

УДК 595.7:591.582.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОАКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ АНАЛИЗА ФАУНЫ «ПОЮЩИХ» НАСЕКОМЫХ (INSECTA) ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ: ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© 2017 А.А. Бенедиктов¹, А.П. Михайленко²

¹Московский государственный университет, г. Москва (Россия)

²Ботанический сад биологического факультета Московского государственного университета,
г. Москва (Россия)

Поступила 15.06.2017

Предлагается использование биоакустического мониторинга, как одного из перспективных вспомогательных методов выявления видового состава и учета численности «поющих» насекомых. Данный метод особо актуален в условиях заповедных территорий, так как не наносит ущерба биоте. Перспективность метода наглядно подтверждена авторами многочисленных находок новых видов насекомых по звуку для различных территорий.

Ключевые слова: биоакустический мониторинг, звуковые сигналы насекомых, дистанционная идентификация видов, Insecta.

Benediktov A.A., Mikhailenko A.P. Using bioacoustic monitoring for the analysis of fauna «singing» insects (insecta) of protected areas: features and prospects. –

The use of bioacoustic monitoring as one of the perspective auxiliary methods for revealing species composition and counting the number of "singing" insects is suggested. This method is especially relevant in the conditions of protected areas, since it does not damage biota. The prospectivity of the method is vividly confirmed by the authors of numerous finds of new insect species by sound for various territories.

Key words: bioacoustic monitoring, sound signals of insects, remote identification of species, Insecta.

Одной из важных задач, стоящих перед заповедными территориями, является максимальное снижение антропогенного воздействия на биоту. Это касается как вылова животных, так и повреждения растительного покрова. Бережное отношение к природе должно быть правилом для любого человека.

Насекомые (Insecta) представляют наиболее многочисленный класс живых существ, тесно связанных с травами, кустарниками, деревьями. Для того, чтобы провести инвентаризацию фауны представителей различных отрядов, часто используют метод кошения сачком. Не сложно видеть, что при таком действии урон наносится не только фитофильным видам, часть из которых будет изъята из природы, а другая часть упущена, при этом травмирована, но и листьям, цветкам, стеблям растений. Исследования фауны при помощи почвенных ловушек наносят природе не меньший вред тотальным уничтожением живых организмов.

Бенедиктов Александр Александрович, младший научный сотрудник, кафедры энтомологии тел. 8(495)939-39-27; entomology@yandex.ru; *Михайленко Андрей Петрович*, ведущий инженер по защите растений ботанического сада без степени, тел. 8(495)939-55-03; caelifera@yandex.ru

Еще одной проблемой является избыточная выборка экземпляров некоторых насекомых, которой можно было бы избежать при условии применения других методов. Иногда цифры сбора насекомых заставляют задуматься: так для того, чтобы определить видовой состав Волжско-Камского природного биосферного заповедника, насчитывающего всего 40 видов прямокрылых насекомых (Orthoptera), исследователями (по их данным) с 2004 по 2008 гг. было «собрано и обработано более 2000 экземпляров» (Кармазина, Шулаев, 2009). Отметим, что из этого списка 30 видов издают громкие звуковые сигналы и могли бы быть идентифицированы дистанционно, вообще без уничтожения насекомых, или с изъятием только эталонных экземпляров, у которых записывались звуки. Остальные 10 «молчащих» видов настолько специфически приурочены к тем или иным станциям (обитатели влажных песчаных берегов рек Tridactylidae, сапротрофные Tetrigidae, геофильные Oedipodinae и Catantopinae), что поиск сводится к обнаружению этих мест и внимательному их осмотру. Решать же вопросы выяснения численности «поющих» насекомых путем их тотального отлова, на наш взгляд, представляется устаревшим методом, поскольку это можно делать по звуковым сигналам самцов.

В настоящей статье мы бы хотели обратить внимание на насекомых, издающих акустические сигналы, поскольку эта особенность может быть использована в качестве удобного примера, позволяющего дистанционно проводить исследование их фауны на той или иной территории. Не секрет, что до сих пор биоакустический мониторинг применяется у нас лишь для выявления видового состава и учета позвоночных животных, так как это не только гуманный метод, но и гораздо менее трудоемкий, чем непосредственная добыча (сбор).

Среди насекомых существуют группы, которые могут быть легко выявлены на слух: это большинство прямокрылых (Orthoptera: Tettigoniidae, Gryllidae, Acrididae), певчие цикады (Homoptera: Cicadidae). Также некоторые клопы (Heteroptera: Corixidae) и личинки жуков (Coleoptera: Cerambycidae), способные издавать громкие звуки. Некоторые из них малодоступны для традиционных методов учета (кошение, ловушки), поскольку ведут скрытный образ жизни (в норах, под водой, в кронах или стволах деревьев). Среди них также есть виды с ограниченной способностью к расселению, по этой причине имеющие важное зоогеографическое значение.

В основе метода положено знание о видоспецифичности звуковых сигналов насекомых: каждому виду присущ характерный только ему звуковой призывный сигнал самца, имеющий особые частотные и/или амплитудно-временные характеристики. Модельным объектом биоакустических исследований являются прямокрылые насекомые: уже с середины XX века зарубежные ортоптерологи использовали признак различия звуковых сигналов самцов как основной для подтверждения их видового или подвидового статуса.

В то же время, возможность использования прямокрылых насекомых в качестве индикаторов состояния экосистем с применением автоматического определения видов по их видоспецифичным акустическим сигналам уже более 20 лет обсуждается исследователями всего мира в рамках биоакустического мониторинга (Бенедиктов, 1998, 2007; Riede, 1998; Chesmore, 2004; Chesmore, Ohya, 2004; Riede et al., 2006; Озерский, 2007; Ganchev et al., 2007; Potamitis et al., 2007). За рубежом ведутся работы по созданию автономного компьютерного способа идентификации живых объектов по их акустическим сигналам. Однако компьютерный анализ записанного природного акустического фона (особенно дневного) с автоматическим вычленением отдельных сигналов и дальнейшим программным определением по ним видов является весьма

сложной и дорогостоящей задачей. Недавно была создана автономная киберинфраструктура, способная самостоятельно в реальном времени регистрировать акустические сигналы живых организмов и идентифицировать их по звукам (Aide et al., 2013). Для демонстрации системы авторы представили данные о звуковой активности птиц, лягушек, насекомых и млекопитающих из Пуэрто-Рико и Коста-Рики. Однако, как сами они указывают, идентификация насекомых имеет самый низкий процент точности.

В связи с этим нужно сказать, что при должном знании и опыте исследователь сам может проводить анализ фауны поющих насекомых на слух, используя компьютер только для решения спорных вопросов (например, различение близких по характеристикам сигналов видов). Уже на протяжении многих лет авторы настоящей статьи успешно практикуют анализ акустического природного фона (Бенедиктов, 2015б), а также поиск различных насекомых по их звуковым сигналам. Такой подход позволяет без уничтожения и причинения вреда окружающей среде обнаруживать не только редкие и труднодоступные виды, но и новые, ранее не регистрировавшиеся.

В подтверждение этому скажем, что для разных территорий Московской области мы впервые находили представителей прямокрылых насекомых Orthoptera (Tettigonioidea, Grylloidea, Acridoidea) (Михайленко, 2008; Бенедиктов, Михайленко, 2014 а), а также певчих цикад Cicadidae (Михайленко, Бенедиктов, 2015). Случаем, опосредовано связанным с биоакустикой насекомых, можно считать обнаружение впервые для Москвы вида паука-волка (Araneae, Lycosidae) по звуковым сигналам его самцов (Бенедиктов, 2006).

В последние годы наша работа на заповедных территориях позволила методом биоакустического мониторинга расширить и уточнить кадастровые списки прямокрылых насекомых: Государственного Центрально-Черноземного биосферного заповедника им. проф. В.В. Алехина (Бенедиктов, Михайленко, 2014б; Михайленко, 2016), Государственного природного комплексного заказника «Выборгский» (Бенедиктов, 2017а), Национального парка «Самарская Лука» и Жигулевского государственного природного биосферного заповедника им. И.И. Спрыгина (Бенедиктов, 2017б).

Мы не сомневаемся, что по звуку оперативно и легко могут быть выявлены расселяющиеся «поющие» виды, среди которых не исключены потенциально вредные инвайдеры, включая некоторых стволовых вредителей (Бенедиктов, 2015а). Кроме того, новые находки по акустическим сигналам редких и занесенных в Красные книги насекомых могут быть основанием для расширения существующих заповедных территорий и выделения новых.

Дистанционный биоакустический мониторинг с идентификацией насекомых по их звуковым сигналам, в том числе с применением компьютерного анализа, несомненно, может (и должен) успешно использоваться на особо охраняемых природных территориях, как один из перспективных вспомогательных методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бенедиктов А.А. Акустическая коммуникация саранчовых (Orthoptera, Acrididae), как модель для мониторинга геозкосистем // «Комплексное изучение аридной зоны Центральной Азии»: материалы международного рабочего совещания, Кызыл, 12–14 сентября 1994 г. Кызыл, 1998. С. 89–90. – **Бенедиктов А.А.** Кто поет, когда насекомые молчат? // Химия и жизнь. 2006, № 7. С. 63. – **Бенедиктов А.А.** С ноутбуком на природу. Акустический биомониторинг и дистанционный анализ биоты // Экология и жизнь. 2007. № 5 (66). С. 35–36. – **Бенедиктов А.А.** Звуковые сигналы личинок жука-усача *Monochamus urussovi* (F.-W.)

(Coleoptera, Cerambycidae) // Бюллетень МОИП. 2015 а. Т. 120. № 2. С. 58–61. – **Бенедиктов А.А.** Возможности применения компьютерного анализа сумеречного акустического фона сообщества прямокрылых насекомых (Orthoptera, Tettigoniidae, Gryllidae) на примере агроценоза в Восточной Болгарии // Зоол. журн. 2015 б. Т. 94, № 11. С. 1268–1275. DOI: 10.7868/S0044513415080036. – **Бенедиктов А.А.** К познанию редких видов саранчовых заповедных территорий северо-запада России: *Chorthippus brunneus brevis* (Orthoptera, Acrididae) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017 а. Т. 2. № 2. С. 33–38. DOI: 10.24189/ncr.2017.003. – **Бенедиктов А.А.** Дополнения и исправления к кадастру прямокрылых насекомых (Orthoptera) Самарской Луки на основании анализа акустических сигналов самцов // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017 б. DOI: 10.24189/ncr.2017.031. – **Бенедиктов А.А., Михайленко А.П.** Звуковая и вибрационная сигнализация самцов саранчового *Chorthippus macrocerus purpuratus* (Vorontsovsky, 1928) (Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae) // Бюллетень МОИП. 2014 а. Т. 119, № 4. С. 30–36. – **Бенедиктов А.А., Михайленко А.П.** Кузнечики (Orthoptera, Tettigoniidae) Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника: фауна, звуковые сигналы, экология / Отчет о проделанной работе в Государственном Центрально-Черноземном биосферном заповеднике им. проф. В.В. Алехина. 2014 б. 18 с.

Кармазина И.О., Шулаев Н.В. Фауна и экология прямокрылых насекомых (Insecta: Orthoptera) Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2009, Т. 151. Кн. 2. С. 173–180.

Михайленко А.П. О новых для фауны Московской области видах длинноусых прямокрылых (Orthoptera: Tettigoniidae, Gryllidae) // Eversmannia. 2008. № 15-16. С. 72–82. – **Михайленко А.П., Бенедиктов А.А.** Новый для России вид певчей цикады (Homoptera: Cicadidae) из лесостепи Московской области // Eversmannia. 2016. № 45–46. С. 14–20. – **Михайленко А.П.** Дополнения к списку прямокрылообразных насекомых (Orthopteroidea) Центрально-Черноземного заповедника / Отчет о проделанной работе в Государственном Центрально-Черноземном биосферном заповеднике им. проф. В.В. Алехина. 2016. 7 с.

Озерский П.В. Прямокрылые как индикаторы состояния наземных экосистем // Биология в школе. 2007. № 3. С. 10–14.

Aide T.M., Corrada-Bravo C., Campos-Cerqueira M., Milan C., Vega G., Alvarez R. Real-time bioacoustics monitoring and automated species identification [Электронный ресурс]. 2013. Режим доступа: PeerJ 1:e103 <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.103>

Chesmore D. Automated bioacoustic identification of species // An. Acad. Bras. Cienc. 2004. Vol. 76. № 2. P. 435–440.

Chesmore E.D., Ohya E. Automated identification of field-recorded songs of four British grasshoppers using bioacoustic signal recognition // Bull. Entomol. Res. 2004. Vol. 94. № 4. P. 319–330.

Ganchev T., Potamitis I., Fakotakis N. Acoustic monitoring of singing insects // Proc. of the ICASSP-2007. 2007. Vol. 4. P. 721–724.

Potamitis I., Ganchev T., Fakotakis N. Automatic acoustic identification of crickets and cicadas // Proc. of the 20th IEEE International Symposium Signal Processing and Application, ISSPA-2007, Sharjah Millennium Hotel, United Arab Emirates (UAE), February 12–15, 2007.

Riede K. Acoustic monitoring of Orthoptera and its potential for conservation // J. Insect Conserv. 1998. № 2. P. 217–223.

Riede K., Nischk F., Dietrich C., Thiel C., Schwenker F. Automated annotation of Orthoptera songs: first results from analysing the DORSA sound repository // J. Orth. Res. 2006. Vol. 15. № 1. P. 105–113.