

**ОПИСАНИЕ СКЕЛЕТНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА
ГЕНИТАЛИЙ САМЦА *ANTICYPELLA DIFFUSARIA* (LEECH, 1897)
(LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE: ENNOMINAE)**

О.А. Веляев^{1,2}, Е.А. Беляев¹

¹Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

E-mail: beljaev@ibss.dvo.ru

²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

E-mail: velyaev.oleg@mail.ru

На основании изучения скелета и мускулатуры гениталий самца пяденицы *Anticypella diffusaria* (Leech, 1897) обсуждается возможное систематическое положение монотипического рода *Anticypella* Meyrick, 1892.

Положение многих таксонов в огромном семействе пядениц (Geometridae), насчитывающем более 23 тысяч видов (Van Nieukerken et al., 2011), до сих пор остается дискуссионным. К их числу относится род *Anticypella* Meyrick, 1892, представленный единственным видом *Anticypella diffusaria* (Leech, 1897). Это сравнительно крупная ширококрылая бабочка с размахом крыльев 58–75 мм, имеющая характерную окраску крыльев под древесную кору. На Дальнем Востоке России *A. diffusaria* достаточно обычная, но немногочисленная пяденица, встречающаяся во второй половине июля и в первой половине августа в широколиственных и смешанных долинных и среднегорных лесах.

Описания как рода *Anticypella*, так и вида *diffusaria* были основаны на внешнем виде бабочек, окраске и жилковании крыльев. В таксономических сводках и каталогах конца XIX и XX веков род *Anticypella* помещался между *Tephronia* Hübner, 1825, и *Synopsisia* Hübner, 1825 (Meyrick, 1892: 108), между *Nychiodes* и *Erebomorpha* Walker, 1860 (Prout, 1915: 361; Wehrli, 1941: 444), между *Buzura* Walker, 1862 и *Boarmia* Treitschke, 1927 (Вийдалепп, 1979: 789), между *Duliophyle* и *Scionomia* Warren, 1901 (Kim et al., 2001: 130), и между *Metabraxas*

Butler, 1881 и *Megametopon* Alphéraky, 1892 (Миронов и др., 2008: 199). В единственной сводке, включающей род *Anticypella* и дающей деление подсемейств пядениц на трибы, род *Anticypella* помещен в трибу Cystidiini сразу после рода *Eurybeidia* Fletcher, 1979 (Viidalepp, 1996: 85).

Таким образом, род *Anticypella* до сих пор не имеет устойчивого положения в системе, и в различных сводках обычно сближается по внешнему виду с крупными ширококрылыми пяденицами, имеющими окраску крыльев «под кору», большинство из которых в настоящее время относят к трибе *Voarmiini sensu lato* (Holloway, 1994) или Cystidiini (Стекольников, Кузнецов, 1982). Изображение гениталий самца впервые опубликовано в книге по пяденицам Кореи без обсуждения таксономического положения вида (Kim et al., 2011: fig. 108).

Задачей данной работы является описание скелетно-мышечного аппарата гениталий самца *A. diffusaria* с целью осуждения возможных родственных связей данного таксона. Функционально-морфологический анализа гениталий показал свою эффективность при филогенетическом анализе многих групп пядениц (Кузнецов, Стекольников, 1981; Стекольников, Кузнецов, 1981, 1982; Беляев, 1998, 2008а, 2008б; Beljaev, 2006, 2009а, 2009б; Валерский, 2011; Schmidt, 2013; и др.) и хорошо согласуется с результатами молекулярно-филогенетического анализа (Beljaev, 2014).

Материалы и методы

Материалами для исследования послужили экземпляры *Anticypella diffusaria*, хранящиеся в лаборатории энтомологии БПИ ДВО РАН (Владивосток). Приготовление препарата скелета гениталий самца проводилось по стандартной методике путем мацерации в 10% растворе едкого кали (КОН). 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 у экземпляров, фиксированных в 70% этиловом спирте, изучалась согласно методике, разработанной В.И. Кузнецовым и А.А. Стекольниковым (2001). Гениталии расчленились в водно-спиртовом растворе или 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, 2008б). В статье приняты следующие сокращения частей скелета гениталий и мышц: *амп* – ампулла, *ampulla*; *ан.к* – анальный конус, *anal cone*; *влв* – вальва, *valva*; *влвул* – вальвула, *valvula*; *внк* – винкулум, *vinculum*; *гн* – гнатос, *gnathos*; *гмп* – гемитранстилла, *hemitransstilla*; *квл* – квиллер, *cuiller*; *клп* – класпер, *clasper*; *кст* – коста, *costa*; *кук* – кукуллус,

cucullus; *сакк* – саккус, saccus; *скл* – саккулус, sacculus; *тег* – тегумен, tegumen; *унк* – ункус, uncus; *эд* – эдеагус, aedeagus; *юкс* – юкста, juxta; *m₁* – депрессор ункуса, depressor of uncus; *m₂* – абдуктор вальвы, abductor of valva; *m₃* – мышца медиальной пластинки (юксты), muscle of medial plate (juxta); *m₄* – аддуктор вальвы, adductor of valva; *m₅* – протрактор эдеагуса, protractor of aedeagus; *m₆* – ретрактор эдеагуса, retractor of aedeagus; *m_{7a}* – дорсальный пучок флексора вальвы, dorsal bunch of flexor of valva; *m_{7b}* – вентральный пучок флексора вальвы, dorsal bunch of flexor of valva; *m₁₀* – протрактор анального конуса, protractor of anal cone (рис. 1-3).

Описание скелета и мускулатуры гениталий самца

Anticypella diffusaria (Leech, 1897)

Рис. 1–3

Распространение. Россия: Приморский край, юг Хабаровского края (Миронов и др., 2008); полуостров Корея, Китай, за исключением его западных и высокогорных провинций (Wehrli, 1941; Kim et al., 2001).

Материал. Фиксированный в спирте: Приморский край, Хасанский район, 16 км южнее Краскино, восточное подножье г. Мраморной, 31.VII–2.VIII 2003, 3 ♂, (Е.А. Беляев). Сухой: Приморский край, Партизанский район, станция Тигровый, на свет, 7. VIII 1988, 1 ♂, (А. Булавский).

Скелет гениталий. Генитальный сегмент не имеет отчетливого разделения на тегумен и винкулум, и представлен цельным кольцом – аннулюсом, который только условно можно подразделить на расширенную дорсальную половину – тегумен и узкую вентральную половину – винкулум. антериовентральная складка винкулума образует умеренно развитый мешковидный выступ – саккус. К заднему краю дорсальной части тегумена подвижно причленён ункус. Ункус плоский, треугольный, сильно склеротизированный по краям и менее склеротизированный к середине дорсальной стенки, в основании сочленен с гнатосом боковыми базальными выступами. Гнатос хорошо развит, сильно склеротизированный, медиально преобразован в широкую четырехугольную пластинку, выступающую назад. Вальвы широкие, умеренно длинные, с латеральной стороны мембранозные кроме основания и дорсального ребра (кости), с медиальной стороны – мембранозные в дистальной половине (вальвула). Вершина вальвы имеет умеренно склеротизированное расширение, покрытое умеренно крепкими щетинками – кукулус. Проксимально кость оканчивается изогнутой вентрально умеренно длинной гемитранстилой. Вершины правой и левой гемитранстилл широко разобщены. Вентральнее кости в средней части вальвы имеется склеротизированная выпуклость, покрытая сравнительно длинными крепкими шипами – ампулла. Проксимальная половина вентрального края вальвы сформирована узким склеротизированным саккулусом, дистально через складку переходящим в узкий квиллер, выступающий дистально в область вальвулы в

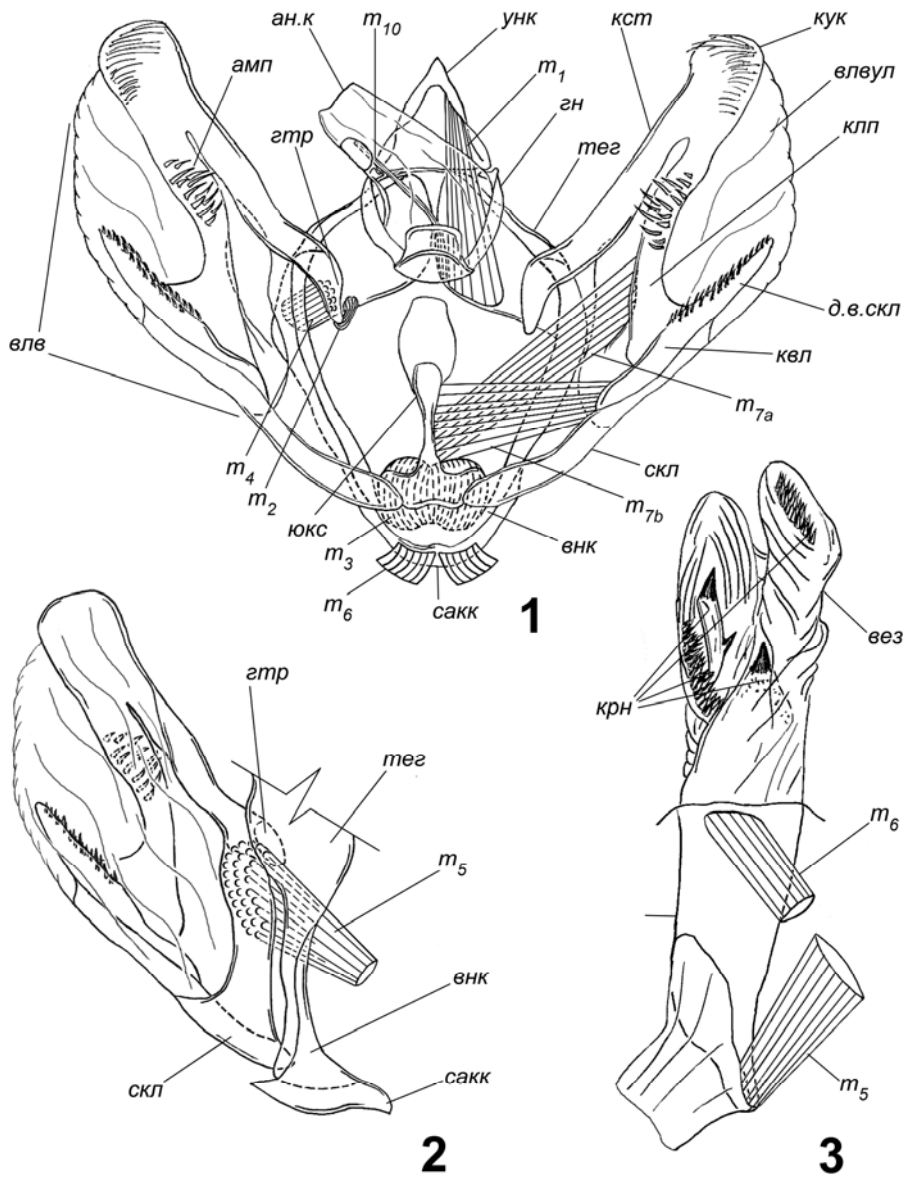


Рис. 1-3. Гениталии самца *Anticybella diffusaria* (Leech, 1897). 1 – гениталии, вид снизу, фаллус удален (мышцы m_1 , m_5 , m_{7a} , m_{7b} и m_{10} слева и m_2 , m_4 и m_5 справа не изображены); 2 – вальва и винкулум, вид сбоку (изображена только дистальная часть мышцы m_5); 3 – фаллос, вид сбоку и сверху (мышцы m_4 и m_5 справа и m_{2l} не изображены).

виде узкого валикообразного склерита, несущего крепкие шпиксы. Ампулла и квиллер соединены непрерывным лентовидным склеритом, формирующим проксимальный край вальвулы – класпером. Юкста представляет собой сильно склеротизированную ложкообразную структуру, базальная (передняя) часть которой сильно расширена и вогнута, латерально сочленена с саккулами, а дистальная (задняя) часть представляет собой крепкое ребро (сагитальное ребро юксты), оканчивающееся мягким пластинчатым расширением. Фаллус толстый, цилиндрический, умеренно длинный, эдеагус в передней (внутренней) половине склеротизированный, со слабо выраженным уплощенным базальным выростом, в задней (наружной) половине перепончатый, плавно переходит в складчатую везику. Везика с четырьмя группами склеротизированных корнутусов: с вентральной стороны – с одним крупным широко клиновидным, с дорсальной стороны – с одним длинным гребневидным, несущим 2 крепких шипа, расположенных в передней половине и на заднем крае корнутуса, с длинной серией мелких шипов дорсальнее гребневидного корнутуса и небольшой группой шпиков на вершине длинного дивертикула.

Мускулатура гениталий. Умеренно широкие мышцы m_1 проксимальным концом прикреплены к переднему краю тегумена, дистальным концом – к склеротизированному ребру вентрального края ункуса. Тонкие парные мышцы m_{10} проксимальным концом отходят от переднего края тегумена дорсально между мышцами m_1 , другим концом прикреплены латерально к тонкой слабо склеротизированной субанальной пластинке у вершины анального конуса. Тонкие мышцы m_2 проксимально концом отходят латеродорсально от передней складки тегумена, дистальным концом прикреплены к вершине гемитранстиллы. Широкая мышца m_4 дистальным концом закреплена у основания транстиллы, со стороны противоположной месту прикрепления m_2 . Проксимальный конец m_4 идет латерально от области перехода тегумена в винкулум, непосредственно дорсальнее сужения аннулуса, вентролатеральнее места прикрепления m_2 . Мышца m_3 парная, мощная, проксимально прикреплена к дорсальной стенке задней части саккуса. Дистально m_3 прикреплена к базальной расширенной части юксты, занимая большую часть её площади. Мышца, выдвигающая Протрактор фаллуса (m_5), длинный и широкий, дистальным концом прикреплен к вентральному краю переднего конца эдеагуса к короткому и плоскому базальному выросту, проксимальным концом проникает в вальву и прикреплен к дорсальной части склеротизированного основания латеральной стенки вальвы; дорсально часть волокон основания m_5 прикреплена к заднему краю тегумена, непосредственно примыкающему к основанию вальвы. Ретрактор фаллуса (m_6) проксимально отходит от вентральной стенки вершины саккуса, дистальным концом прикреплен к эдеагусу дорсально непосредственно впереди мембраны анеллуса. В базальной части эдеагуса имеется мышца m_{21} , обеспечивающая ретракцию везики после её гидростатической протракции при копуляции (не изображена). Широкая и мощная мышца m_7 представлена двумя лентовидными тяжами, дорсовентрально наложенными друг на друга в проксимальной

части. Дорсальный тяж (m_{7a}) тянется от передней половины сагиттального ребра юксты к средней части проксимального края класпера, прикрепляясь частично – к класперу, частично – к прилежащим перепончатым складкам анеллуса. Вентральный тяж (m_{7b}) тянется от всего латерального края сагиттального ребра юксты к проксимальному ребру основания квиллера.

Обсуждение

Исследование копулятивного аппарата *Anticypella diffusaria* показало несомненную принадлежность этого вида к трибе Воармиини как в её широкой трактовке (Holloway, 1994), так и в её узком понимании (Стекольников, Кузнецов, 1982). Об этом свидетельствуют компактный треугольный ункус без выраженного длинного выроста, отсутствие морфологически отчетливого разделения аннулуса на тегумен и винкулум, наличие щетинистого кукуллуса и шиповатых выпуклостей на медиальной стенке вальв, короткость и характерная изогнутость гемитранстилл в сочетании с отсутствием перекрёста мышц m_2 и m_4 , наличие суженной в средней части юксты, прикрепление мышцы m_7 к средней части юксты и прикрепление m_5 к основанию вальвы. В силу слабой разработанности филогении в подсемействе энномин определение эволюционного состояния этих признаков затруднительно. Однако, исходя из распространенности признаков в подсемействе, можно предположить, что описанное строение юксты и гемитранстилл в сочетании с характером прикрепления к ним мышц может служить апоморфией значительной части родов пядениц, относимых к Воармиини.

В Воармиини по строению гениталий самцов *A. diffusaria* демонстрирует высокую степень сходства с типичными представителями рода *Hypomecis* Hübner, 1821, для которых описан скелетно-мышечный аппарат самцов – *Hypomecis punctinalis* (Scopoli, 1763) (Razowski, Wojtusiak, 1981) и *Hypomecis roboraria* (Стекольников, Кузнецов, 1982). *A. diffusaria* сходен с родом *Hypomecis* по следующим признакам: крепкий треугольный ункус с одной короткой клювовидной вершиной, гнатос с широкой четырехугольной медиальной лопастью, широкие вальвы с шиповатой ампулой, обособленной от кукуллуса, склеротизированный кукуллус с умеренно крепкими щетинками, шиповатый дистальный вырост квиллера, не обособленный от вальвулы, ложковидная юкста с крепким сагиттальным ребром. Состав и расположение мышц *A. diffusaria* полностью соответствует таковому у *H. punctinalis*, но отличается от *H. roboraria* наличием двух тяжей интравальварной мышцы (m_7).

Род *Hypomecis* включает 136 видов (Parsons et al., 1999), распространенных на всех материках, кроме Антарктиды. Однако состав рода до сих пор четко не установлен; он включает виды, ранее отнесенные к обширному роду *Boarmia* Treitschke, 1825, в котором традиционно описывались ширококрылые Ennomiinae, обладающие окраской крыльев, имитирующей древесную кору. Впоследствии многие пяденицы были принесены из *Hypomecis* в другие роды, но до сих пор в нем осталось значительное количество неревизованных таксонов.

Заключение

По признакам гениталий самца *AnticyPELLa diffusaria* сходен с ранее исследованными видами рода *Hypomecis*. Не исключено, что название *AnticyPELLa* окажется младшим синонимом последнего, однако для утверждения синонимии требуется сравнение *AnticyPELLa diffusaria* с типовым видом рода *Hypomecis* (*Cumatophora umbrosaria* Hübner, 1813).

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-04-00649 и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-150.2014.4.

ЛИТЕРАТУРА

- Беляев Е.А. 1998.** Морфология копулятивного аппарата *Devenilia corearia* и описание новой трибы Deveniliini (Lepidoptera, Geometridae, Ennominae). *Зоологический журнал*, 77(4): 38-443. [English translation: Beljaev E.A. 1998. Morphology of copulatory apparatus in *Devenilia corearia* and description of a new tribe Deveniliini (Lepidoptera, Geometridae, Ennominae). *Entomological Review*, 78: 517-521.]
- Беляев Е.А. 2008а.** Новая концепция родового состава трибы Ennomini (Lepidoptera: Geometridae) на основе функциональной морфологии гениталий самцов. *Энтомологическое обозрение*, 87(2): 152-165. [English translation: Beljaev E.A. 2008. A new concept of the generic composition of the geometrid moths tribe Ennomini (Lepidoptera: Geometridae) based on functional morphology of the male genitalia. *Entomological Review*, 2008, 88: 50-60.]
- Беляев Е.А. 2008б.** Филогенетические связи семейства пядениц и его подсемейств (Lepidoptera: Geometridae). *Чтения памяти Н.А. Холодковского*. Вып. 60. СПб: Зоологический институт РАН. С. 1-238. [Beljaev E.A. 2008b. Phylogenetic relationships of the family Geometridae and its subfamilies. *Meetings in memory of N.A. Choldkovsky. Issue 60*. St.-Petersburg: Zoological Institute RAS. P. 1-238.]
- Валерский О.В. 2011.** Мускулатура терминалий самцов пядениц подсем. Larentiinae (Lepidoptera, Geometridae). *Энтомологическое обозрение*, 90(1): 82-104. [English translation: Valersky O.V. 2011. Musculature of the Male Terminalia in Geometrid Moths of the Subfamily Larentiinae (Lepidoptera, Geometridae). *Entomological Review*, 91(5): 566-584.]
- Вийдалепп Я.Р. 1979.** Список пядениц фауны СССР. IV. *Энтомологическое обозрение*, 58(4): 782-798. [Viidalepp J.P. 1979. List of the geometrid moths of the fauna of USSR. IV. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 58(4): 782-798.]
- Кузнецов В.И., Стекольников А.А. 1981.** Функциональная морфология гениталий самцов некоторых реликтовых азиатских чешуекрылых (Lepidoptera, Papilionomorpha: Epiplemlidae, Uraniidae, Drepanidae, Callidulidae) и их систематическое положение. *Труды Зоологического института АН СССР. Т. 103*. Ленинград. С. 18-48. [Kuznetsov V.I., Stekolnikov A.A. 1981. Functional morphology of the male genitalia of some relict Asiatic moths (Lepidoptera, Papilionomorpha: Epiplemlidae, Uraniidae, Drepanidae, Callidulidae) and their systematic position. *Proceedings of the Zoological Institute AS USSR. Vol. 103*. Leningrad: Zoological Institute AS USSR. P. 19-43.]
- Кузнецов В.И., Стекольников А.А. 2001.** Новые подходы к системе чешуекрылых мировой фауны (на основе функциональной морфологии брюшка). Санкт-Петербург: Наука. 462 с. [Kuznetsov V.I., Stekolnikov A.A. 2001. *New approaches to the system of Lepidoptera of the world fauna (on the base of functional morphology of abdomen)*. St. Petersburg: Nauka. 462 p.]
- 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. [Mironov V.G., Beljaev E.A., Vasilenko S.V. 2008. Fam. Geometridae. *Catalogue of the Lepidoptera of Russia*. St. Petersburg, Moscow: KMK Scientific Press Ltd. P. 190-227.]

Стекольников А.А., Кузнецов В.И. 1981. Функциональная морфология гениталий самцов и некоторые замечания к системе пядениц подсем. Geometrinae (Lepidoptera, Geometridae). *Энтомологическое обозрение*, 60(3): 535–549. [Stekolnikov A.A., Kuznetsov V.I. 1981. Functional morphology of the male genitalia and some notes on the systematics of moths of the subfamily Geometrinae (Lepidoptera, Geometridae). *Entomologicheskoe Obozrenie*, 60(3): 535–549.]

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. [Stekolnikov A.A., Kuznetsov V.I. 1982. Functional morphology of the male genitalia and arrangement of new species of the geometrid moths: subfamily Ennominae (Lepidoptera, Geometridae). *Entomologicheskoe Obozrenie*, 59(2): 344–374.]

Beljaev E.A. 2006. A morphological approach to the Ennominae phylogeny (Lepidoptera, Geometridae). *Spixiana – Zeitschrift für Zoologie*, 29: 215–216.

Beljaev E.A. 2009a. Phylogenetic relationships of the geometroid lepidopterans (Lepidoptera: Cimeliidae, Epicopeiidae, Sematuridae, Drepanidae, Uraniidae, Geometridae). *Spixiana – Zeitschrift für Zoologie*, 32(1): 134–136.

Beljaev E.A. 2009b. Phylogenetic position of the tribe Azelinini (Lepidoptera: Geometridae, Ennominae) based on functional morphology of the male genitalia. *Euroasian Entomological Journal*, 8(2): 82–84.

Beljaev E.A. 2014. Molecular and morphological phylogenies in geometroid lepidopterans (Lepidoptera, Geometriformes) – discordant or concordant. *Spixiana – Zeitschrift für Zoologie*, 37(2): 255–258.

Kim S.S., Beljaev E.A., Oh S.H. 2001. *Illustrated Catalogue of Geometridae in Korea (Lepidoptera, Geometrinae, Ennominae)*. Insects of Korea. Series 8. Korea: Center for Insect Systematics. 278 p.

Meyrick E. 1892. On the classification of the Geometrina of the European Fauna. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 40: 53–140, pl. 3.

Parsons M.S., Scoble M.J., Honey M.R., Pitkin L.M., Pitkin B.R. 1999. The Catalogue. *Geometrid Moths of the World: a Catalogue (Lepidoptera, Geometridae)*. London: The Natural History Museum, Collingwood/Australia: Csiro Publishing, Stenstrup/Denmark: Apollo Books. 1016 p.

Prout L.B. 1912-1916. Spannerartige Nachtfalter. *Die Gross-Schmetterlinge der Erde*, 4(I-V): 1–479, Taf. 1-25.

Razowski J., Wojtusik J. 1981. Musculature of the male genitalia in Geometridae (Lepidoptera). *Folia biologica (Kraków)*, 29(3/4): 259–274.

Schmidt O. 2013. The structure and musculature of male terminalia in the tribe Xanthorhoini Pierce and related tribes (Lepidoptera: Geometridae: Larentiinae), with particular reference to the Palaearctic and Australian regions. *Zootaxa*, 3721(6): 552–572.

Viidalepp J. 1996. Checklist of the Geometridae (Lepidoptera) of the former U. S. S. R. Stenstrup: Apollo Books. 111 p.

Wehrli E. 1939-1954. Subfamilie: Geometrinae. *Die Gross-Schmetterlinge der Erde. Abt. I. Die Spannerartigen Nachtfalter*, 4 (Supplement): 254–766, Taf. 19-53.

DESCRIPTION OF SKELETON-MUSCULAR APPARATUS OF THE MALE GENITALIA OF *ANTICYPELLA DIFFUSARIA* (LEECH, 1897) (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE: ENNOMINAE)

O.A. Velyaev^{1,2}, E.A. Beljaev^{1*}

¹ Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS, Vladivostok

² Far Eastern Federal University, Vladivostok

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

Possible systematic position of the monotypic genus *Anticypella* Meyrick, 1892 is discussed based on the study of the skeleton and muscles of the male genitalia of the type species *Anticypella diffusaria* (Leech, 1897).