



**Издатель**

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»  
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Научный электронный журнал

**ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ**

<https://ecopri.ru>

**№ 2 (2). Июнь, 2012**

**Главный редактор**

А. В. Коросов

**Редакционный совет**

В. Н. Большаков  
А. В. Воронин  
Э. В. Ивантер  
Н. Н. Немова  
Г. С. Розенберг  
А. Ф. Титов  
Г. С. Антипина  
В. В. Вапиров  
А. М. Макаров

**Редакционная  
коллегия**

Т. О. Волкова  
Е. П. Иешко  
В. А. Илюха  
Н. М. Калинкина  
J. P. Kurhinen  
А. Ю. Мейгал  
J. B. Jakovlev  
B. Krasnov  
A. Gugolek  
В. К. Шитиков  
В. Н. Якимов

**Службы поддержки**

А. Г. Марахтанов  
Е. В. Голубев  
С. Л. Смирнова  
Н. Д. Чернышева  
М. Л. Киреева

**ISSN 2304-6465**

**Адрес редакции**

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Ленина, 33.

E-mail: [ecopri@petsu.ru](mailto:ecopri@petsu.ru)

<https://ecopri.ru>





УДК 598.2/9:504.74.54

# РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПТИЦ В ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННОМ ЛАНДШАФТЕ

**КУРАНОВ  
Борис Дмитриевич**

*д.б.н., Томский государственный университет (634050  
Томск, пр. Ленина, 36), [Kuranov@seversk.tomsknet.ru](mailto:Kuranov@seversk.tomsknet.ru)*

**Ключевые  
слова:** птицы,  
радиохимическое  
загрязнение  
среды,  
репродуктивные  
показатели

**Аннотация.** Изучены репродуктивные показатели рябинника, садовой камышевки и мухоловки-пеструшки в зоне радиохимического загрязнения среды. У всех видов птиц в импактной зоне не наблюдается снижения плотности гнездования, величины кладки и объема яиц по сравнению с контролем. У мухоловки-пеструшки в импактной зоне повышена эмбриональная смертность, а у рябинника и садовой камышевки отмечено увеличение птенцово-й смертности. У рябинника прослеживается достоверное влияние техногенных факторов на успешность размножения, у других видов данный эффект не наблюдается.

**Получена:**  
11 мая 2012 года  
**Подписана к  
печати:**  
25 ноября 2013  
года

© Петрозаводский государственный университет

## Введение

Техногенная нагрузка приводит у животных к нарушению физиологических процессов и изменению важнейших популяционных показателей. Среди техногенно загрязненных ландшафтов большой научный интерес представляют территории, подверженные влиянию выбросов предприятий ядерно-топливного цикла. Это связано с возможностью возникновения физиологических изменений у животных, приводящих к ухудшению репродуктивных функций, что может отрицательно сказаться на воспроизводстве популяций в зоне радиоактивного и химического загрязнения среды (Ильенко, Рябцев, 1980; Соколов, Ильенко, 1980; Безель, 2006).

## Материалы

Исследования проведены в 1994-2008 гг. в Томской области на территории, подверженной воздействию выбросов Сибирского химического комбината (СХК) (импактная зона). Контрольный участок располагался в южных окрестностях Томска в 23–25 км от комбината в направлении, противоположном господствующим ветрам.

Основной задачей СХК с 1955 по 2008 г. являлось производство оружейного плутония. В зоне влияния СХК имеются различные радионуклиды, редкие и редкоземельные элементы, соединения фтора, оксиды азота и другие химические агенты. Указанная зона в соответствии с преобладающими ветрами имеет отчетливую северо-восточную ориентацию. Ее протяженность составляет около 120 км при ширине 30 км, что составляет площадь около 3600 км<sup>2</sup> (Рихванов, 1997). Опытная площадка (площадь – 24 га) располагалась в 0.5–1 км от объектов комбината в зоне основного рассеивания выбросов. Контрольный участок (20 га) находился в 23–25 км от

комбината в направлении, противоположном господствующим ветрам. Удельная активность  $Cs^{137}$  в почве на опытной площадке составила 180.2 (133.1–249.0), в контроле – 17.6 Бк/кг. Соответственно средний показатель площадной активности радиоцезия составил 0,63 и 0,06 Ки/км<sup>2</sup> при средней мощности экспозиционной дозы, соответственно, 15.9 мкР/ч и 11.0 мкР/ч. В районе наблюдений доминируют вторичные осиново-березовые леса с участием хвойных пород.

Прослежена судьба 394 гнезд рябинника (*Turdus pilaris*), 433 – садовой камышевки (*Acrocephalus dumetorum*) и 1147 – мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*).

## Методы

Успешность размножения оценивали как отношение числа слетков к суммарному числу отложенных яиц в гнездах уцелевших до вылета птенцов. Эмбриональную смертность (суммарная доля неоплодотворенных яиц и яиц с погибшими эмбрионами) определяли по кладкам с известным результатом вылупления, гибель части выводка – от числа вылупившихся птенцов в гнездах, уцелевших до вылета. Величину успешного выводка рассчитывали для гнезд, из которых вылетел, по крайней мере, один птенец. Объем яиц вычисляли по формуле  $V = 0.51 \times LB^2$ , где L – длина яйца (мм), B – максимальный диаметр (мм) (Нойт, 1979).

## Результаты

**Плотность гнездования.** Плотность гнездования рябинника в импактной зоне составила 7.3, контроле – 7.5 гнезд / га. Занятость искусственных гнездовых мухоловкой-пеструшкой в импактной зоне составила 94.1% и 93.0% в контроле. Средний расчетный показатель гнездовой плотности вида с учетом линейного типа развески синичников составил 104.6 гнезд / 10 га в импактной зоне и 103.0 гнезд / 10 га в контроле. У садовой камышевки в опыте показатель плотности гнездования примерно на 30% больше по сравнению с контролем и составил, соответственно, 5.1 гнезд / га и 4.0 гнезд / га.

**Величина кладки и объем яиц.** Не обнаружено достоверных различий в начальной плодовитости и объеме яиц, а также их вариабельности у всех видов птиц в участках сравнения (таблица).

**Успешность и продуктивность размножения.** Эмбриональная смертность у мухоловки-пеструшки в импактной зоне достоверно больше по сравнению с контролем. У рябинника и садовой камышевки достоверные различия по данному показателю между опытными и контрольными популяциями отсутствуют (таблица). Случаи эмбриональной гибели всех яиц в кладке наблюдались у рябинника и мухоловки-пеструшки, причем только у птиц на опытном участке. Особенно показательным видом в этом отношении является мухоловка-пеструшка, у которой в импактной зоне обнаружено 7 кладок с неразвившимися зародышами.

Таблица. Репродуктивные показатели модельных видов птиц в разных зонах

Зона	Величина кладки	Объём яиц, мм <sup>3</sup>	Эмбриональная смертность, %	Гибель части выводка, в уцелевших гнездах, %	Успешность размножения в уцелевших гнездах, %
Рябинник					
Импактная	5.75±0.04 (n=267)	6801±70 (n=182)	5.1	9.9*	84.6±1.1*
Контроль	5.76±0.04 (n=188)	6808±81 (n=256)	4.4	5.2	90.4±1.0
Садовая камышевка					

Импактная	5.40±0.03 (n=288)	1713±9 (n=221)	3.3	5.3*	90.8±0.9
Контроль	5.39±0.03 (n=188)	1719±5 (n=765)	4.2	2.3	92.6±1.1
Мухоловка-пеструшка					
Импактная	6.88±0.03 (n=1188)	1669±7 (n=359)	6.8*	4.7	89.1± 0.4
Контроль	6.92±0.06 (n=238)	1657±5 (n=1152)	4.6	5.6	88.3±0.9

\* Достоверные отличия от контрольного показателя ( $p < 0.05$ )

В зоне техногенного загрязнения установлено достоверное увеличение частичной птенцово́й смертности у рябинника и садовой камышевки. У мухоловки-пеструшки значимые различия по данному показателю между опытом и контролем отсутствуют.

Успешность гнездования и размер выводка в уцелевших до вылета гнездах достоверно меньше у опытной популяции рябинника, что определяется совокупным влиянием на успех размножения повышенной эмбриональной и частичной птенцово́й смертности у вида в импактной зоне. У мухоловки-пеструшки и садовой камышевки существенных различий между опытными и контрольными популяциями по данным показателям не обнаружено.

## Обсуждение

Имеются данные, что в радиационно загрязненном ландшафте у ряда видов птиц наблюдается снижение гнездовой численности, тогда как у других видов численность не меняется или нарастает (Габер и др., 1991; Габер, 1993; Лебедева, 1994). Сходство показателей плотности у изученных видов в импактной зоне СХК и контроле свидетельствует о высоком качестве условий на опытной территории, влияющих на численность изученных видов в сезон размножения, таких как структура фитоценозов и обеспеченность пищей.

Результаты исследований влияния радиохимического загрязнения среды на плодовитость и оологические параметры птиц неоднозначны. В ряде случаев отмечено снижение размера кладки и объема яиц (Галинская, Габер, 1991; Бельский, Ляхов, 1995; Muller et al., 2005), в других случаях этого не наблюдалось (Габер, Галинская, 1993; Кусенков, 1993; Фадеева, Константинов, 1998). Отсутствие различий между опытными и контрольными популяциями по обсуждаемым показателям свидетельствует о том, что у птиц в импактной зоне не нарушаются процессы овуляции и продуцирования кладок, а также о сходном качестве трофических условий в опыте и контроле. Таким образом, на начальной стадии гнездового цикла, включающего занятие гнездовых участков и откладку яиц, влияние техногенных факторов на изученные виды птиц не наблюдается.

Снижение выживаемости эмбрионов птиц в условиях радиохимического загрязнения ландшафта отмечено в нескольких работах (Микитюк, 1993; Muller et al., 2005). Приведенные нами данные свидетельствуют о эмбриотоксичных свойствах среды импактной зоны. Однако при существующем уровне загрязнения опытной территории это приводит к увеличению уровня гибели зародышей не у всех видов. По-видимому, мухоловка-пеструшка является наиболее чувствительной к техногенному загрязнению среды на эмбриональной стадии. При этом смертность эмбрионов у этого вида в опыте и контроле в отдельные периоды их развития существенно не отличается. Следовательно, техногенные факторы не влияют избирательно на отдельные этапы эмбриогенеза, а только пропорционально увеличивают смертность зародышей в разные периоды их развития.

Повышение уровня птенцово́й смертности при радиохимическом загрязнении

среды отмечено у нескольких видов птиц (Микитюк, 1993; Бельский, Ляхов, 1995; Muller et al., 2005). У мухоловки-пеструшки и обыкновенной чечевицы (*Carpodacus erythrinus*) в условиях загрязнения среды тяжелыми металлами отмечена повышенная смертность птенцов (Бельский, 1996, 2010).

Характерно, что птенцы у рябинника и садовой камышевки в опыте и контроле чаще погибали в течение первых 4 суток жизни. Данный временной интервал соответствует первому этапу постэмбрионального развития многих воробьиных птиц (Познанин, 1979). На этот этап развития у птенцовых видов птиц приходится первый критический период постэмбриогенеза (Родимцев, 2004). Основную причину повышенной смертности птенцов в первые сутки их жизни автор видит в асинхронности вылупления молодых. Птенцы, вылупившиеся первыми, имеют повышенные шансы на выживание (Родимцев, 2004). По нашим данным, соотношение кладок с разным количеством яиц у исследованных видов в опыте и контроле существенно не отличается. Поэтому следует исключить возможную связь асинхронности вылупления птенцов и повышения частичной птенцовой смертности у рябинника и садовой камышевки в импактной зоне. Вероятно, увеличение частичной птенцовой смертности у этих видов в опыте, причем в первые дни после вылупления, говорит о снижении жизнеспособности потомства еще в период эмбриогенеза. Так, вблизи зоны отчуждения ЧАЭС при высокой эмбриональной смертности немногочисленные птенцы у озерной чайки (*Larus ridibundus*) и речной крачки (*Sterna hirundo*) погибали в течение первых суток жизни (Микитюк, 1993).

Таким образом, у двух модельных видов птиц на опытной территории наблюдается достоверное увеличение частичной птенцовой смертности, что, скорее всего, обусловлено влиянием техногенных факторов. Наиболее вероятной причиной повышенной смертности молодых в опыте является снижение жизнеспособности потомства еще в период эмбриогенеза, что сказывается на выживаемости птенцов при переходе к новому типу питания после вылупления. Установлено, что у изученных видов птиц в зоне техногенного загрязнения доля эмбрионов с различными отклонениями от нормального развития увеличивается в 1.2–3.5 раза. У зародышей всех видов птиц в импактной зоне наблюдается существенное увеличение частоты и спектра аномалий развития, многие из которых могут значительно снижать жизнеспособность организма (Куранов, 2009). Наиболее вероятной причиной повышения частоты эмбриональных патологий у птиц в зоне влияния предприятий ядерно-топливного цикла является сочетанное воздействие на зародыши комплекса химических агентов в сочетании с небольшими дозами ионизирующего облучения.

Снижение успеха размножения в условиях радиационного и химического загрязнения ландшафта отмечено у некоторых видов птиц (Габер, 1993; Лебедева, 1994; Бельский, Ляхов, 1995). По нашим данным, достоверное влияние техногенных факторов на конечный результат размножения прослеживается только у рябинника, а у других видов данный эффект не наблюдается. Мы связываем наблюдаемые различия с особенностями питания модельных видов. Дрозды собирают корм в более загрязненных ярусах биогеоценоза, которыми являются поверхность земли и подстилка (Ильенко, 1974) и, вероятно, поэтому испытывают большее техногенное воздействие по сравнению с мухоловкой-пеструшкой и садовой камышевкой.

Аналогичные изменения репродуктивной биологии можно ожидать у других видов птиц, гнездящихся на территориях, испытывающих совместное радиационное и химическое загрязнение среды. При этом дозовая нагрузка ионизирующего облучения может быть сравнительно небольшой, но при совместном воздействии с химическими агентами способной оказывать заметное влияние на организм в период эмбриогенеза. Увеличение эмбриональной и птенцовой смертности в описанных условиях возможно у птиц, собирающих корм в разных биогоризонтах. Однако вероятность снижения репродуктивного успеха наиболее велика у видов с наземным способом сбора корма.

## **Заключение**

Наши наблюдения не обнаружили достоверных различий в размере кладки и

объеме яиц, а также их вариабельности у всех видов птиц в зоне радиохимического загрязнения среды и в контроле. Это свидетельствует о том, что у птиц в импактной зоне не нарушаются процессы овуляции и продуцирования кладок.

У птиц в импактной зоне наблюдается повышение смертности потомства, причем в основном в период раннего онтогенеза, включающего эмбриональный период и начальный этап выкармливания птенцов. Увеличение птенцовой смертности в первые дни после вылупления, говорит о снижении жизнеспособности потомства еще в период эмбриогенеза

Аналогичные изменения репродуктивной биологии возможны у других видов птиц, обитающих в условиях совместного радиационного и химического загрязнения среды, причем при относительно небольших дозах ионизирующего облучения.

## Библиография

Безель В. С. Экологическая токсикология: популяционный и биоценотический аспект. Екатеринбург: Изд-во «Гощицкий», 2006. 280 с.

Бельский Е. А. Размножение и ранний онтогенез воробьиных птиц при техногенном загрязнении среды обитания: Автореф. дис... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1996. 18 с.

Бельский Е. А. Экология птиц импактных регионов: Автореф. дис... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2010. 39 с.

Бельский Е. А., Ляхов А. Г. Оценка состояния птиц наземных экосистем на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) // Механизмы поддержания биологического разнообразия: Матер. конф. Екатеринбург, 1995. С. 14-16.

Габер Н. А. Изменение численности и особенности размножения воробьиных птиц в 30-километровой зоне Чернобыльской АЭС в 1989-1992 гг. // Радиобиологический съезд. Киев, 20-25 сентября 1993 г.: Тез. докл. Пушино, 1993. Ч. 1. С. 197.

Габер Н. А., Галинская И. А. Воздействие радиационного загрязнения на размеры и форму яиц мухоловки-пеструшки // Современные проблемы оологии: Матер. 1-го Междунар. совещ. Липецк, 14-18 сентября. Липецк, 1993. С. 49-51.

Габер Н. А., Галинская И. А., Микитюк А. Н. Стрижи и ласточки в зоне ЧАЭС // Матер. 10-й Всесоюзн. орнитол. конф. Витебск, 17-20 сентября 1991 г. Минск: Наука и техника, 1991. Кн.1. Ч. 2. С. 125-126.

Галинская И. А., Габер Н. А. Анализ изменчивости некоторых оологических параметров в кладках большой синицы // Матер. 10-й Всесоюзн. орнитол. конф. Витебск, 17-20 сентября 1991 г. Минск: Наука и техника, 1991. Кн.1. Ч. 2. С. 136.

Ильенко А. И. Концентрирование животными радиоизотопов и их влияние на популяцию. М.: Наука, 1974. 168 с.

Ильенко А. И., Рябцев И. А. Проблемы радиоэкологии птиц // Проблемы и задачи радиоэкологии животных. М.: Наука, 1980. С. 69–97.

Куранов Б. Д. Гнездовая биология птиц урбанизированного и техногенно загрязненного ландшафта: Автореф. дис... д-ра биол. наук. Томск, 2009. 50 с.

Кусенков А. Н. Ооморфология и радиоактивное загрязнение окружающей среды // Современные проблемы оологии: Матер. 1-го Междунар. совещ. Липецк, 14-18 сентября. Липецк, 1993. С. 84-85.

Лебедева Н. В. Популяции большой синицы и мухоловки-пеструшки на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа // Докл. Академии наук. 1994. Т. 335. № 4. С. 535-537.

Микитюк А. Ю. Успех воспроизводства популяций птиц водно-болотных экосистем радиохимически загрязненных ландшафтов // Радиобиологический съезд. Киев, 20-25 сентября 1993 г.: Тез. докл. Пушино, 1993. Ч. 2. С. 686-687.

Познанин Л. П. 1979. Эколого-морфологический анализ онтогенеза птенцовых птиц. М.: Наука, 1979. 296 с.

Рихванов Л. П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 1997. 384 с.

Родимцев А. С. Этапность и критические периоды раннего онтогенеза птиц: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2004. 39 с.

Соколов В. Е., Ильенко А. И. Проблемы и задачи радиоэкологии животных // Проблемы и задачи радиоэкологии животных. М.: Наука, 1980. С. 3–13.

Фадеева Е. О., Константинов В. М. Изменчивость метрических признаков яйца в колониях грача (*Corvus frugilegus*) при разном уровне химического и радиоактивного загрязнения // Современные проблемы оологии: Матер. 2-го Междунар. совещ. стран СНГ. Липецк, 14-16 октября 1998 г. Липецк:Изд-во ЛГПИ, 1998. С. 16-18.

Hoyt D. F. Practical methods of estimating volume and fresh weight of birds eggs // Auk, 1979. Vol. 96. № 1. P. 73–77.

Muller A. P., Mousseau T.A., Milinevsky G., Peklo A., Pysanets E., Szyр T. Condition, reproduction and survival of barn swallows from Chernobyl // J. Anim. Ecol. 2005. Vol. 74. № 6. P. 1102-1111.

# THE REPRODUCTIVE PARAMETERS IN BIRDS AT TECHNOGENIC CONTAMINATED ENVIRONMENT

**KURANOV  
Boris**

*DSc, Tomsk state university (634050 Tomsk, pr. Lenina, 36),  
Kuranov@seversk.tomsknet.ru*

**Keywords:** birds, radiochemical contamination, reproductive parameters

**Summary:** The reproductive parameters in Fieldfare, Blyth reed warbler and Pied flycatcher in the zone of radiochemical contamination was studied. Nesting density, clutch size and egg volume of all bird species in the impact zone are not reduced. in comparison with the controls. In Pied flycatcher the embryonic mortality is increased in the impact zone, while in Fieldfare and Blyth reed warbler increased chick mortality is noted. In Fieldfare significant influence of technogenic factors on the breeding success is traced. In other species this effect is not observed.

**Received on:**  
11 May 2012

**Published on:**  
25 November  
2013