

**ОПИСАНИЕ СКЕЛЕТНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА  
ГЕНИТАЛИЙ САМЦА *EMATURGA ATOMARIA* (LINNAEUS, 1758)  
(LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE: ENNOMINAE)**

О.А. Веляев<sup>1,2</sup>, Е.А. Беляев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток  
E-mail: beljaev@ibss.dvo.ru

<sup>2</sup> Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток  
E-mail: velyaev.oleg@mail.ru

На основании изучения скелета и мускулатуры гениталий самца пяденицы *Ematurga atomaria* (Linnaeus, 1758) обсуждается систематическое положение олиготипического голарктического рода *Ematurga* Lederer, 1853.

Род *Ematurga* Lederer, 1853 включает два морфологически близких вида: типовой вид *E. atomaria* (Linnaeus, 1758), широко распространенный в Палеарктике, и неарктический *E. amotaria* Meugick, 1892. Систематическое положение рода *Ematurga* до сих пор дискуссионно. Одни авторы включают его в трибу *Voarmini* (Herbulot, 1963; McGuffin, 1977; Стекольников, Кузнецов, 1982; Ferguson, 1983; Patočka, 1986, 2004), другие – в трибу *Gnophini* (Viidalepp, 1996; Wahlberg et al., 2010; Öunap et al., 2011). Оба систематических положения рода широко представлены в интернете на различных сайтах биологической направленности. Для прояснения систематического положения рода *Ematurga* было предпринято исследование скелетно-мышечного аппарата гениталий самца его типового вида *E. atomaria*. Работа является продолжением исследований функциональной морфологии и систематики трибы *Voarmini*, начатых ранее (Веляев, Беляев, 2015).

**Материалы и методы**

Материалами для исследования послужили экземпляры *Ematurga atomaria*, хранящиеся в лаборатории энтомологии БПИ ДВО РАН (Владивосток). Изго-

товление препарата скелета гениталий самца проводилось по стандартной методике путем мацерации в 10% растворе едкого калия (KOH). Изучение деталей строения скелета проводилось в глицерине. С целью получения основы для изображения скелета гениталий с мускулатурой препарат был сфотографирован с помощью цифрового видеоокуляра DCM-800 SCOPE. Полученная фотография была использована для перенесения контуров гениталий на рисунок. Мускулатура гениталий изучалась у сухих экземпляров путем предварительного вымачивания брюшка в молочной кислоте с целью размягчения мускулатуры (описание методики см. Пономаренко, 2005; Беляев, 2008). После размягчения мускулатуры гениталии расчленились в водно-спиртовом растворе и в глицерине под микроскопом Bresser Advance ICD 10x-160x. Строение частей гениталий схематически зарисовывалось по мере расчленения препарата. После расчленения и прорисовки деталей скелетных структур в рисунок вносились изображения мышц.

Наименования частей скелета гениталий и мышц принято по В.И. Кузнецову и А.А. Стекольникову (2001), с некоторыми дополнениями, разработанными для геометроидных чешуекрылых (Беляев, 2008). В статье приняты следующие сокращения частей скелета гениталий и мышц: *амп* – ампулла, ampulla; *ан.к* – анальный конус, anal cone; *б.в.э* – базальный вырост эдеагуса, basal process of aedeagus; *баз.о.гем* – базальный отросток гемитранстиллы, basal process of hemitransstilla; *влв* – вальва, valva; *влвул* – вальвула, valvula; *внк* – винкулум, vinculum; *гн* – гнатос, gnathos; *гтр* – гемитранстилла, hemitransstilla; *д.в.тег* – дорсальные выросты тегумена; *квл* – квиллер, cuiller; *клп* – класпер, clasper; *крп* – корнутусы, cornuti; *кст* – коста, costa; *кук* – кукуллус cucullus; *сакк* – саккус, saccus; *скл* – саккулус, sacculus; *тег* – тегумен, tegumen; *унк* – ункус, uncus; *эд* – эдеагус, aedeagus; *юкс* – юкста, juxta; *т<sub>1</sub>* – депрессор ункуса, depressor of uncus; *т<sub>2</sub>* – абдуктор вальвы, abductor of valva; *т<sub>3</sub>* – мышца медиальной пластинки (юксты), muscle of medial plate (juxta); *т<sub>4</sub>* – аддуктор вальвы, adductor of valva; *т<sub>5</sub>* – протрактор эдеагуса, protractor of aedeagus; *т<sub>6</sub>* – ретрактор эдеагуса, retractor of aedeagus; *т<sub>7а</sub>* – дорсальный пучок флексора вальвы, dorsal bunch of flexor of valva; *т<sub>7б</sub>* – вентральный пучок флексора вальвы, ventral bunch of flexor of valva; *т<sub>10</sub>* – протрактор анального конуса, protractor of anal cone.

### Описание скелета и мускулатуры гениталий самца

#### *Ematurga atomaria* (Linnaeus, 1758)

Рис. 1, 2

Распространение. Россия: почти вся территория, кроме заполярья (Мионов и др., 2008); Европа, Закавказье, Малая Азия, Казахстан, Средняя Азия, Монголия (Viidalepp, 1996).

Материал. Приморский край, Чугуевский район, 26 км юго-восточнее села Ясное, национальный парк «Зов тигра», лиственничная марь в 1,5 км восточнее ключа Изюбриный Лог, 635 м н.у.м., 43°36' с.ш, 134°14' в.д., 12-13.VII 2010, 3♂ (Е.А. Беляев).

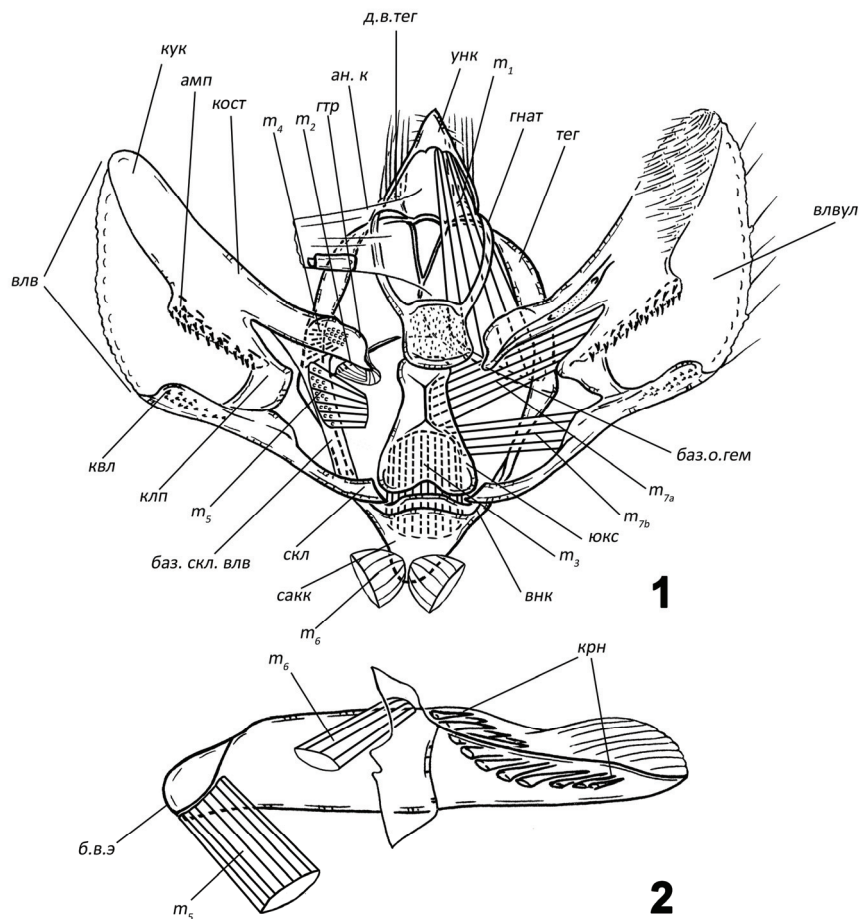


Рис. 1, 2. Гениталии самца *Ematurga atomaria* (Linnaeus, 1758). 1 – гениталии, вид снизу, фаллус удален (мышцы  $m_1$ ,  $m_{7a}$ ,  $m_{7b}$  слева и  $m_2$ ,  $m_4$  и  $m_5$  справа не изображены); 2 – фаллос, вид сбоку (мышцы  $m_4$  и  $m_5$  справа и  $m_{2l}$  не изображены).

Скелет гениталий. Тегумен и винкулум слиты в цельное кольцо – аннулюс. Саккус округло-треугольный, умеренно большой. Ункус треугольный, с коротким заостренным дистальным выростом, сильно склеротизирован, подвижно сочленен с аннулюсом. Гнатос хорошо развит, в медиальной части расширен в виде крупной четырехугольной пластинки, направленной назад. Вальвы широкие, умеренно длинные, с широкой мембранозной вальвулой, занимающей середину и дистальную часть вальвы. Кукуллус ясно выражен, покрыт умеренно крепкими щетинками. Ампулла расположена почти посредине медиальной

стенки вальвы, длинная и узкая, по длине почти равна половине длины кости, покрыта сравнительно короткими крепкими шипами. Гемитранстилы умеренно большие, лопастевидные, продолговатые, с коротким базальным отростком, направленным вперед. Вершины правой и левой гемитранстилл широко разобщены. Саккулус дистально переходит в узкий уплощенный квиллер, покрытый мелкими шипиками. Класпер, соединяющий дорсовентрально кость, ампуллу и квиллер, хорошо склеротизирован, резко изогнут углом вперед в медиальной части напротив проксимального края ампуллы. Юкста базально расположена между саккулами вальв, сильно склеротизированная, трапециевидная, в базальной половине расширенная и вогнутая, в дистальной половине с крепким медиальным ребром, направленным в полость тела, на вершине с мягким пластинчатым расширением. Эдеагус большой, цилиндрический, в передней половине склеротизированный, в задней половине слабо склеротизированный, плавно переходит в перепончатую складчатую везику. Везика с двумя продольными группами крупных шипообразных корнутусов, расположенных вдоль латеральных краев широкого наружного отверстия эдеагуса.

Мускулатура гениталий. Мышцы  $m_1$  широкие, проксимальным концом прикреплены к переднему краю тегумена, дистальным – к склеротизированному ребру вентрального края ункуса. Тонкие мышцы  $m_2$  проксимальным концом отходят латеродорсально от передней складки тегумена, дистальным прикреплены к вершине гемитранстиллы. Широкая мышца  $m_4$  идет латерально от области перехода тегумена в винкулум, дистально прикреплена у основания транстиллы, на ее латеральной поверхности. Мышца  $m_3$  цельная, широкая, проксимально прикреплена к дорсальной стенке задней части саккуса. Дистально  $m_3$  прикреплена к расширенной базальной части юксты. Мышца  $m_5$  длинная и широкая, дистальным концом прикреплена к вентральному краю короткого и плоского базального выроста эдеагуса, проксимальным концом проникает в вальву и прикреплена к дорсальной части склеротизированной латеральной стенки основания вальвы. Мышца  $m_6$  проксимально отходит от вентральной стенки саккуса, дистальным концом прикреплена к дорсальной стенке эдеагуса непосредственно впереди мембраны анеллуса. Мышца  $m_7$  представлена двумя тяжами. Дорсальный тяж ( $m_{7a}$ ) тянется от медиального ребра юксты к проксимальному краю класпера, расположенному дорсальнее ампуллы. Вентральный тяж ( $m_{7b}$ ) отходит от латерального края юксты вентральнее места прикрепления тяжа  $m_{7a}$ , дистальным концом прикреплен к основанию квиллера. Мышцы  $m_{10}$  не выявлены (могли быть пропущены в связи с ограниченностью материала для препарирования).

### Обсуждение

Исследование копулятивного аппарата *Ematurga atomaria* показало принадлежность этого вида к трибе *Boarmiini* как в её широкой трактовке (Holloway, 1994), так и в её узком понимании (Стекольников, Кузнецов, 1982). Об этом свидетельствуют компактный треугольный ункус, отсутствие морфологически

отчетливого разделения аннулуса на тегумен и винкулум, наличие щетинистого кукуллуса и шиповатых выпуклостей на медиальной стенке вальв, короткость гемитранстилл в сочетании с отсутствием перекрёста мышц  $m_2$  и  $m_4$ , наличие суженной в средней части юксты, прикрепление мышц  $m_7$  к средней части юксты и прикрепление  $m_5$  к основанию вальвы. Описанное строение юксты и гемитранстилл в сочетании с характером прикрепления к ним мышц может служить апоморфией значительной части родов пядениц, относимых к *Voarmini*.

Отнести *Ematurga atomaria* к *Gnophini* не позволяют отсутствие синапоморфного для последних шиповатого выроста на кости вальвы, разобщенность вершин гемитранстилл, широкий и пластинчатый в медиальной части гнатос, прикрепление мышц  $m_7$  к медиальному ребру юксты, прикрепление мышц  $m_5$  к основанию вальв и наличие узкой продольно вытянутой ампуллы, характерной для рода *Hypomecis* Hübner, 1821 из трибы *Voarmini*.

Скелет и мускулатура гениталий самца *Ematurga atomaria* особенно близки к таковым у *Hypomecis punctinalis* (Scopoli, 1763) (описание гениталий последнего вида см. Razowski, Wojtusiak, 1981), который имеет примерно такие же ункус, гнатос, 2 ряда шиповидных корнутусов на везике и сходную структуру вальвы, в том числе узкую длинную ампулу и удвоенные мышцы  $m_7$ . К уникальным чертам *Ematurga atomaria* можно отнести широкую трапецевидную юксту, почти центральное положение на вальве ампуллы, слабое развитие квиллера и прикрепление дистального края к класперу дорсальнее ампуллы. Молекулярно-генетические данные поддерживают филогенетическую близость *Ematurga atomaria* и *Hypomecis punctinalis* (Wahlberg et al., 2010; Önar et al., 2011), однако в этих работах нет данных как по другим представителям рода *Hypomecis*, так и по морфологически близким родам *Voarmini*. Большое сходство куколок *Ematurga atomaria* и *Hypomecis punctinalis* отмечал Я. Паточка (Patočka, 1986, 2004).

Следует отметить, что на неполном изображении скелета и мускулатуры гениталий самца *Ematurga atomaria* (без текстового описания признаков) у А.А. Стекольниковой и В.И. Кузнецова (1982, рис. 17В) мышца  $m_{7b}$  упущена, а дистальная половина юксты ошибочно изображена в виде зауженного острия.

### Заключение

По признакам гениталий самца *Ematurga atomaria* сходен с ранее исследованными видами рода *Hypomecis*, особенно *Hypomecis punctinalis*. Не исключено, что название *Ematurga* Lederer, 1853, является младшим синонимом *Hypomecis* Hübner, 1821, однако для утверждения синонимии требуется более широкое исследование филогении видов рода *Hypomecis* и морфологически близких родов.

### Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14–04–00649.

## ЛИТЕРАТУРА

- Беляев Е.А. 2008.** Филогенетические связи семейства пядениц и его подсемейств (Lepidoptera: Geometridae). *Чтения памяти Н.А. Холодковского. Вып. 60.* СПб: Зоологический институт РАН. С. 1–238.
- Веляев О.А., Беляев Е.А. 2015.** Описание скелетно-мышечного аппарата гениталий самца *Anticypella diffusaria* (Leech, 1897) (Lepidoptera: Geometridae: Ennominae). *Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. Вып. 26.* Владивосток: Дальнаука. С. 219–226.
- Вийдалепп Я.Р. 1979.** Список пядениц фауны СССР. IV. *Энтомологическое обозрение*, 58(4): 782–798.
- Кузнецов В.И., Стекольников А.А. 2001.** Новые подходы к системе чешуекрылых мировой фауны (на основе функциональной морфологии брюшка). СПб.: Наука. 462 с.
- Миронов В. Г., Беляев Е. А., Василенко С. В. 2008.** Сем. Geometridae. *Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России.* СПб., М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 190–227.
- Пономаренко М.Г. 2005.** Выемчатокрылые моли (Lepidoptera, Gelechiidae) Палеарктики: функциональная морфология гениталий самцов, филогения и систематика. *Чтения памяти Н.А. Холодковского. Вып. 58(1).* СПб: Зоологический институт РАН. С. 1–139.
- Стекольников А.А., Кузнецов В.И. 1982.** Функциональная морфология гениталий самцов и выделение новых триб пядениц подсем. Ennominae (Lepidoptera, Geometridae). *Энтомологическое обозрение*, 61(2): 344–374.
- Ferguson D.C. 1983.** Geometridae (except Sterrhinae). In: Hodges R. W. et al. (eds.). *Check List of the Lepidoptera of America North of Mexico including Greenland.* London: E.W.Classey & Wedge Entomological Research Foundation. P. 88–99, 101–107.
- Herbulot C. 1963.** Mise à jour de la liste des Geometridae de France. *Alexanor*, 3(1): 17–24.
- Holloway J.D. 1994.** The moths of Borneo, 11: Family Geometridae, subfamily Ennominae. *Malayan Nature Journal*, 47: 1–309 + 593 figs. + 19 pls.
- McGuffin W.C. 1977.** Guide to the Geometridae of Canada (Lepidoptera). II Subfamily Ennominae. 2. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 101: 1–191.
- Õunap E., Javoš J., Viidalepp J., Tammaru T. 2011.** Phylogenetic relationships of selected European Ennominae (Lepidoptera: Geometridae). *European Journal of Entomology*, 108: 267–273.
- Patočka J. 1986.** Zur Kenntnis der Puppen der Tribus Boarmiini (Lepidoptera, Geometridae) von Mitteleuropa. *Acta entomologica Bohemoslovaca*, 83: 301–315.
- Patočka J. 2004.** Die Puppen der mitteleuropäischen Spanner aus der Unterfamilie Ennominae (Lepidoptera: Geometridae), 2. Teil. *Linzer Biologische Beiträge*, 35(2): 315–388.
- Razowski J., Wojtusiak J. 1981.** Musculature of the male genitalia in Geometridae (Lepidoptera). *Folia biologica* (Kraków), 29(3/4): 259–274.
- Viidalepp J. 1996.** Checklist of the Geometridae (Lepidoptera) of the former U. S. S. R. Stenstrup: Apollo Books. 111 p.
- Wahlberg N., Snäll N., Viidalepp J., Ruohomäki K., Tammaru T. 2010.** The evolution of female flightlessness among Ennominae of the Holarctic forest zone (Lepidoptera, Geometridae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55: 929–938.

DESCRIPTION OF SKELETON-MUSCULAR APPARATUS OF THE MALE  
GENITALIA OF *EMATURGA ATOMARIA* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA:  
GEOMETRIDAE: ENNOMINAE)

O.A. Velyaev<sup>1,2</sup>, E.A. Beljaev<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biology and Soil Science, Far Eastern Branch of Russian Academy of  
Sciences, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup> Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

\*Corresponding author, E-mail: beljaev@ibss.dvo.ru

The skeleton and muscles of the male genitalia of *Ematurga atomaria* (Linnaeus, 1758), the type species of the genus *Ematurga* Lederer, 1853, are described and systematic position of *Ematurga* is discussed.