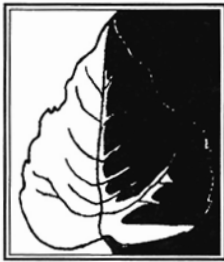


ОБЩЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



# Проблемы Региональной Экологии

**REGIONAL  
ENVIRONMENTAL  
ISSUES**

Журнал издается при поддержке  
Института географии Российской академии наук

№ 2  
2012 г.

<i>В. Н. Шевченко, М. Г. Лебедева, И. М. Уколов.</i> Районирование территории Белгородской области по условиям формирования стока.....	79
<i>В. К. Тохтарь, Н. А. Мартынова, А. Г. Корнилов, А. Н. Петин.</i> Опыт разработки эффективных способов биологической рекультивации отвалов ГОКов на юге Среднерусской возвышенности.....	83
<i>Ф. Н. Лисецкий, О. А. Чепелев, Ж. А. Кириленко.</i> Энергетическая оценка почвообразовательного процесса.....	87
<i>Л. В. Михайлова, Е. А. Соколовская, А. М. Цулаия, О. Н. Дубинина, Н. Ю. Хуснутдинова, Л. Н. Мустаева.</i> Фитотоксичность органогенных почв (верховой торф), загрязненных нефтью.....	91
<i>Б. М. Балоян, Т. А. Чуднова, С. Ю. Королева, Т. Н. Способина, Ю. Н. Королев, Д. А. Шаповалов.</i> Спектроскопия как метод проявления взаимосвязей параметров экосистем с параметрами организмов.....	97

#### **Раздел 5. Землеустройство, землепользование и ландшафтное планирование**

<i>П. В. Голесов.</i> Регенерация фауны сапрофагов в антропогенно нарушенных биотопах бelligеративных ландшафтов лесостепной зоны.....	104
<i>А. Г. Нарожняя, Я. В. Кузьменко.</i> Бассейновое природопользование при охране окружающей среды.....	109

#### **Раздел 6. Рекреационные ресурсы, туризм и краеведение**

<i>Д. С. Марков, М. П. Шилов.</i> Геоэкологическая характеристика озера Ламна Ивановской области как объекта рекреации.....	113
<i>И. С. Королева.</i> Потенциал развития сельского туризма в Центрально-Черноземном районе.....	119

#### **Раздел 7. Биоэкология**

<i>Е. В. Аксененко, С. П. Гапонов.</i> К изучению двукрылых рода <i>Cylindromyia</i> Mg. (Diptera, Tachinidae, Phasiinae) на территории, находящейся под воздействием пирогенной сукцессии.....	123
<i>Е. А. Артемьева, И. В. Муравьев.</i> К экологии горной трясогузки <i>Motacilla Cinerea</i> Tunstall, 1771 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae).....	126
<i>Ю. Н. Белова.</i> Особенности формирования карабидокомплексов в лесах на границе южной и средней тайги.....	132
<i>И. В. Муравьев, Е. А. Артемьева.</i> К экологии черноголовой трясогузки <i>Motacilla feldegg</i> Michahelles, 1830 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae).....	137
<i>С. А. Кабанова, М. А. Данченко, А. Г. Мясников.</i> Динамика приживаемости лесообразующих пород зеленой зоны г. Астаны.....	144
<i>Н. П. Булухта, В. Л. Домнина, А. А. Короткова, В. А. Терехова.</i> Дигрессия и возможные пути восстановления экосистемы Комаркинского ручья (Тульская область).....	147
<i>Т. В. Вострикова, А. А. Воронин.</i> Эколого-биологические особенности Лобелии эринус из разных климатических зон в условиях Центрального Черноземья.....	153

#### **Раздел 8. Экологический риск**

<i>Н. В. Осинцева, Н. С. Евсеева, З. Н. Квасникова.</i> Овражная эрозия как фактор геоморфологической опасности на урбанизированных территориях в бассейне нижнего течения р. Томь.....	157
<i>Е. С. Сунцова, Т. Я. Ашихмина, Г. Я. Кантор.</i> Содержание радионуклидов в компонентах природной среды в районе Кирово-Чепецкого химического комбината.....	162

#### **Раздел 9. Методология научных исследований**

<i>В. А. Жигульский, Н. А. Саловей, В. Ф. Шуйский.</i> Методология синэкологической оценки и нормирования шума портов.....	168
--	-----

#### **Раздел 10. Экологический мониторинг**

<i>Л. А. Луговская, Л. А. Межова.</i> Биоиндикация геоэкологических условий с использованием дуба черешчатого ( <i>Quercus robur</i> L.) для мониторинга среды.....	173
<i>Е. О. Клинская, Н. К. Христофорова.</i> Одуванчик лекарственный как индикатор загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами.....	178

#### **Раздел 11. Медицинская экология**

<i>Б. В. Шкуринский.</i> Медико-социальное районирование Западно-Казахстанской области.....	184
---	-----

#### **Раздел 12. Демография и качество жизни**

<i>Н. В. Яковенко.</i> Социально-демографическая ситуация в Ивановской области.....	189
<i>А. Г. Корнилов, Ю. С. Жеребненко.</i> Сравнительное изучение параметров устойчивого развития села в районах размещения горнодобывающих предприятий КМА и периферийных районах Белгородской области.....	193

#### **Раздел 13. Экологические технологии и инновации**

<i>И. Г. Бянкин, С. В. Скаков, О. В. Чмырева, В. А. Стрельников, В. Д. Коршиков.</i> Снижение объемов экологически агрессивных выбросов на металлургическом предприятии.....	196
<i>В. Г. Глушкова, С. В. Артемов.</i> Формирование инновационных кластеров в субъектах Российской Федерации.....	198



УДК 534.836.2

## МЕТОДОЛОГИЯ СИНЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И НОРМИРОВАНИЯ ШУМА ПОРТОВ

**В. А. Жигульский,**

директор ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,  
ecoplus@ecoepr.ru,

**Н. А. Соловей,**

ведущий специалист ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,  
n.solovey@ecoepr.ru,

**В. Ф. Шуйский,**

начальник отдела ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,  
shuisky.v@mail.ru

Проводится сравнительный анализ чувствительности различных биологических объектов к акустическим воздействиям. Общий диапазон частот, при которых звуки слышны различным животным, охватывает не менее восьми порядков величин (от сотых долей Гц до сотен кГц), в то время как для человека этот интервал ограничен лишь четырьмя порядками величин. Таким образом, действующие антропоцентричные нормативы допустимых уровней шума непригодны для регламентации его влияния на природные экосистемы. Для экологического нормирования шума портов лучшим тест-объектом оказываются птицы.

The comparative analysis of sensitivity of various biological objects to acoustic influences is carried out. For many species of animals the area of frequencies range of a sound heard for them is rather distinct from that at the man and it's possible they aren't crossed in general. The general frequency range at which sounds heard by various animals, covers not less than eight orders of magnitudes (from the hundredth Hz to hundreds kHz) while for the man this interval is limited only by four orders of magnitudes. Thus, current anthropocentric norms of allowable noise levels can't be usable for regulatory actions of noise influence on natural ecosystems. Birds are the best test-object for ecological rationing of ports noise.

**Ключевые слова:** акустика, шум портов, оценка и нормирование шума, акустическое воздействие на биоту.

**Keywords:** acoustics, noise of ports, estimation and noise rationing, acoustic impact on biota.

**Введение.** Нарастающая интенсивность портостроения определяется насущными экономическими и геополитическими интересами Российской Федерации. Однако при этом закономерно усиливается и воздействие строящихся и эксплуатируемых портовых комплексов на окружающую природную среду. Соответственно, приобретает все большую актуальность проблема адекватной оценки этого воздействия, его нормирования и эффективного регулирования. При этом также существенно, что проектируемые порты часто соседствуют с особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) и иными природными объектами с высоким уровнем биоразнообразия, отличающимися повышенной чувствительностью к техногенному воздействию. Одним из лимитирующих факторов при этом оказывается воздействие шума портов на наземную и околоводную биоту, и в первую очередь — на орнитофауну.

Таким образом, назрела необходимость ревизии сугубо антропоцентричных методов оценки и нормирования портового шума с целью замены их синэкологичными аналогами — учитывающими акустическое воздействие не только на человека, но и на многовидовые природные сообщества (ценозы) и, приоритетно, на орнитокомплексы.

Цель исследования — оценить допустимость и корректность использования общепринятых принципов акустического воздействия применительно к природным экосистемам и к ООПТ, а также определить пути возможного улучшения нормативно-методической базы оценки и нормирования шума при проектировании портов для обеспечения защиты не только человека, но и всей биоты.

В работе использованы многочисленные фондовые материалы ООО «Эко-Экспресс-Сервис» — крупнейшей в Се-



веро-Западном регионе экологической компании с 19-летним опытом работы, а также данные, приводимые в тематической научной литературе. Используемая природоохранная документация ООО «Эко-Экспресс-Сервис» по более, чем ста проектам, связанным с портостроением и гидростроительством, была разработана по стандартным методикам в соответствии с требованиями действующего законодательства.

**Состояние проблемы.** Проблема оценки и нормирования техногенных шумовых воздействий на особо охраняемые природные территории (ООПТ) весьма актуальна. Необходимость нормирования физических воздействий на биоту обусловлена требованиями действующих законов Российской Федерации (96-ФЗ от 4.05.1999 г. «Об охране атмосферного воздуха», № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды»). Более того, практика проектирования портовых комплексов показывает, что прогнозирование ожидаемых шумовых воздействий на биоту, на популяции особо охраняемых и промысловых видов, на ООПТ является важнейшим (а при высоком фоновом уровне биоразнообразия — иногда и основным) критерием экологической оценки всего проекта в целом [1, 2].

Однако нормативная база, имеющаяся для такой оценки, крайне скудна и ограничена. Методология и методы оценки, нормирования и регулирования акустических воздействий сугубо антропоцентричны, ориентированы на организм человека и учитывают только его специфические реакции на акустические воздействия [1—5 и др.].

В то же время известно, что многие виды животных и даже растений характеризуются совершенно иными, нежели у человека, механизмами восприятия звука и вибрации, другими диапазонами воспринимаемых частот колебания внешней среды и иной чувствительностью к звуковому давлению. Соответственно, у многих видов животных область частот слышимого для них звука отлична от таковой для человека. Более того, у некоторых видов животных область частот слышимого для них звука вообще не пересекается с человеческой. Таким образом, в настоящее время важнейшим аспектом при изучении звуков на живые организмы является природоохранный, в первую очередь — в плане охраны ООПТ и особо охраняемых биологических видов [1—5 и др.].

Существующие подходы к нормированию акустических воздействий на особо охраняемые природные территории (ООПТ) проанализированы в работе Г. Н. Кузьминой с соавторами [5]. Уровни шумовых воздействий на ООПТ в настоящее время регламентируются только при ведении работ по строительству, ремонту и содержанию автодорог, в соответствии с ведомственными строительными нормами ВСН 8-89 «Инструкция по охране природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог». Этим документом для территории заповедников и заказников установлены нормы уровня звука: днем до 35 дБА, ночью до 30 дБА. К сожалению, степень чувствительности различных объектов животного и растительного мира к шумовым воздействиям, роль продолжительности воздействия, спектральный состав шумов (распределение звуковой энергии по частотному диапазону) при этом не учитываются.

Применительно к ООПТ на территории г. Москвы постановлением ее правительства № 896-ПП в 2001 г. был установлен довольно условный, также единый, менее строгий норматив — предельно допустимый эквивалентный уровень звука 50 дБА. К настоящему времени он утратил силу.

Представляет интерес казахстанский прецедент пооктавного нормирования уровней звукового давления применительно к ООПТ. В соответствии с приказом Министра сельского хозяйства № 5 от 10.01.2008 г. на территории государственных природных заповедников Республики Казахстан установлены предельные значения уровней звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами. Несомненно, нормирование уровней звукового давления с учетом частоты звука имеет большую биологическую обоснованность, адекватность и, видимо, надежность, нежели использование довольно условного единого нормализованного показателя уровня звука (дБА).

Однако можно предположить, что оценка ожидаемого воздействия звукового давления на животных, основанная на его сравнении с нормативами «октава—порог биологического действия», разработанными для человека, приобретает весьма условный характер, если применять ее для всей биоты в целом, для любых особо охраняемых биологических объектов и для населяемых ими территорий (ООПТ). Еще в большей степени это относится к использо-

ванию показателей уровней звука (в дБА), искусственно нормализованных в нескольких октавах для видоспецифичных аудиограмм человека.

**Биота как реципиент акустического воздействия.** Анализ закономерностей эволюции слуховой сенсорной системы у животных осуществляется во множестве специальных публикаций [3, 6] и выходит за пределы задач настоящей работы. В ее рамках существенны следующие итоги этих работ. Установлено, что у простейших реакции на колебания внешней среды характеризуются ярко выраженной и довольно сложной частотной специфичностью. Однако у многоклеточных животных механизмы реакции нейронов на звуковое воздействие достаточно сходны, и диапазоны воспринимаемых ими частот варьируют слабо. Тем не менее специализация сенсорных систем обусловила их существенную функциональную дифференциацию и, в частности, привела к значительным отличиям диапазонов частот слышимого звука, порогов восприятия звукового давления и характера их зависимости от частоты звука и других биоакустических характеристик.

Так, результаты сравнительной оценки приводимых в доступной литературе сведений о частотных диапазонах слышимого звука для животных из разных систематических групп [2—10] показывают, что даже для близкородственных таксонов часто приводятся сильно различающиеся диапазоны частот слышимых звуков. К возможным причинам такой вариативности частотных диапазонов, оцениваемых различными исследователями как слышимые, можно отнести:

— вариативность строения сенсорных систем, в частности специализацию слуховых рецепторных структур (при значительном сходстве порогов реакции на колебания среды нейронов у самых разных животных);

— существенное разнообразие и субъективность критериев, на основании которых выделяются эти диапазоны;

— наконец, неопределенность самого понятия «слышимого звука» применительно к разнообразным формам жизни.

Общий диапазон частот слышимых животными звуков охватывает, как минимум, *восемь порядков величин* — от сотых Гц до сотен кГц, в то время как для человека этот интервал ограничен лишь *четырьмя порядками величин* (ориентировочно 20 Гц — 20 кГц). При этом

наиболее широкими диапазонами частот, при которых звук является слышимым, обладают насекомые, млекопитающие и птицы. По-видимому, «рекордсменами» восприятия звука высоких частот среди позвоночных являются рукокрылые млекопитающие и зубатые киты, а звука низких частот — птицы.

Отметим, что при строительстве и эксплуатации портов именно птицы являются объектами наиболее сильного воздействия и, соответственно, особой защиты. Кроме того, ООПТ в прибрежной зоне морей часто предназначены для защиты именно миграционных стоянок птиц-мигрантов и местных орнитологических комплексов. Соответственно, применение установленных для человека нормативов акустического воздействия к этим биологическим объектам особенно неприемлемо и никак не может обеспечить должного уровня оценки и регулирования данного фактора.

Аудиограммы позвоночных животных, как правило, сходны с таковыми человека по своему принципиальному характеру: минимальные пороги находятся в срединной зоне наиболее воспринимаемых частот. По мере отклонения от этой зоны в области более низких и высоких частот происходит закономерное возрастание порогов [2, 3, 6]. Однако при этом принципиальном сходстве видоспецифичные количественные характеристики аудиограмм различаются очень существенно.

Так, у различных видов животных даже в пределах *одного класса* частотные зоны наибольшей чувствительности заметно варьируют, определяя существенные смещения аудиограмм по оси абсцисс. Более того, видоспецифичные диапазоны частот слышимого звука также существенно отличаются и даже в пределах весьма близкородственных таксонов.

У представителей *различных классов* позвоночных, соответственно, различия частотных зон высокой чувствительности еще более существенны. Видоспецифичные аудиограммы и пороги биологического действия звука варьируют тем значительно, чем выше ранг рассматриваемого биологического таксона.

В целом пороги биологического действия звукового давления закономерно снижаются по мере эволюционного усложнения организации позвоночных. Соответственно, наиболее чувствительны к звуку гомойотермные животные — *птицы и млекопитающие* [2, 3, 6].

**Птицы как индикатор реакции прибрежной биоты на шум портов.** Итак, птицы яв-



ляются: особо чувствительными реципиентами техногенного акустического воздействия; характерными представителями экосистем прибрежных и околотоводных экосистем; часто — приоритетными объектами охраны в прибрежных и морских ООПТ.

Следовательно, целесообразно рассматривать птиц прибрежной зоны (околотоводных, водоплавающих и морских) как оптимальный биоиндикатор воздействия портового шума и как тест-объект для его синэкологического нормирования.

Известно, что воздействие техногенных шумов распугивает птиц, искажает их поведение и, в частности, нарушает их коммуникативные акустические сигналы [7—9]. При этом влияние техногенных шумов на орнитофауну существенно превышает таковое шумов природного происхождения при сопоставимых уровнях звукового давления [9].

Сведения относительно пороговых уровней звукового давления или звука, вызывающих беспокойство птиц, несколько противоречивы. Это объясняется, видимо, и разнообразием видов птиц, акустическое воздействие на которых наблюдалось разными исследователями, и спецификой самого воздействия, прежде всего — режимом и спектром техногенных шумов. Так, например, известно, что гнездящиеся крачки реагируют на шум интенсивностью 90—95 дБА (4 % птиц колонии пугаются, 2—4 % взлетают). Черные казарки и пеганки, кормящиеся на мелководье, начинали реагировать на авиационные шумы с уровнем звука от 65 дБА [10]. Порог поведенческих реакций чаек на шум самолетов указывается близким к 100 дБА, на шум вертолета — около 80 дБА [4].

В целом же выполненный анализ литературы позволяет предварительно указать как ориентировочный предельно допустимый уровень звука, не вызывающий у птиц патологических поведенческих и физиологических реакций, 35—40 дБА, что примерно соответствует общему шуму естественной звуковой среды.

Отметим, что эксплуатация порта оказывает на птиц гораздо меньшее влияние, чем его строительство. Более того, морские птицы некоторых видов даже привлекаются буровыми установками и движущимися судами. Уровень шума при строительстве портов обычно существенно выше, чем при их эксплуатации. Таким образом, объектом синэкологического нормирования с использованием птиц как тест-объ-

ектов должен являться именно техногенный шум, сопровождающий портовое строительство [2].

**Заключение.** Итак, шумовое воздействие на биологические объекты и ООПТ закономерно возрастает в связи с интенсивным отечественным портостроением и эксплуатацией создающихся портов. Оценка и прогнозирование ожидаемых акустических техногенных воздействий при проектировании портов основаны на нормативах шума, разработанных для человека. Однако у многих видов животных область частот слышимого для них звука весьма отлична от таковой у человека и может даже не пересекаться с ней. Общий диапазон частот, при которых звуки слышны различным животным, охватывает не менее восьми порядков величин (от сотых долей Гц до сотен кГц), в то время как для человека этот интервал ограничен четырьмя порядками величин (ориентировочно 20 Гц — 20 кГц). Организмы различных биологических видов характеризуются иными, чем у человека, аудиограммами и нередко демонстрируют намного более низкие биологические пороги реакций на звуковое давление.

Таким образом, оценка ожидаемого воздействия звукового давления на животных, основанная на его сравнении с нормативами «октава-порог биологического действия», разработанными для человека, носит весьма условный характер. Соответственно, действующие нормативы, защищающие человека от акустических воздействий, непригодны для регламентации влияния шума на другие биологические виды. Это определяет необходимость разработки оценки и нормирования воздействия техногенного шума (в частности связанного со строительством и эксплуатацией портов) на биоту и особо охраняемые природные территории (ООПТ).

Из позвоночных животных птицы часто оказываются объектами особой охраны (в частности, в специально создаваемых для этого ООПТ), наиболее чувствительны к шумам и нуждаются в приоритетной нормативной защите от акустических воздействий. На основании анализа данных литературы и фондовых материалов ООО «Эко-Экспресс-Сервис» для птиц можно предварительно указать как ориентировочный предельно допустимый уровень шума 35—40 дБА, примерно соответствующий общему уровню шума естественной звуковой среды. В качестве предварительной услов-

ной величины предельно допустимого уровня техногенного шума, особенно в зонах воздействия на ООПТ и для экосистем с высоким биоразнообразием, может быть рекомендовано временное использование нормативов шума, установленных ВСН-8-89 применительно к дорожному строительству: не более 35 дБА днем и не более 30 дБА ночью.

Однако при нормировании воздействия шума на экологические системы с высоким уровнем биологического разнообразия более целесообразно учитывать допустимые уровни звукового давления для шумов различных частот (по октавам) в более широком частотном диапазоне, чем для человека. Это потребует до-

полнительных целевых биоакустических исследований.

В общем случае может быть использован объединенный диапазон всех слышимых животными звуков, который охватывает не менее восьми порядков величин: от сотых долей Гц до сотен кГц.

Если же предусматривается избирательный режим защиты отдельных биологических видов, то для таких ООПТ возможна целевая разработка нормативов шума в более узком частотном диапазоне — с учетом суперпозиции диапазонов частот слышимых звуков для всех охраняемых видов и на основе сравнительного анализа их аудиограмм.

### Библиографический список

1. Жигульский В. А., Шуйский В. Ф., Соловей Н. А., Заболоцкая О. А. Условия экологической безопасности портостроения в Финском заливе. I. Оценка и нормирование воздействия на экосистему // Гидротехника. — 2010. — № 3 (20)/2010. — С. 77—80.
2. Соловей Н. А., Жигульский В. А., Княженко Е. В. Экологические аспекты оценки и нормирования шума при проектировании портов // Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 1; URL: <http://www.science-education.ru/101-5294>
3. Вартанян И. А. Звук-слух-мозг. — Л.: Наука, 1981. — 175 с.
4. Ильичев В. Д. Экологические аспекты авиационного зашумления окружающей среды // Успехи современной биологии. — 1997. — Т. 117, № 3. — С. 300—309.
5. Кузьмина Г. Н., Лапковская П. С., Стуликова М. Н. К вопросу о нормировании шумовых воздействий промышленных предприятий на особо охраняемых природных территориях // Проблемы охраны атмосферного воздуха: Научн. труды НИИ «Атмосфера». — 2010. — С. 91—107.
6. Романов С. Н. Биологическое действие вибрации и звука. — Л.: Наука, 1991. — 158 с.
7. Bayne E. M. Impacts of Chronic Anthropogenic Noise from Energy-Sector Activity on Abundance of Songbirds in the Boreal Forest / E. M. Bayne, L. Habib, S. Boutin // Conservation Biology. — 2008. — V. 22, № 5. — P. 1186—1193.
8. Brumm H. The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird // Journal of Animal Ecology. — 2004. — V. 73, № 3. — P. 434—440.
9. Huppop O. Störungsbewertung anhand physiologischer Parameter // Ornithologische Beobachter. — 1995. — B. 92. — S. 257—268.
10. Kempf N., Huppop O. Behaviors of meadow birds towards aircraft close to an airport // Wader Study Group Bull. — 1995. — № 76. — P. 21.