычное лето, т.е. прохладное или умеренно тёплое, прирост побегов на 25-35-летних кустах *S. kolymensis* составлял 25-40 см. В аномально тёплое лето 1987 этот показатель возрос до 50-70 см. В такой урожайных год запас зимних кормов белой куропатки

увеличивается примерно в два раза. Поскольку процесс развивается на большой территории, пики продуктивности ивняков будут определять величину зимних кормовых ресурсов и их качество. Всплески обилия корма могут генерировать ритм и синхронизировать изменения численности куропаток на обширных пространствах. Как показано выше, величина запасов зимнего корма и его качество непосредственно влияют на динамику популяций белой куропатки в субарктических ландшафтах. Заметим, что биология тундровых видов ивы и вопрос о воздействии на растения питающихся ими животных остаётся мало исследованным.

## Литература

- Андреев А.В. 1979.** Материалы по биологии тетеревиных птиц Северо-Восточной Сибири в зимний период // *Птицы Северо-Востока Азии*. Владивосток: 26-27.
- Андреев А.В. 1980.** *Адаптация птиц к зимним условиям Субарктики*. М.: 1-176.
- Андреев А.В. 1982а.** Зимняя энергетика и бюджет времени флюктуирующих популяций белой куропатки *Lagopus lagopus* на северо-востоке Азии // *Тр. Зоол. ин-та АН СССР* 113: 68-90.
- (Андреев А.В. 1982б)** Andreev A.V. 1982. Seasonal trends and some features of biology of willow grouse populations in North-East Asia // *Proc. 2nd Inter. Symp. on Grouse* / T.W.I.Lowel (ed.). Edinburg: 96-105.
- (Андреев А.В. 1988а)** Andreev A.V. 1988. The ten year cycle of the willow grouse of Lower Kolyma // *Oecologia* 76: 261-267.
- (Андреев А.В. 1988б)** Andreev A.V. 1988. Ecological energetics of Palearctic Tetraonidae in relation to chemical composition and digestibility of their winter diets // *Can. J. Zool.* 66, 6: 96-105.
- (Андреев А.В. 1991)** Andreev A.V. 1991. Winter adaptations in the Willow Ptarmigan // *Arctic* 44, 2: 106-114.
- Андреев А.В. 1992.** Роль клетчатки и протеина в экологической энергетике белой куропатки в зимний период // *Экология* 2: 56-57.
- (Андреев А.В. 1994)** Andreev A.V. 1994. Winter nutrition of Willow Ptarmigan (*Lagopus lagopus*): A trap that can affect population prosperity through the individual // *J. Ornithol.* 135, 3: 265.
- Воронин Н.Р. 1978.** *Белая куропатка Большеземельской тундры*. Л.: 1-168.
- Егоров О.В., Лабутин Ю.В., Меженный А.А. 1959.** Материалы по биологии каменного глухаря в Якутии // *Тр. Ин-та биол. Якут. фил. СО АН СССР* 6: 97-105.
- Кречмар А.В., Андреев А.В., Кондратьев А.Я. 1991.** *Птицы северных равнин*. Л.: 1-288.
- Перфильев В.И. 1975.** Якутия. Тетеревиные птицы. М.: 113-136.
- Павлов Б.А. 1975.** Таймырский полуостров. Тетеревиные птицы. М.: 17-27.
- Семенов-Тян-Шанский О.И. 1959.** Экология тетеревиных птиц // *Тр. Лапландского заповедника* 5: 1-318.
- Юрцев Б.А. 1966.** *Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры*. М.; Л.: 1-93.
- Hoglund N. 1970.** On the ecology of the willow grouse (*Lagopus lagopus*) in a mountainous area in Sweden // *8th Inter. Congr. of Game Biologists*. Helsinki: 118-120.
- Hudson P. 1986.** *Red Grouse, the biology and management of a wild gamebird*. Fordbridge: 1-249.

- Irving L.** 1960. Birds of Anaktuvuk Pass, Kobuk and Old Crow — A study in arctic adaptation // *U.S. Nat. Mus. Bull.* 217.
- Moss R.A.** 1969. A comparison of red grouse (*Lagopus lagopus scoticus*) stocks with the production and nutritive value of heather (*Calluna vulgaris*) // *J. Anim. Ecol.* 38, 1: 103-112.
- Moss R., Hanssen I.** 1980. Grouse nutrition // *Nutritional Abstr. Rew. Ser. B* 50: 555-567.
- Myrberget S.** 1987. Demography of an island population of willow ptarmigan in northern Norway // *Adaptive Strategies and Population Ecology of Northern Grouse* / A.T.Bergerug, M.W.Gratson. (ed.). Minneapolis: 379-419.



ISSN 0869-4362

Русский орнитологический журнал 1999, Экспресс-выпуск 67: 18-23

## Опыт использования тяжёлых самолётов (летающих лабораторий) при учёте морских птиц в открытых районах арктических морей

Ю.В.Краснов<sup>1)</sup>, В.И.Черноок<sup>2)</sup>

1) Мурманский морской биологический институт Российской Академии наук,  
ул. Владимирская, д. 17, Мурманск, 183023, Россия

2) Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
им. Н.М.Книповича (ПИНРО), ул. Книповича, д. 6, Мурманск, 183763, Россия

Поступила в редакцию 24 марта 1999

В середине 1950-х на примере Баренцева моря были показаны тесные связи морских птиц с комплексом биотических и абиотических условий среды (Белопольский 1967). В последние десятилетия состояние популяций этих птиц стало сильно зависеть от экономики человека (Краснов 1995; Krasnov, Garrett 1995), в будущем эта зависимость только усилится. С началом добычи нефти и газа на шельфе ещё более актуальными станут сохранение морской биоты и развитие новой концепции её эксплуатации. Последняя должна основываться на современных представлениях о роли птиц в морских экосистемах и их влиянии на популяции рыб. Для этого необходимо изучение распределения птиц по акватории Баренцева моря. Одним из методов является наблюдение с борта самолётов с большой дальностью полёта. Критическому осмыслению опыта его применения на протяжении ряда лет и посвящено наше сообщение.

### Материал и методы

В сентябре 1994, 1995 и 1997 на акватории Баренцева и отдельных районов Норвежского и Гренландского морей выполнены комплексные экологические съёмки, в том числе и наблюдения за распределением и численностью морских птиц, с борта летающих лабораторий на базе самолётов Ил-18Д и Ан-26БРЛ. Наиболее полно программы наблюдений за птицами реализованы в Баренцевом море, где они были сопряжены со съёмкой 0-группы промысловых рыб по международной программе. Об-

щая протяжённость маршрутов над Баренцевым морем составила более 21 тыс. км, общая площадь учёта — 3900 км<sup>2</sup>. Учёт птиц вели через выпуклые иллюминаторы (блистеры) под углом 45°: на Ил-18Д при скорости полёта 320–380 м/ч с высоты от 100 до 200 м, на Ан-26БРЛ при скорости 235–370 км/ч с высоты от 80 до 370 м.

Во время наблюдений учитывали всех птиц с максимальным возможным определением систематической принадлежности. Полученная информация по внутрисамолётной связи сообщалась оператору ЭВМ для внесения в протокол полёта наряду с другими данными, поступавшими с бортовых измерительных комплексов в автоматическом режиме. Стандартное оснащение авианосителей для комплексной экологической съёмки состоит из навигационной спутниковой системы, аппаратуры дистанционного зондирования, работающей в видимом, инфракрасном и радиодиапазонах электромагнитных волн, фото- и видеокамер, спектрометра, сканеров, радиолокатора бокового обзора и ИК-радиометра.

Тактико-технические данные этих авианосителей позволили разместить несколько наблюдателей, регистрировавших одновременно косяки рыб, птиц, морских зверей, наличие и характер загрязнения моря. Всю полученную информацию оперативно обрабатывали на борту самолёта в реальных координатах и времени.

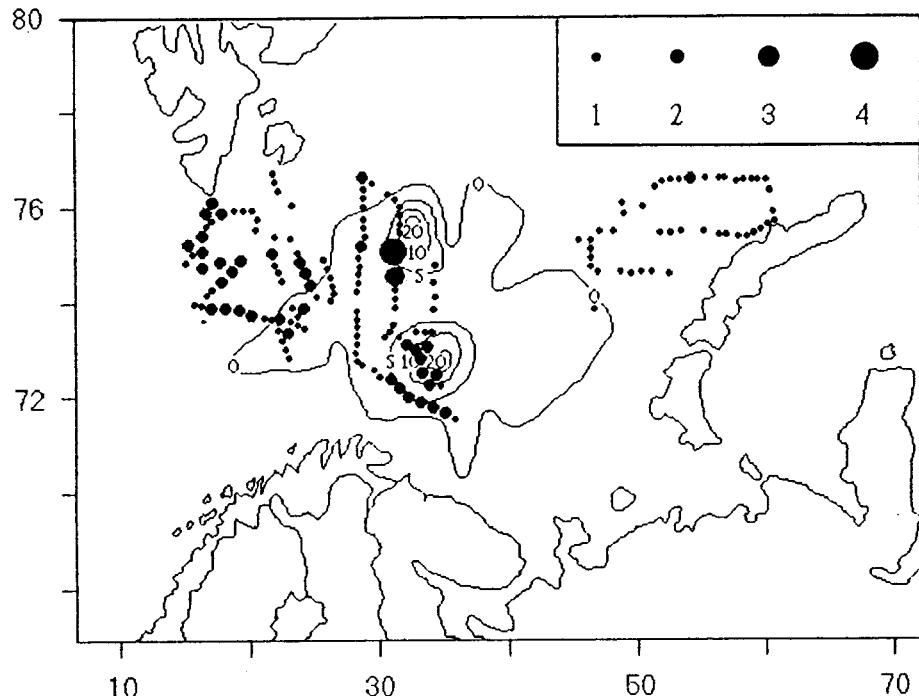
### Обсуждение

Авиафлору открытого моря традиционно изучают с борта морских судов (Tasker *et al.* 1984; Mehlum 1989; Isaksen 1995; Camphuysen *et al.* 1995). Несомненно, наблюдения с кораблей с высокой точностью описывают видовой состав морских птиц. Однако с их помощью невозможно оперативно оценить их численность и распределение на обширной акватории такого моря, как Баренцево. Для выполнения такой задачи в относительно короткие сроки (например, месяц) необходима согласованная работа нескольких морских судов с большим количеством опытных учётов. Но и в этом случае трудно получить реальную картину из-за высокой подвижности наиболее массовых видов — глупыша *Fulmarus glacialis* и моревки *Rissa tridactyla*.

Наблюдения с самолёта, напротив, позволяют быстро оценить распределение и численность ряда видов птиц. Обычно авиаучёты проводят с лёгких самолётов и вертолётов, что при небольших скорости и высоте полёта позволяет достаточно точно описывать видовой состав и численность птиц, но ограничивает район работы прибрежной полосой моря. Использование самолётов с большой дальностью полёта снимает это ограничение, но из-за больших размеров машин и высокой скорости полёта резко сужается число видов, доступных для корректного учёта (Боркин и др. 1992). Однако тяжёлые самолёты можно оснастить до уровня летающих лабораторий, что позволит в автоматическом режиме регистрировать параметры полёта и вести экологическую съёмку поверхности моря.

Для учёта птиц в открытом море пригодны лишь несколько типов отечественных машин — Ил-18, Ан-26 и Ан-30. На них можно установ-

ливать выпуклые иллюминаторы (блистеры). Через них, в отличие от обычных, можно вести наблюдение не только сбоку от самолёта, но и строго под собой, прямо и назад по курсу. Это значительно расширяет возможности обнаружения и опознавания биологических объектов. При этом автоматических комплексы обеспечивают наблюдателя информацией о высоте и скорости полёта на любом отрезке и на маршруте в целом. По сравнению с возможностями оборудования лёгких самолётов (Briggs *et al.* 1985; Pihl, Frikke 1992), широкие возможности летающих лабораторий позволяют повысить точность расчёта площади учёта и плотности распределения на ней птиц, получить протоколы полёта, компьютерные карты распределения отдельных видов (рис. 1) или всех птиц в целом.



**Рис. 1. Размещение моевки *Rissa tridactyla* по данным авиаучёта и общее распределение мойвы *Mallotus villosus* (т/миля<sup>2</sup>) в сентябре 1995.**  
Условные обозначения: 1 - 1 экз., 2 - 10 экз., 3 - 1500 экз., 4 - 2500 экз.

При анализе данных учётчик может использовать фотографии или видеозаписи крупных стай и т.н. "кильватерных группировок" птиц. Одновременно могут использоваться данные о температуре поверхности моря, необходимые для выделения фронтальных зон, локализации зон интенсивной вегетации фитопланктона и зон нефтяного загрязнения. В протоколе полёта в закодированной форме может быть предоставлена следующая информация: дата, время наблюдения объекта, координаты объекта, высота и скорость полёта, характер объекта (вид птицы), количество особей, метеорологические условия наблюдения.

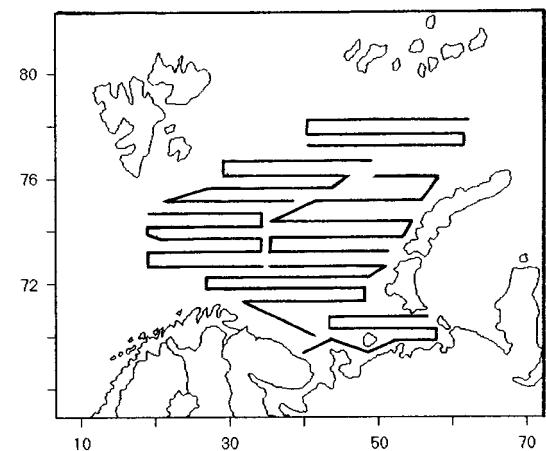
При наблюдениях с судна в открытых районах Баренцева моря наиболее часто регистрируют 17-18 видов птиц, из них трудно различать лишь кайр (Краснов, Николаева 1996). Однако с борта самолётов типа Ил-18Д и Ан-26БРЛ даже опытный наблюдатель испытывает затруднения в обнаружении и определении многих видов. Поэтому при учёте птиц с

Ил-18ДОРР был явный недоучёт таких видов, как кайры (Боркин и др. 1992). Из-за больших скорости и высоты полёта опытность наблюдателя является решающим фактором. На тяжёлых самолётах есть несколько оборудованных для наблюдения мест, что позволяет проводить обучение наблюдателей для обеспечения преемственности исследований и получения сопоставимых данных. В идеале для корректного сравнения данных по сезонам учёты нужно проводить по постоянной сетке галсов, охватывающей районы с водными массами различного происхождения. Пример подобной схемы дан на рисунке 2.

По нашему опыту, в открытом море при любом освещении с высоты 100–200 м и при скорости полёта 250–350 км/ч хорошо обнаруживаются и определяются до вида крупные и средние светлоокрашенные птицы: глупыш, олуша *Sula bassana*, серебристая *Larus argentatus* и морская *L. marinus* чайки, бургомистр *L. hyperboreus*, моевка. Но, за исключением глупыша и моевки, они в Баренцевом море малочисленны.

Обнаружить и опознать контрастно окрашенных птиц (кайр *Uria aalge* и *U. lomvia*, тупика *Fratercula arctica*, гагарку *Alca torda*) гораздо сложнее. При солнечном освещении или высокой облачности достаточно чётко опознаются кайры (без определения вида). Но в вечерние часы, при низком положении солнца и встречном освещении, их корректный учёт провести нельзя, и при возможности наблюдателю приходится переходить на противоположный борт. При низкой и плотной облачности обнаружение кайр требует повышенного внимания, и в этой ситуации более удобен диапазон высот 120–150 м при скорости 250 км/ч (т.е. предпочтительнее Ан-26БРЛ). Что касается таких видов, как гагарка и тупик, то первый в открытом море крайне малочислен, а второго трудно учитывать с воздуха. При авиаучётах лишь в некоторых случаях отмечались отдельные тупики, хотя с кораблей их регистрировали в заметном числе (Краснов, Николаева 1996). Это трудно объяснить лишь тем, что всех тупиков наблюдатели относили к кайрам. Когда тупик был определён, его характерный силуэт достаточно чётко отличался от силуэта кайр при всех режимах полёта. Возможно, что основной причиной недоучёта тупиков является их большая, по сравнению с кайрами, пугливость. Они ныряют ещё до подлёта самолёта. Ответ на вопрос могут дать параллельные учёты в районах крупных скоплений тупиков с самолёта и небольшого морского судна.

Тёмноокрашенные птицы — поморники *Catharacta skua*, *Stercorarius pomarinus*, *S. parasiticus* и *S. longicaudus* и чистик *Cephus grylle* — обнаруживаются с трудом во всех режимах полёта и условиях освещения. Причём из поморников до вида можно определить только *C. skua* по светлым пятнам на крыльях. Мелких птиц — полярных крачек *Sterna paradisaea*,



**Рис. 2. Схема предполагаемых галсов самолёта при учёте морских птиц на акватории Баренцева моря.**

люриков *Alle alle* — мы практически не видели. Но если крачки в открытых районах Баренцева моря в конце августа - начале сентября редки, то люрики многочисленны в северных частях моря (Краснов, Николаева 1996). Это означает, что с тяжёлых самолётов при данных режимах полёта этот вид учитывать невозможно. В районах дрейфующих ледовых полей как светло-, так и тёмноокрашенных птиц обнаружить гораздо труднее, чем на открытой воде. Резкий контраст между льдом и тёмными разводьями снижает способность различить сидящих птиц.

Таким образом, с тяжёлых самолётов можно получить данные о численности и распределении в открытом море лишь нескольких видов птиц, в первую очередь глупыша, моевки и кайр. Однако именно эти виды можно рассматривать как основные объекты регионального мониторинга морских птиц.

Авиасъёмка, сопряжённая с работой научно-исследовательских судов, выполняющих съёмку 0-группы промысловых рыб, позволяет одновременно оценить размещение морских птиц и их основного корма — пелагических видов рыб (рис. 1). Например, с помощью данных авиаасъёмки показана достаточно чёткая зависимость между пространственным размещением моевки и мойвы *Mallotus villosus* независимо от состояния запасов последней (Боркин и др. 1992; Краснов, Черноок 1996).

Авиасъёмка является, по-видимому, единственным способом получения информации об общей численности ряда видов в море, включая птиц в кильватерных сообществах, образующихся при рыболовных судах в районах промысла. С борта рыболовного или исследовательского судна наблюдатель не может достоверно оценить численность птиц в кильватере рыболовных судов, работающих поблизости. Иногда стая глупышей в несколько тысяч особей, сидящая в струях кильватерного следа крупного промыслового судна и подбирающая отходы обработки улова, растягивается на 2-3 км. В этих случаях весьма желательна аэрофотосъёмка, т.к. фотоснимки кильватерных сообществ позволяют уточнить оценку численности, сделанную при визуальных наблюдениях. Согласно общепринятым методикам учёта, птиц кильватера своего или соседнего судна не учитывают, если в задачу исследования не включены вопросы использования птицами отходов промысла (Tasker et al. 1984; Gould, Forsell 1989). В то же время известно, что вокруг рыболовных судов наблюдают порой значительные скопления морских птиц, которые необходимо учитывать при общем анализе размещения птиц на акватории. Так, в сентябре 1995 в кильватере только 5 рыболовных судов у о-ва Медвежий учтено в 2.7 раза больше глупышей, чем на всём остальном протяжении маршрута, охватывавшем большую часть Баренцева моря (Краснов, Черноок 1996).

При организации полноценной экологической съёмки акватории неизбежно возникает проблема выбора самолёта. Как показано выше, для наблюдений за морскими птицами наиболее подходит Ан-26 БРЛ (у него и Ан-30Д основные технические характеристики совпадают). Но его дальность полёта недостаточна для равномерного покрытия учётными галсами всей акватории моря при базировании в наиболее оборудованном аэропорту Мурманска. Поэтому полёты выполняли из аэропортов,

приближенных к районам учётов. В итоге общая продолжительность работ увеличивалась. Использование Ил-18Д, менее удобного для учёта птиц, позволяет сократить общую продолжительность работ благодаря большой дальности полёта (6500 км), что даёт возможность работать в любом районе Баренцева моря при базировании в аэропорту Мурманска.

## Литература

- Белопольский Л.О. 1957.** Экология морских колониальных птиц Баренцева моря. М.; Л.: 1-460.
- Боркин И.В., Черноок В.И., Пономарев Я.И., Богомолов В.Ю., Гаврило М.В. 1992.** Результаты авиаисследования морских птиц Баренцева моря // Исследование взаимоотношений популяций рыб в Баренцевом море: Материалы 6-го советско-норвежского симп., Мурманск, 12-16 августа 1991 г. Мурманск: 205-216.
- Краснов Ю.В. 1995.** Морские птицы (ретроспективный анализ развития популяций) // Среда обитания и экосистемы Новой Земли: Архипелаг и шельф. Апатиты: 138-147.
- Краснов Ю.В., Николаева Н.Г. 1996.** Современное распределение морских колониальных птиц на акватории Баренцева моря // Экосистема пелагиали морей западной Арктики. Апатиты: 101-113.
- Краснов Ю.В., Черноок В.И. 1996.** Морские птицы как индикатор биологически продуктивных зон при проведении осенней авиаисследования в открытых районах Баренцева моря // Инструментальные методы рыбохозяйственных исследований. Мурманск: 95-106.
- Briggs K.T., Tyler W.B., Lewis D.B. 1985.** Aerial surveys for seabirds: methodological experiments // *J. Wildlife Manage.* 49: 412-417.
- Camphuysen C.J., Calvo B., Durinck J., Ensor K., Folkestad A., Furness R.V., Garthe S., Leaper G., Skov H., Tasker M.L., Winter C.J.N. 1995.** Consumption of discards by seabirds in the North Sea // *Final Report to the European Commission Study Contract BIOECO/93/10, NIOZ-Report 1995.* 5: 1-202.
- Gould P.J., Forsell D.J. 1989.** Techniques for shipboard surveys of marine birds // *Fish and Wildlife Technical Rep.* Washington, 25: 1-22.
- Isaksen K. 1995.** Distribution of seabirds at sea in the northern Barents Sea // *Seabird population in the northern Barents Sea / K. Isaksen, V. Bakken (eds.). Norsk Polarinstitutts Meddel.* 135: 67-104.
- Krasnov J.V., Barrett R.T. 1995.** Large-scale interaction among seabirds, their prey and humans in the southern Barents Sea // *Ecology of Fjords and Coastal Waters / H.R. Skjoldal, C.C.E. Hopkins, K.E. Erikstad, H.P. Leinaas (eds.). Amsterdam,* 623: 443-456.
- Mehlum F. 1989.** Summer distribution of seabirds in northern Greenland and Barents Sea // *Norsk Polarinstitutts Skr.* 191: 1-56.
- Pihl S., Frikke J. 1992.** Counting birds from aeroplane // *Manual for Aeroplane and Ship Surveys of Waterfowl and Seabirds / J. Komdeur, J. Bertelsen, G. Cracknell (eds.). IWRB Special Publ.* 19: 1-37.
- Tasker M.L., Jones P.H., Dixon T.J., Blake B.F. 1984.** Counting seabirds from sea at ships: a review of methods employed and a suggestion for a standartized approach // *Auk* 101: 567-577.

