

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA)
НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ: ЭТАПЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ,
ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

М.Г. Пономаренко^{1,2}, Е.А. Беляев¹

¹ Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

² Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

E-mail: margp@ibss.dvo.ru beljaev@ibss.dvo.ru

Результаты изучения видового разнообразия чешуекрылых на Дальнем Востоке России обобщены поэтапно и проанализированы за более чем полуторавековой период, очерчены возможные перспективы в данном направлении исследования. Установлено, что видовые списки для различных групп чешуекрылых, хотя и с разной интенсивностью, но продолжают пополняться, что позволяет оценить изученность фауны Дальнего Востока приблизительно на 85%. Источником пополнения фаунистических списков чешуекрылых могут быть слабо изученные и локально распространенные малоактивные группы, натурализующиеся инвазивные виды и эпизодические мигранты. В качестве стратегической задачи следующего этапа инвентаризации чешуекрылых Дальнего Востока предложено детальное изучение региональных фаун, выявление путей миграции чешуекрылых и осуществление их мониторинга в контрольных точках.

Насекомые, насчитывая 1,005–1,070 тыс. описанных видов, составляют около 3/5 (58–67%) глобального биоразнообразия эукариотических организмов (Adler, Foottit, 2009; Zhang, 2013). Более 91% известных видов насекомых мировой фауны приходится на пять лидирующих по видовому разнообразию отрядов, среди которых отряд чешуекрылых (Lepidoptera) занимает второе место, уступая первенство только отряду жесткокрылых (Coleoptera) (табл. 1). Учитывая степень изученности энтомофаун различных регионов Земного шара, указанные цифры видового разнообразия далеки от окончательных, и в настоящее время, по мнению специалистов, известно не более 20% от общего числа видов насекомых, обитающих на нашей планете (Grimaldi, Engel, 2005). По весьма приблизительным оценочным прогнозам разнообразие насекомых

может составить от 5 до 15 млн. видов (Gaston, 1991; Stork, 1993), а число известных видов чешуекрылых может достичь показателей от 255 тыс. видов (Heppner, 1991) до 500 тыс. видов (Gaston, 1991). Даже исходя из самых скромных прогнозов, мировая фауна чешуекрылых изучена не более чем на 62%.

Таблица 1

Количество известных видов в некоторых отрядах класса насекомых (Insecta) (по Adler, Footitt, 2009)

Отряд	Количество описанных видов
Coleoptera	359 891
Lepidoptera	156 793*
Diptera	152 244
Hymenoptera	144 695
Hemiptera	100 428

Примечание. (*) – по Pogue, 2009; указанное число получено, исходя из сведений о числе известных видов на 1998 г. (Kristensen, 1998), с учетом позже описанных видов и за вычетом количества установленных синонимов по Zoological Record, 1992–2006.

Настоящая работа имела целью обобщить более чем полуторавековую историю изучения разнообразия чешуекрылых Дальнего Востока, оценить результаты инвентаризации и очертить возможные перспективы в данном направлении исследования. В основу анализа были положены данные из работ, обобщающих разрозненные фаунистические сведения, каталогов и фундаментальных серийных изданий по фауне чешуекрылых Дальнего Востока. Выход этих трудов и обозначил этапы инвентаризации фауны чешуекрылых региона. За полуторавековой период структура и объем многих таксонов высокого ранга, а также систематика отряда Lepidoptera в целом, существенно изменились. В ряде случаев это затруднило (или сделало невозможным) проведение сравнительного анализа видового разнообразия по этапам инвентаризации фауны с использованием определенной таксономической структуры отряда. Поэтому авторами сознательно выбраны нетаксономические группы микро- (включая пиралоидных) и макрочешуекрылых для сравнения известного числа видов на каждом этапе инвентаризации дальневосточной фауны. Для иллюстрации темпов изучения разнообразия конкретных групп выбраны те из них, которые оказались таксономически более очерченными.

Результаты анализа

Первые обобщающие сводки. Первой работой, обобщившей сведения по обнаруженным на Дальнем Востоке чешуекрылым, был аннотированный список, опубликованный Э. Менетрие (Ménétrières, 1859). В основу этой работы были положены коллекции, собранные в 1854–55 гг. натуралистами Р.К. Мааком и

Л.И. Шренком в ходе путешествий в регионы Сибири и Амурского края, а также материалы минералога К. Дитмара, работавшего в 1851–55 гг. на полуострове Камчатка.

Для дальневосточных регионов в работе Э. Менетрие приводится 136 видов (рис. 1), более половины из которых (78 видов) представлено дневными чешуекрылыми (*Rhopalocera*). Большую долю среди обнаруженных видов составляли шелкопрядообразные чешуекрылые (27 видов), меньше было собрано совок (17 видов) и пядениц (11 видов). Микрочешуекрылые были представлены гелехиоидными и пиралоидными бабочками и составили всего 3 вида. С выходом этой работы появились первые сведения по видам чешуекрылых, обитавшим на п-ве Камчатка, в Приамурье, Приморье и на о-ве Сахалин.

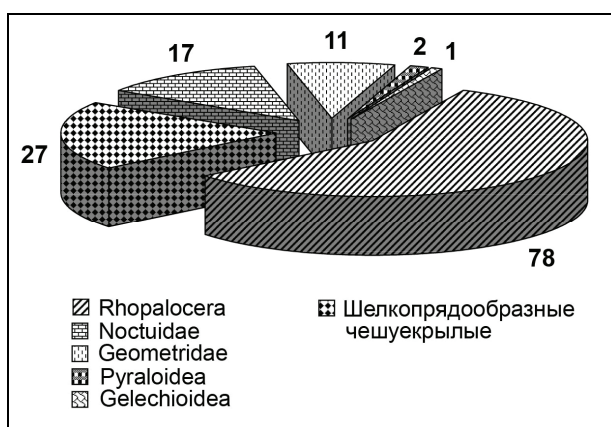


Рис. 1. Таксономическая структура чешуекрылых Дальнего Востока в работе Э. Менетрие (Ménétrières, 1859).

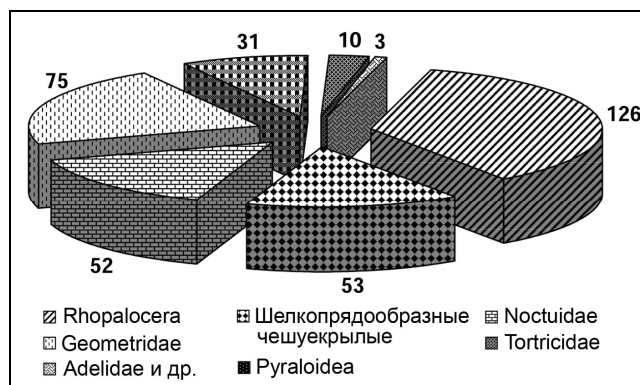


Рис. 2. Таксономическая структура чешуекрылых Дальнего Востока в работе О. Бремера (Bremer, 1863).

Вскоре была опубликована работа О.В. Бремера (Bremer, 1864), в которой были отражены результаты исследований Г.И. Радде, Р. Маака и П. Вульффиуса (P. Wulffius) в Восточной Сибири и Амурском крае и, кроме того, ревизованы данные о распространении видов, упомянутых в работе Э. Менетрие. Для Дальнего Востока было приведено 350 видов, среди которых более трети (126 видов) было представлено дневными бабочками (рис. 2). К тому времени было выявлено 75 видов пядениц, 53 вида шелкопрядообразных чешуекрылых и 52 – совка. Подавляющее число обнаруженных видов относятся к макрочешуекрылым. Следует отметить, что число известных видов микрочешуекрылых увеличилось до 44, из которых 31 вид – пиралоидные чешуекрылые.

Инвентаризация чешуекрылых Дальнего Востока: этапы и итоги. Первая инвентаризация чешуекрылых Палеарктики, в том числе и Дальнего Востока, была осуществлена на рубеже XIX и XX веков с выходом в свет каталога О. Штаудингера и Г. Ребеля в 2 частях (Staudinger, Rebel, 1901; Rebel, 1901).

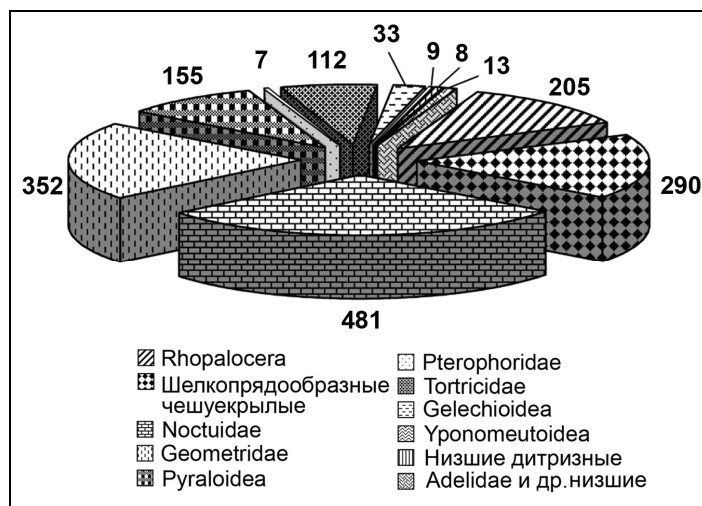


Рис. 3. Таксономическая структура чешуекрылых Дальнего Востока в каталоге О. Штаудингера и Г. Ребеля (Staudinger, Rebel, 1901; Rebel, 1901).

Таксономическая структура чешуекрылых Дальнего Востока, представленная в каталоге, существенно изменилась по сравнению с таковой в ранее рассмотренных работах и более близка к действительной (рис. 3). Всего в дальневосточном регионе к началу XX века было обнаружено 1665 видов чешуекрылых, из которых треть принадлежала совкам (481 вид), несколько уступали им по числу обнаруженных видов пяденицы (352 видов), третье место занимали шелкопрядообразные чешуекрылые (290 видов). За 40-летний период исследования с момента выхода работы О. Бремера для всех упомянутых

групп число известных видов увеличилось в 5–8 раз. Почти в 8 раз также увеличилось число видов микрочешуекрылых (347 видов), среди которых пиралоидные составили немногим меньше половины. Что касается дневных чешуекрылых, группы, которая обычно среди первых в изучении фауны чешуекрылых любого региона, то отмечается замедление темпов увеличения ее разнообразия: число известных видов с 1864 г. увеличилось менее чем на 40%, достигнув 205 видов.

Начало XX века ознаменовалось введением нового метода в исследования чешуекрылых, а именно использование признаков копулятивных аппаратов для идентификации видов, что способствовало интенсивному изучению фауны в различных регионах Старого и Нового Света и разработке систематики отряда. Широкому освоению этого метода способствовала серия работ, опубликованных в первой половине XX века с иллюстрациями гениталий различных групп чешуекрылых (Pierce, 1909, 1914; Кузнецов, 1915, 1929; Pierce, Metcalfe, 1922, 1935, 1938; Eyer, 1924). Использование нового метода диагностики видов позволило выявить много новых для науки таксонов, ревизовать комплексы близких видов, не различимых по внешним признакам, и пересмотреть систематику ряда групп, что нашло отражение в опубликованных монографических работах по отдельным группам чешуекрылых.

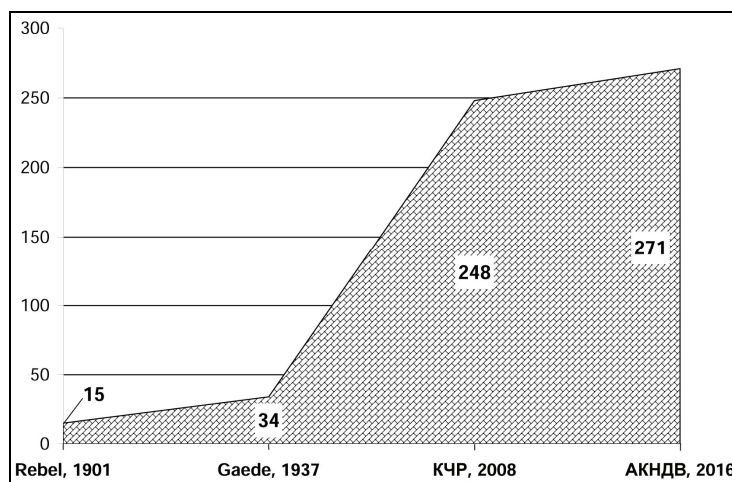


Рис. 4. Этапы инвентаризации выемчатокрылых молей (Gelechiidae) Дальнего Востока России. Обозначения: цифрами указано число известных видов по литературным источникам, перечисленным на оси абсцисс; КЧР – Каталог чешуекрылых России; АКНДВ – Аннотированный каталог насекомых Дальнего Востока России.

Внедрение нового метода оказало непосредственное влияние на темпы изучения видового разнообразия каждой группы чешуекрылых и особенно это показательно на группах микрочешуекрылых. Кривая, иллюстрирующая

увеличение количественных показателей разнообразия в первой половине XX века, для микрочешуекрылых (на примере Gelechiidae) отличается крутым изломом, тогда как кривые для макрочешуекрылых (Rhopalocera, Geometridae и Noctuidae) – более пологие (рис. 4, 5).

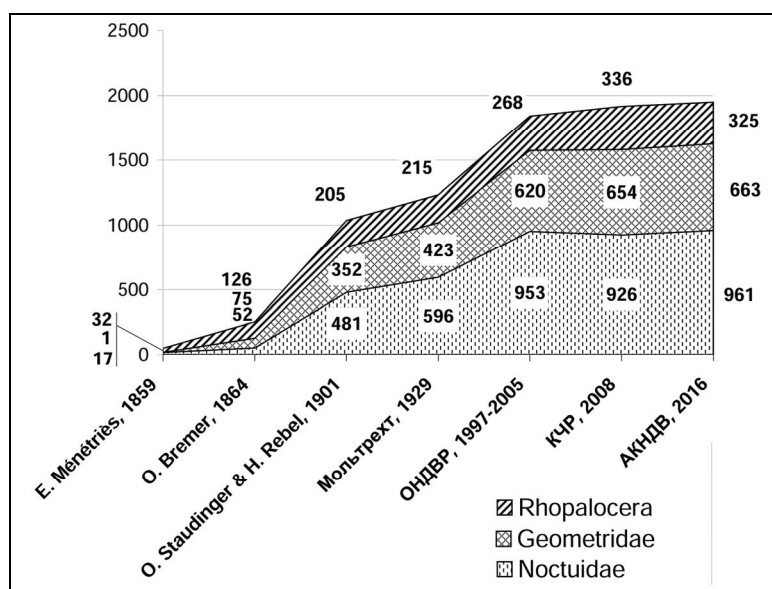


Рис. 5. Этапы инвентаризации Rhopalocera, Geometridae и Noctuidae Дальнего Востока России. Обозначения: ОНДВР – Определитель насекомых Дальнего Востока России; остальные обозначения, как на рис. 4.

Следует отметить, что на Дальнем Востоке инициатором и организатором исследования чешуекрылых был А.И. Куренцов. Опубликовав с 1922 г. по 1974 г. более 70 работ, посвященных этой группе, он заложил основу и направление фаунистических и зоогеографических исследований последующей работы лепидоптерологов на многие годы. Особое внимание А.И. Куренцов уделял дневным чешуекрылым, которых интенсивно собирал в ходе своих экскурсий и описывал новые таксоны. Итогом изучения стала книга – определитель булавоусых чешуекрылых Дальнего Востока (Куренцов, 1970), в которой автором приведен 271 вид из 64 родов. Несмотря на последующую синонимизацию ряда названий, в настоящее время 5 видов и 16 подвидов, описанных А.И. Куренцовым, считаются валидными.

Более 90 лет прошло с момента опубликования Каталога О. Штаудингера и Г. Ребеля (Staudinger, Rebel, 1901; Rebel, 1901) до появления в свет фундаментального серийного издания Определитель насекомых Дальнего Востока России, в 5 из 19 книг которого охвачена фауна чешуекрылых дальневосточных регионов, насчитывающая к концу XX века 4053 вида (Лер, 1997–2005).

В конце XX – начале XXI веков интенсивно развивается генетический критерий вида. Для идентификации таксонов и с целью инвентаризации фаун начали использовать высоко технологичную методику ДНК-баркодирования, позволяющую секвенированием короткого фрагмента mtCOI установить не только таксономическую принадлежность экземпляров, но и статус исследуемых популяций. Для многих групп насекомых, в том числе и чешуекрылых, установлены внутривидовые и межвидовые генетические дистанции, опираясь на которые в начале XXI века описаны новые виды, часто слабо поддержанные морфологическим критерием. Особенно проблематичным представляется использование этого метода для диагностирования видов в тех группах, где отмечается перекрытие порогов внутривидовой и межвидовой генетической изменчивости. Однако популярность метода, благодаря его технологичности, растет, и, вероятно, эта тенденция приведет к формальному увеличению видового разнообразия насекомых, и чешуекрылых в том числе, во многих регионах Земного шара. На количество зарегистрированных видов бабочек, обитающих на Дальнем Востоке, новый метод пока не оказал существенного влияния. Только единичные виды в некоторых группах были описаны на основе генетической дистанции (Huemmer et al., 2013).

В начале текущего века с восьмилетним интервалом подведены итоги изучения видового разнообразия чешуекрылых на Дальнем Востоке в опубликованном Каталоге чешуекрылых России (Синёв, 2008) и в Аннотированном каталоге насекомых Дальнего Востока России (Лелей, 2016). Обобщение данных по числу видов, зарегистрированных в дальневосточных регионах, показало, что за короткий интервал между этими фундаментальными работами количество видов чешуекрылых увеличилось с 4720 до 4876, т.е. на 156 видов.

Темпы изучения разнообразия чешуекрылых. Анализ 157 летнего периода изучения видового разнообразия чешуекрылых Дальнего Востока показал, что наиболее интенсивно это осуществлялось после внедрения новых методов диагностики, что происходило как в начале XX века, так и на рубеже XX и XXI веков (рис. 6).

Особенно это наглядно на темпах установления видового разнообразия микрочешуекрылых, число которых в настоящее время сопоставимо с видовым разнообразием макрочешуекрылых. Как отмечалось для конкретных групп выше (рис. 4, 5), кривая, демонстрирующая увеличение числа известных видов макрочешуекрылых в целом, тоже более пологая (рис. 6). Излом кривых свидетельствует не только о темпах изучения фауны чешуекрылых, но косвенно может указывать и на возможные перспективы. Почти горизонтальный участок кривой свидетельствует о замедлении темпов увеличения числа известных видов, и вероятном приближении к более полному выявлению фауны.

Перспективы изучения разнообразия чешуекрылых. Видовое разнообразие различных групп чешуекрылых Дальнего Востока изучено очень неравномерно. Если видовой состав дневных чешуекрылых приближается к

окончательному, то группы микрочешуекрылых изучены крайне неравномерно, а некоторые весьма слабо. В целом можно оценить изученность фауны чешуекрылых Дальнего Востока в 80–85%, учитывая возможный разброс от 70% до 90%.

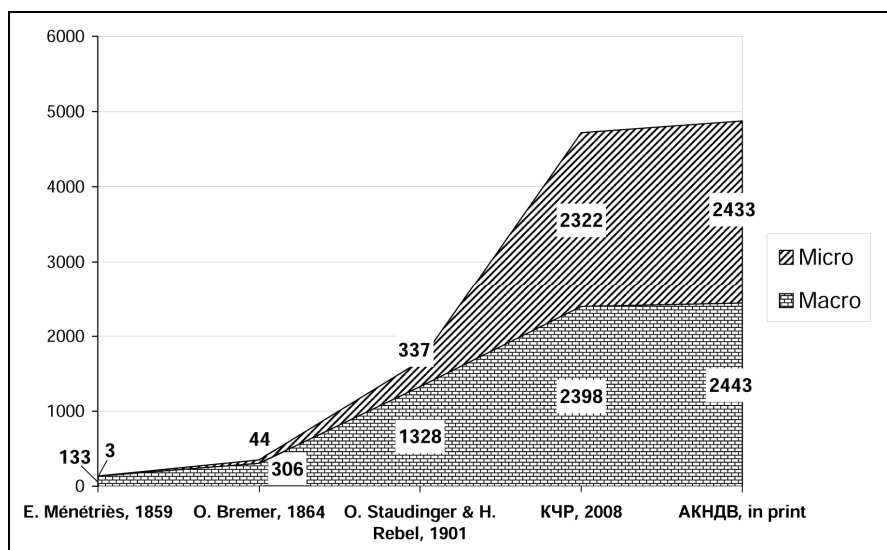


Рис. 6. Этапы инвентаризации чешуекрылых Дальнего Востока России. Обозначения: Микро – микрочешуекрылые, Макро – макрочешуекрылые; остальные обозначения как на рис. 4.

Источником пополнения фаунистических списков могут быть слабо изученные группы. Так, исследование фауны молей-ипсолофид позволило увеличить число известных видов на Дальнем Востоке с 10 в Определителе насекомых Дальнего Востока России (Гершензон, 1997) до 33 видов в Аннотированном каталоге насекомых Дальнего Востока России (Пономаренко, 2016). Зарегистрированное в настоящее время число видов Coleophoridae, 113 видов (Аникин, 2016), оценочно, может быть увеличено почти в 2 раза. Другим источником пополнения фауны могут быть мигранты и инвазивные виды, которые в условиях устойчивого климатического тренда могут расширять северные границы своих ареалов. Свидетельством тому может быть ряд обнаруженных видов – представителей микро- и макрочешуекрылых, адаптировавшихся к обитанию на территории Российского Дальнего Востока: *Grapholita dimorpha* Komai и *Ananarsia lineatella* Zell. (Beljaev, Ponomarenko, 2005), *Acosmeryx naga* (Moore) (Beljaev, 2003), *Ambulyx tobii* (Inoue) (Кошкин, Безбородов, 2013) и *Thinopteryx crocoptera* Kollar (Беляев, 2013).

Заключение

Учитывая продолжающееся пополнение фаунистического списка чешуекрылых Дальнего Востока России за счет изучения мало исследованных территорий, выявленность фауны чешуекрылых в целом можно оценить в 80–85% (70–90% у разных групп). Увеличение числа обнаруженных в дальневосточном регионе видов может происходить за счет слабо изученных групп микрочешуекрылых и малоактивных групп, обитающих в узко локальных биотопах, эпизодических мигрантов и натурализующихся инвазивных видов.

Стратегической задачей следующего этапа инвентаризации чешуекрылых Дальнего Востока России должно быть детальное изучение региональных фаун, выявление путей миграции чешуекрылых и осуществление их мониторинга в контрольных точках.

Благодарности

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

ЛИТЕРАТУРА

- Аникин В.В. 2016.** Сем. Coleophoridae – Моли-чехлоноски. *Аннотированный каталог насекомых Дальнего Востока России. Т. 2. Чешуекрылые.* Владивосток: Дальнаука. С. 97–105.
- Беляев Е.А. 2013.** Особенности фауны пядениц (Lepidoptera: Geometridae) островов залива Петра Великого. *Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. Вып. 24.* Владивосток: Дальнаука, С. 71–100.
- Гершензон З.С. 1997.** 19. Сем. Plutellidae – Серпокрылые моли. *Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. V. Ручейники и чешуекрылые. Ч. 1.* Владивосток: Дальнаука. С. 434–440.
- Кошкин Е.С., Безбородов В.Г. 2013.** *Ambulyx tobii* (Inoue, 1976) (Lepidoptera, Sphingidae) – новый вид и род бражников для фауны России из южной части Приморского края. *Евразийский энтомологический журнал*, 12(4): 415–419.
- Кузнецов Н.Я. 1909.** *Насекомые чешуекрылые (Insecta Lepidoptera). Введение.* Петроград. 336 с. (Фауна России и сопредельных стран. Т. 1, вып. 1).
- Кузнецов Н.Я. 1929.** *Насекомые чешуекрылые (Insecta Lepidoptera). Введение. Asciiidae (Danaiidae).* Л. 64 с. (Фауна России и сопредельных стран. Т. 1, вып. 2).
- Куренцов А.И. 1974.** *Булавоусые чешуекрылые Дальнего Востока СССР. Определитель.* Л.: Наука. 164 с.
- Лелей А.С. (ред.). 2016.** *Аннотированный каталог насекомых России. Т. 2. Чешуекрылые.* Владивосток: Дальнаука. 786 с.
- Лер П.А. (ред.). 1997-2005.** *Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. V. Ручейники и чешуекрылые.* Владивосток: Дальнаука. Ч. 1. 540 с. Ч. 2. 671 с. Ч. 3. 540 с. Ч. 4. 688 с. Ч. 5. 575 с.
- Пономаренко М.Г. 2016.** Сем. Ypsilophidae – Ипсолофиды. *Аннотированный каталог насекомых Дальнего Востока России. Т. 2. Чешуекрылые.* Владивосток: Дальнаука. С. 66-69.

- Синёв С.Ю.** (ред.). 2008. *Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России*. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК. 424 с.
- Adler P.H., Footitt R.G.** 2009. Introduction. In: Footitt R.G., Adler P.H. (eds.). *Insect biodiversity : science and society*. Blackwell Publishing LTD. P. 1–6.
- Beljaev E.A.** 2003. *Acosmeryx naga* Moore (Lepidoptera, Sphingidae) – new species of hawkmoths for the fauna of Russia. *Far Eastern Entomologist*, 131: 6–8.
- Beljaev E.A., Ponomarenko M.G.** 2005. New Lepidopterological finds (Lepidoptera: Gelechiidae, Tortricidae, Geometridae) in South of Russian Far East. *Far Eastern Entomologist*, 155: 1–11.
- Bremer O.** 1864. Lepidopteren Ost-Sibiriens, insbesondere des Amur-Landes, gesammelt von den Herren G. Radde, R. Maack und P. Wulfius. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg*, VII^e Série. St.Petersburg, 8(1): 1–104.
- Eyer J.** 1924. The comparative morphology of the male genitalia of the primitive Lepidoptera. *Annals of the Entomological Society of America*, 17: 275–342.
- Gaston K.J.** 1991. The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology*, 5: 283–296.
- Grimaldi D.A., Engel M.** 2005. *The Evolution of Insects*. Cambridge University Press, Cambridge. 755 pp.
- Heppner J.B.** 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera*, 2 (Supplement 1): 1–85.
- Huemer P., Elsner G., Karsholt O.** 2013. Review of the *Eulamprotes wilkella* species-group based on morphology and DNA barcodes, with descriptions of new taxa (Lepidoptera, Gelechiidae). *Zootaxa*, 3746 (1): 69–100.
- Kristensen N.P.** (ed). 1998. *Lepidoptera, Moths and Butterflies. Volume 1. Evolution, Systematics, and Biogeography*. Walter de Gruyter, Berlin. 491 pp.
- Ménétrières E.** 1859. Lépidoptères de la Sibérie orientale et en particulier des rives de l'Amour. In: Dr. L. v. Schrenck. *Reisen und Forschungen im AmurLande, Bd. 2*. 75 pp.
- Pierce F.N.** 1909. *The genitalia of the group Noctuidae of the Lepidoptera of the British Islands*. Liverpool. xii+88 pp.
- Pierce F.N.** 1914. *The genitalia of the group Geometridae of the Lepidoptera of the British Islands*. Liverpool. xxix+88 pp.
- Pierce F.N., Metcalfe J.W.** 1922. *The genitalia of the group Tortricidae of the Lepidoptera of the British Islands*. Oundle, Northans. xxii+101 pp.
- Pierce F.N., Metcalfe J.W.** 1935. *The genitalia of the Tineid families of the Lepidoptera of the British Islands*. Oundle, Northans. xxii +116 pp.
- Pierce F.N., Metcalfe J.W.** 1938. *The genitalia of the British Pyrales with the Deltoides and Plumes*. Oundle, Northans. xiii+69 pp.
- Stork N.E.** 1993. How many species are there? *Biodiversity and Conservation*, 2: 215–232.
- Pogue M.G.** 2009. Biodiversity of Lepidoptera. In: Footitt R.G., Adler P.H. (eds.). *Insect biodiversity : science and society*. Blackwell Publishing LTD. P. 325–355.
- Rebel H.** 1901. Famil. Pyralidae-Micropterygidae. In: Staudinger O., Rebel H. *Catalogue der Lepidopteren des palaearktischen Faunengebietes*. Teil II. Verlag Friedländer & Sohn, Berlin. 368 pp.
- Staudinger O., Rebel H.** 1901. *Catalog der Lepidopteren des Palaearktischen Faunengebietes*. Teil I. Verlag Friedländer & Sohn, Berlin. 411 pp. Teil II. 368 pp.
- Zhang Z.Q.** 2013. Phylum Arthropoda. In: Zhang Z.Q. (Ed.). *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness*. *Zootaxa*, 3703: 1–82.

BIODIVERSITY OF THE LEPIDOPTERA IN THE FAR EAST OF RUSSIA:
STAGES OF INVENTORY, RESULTS AND PERSPECTIVES

M.G. Ponomarenko^{1,2*}, E.A. Beljaev¹

¹ Institute of Biology and Soil Science, Far Eastern Branch of Russian Academy of
Science, Vladivostok, Russia

² Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

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

The results of the study of the Lepidoptera species diversity in the Russian Far East are summarized stepwise and analyzed for a sesquicentennial period. The possible prospects of that research direction are outlined. It was found that faunistic lists continue to be replenished with a different intensity for different lepidopteran groups, which make possible the estimation of the revealing of the Far Eastern fauna by approximately 85%. The source of replenishment of species diversity of Lepidoptera could be poorly studied and locally distributed low-activity groups, as well as naturalized invasive species and occasional migrants. The detailed study of regional faunas, detection of migration ways of butterflies and moths and implementation of their monitoring in control points are proposed as strategic task of the next stage of the Lepidoptera inventory.