

УДК 595.727: 591.582.2

**ЗВУКОВАЯ И ВИБРАЦИОННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ САМЦОВ  
САРАНЧОВОГО *CHORTHIPPUS MACROCERUS PURPURATUS*  
(VORONTSOVSKY, 1928) (ORTHOPTERA, ACRIDIDAE,  
GOMPHOCERINAE)**

А.А. Бенедиктов, А.П. Михайленко

Проанализирован внутривидовой акустический репертуар самца *Chorthippus macrocerus purpuratus* (Vorontsovsky, 1928) из Московской обл. Впервые зарегистрированы и проанализированы территориальные сигналы, а также смешанные вибро-акустические сигналы ухаживания. Приведены осциллограммы.

**Ключевые слова:** Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae, *Chorthippus macrocerus*, стридуляция, тремуляция, вибросигналы.

Конек усатый *Chorthippus macrocerus* (Fischer-Waldheim, 1846) (Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae) – политипический вид, распространенный от Малой Азии, северного Ирана и Ирака на юге, проникающий через всю Среднюю Азию и Казахстан на Черноморское побережье Кавказа и известный на севере в Курской обл. России. В настоящее время более или менее хорошо изучены звуковые сигналы только его северного подвида *Ch. macrocerus purpuratus* (Vorontsovsky, 1928) из Молдавии, Украины, а также из Северной Осетии, Курской, Ростовской, Волгоградской и Астраханской областей России (Веденина, Жантиев, 1990; Бухвалова, Жантиев, 1993; Vedenina, Bukhvalova, 2001; Савицкий, Лекарев, 2007). Описаны призывные звуки, сигналы агрессии самцов, а также короткие сигналы ухаживания самца за самкой.

В сентябре 2013 г. в Московской обл. А. Михайленко были найдены и собраны самцы и самка *Ch. macrocerus purpuratus* (рис. 1). Наблюдая за поведением насекомых в садке, мы впервые зарегистрировали у самцов территориальный сигнал, а также описали сложный вибрационно-акустический сигнал ухаживания. Вибрационные сигналы для саранчовых из подсемейства Gomphocerinae описываются впервые.

#### Материалы и методы

Изучали сигналы и поведение пяти самцов и самки из Московской обл.: Серебряно-Прудский р-н, 2 км западнее с. Подхожее, 13.IX 2013 (А. Михайленко).

Звуки и вибрации оцифровывали синхронно на два разных канала минидиск-рекордера «Sony Hi-MD Walkman MZ-RH910» (20–20000 Гц). Звук

стридуляции регистрировали через электретный конденсаторный микрофон «Creative MC-1000» (100–16000 Гц), а вибросигналы – с помощью пьезокерамического адаптера ГЗП-308 (50–12500 Гц), подведенного к картонной пластине (54×85 мм), на которой сидели насекомые. То, что насекомые после ухаживания на искусственном субстрате успешно вступали в копуляцию, говорит о его пригодности в данном случае для регистрации и анализа вибросигналов. Температура во время записи составляла +28–30°C. Обработку сигналов проводили на компьютере. При описании осциллограмм использовали традиционную терминологию, предложенную Р.Д. Жантиевым (1981).

#### Результаты и обсуждение

**Призывный и территориальный сигналы.** Стридуляционные звуковые сигналы издавал одиночный самец. Он продуцировал сигналы двух вариантов: продолжительные фразы призывного сигнала (рис. 2, 4–9) и более короткие фразы территориального сигнала (рис. 2, 11–14), часто чередуя их между собой. Период повторения серий в начале фразы обоих сигналов больше, чем в ее конце (таблица). Паузы между отдельными фразами были нестабильны и могли составлять от одной до нескольких минут, в процессе которых самец обычно менял место стридуляции. Иногда самец начинал издавать призыв, но резко замолкал, а после небольшой паузы заканчивал его территориальным сигналом, в результате чего получался смешанный сигнал (рис. 2, 10).

Призывный и территориальный сигналы хорошо различаются не только по длительности и числу серий во фразе (таблица), но и по амплитудной

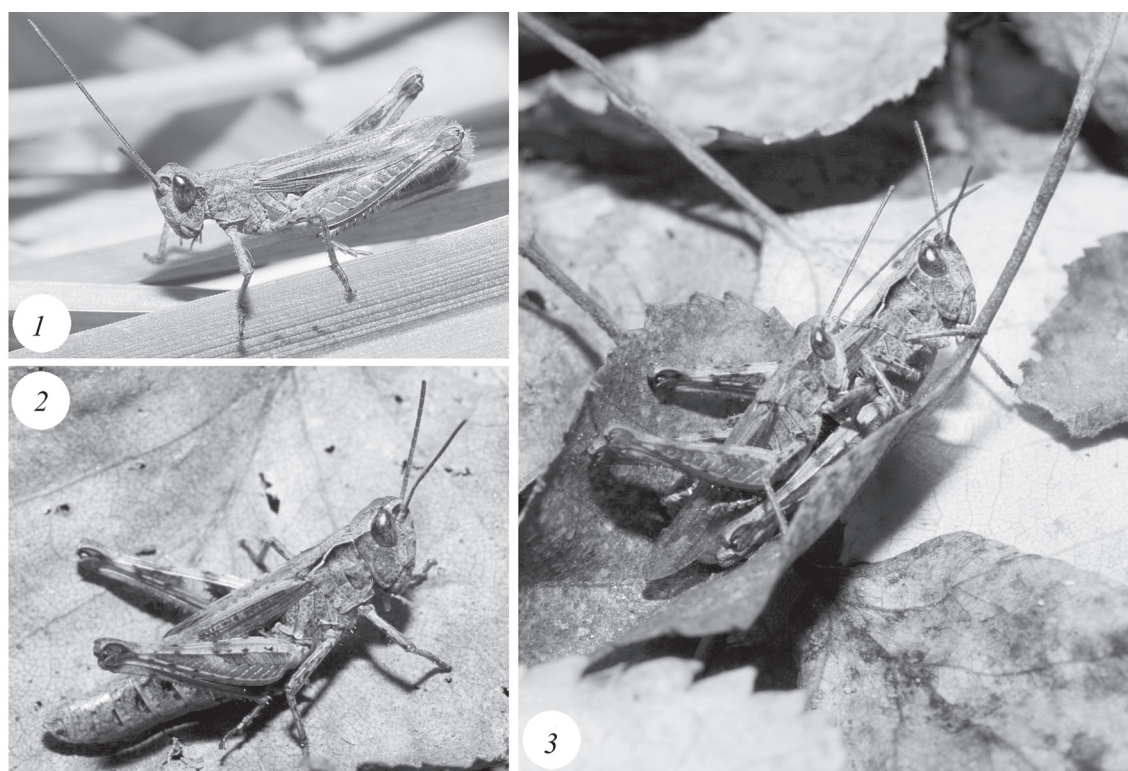


Рис. 1. Внешний вид *Ch. macrocerus purpuratus* из Московской обл.: 1 – самец, 2 – самка, 3 – спаривание (фото А. Бенедиктова)

#### Характеристики звуковых сигналов самцов *Ch. macrocerus purpuratus*

Тип сигнала (фразы)	Длительность фразы (серии), с	Число серий во фразах (пульсов в серии)	Период повторения серий во фразах (пульсов в серии), мс	Число изученных сигналов
Призывный сигнал	3,43–8,89	20–52	123–200	16
Территориальный сигнал	1,31–1,77	11–14	113–171	6
Короткие фразы ухаживания	0,29–1,00	2–8	51–142	24
Продолжительная фраза ухаживания	13,76–17,01	58–78	175–271	8
Переключка (серия из пульсов)	2,73–3,67	2–7	457–1277	7
Переключка (фраза из серий)	0,32–1,23	2–6	110–159	8

модуляции всей фразы. Так, амплитуда призыва нарастает постепенно, максимально увеличиваясь к середине, а чаще к концу фразы. При этом внутренняя структура более половины его серий различима. Напротив, амплитуда территориального сигнала нарастает резко в самом начале. При этом менее половины или половина самых первых серий имеют четко различимую внутреннюю структуру, а внутрен-

няя структура заключительных серий неразличима (рис. 11–14).

По нашим наблюдениям, самцы *Ch. macrocerus purpuratus* издают призыв чаще в полном одиночестве, не слыша звуковые сигналы других насекомых. Территориальный сигнал начинает появляться у самцов при звуковом фоне пения других самцов, а также при вибрации субстрата от передвижения особей вне

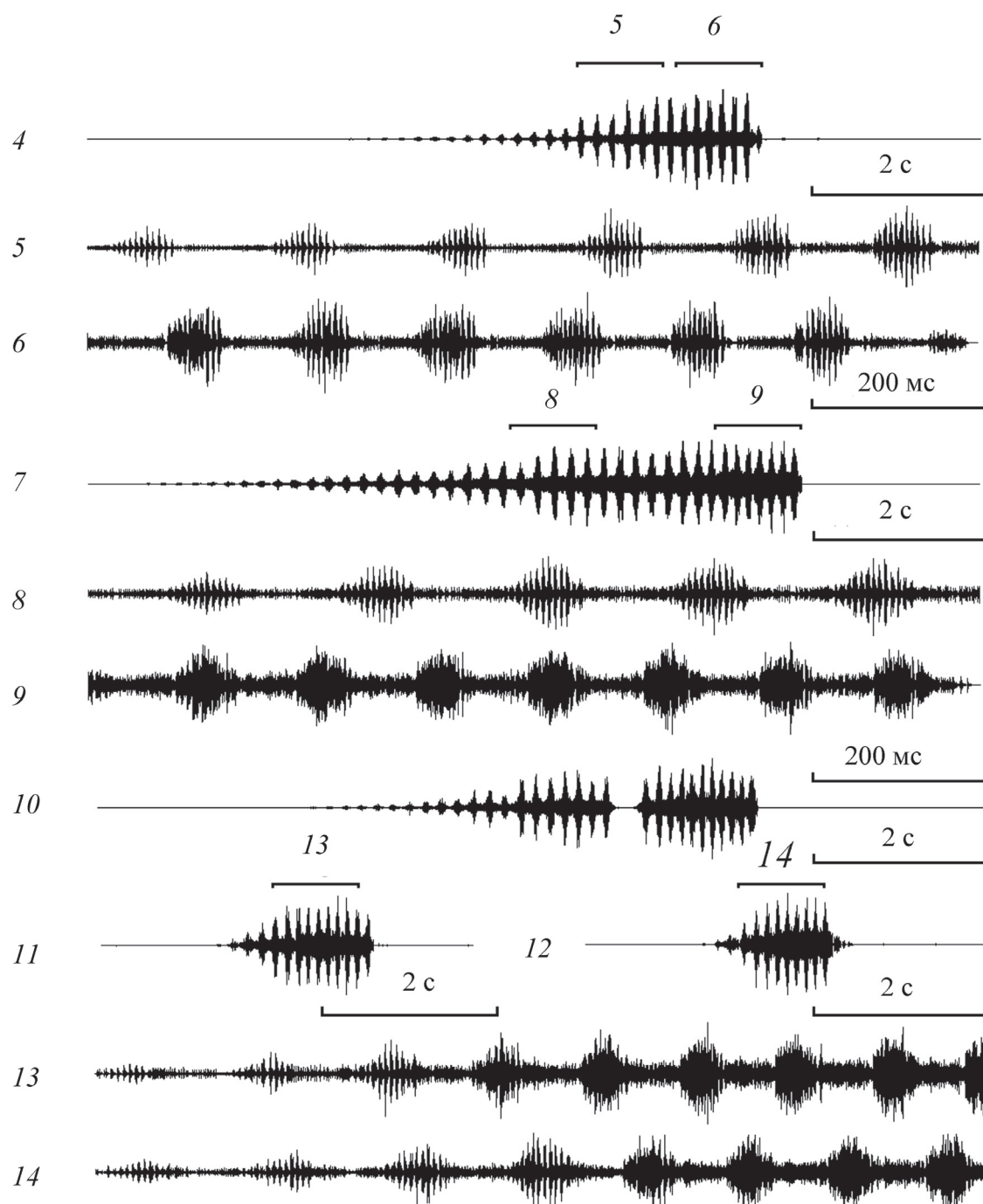
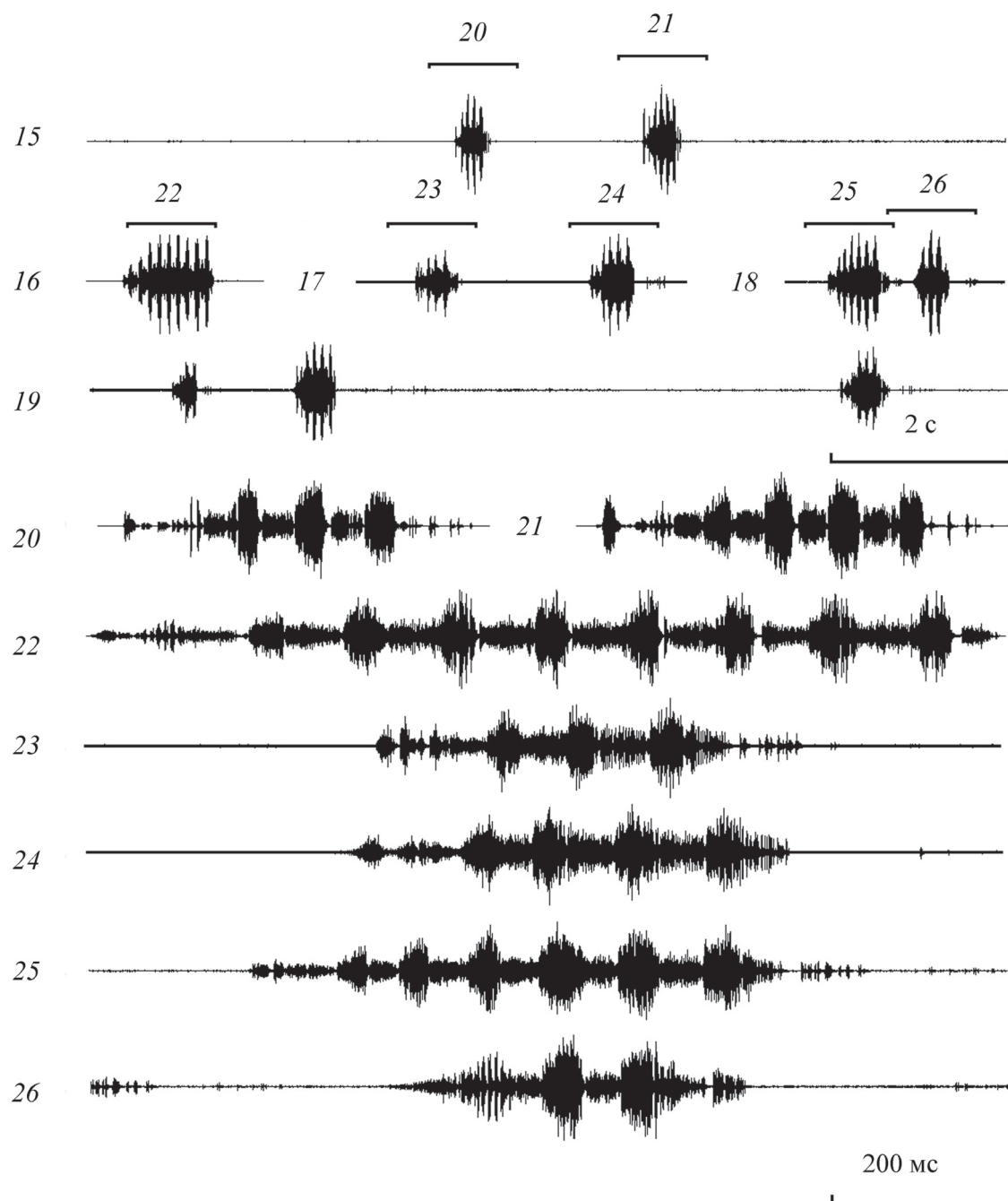


Рис. 2. Осциллограммы призывных и территориальных сигналов самцов *Ch. macrocerus purpuratus*. (4–9) – призыв; 10 – смешанный сигнал; (11–14) – территориальный сигнал

поля зрения насекомого, хотя полностью изолированные самцы изредка способны издавать такой сигнал.

**Сигналы ухаживания.** Сначала самцу была предложена нерцептивная самка, готовая к откладке кубышки. Такая самка постоянно отвергала партнера, избегала его присутствия, активно уползая от него. Однако самец следовал за ней, останавливаясь для эмиссии серий из 1–5 коротких фраз (рис. 3, 15–26, таблица). После этого самец обычно запрыгивал на самку и пытался вступить с ней в спаривание, од-

нако спустя 3–5 с слезал с нее и отходил в сторону. Иногда перед попыткой копуляции самец продуцировал продолжительную фразу, напоминающую продолжительный призывный сигнал, однако это случалось редко. Описание похожего сигнала ухаживания, иногда даже с успешной последующей копуляцией, отмечено также для особей из Досанга (Савицкий, Лекарев, 2007). Внутренняя структура почти всех серий, кроме самого начала этого сигнала, на осциллограммах неразличима.

Рис. 3. Осциллограммы коротких фраз сигнала ухаживания самца *Ch. macrocerus purpuratus*

После откладывания кубышки самка стала рецептивной. Ее поведение изменилось: она уже не отвергала самца, а при его приближении замирала на одном месте. При этом изменилось и поведение самца: издав последовательность коротких фраз, которые могли и отсутствовать, он подсаживался к самке на расстоянии 1,0–1,5 см и начинал беззвучно поднимать и опускать задние конечности с очень низкой амплитудой. Такая тремуляция длилась от 2 до 7 мин, после чего амплитуда движения ног увеличивалась, самец прижимал их к элитрам и издавал продолжительный звуковой сигнал

(рис. 4, 27a, 29a, 30a, 31a), похожий на продолжительный призыв. После этого сигнала самец вступал в копуляцию, при этом самка его не отвергала. Длительность копуляции составляла не менее 40 мин. Посткопуляционных акустических сигналов не отмечено.

Сходная картина наблюдалась, когда нерецептивная самка не проявляла двигательной активности, а спокойно сидела возле самца. Тогда самец после нескольких коротких звуковых фраз начинал продолжительное ухаживание низкоамплитудными взмахами задних ног, после которого издавал продолжитель-



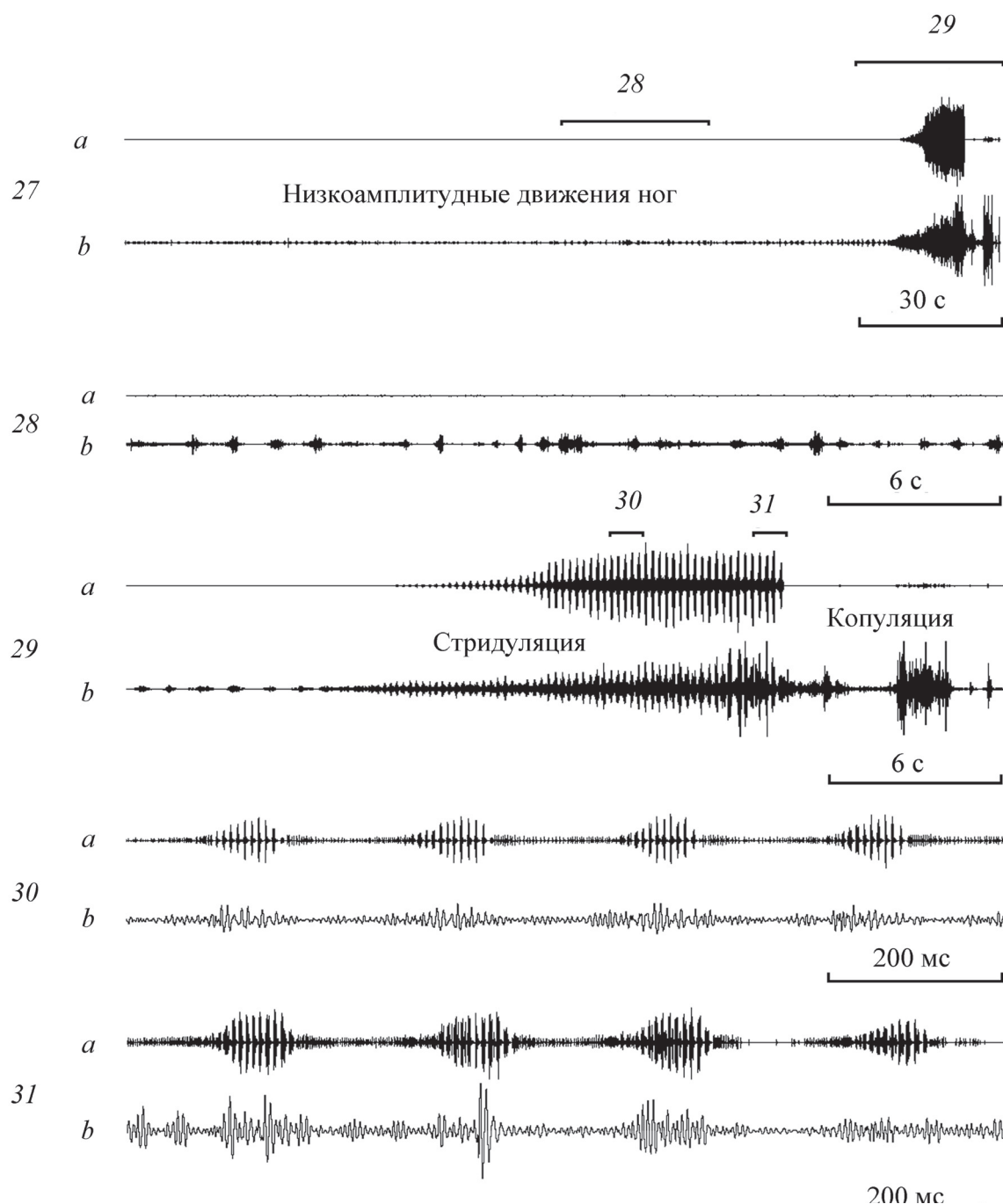
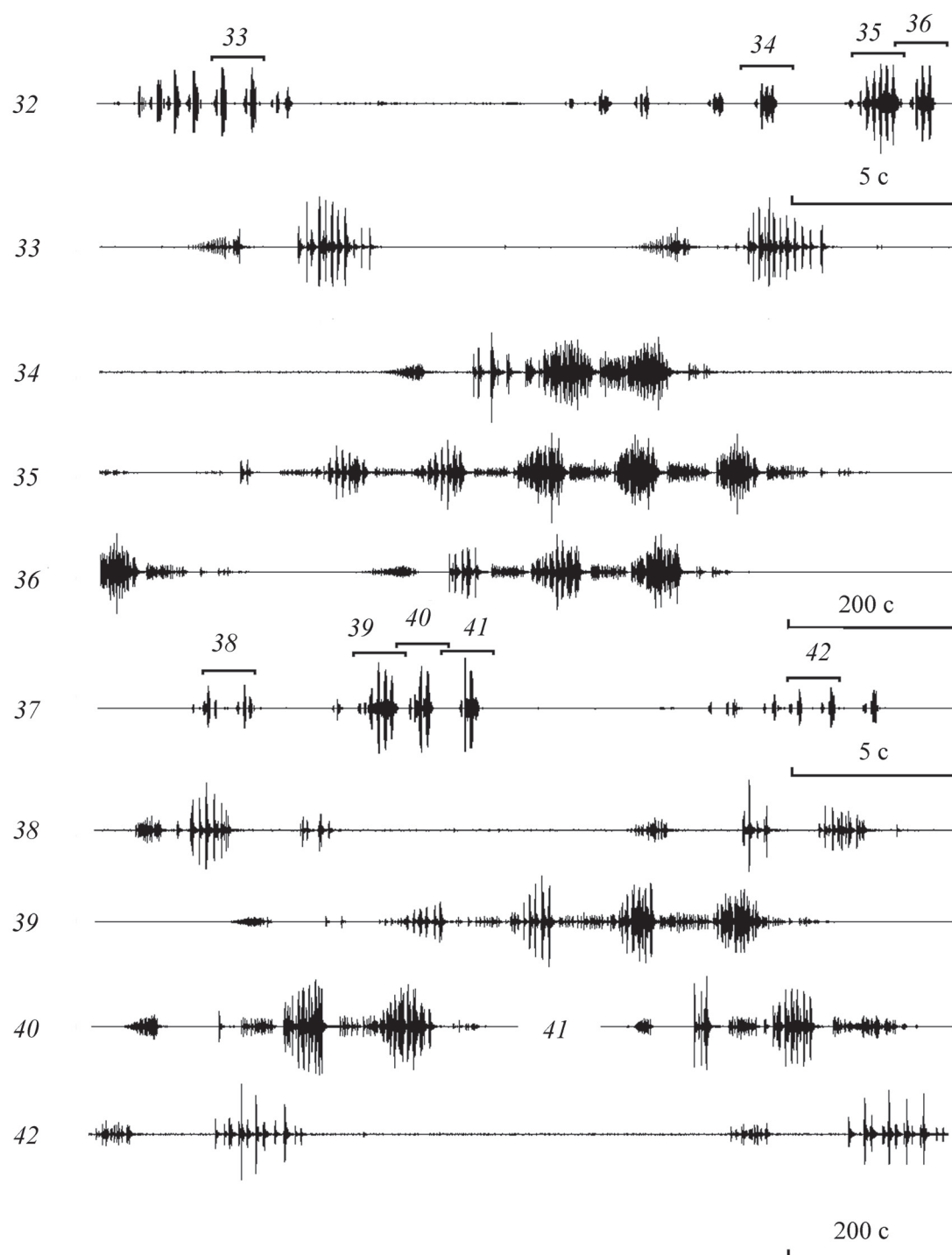


Рис. 4. Осциллограммы вибро-акустического сигнала ухаживания самца *Ch. macrocerus purpuratus*; *a* – звуковой сигнал, *b* – вибрационный сигнал

ную стридуляционную фразу и пытался спариться с самкой, но та отбрасывала его в сторону задними ногами. Если самка продолжала сидеть на месте, то все повторялось сначала: эмиссия коротких фраз – продолжительные низкоамплитудные взмахи задних ног – издавание продолжительной фразы – попытка копуляции. Если самка переползала на новое место и останавливалась, самец следовал за ней и вновь повторял весь полный сигнал ухаживания. В опытах во

время продолжительных низкоамплитудных взмахов задних ног самца нерцептивная самка периодически взмахивала задними ногами и разводила створки яйцеклада.

Синхронная регистрация вибрационного и звукового каналов показала, что расположенный на расстоянии 1 см от самца микрофон совершенно не регистрирует звук от поднятия и опускания задних конечностей, а вся энергия от этих движений ухо-

Рис. 5. Осциллограммы сигналов переключки самцов *Ch. macrocerus purpuratus*

дит в субстрат, на котором находились насекомые (рис. 4, 27b, 28b). Вибрационный сигнал в частотном диапазоне до 400 Гц возникал при поднятии ног; во время их опускания в исходное положение вибрации не регистрировались. Отсутствие звука и хорошая регистрация вибросигналов от беззвучных движений задних конечностей при близком контакте особей во время ухаживания самца за самкой по-

зволяют сделать вывод о наличии у *Ch. macrocerus purpuratus* смешанной акустическо-вибрационной коммуникации. Отметим, что вибрационная реплика звуковой стридуляции также хорошо регистрировалась вибродатчиком (рис. 4, 27b, 29b, 30b, 31b).

В природе самцы *Ch. macrocerus purpuratus* издают свои акустические сигналы, располагаясь на разнообразном субстрате: различная по механическому

составу и увлажненности почва, опавшие и сухие листья, пни, коряги, а также лежащие на земле ветки. В любом случае наблюдается успешное начало копуляции, свидетельствующее о том, что выбор субстрата не имеет большого значения. Успешная замена естественного субстрата в лабораторных опытах на картонную пластину подтверждает это умозаключение.

**Сигнал агрессии.** Когда двух самцов поместили рядом друг с другом, они начали издавать два разных сигнала по амплитудно-временному рисунку. Первый сигнал – серии из дискретных низко и высоко амплитудных пульсов с хорошо различимой вну-

тренней структурой (рис. 5, 33, 38, 42). Другой – более короткие фразы из серий, внутренняя структура заключительных серий которых могла быть неразличима (рис. 5, 34–36, 39–41). Часто во время переключки один самец издавал фразы, а другой, отвечал ему дискретными пульсами (рис. 5, 32, 37). После такой переключки самцы поспешно расходились в разные стороны, и продолжительная альтернация самцов, сидящих рядом, не наблюдалась. Никакими агрессивными действиями особей по отношению друг к другу (нападение, драка и т.п.) сигналы не были подкреплены.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Веденина В.Ю., Жантиев Р.Д. Распознавание звуковых сигналов у симпатрических видов саранчовых // Зоол. журн. 1990. Т. 69. Вып. 2. С. 36–44.
- Бухвалова М.А., Жантиев Р.Д. Акустические сигналы в сообществах саранчовых (Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae) // Зоол. журн. 1993. Т. 72. Вып. 9. С. 47–62.
- Жантиев Р.Д. Биоакустика насекомых. М., 1981. 256 с.
- Савицкий В.Ю., Лекарев А.Ю. Новые данные по акустической коммуникации и половому поведению саранчовых полупустынь и пустынь России и сопредельных стран // Russian Entomol. J. 2007. Vol. 16. N 1. P. 1–38.
- Vedenina V.Yu., Bukhvalova M.A. Contributions to the study of acoustic signals of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae: Gomphocerinae) from Russia and adjacent countries. 2. Calling songs of widespread species recorded in different localities // Russian Entomol. J. 2001. Vol. 10. N 2. P. 93–123.

Поступила в редакцию 23.12. 13

#### SOUND AND VIBRATIONAL SIGNALIZATION OF THE GRASSHOPPER'S MALES *CHORTHIPPUS MACROCERUS PURPURATUS* (VORONTSOVSKY, 1928) (ORTHOPTERA, ACRIDIDAE, GOMPHOCERINAE)

A.A. Benediktov, A.P. Mikhailenko

Species-specific acoustical repertoire of the male *Chorthippus macrocerus purpuratus* (Voronsovsky, 1928) from Moscow province is analyzed. Territorial signals and mixing vibro-acoustical courtship signal are described at the first time. Oscillogramms are presented.

**Key words:** Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae, *Chorthippus macrocerus*, stridulation, tremulation, vibrational signals.

**Сведения об авторе:** Бенедиктов Александр Александрович – мл. науч. сотр. кафедры энтомологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (entomology@yandex.ru); Михайленко Андрей Петрович – вед. инженер по защите растений Ботанического сада биологического факультета МГУ (caelifera@yandex.ru).