

## О проникновении и расселении сколии-гиганта (*Megascolia maculata*) на территории биосферного резервата «Воронежский» (Центральная Россия)

### On the penetration and settlement of the mammoth wasp *Megascolia maculata* in the territory of the Biosphere Nature Reservation «Voronezhsky», Central part of Russia

В.М. Емец  
V.M. Emets

Воронежский государственный природный биосферный заповедник им. В.М. Пескова, Центральная Усадьба, Госзаповедник, Воронеж 394080 Россия. E-mail: emets.victor@yandex.ru.

The Peskov Voronezhsky State Natural Biosphere Reserve, Tsentralnaja Usadba, Goszapovednik, Voronezh 394080 Russia.

**Ключевые слова:** сколия-гигант, *Megascolia maculata*, инвазивный вид, проникновение, расселение, биосферный резерват.

**Key words:** mammoth wasp, *Megascolia maculata*, invasive species, penetration, settlement, Biosphere Nature Reservation.

**Резюме.** Приведены собранные в 2010–2018 гг. на территории биосферного резервата «Воронежский» данные о местонахождениях сколии-гиганта *Megascolia maculata* (Drury, 1773). Имаго *M. maculata*, вероятно, самостоятельно проникли в 2010 и 2013 гг. на территорию резервата с трёх направлений (с севера, юга и востока). Выделены 2 группировки *M. maculata* с устойчивыми районами активности имаго на территории резервата. На территории резервата вероятная средняя дальность расселения имаго в 2 группировках *M. maculata* — небольшая, в 2010–2018 гг. она составляла  $2,9 \pm 0,8$  и  $2,1 \pm 1,0$  км. В 2010–2018 гг. на территории резервата инвазия *M. maculata* оказалась мало эффективной, что, очень вероятно, связано с антропофильностью вида и слабо развитой животноводческой деятельностью в сёлах, расположенных в охранной зоне вокруг биосферного резервата.

**Abstract.** Distribution of mammoth wasp *Megascolia maculata* (Drury, 1773) in the Biosphere Nature Reservation «Voronezhsky» during 2010–2018 is analyzed. *M. maculata* imago probably independently penetrated into the Reservation in 2010 and 2013 from the North, South and East. Two aggregations of *M. maculata* with stable areas for imago activity in the reservation are distinguished. Probable distance of average flight activity of *M. maculata* was ranging from  $2.9 \pm 0.8$  to  $2.1 \pm 1.0$  km during 2010–2018. Poor invasion of *M. maculata* into the Reservation during 2010–2018 can be explained by anthropophilous strategy of the species and weak cattle-breeding activity in the buffer zone around the Biosphere Reservation.

## Введение

Сколия-гигант, *Megascolia maculata* (Drury, 1773) (Hymenoptera: Scoliidae) — южный термофильный вид, приуроченный к югу и юго-востоку Европы, Кавказу, Северной Африке и Передней Азии

[Shteinberg, 1962]. В середине XX века северную границу распространения вида в европейской части СССР проводили в степной зоне по линии Киев–Харьков–Волгоград (по 49–50-й параллели) [Shteinberg, 1962]. В конце XX–начале XXI века взрослых особей *M. maculata* начали находить севернее — в лесостепной зоне и северную границу распространения вида в европейской части России стали проводить по линии Воронеж–Тамбов–Пенза–Ульяновск–Уфа ( $52\text{--}55^\circ$  с.ш.) [Polumordvinov, 2004]. Известны находки *M. maculata* как инвазивного вида ещё севернее — на юге лесной зоны: во Владимирской области [Mukhanov, 2005], Нижегородской области [Mokrousov, 2008] и Калужской области [Aleksseev, Matveev, 2017]. Расширение ареала *M. maculata* в региональном масштабе (в пределах европейской территории России) в начале XXI века не вызывает сомнений [Ruchin, Artaev, 2016]. Глобальное потепление климата в XXI веке могло способствовать распространению южных термофильных видов насекомых в северном направлении [A Global Strategy..., 2001; Walther et al., 2009; Robinet, Roques, 2010; Yasyukevich, Davidovich, 2010; Huang et al., 2011; Global climate change..., 2017].

Особый интерес представляют первые находки в 2010 г. инвазивного вида *M. maculata* на территории биосферного резервата «Воронежский» (лесостепная зона — Воронежская и Липецкая обл.) [Emets, Emets, 2011]; позже (в 2011 и 2014 гг.) *M. maculata* была включена в Красные книги Воронежской и Липецкой областей. Эти случаи проникновения *M. maculata* в лесной массив Воронежского заповедника — удобная модель изучения инвазии термофильного насекомого на локальном уровне. Инвазия как процесс на локальном пространственно-вре-

менном уровне изучена слабо, намного хуже, чем инвазия на региональном и глобальном уровнях; между тем параметры и определяющие факторы инвазионного процесса на локальном и региональном уровнях могут быть различными [Williamson, 1996; Colautti, MacIsaac, 2004; Heller et al., 2006; Lockwood et al., 2013; Jeschke, 2014; New, 2016].

В связи с проникновением *Megascolia maculata* в лесной массив Воронежского заповедника и необходимостью организации мониторинга инвазии на всей территории резервата возник ряд вопросов: каковы вероятные направления проникновения имаго *Megascolia maculata* в лесной массив Воронежского заповедника; сформируются ли группировки *M. maculata* с устойчивыми районами активности имаго после первого обнаружения; каковы возможные маршруты расселения имаго *M. maculata* после первого и последующих обнаружений; каковы вероятные средние дальности расселения имаго в устойчивых группировках *M. maculata*? Возникла также необходимость формулировки рабочей гипотезы, в которой давался бы прогноз об эффективности (успешности) инвазии *M. maculata* на территории резервата.

При разработке гипотезы и прогноза эффективности инвазии *M. maculata* на территории резервата оказались полезными 2 теоретические концепции: 1) концепция широкого понимания процесса колонизации (colonization), в которой инвазия (invasion) — частный случай колонизации [Davis, Thompson, 2000]; 2) концепция «давления зачатков» («propagule pressure») [Williamson, Fitter, 1996; Lockwood et al., 2005; Memmott et al., 2005; Colautti et al., 2006; Catford et al., 2009]. При формулировке рабочей гипотезы учитывались следующие обстоятельства: 1) тёплые климатические условия лугово-степных и лесных биотопов резервата (следствие глобального изменения климата) — благоприятный фактор; 2) очень низкая численность личинок жука-носорога (основного хозяина личинок паразитоидного *M. maculata*) в лесном массиве резервата и невысокая численность личинок жука-носорога в компостных и навозных кучах в сёлах, примыкающих к границе заповедника, — неблагоприятный лимитирующий фактор; 3) обилие цветущих травянистых растений вдоль дорог в охранной зоне и в лугово-степных биотопах внутри лесного массива резервата — благоприятный фактор дополнительного питания имаго *M. maculata*, повышения их выживаемости и сохранения их способности к размножению; 4) значительное косвенное отрицательное антропогенное воздействие на уровень размножения *M. maculata*, на развитие и выживаемость личинок *M. maculata* в связи с наличием только небольших компостных и навозных куч, где численность личинок жука-носорога мала (следствие слаборазвитого животноводства в окрестных сёлах охранной зоны).

Гипотеза: по истечении 8–10 лет: а) возможно неоднократное проникновение в опушечные квар-

талы лесного массива резервата небольшого числа имаго *M. maculata* с севера, юга, востока и запада из сёл, расположенных вокруг Воронежского заповедника (в пределах Воронежской и Липецкой областей); б) численность группировок *M. maculata*, населяющих охранную зону и окраину лесного массива резервата будет очень мала и расселяться немногочисленные имаго *M. maculata* будут на небольшое расстояние; в) в целом инвазия *M. maculata* на территории биосферного резервата «Воронежский» будет мало эффективной.

Цель данного сообщения — проверка гипотезы, которая предусматривает анализ собранных в 2010–2018 гг. на территории биосферного резервата «Воронежский» данных о местонахождениях *M. maculata* с тем, чтобы наметить вероятные направления проникновения и возможные маршруты расселения вида, а также рассчитать вероятные средние дальности расселения имаго в группировках *M. maculata* с устойчивыми районами активности имаго.

## Материал и методы

*Megascolia maculata* была впервые обнаружена на территории Воронежского заповедника в 2010 г. в двух точках [Emets, Emets, 2011]. Ежегодно в 2011–2018 гг. в поисках имаго *M. maculata* обследовали территорию биосферного резервата «Воронежский» (Воронежский заповедник, заказник «Воронежский» и охранную зону вокруг Воронежского заповедника), особенно районы вблизи находок *M. maculata* в 2010 г., а также луговое пространство высоковольтной электротрассы, пересекающей лесной массив резервата с севера на юг, крупные луговые поляны на территории заповедника, опушечную часть лесного массива заповедника (охранную зону) в пределах Воронежской и Липецкой областей; были также специально проинструктированы работники охраны и научного отдела заповедника. *M. maculata* — паразитоидный вид, у которого хозяева личинок — личинки крупных пластинчатоусых жуков (жука-носорога, и, вероятно, жука-олени и мраморного хруща); имаго для созревания половых продуктов необходимо дополнительное питание нектаром и пыльцой на цветах травянистых растений и кустарников [Shteinberg, 1962; Gusenleitner et al., 2007; Fateryga, Shorenko, 2012]. Поэтому на протяжении 9 лет с конца апреля до середины сентября проводился поиск имаго *M. maculata* в открытых (луговых) биотопах резервата, осматривая цветущие луговые травянистые растения на маршрутах в 1–3 км. Местонахождения имаго *M. maculata* на территории резервата фиксировались с помощью GPS-навигатора (Garmin Gpsmap64st) и наносились на картосхему резервата.

Видовая систематика сколий (Scoliidae) хорошо разработана [Shteinberg, 1962; Tobias, 1978; Osten, 2000]; идентификация *M. maculata* в полевых условиях биосферного резервата «Воронежский» легко осуществлялась по крупным размерам (длина тела

самок 32–55 мм, самцов 26–32 мм), рыжевато-опушенности вершины брюшка, наличию 3 радиомедиальных ячеек на передних крыльях и парных жёлтых пятен на 2–3-ем тергитах брюшка.

В 2010–2018 гг. на территории Воронежского заповедника и охранной зоны вокруг него было зарегистрировано всего 19 имаго *M. maculata*. После помещения в коллекцию заповедника (в разделе «материал» имеется указание — «колл. ВГЗ») 4 экземпляров *M. maculata* сбор был прекращён и далее насекомые только фотографировались в природной обстановке с фиксацией их местонахождения с помощью GPS-навигатора.

**Особенности обработки данных.** Вероятные направления проникновения имаго *M. maculata* на территорию резервата определяли на картосхеме резервата по первым местонахождениям имаго. На картосхеме резервата ближайшие на протяжении нескольких лет местонахождения этого вида объединяли в группировки с устойчивыми районами активности имаго. Ближайшие по времени обнаружения местонахождения имаго *M. maculata* соединяли штриховыми линиями — вероятными маршрутами расселения. Анализ обстоятельств обнаружения насекомых (см. выше) позволил предположить, что их расселение в пределах резервата осуществлялось в основном по луговым биотопам вдоль дорог, а также вдоль поймы реки Усмани. Важную роль дорог в расселении *M. maculata* подчеркивает ряд авторов [Ruchin, Artaev, 2016]. Обнаружение имаго сколии-гиганта на территории резервата не только в сухих (лугово-степных), но и в сырых биотопах (в пойме р. Усмани и вблизи болота в квартале 538) указывает на экологическую пластичность вида и согласуется с опубликованными данными о его эвритопности [Fatoryga, Shorenko, 2012].

Используя совокупность местонахождений имаго в выделенных группировках *M. maculata*, сделана попытка рассчитать вероятную среднюю дальность расселения имаго в каждой группировке данного вида. Для впервые обнаруженных имаго (в 2010 г.) в двух группировках *M. maculata* вероятную дальность расселения принимали за ноль. Для имаго, обнаруженных в 2012, 2013, 2016–2018 гг., рассчитывали вероятную дальность расселения, используя вероятные маршруты расселения на картосхеме (точность до 0,1 км). Таким образом, вероятные средние дальности расселения имаго ( $M \pm m$ ) в двух группировках сколий рассчитывали, используя данные о вероятной дальности расселения 10 имаго в северо-западной группировке и 7 имаго в юго-восточной группировке.

Дополнительно в 2010–2018 гг. обследовали компостные и навозные кучи в поисках личинок жука-носорога, являющегося основным хозяином паразитирующих личинок *M. maculata* [Shteinberg, 1962; Vereecken, Carriere, 2003; Polumordvinov, 2004; Fatoryga, Shorenko, 2012; Ruchin, Artaev, 2016], на центральной усадьбе заповедника, а также в насе-

лённых пунктах у границы лесного массива заповедника, фиксируя районы встречаемости личинок жука-носорога на картосхеме резервата.

## Hymenoptera

### Scoliidae

#### *Megacolia maculata* (Drury, 1773)

**Материал.** 2010 г.: 28.IV., кв. 10, опушка сосняка, на одуванчике *Taraxacum* и медунице *Pulmonaria*, Г.Б. Бобков leg., колл. ВГЗ — 1♂; 7.VI., кв.355, поляна в пойме р. Усмани, на соцветиях дягиля *Angelica* и борщевика *Heracleum* — 1♀. 2012 г.: 1.VI., кв. 508, центральная усадьба, бобропитомник у р. Усмани, на цветках жасмина *Philadelphus*, Е.Е. Ершова leg., колл. ВГЗ — 1♂; 6.VII., заболоченный сосняк на опушке кв. 538 — окраина пос. Краснолесный, на соцветиях плакун-травы *Lythrum salicaria* и мяты *Mentha* — 1♀. 2013 г.: 31.V. и 2.VI., кв. 508, центральная усадьба, бобропитомник у р. Усмани, на цветках жасмина *Philadelphus*, Е.Е. Ершова leg., колл. ВГЗ — 1♂, 1♀; 7.VI., кв. 490, поляна, на соцветиях тысячелистника *Achillea* и чертополоха *Carduus* — 1♂; 10.VI., кв. 134, поляна вблизи корд. Никольский, на соцветиях плакун-травы *Lythrum salicaria* и черноголовки *Prunella* — 1♂, 1♀; 11.VI., кв. 105, луговой участок электротрассы, на соцветиях синеголовника *Eryngium planum*, бодяка *Cirsium*, чертополоха *Carduus* и васьки *Centaurea* — 2♂♂, 2♀♀. 2016 г.: 16.VI., охранная зона у кв. 1 вблизи дороги, 52°01.795' N, 39°37.886' E, на соцветиях синяка *Echium vulgare* и чертополоха *Carduus* — 1♂; 23.VI., охранная зона вблизи с. Шаршки, 52°01.583' N, 39°36.586' E, на соцветиях синяка *Echium vulgare* — 1♂. 2017 г.: 29.VI., охранная зона вблизи с. Шаршки, 52°02.361' N, 39°38.208' E, на соцветиях синяка *Echium vulgare* — 1♀; 17.VII., кв. 508, центральная усадьба вблизи бобропитомника, на соцветии тысячелистника *Achillea* — 1♀. 2018 г.: 14.VI., охранная зона у ручья Шаршок, 52°02.390' N, 39°38.309' E, на соцветиях синяка *Echium vulgare* — 1♂; 20.VII., охранная зона у дороги вблизи Чистоозёрского кордона, 52°01.697' N, 39°39.362' E, на соцветии синеголовника *Eryngium planum* — 1♀.

## Результаты и их обсуждение

Местонахождения, районы активности имаго, вероятные направления проникновения и возможные маршруты расселения имаго *M. maculata* в 2011–2018 гг. на территории биосферного резервата «Воронежский» показаны на картосхемах (рис.1–3); данные о вероятных средних дальностях расселения имаго в 2 группировках *M. maculata* на территории резервата представлены в табл. 1.

В 2010–2018 гг. по местонахождениям имаго *M. maculata* на территории Воронежского заповедника и его охранной зоны можно выделить 2 группировки *M. maculata* с устойчивыми районами активности имаго и одиночное восточное местонахождение имаго (рис.1). Можно предполагать, что имаго *M. maculata* проникли в 2010 и 2013 гг. на территорию заповедника (кв.10, 134, 355), двигаясь в трёх направлениях: а) в 2010 г. с севера из с. Шаршки, где были обнаружены личинки жука-носорога — основного хозяина личинок *M. maculata*; б) в 2010 г. с юга из пос. Водокачка и с. Малая Приваловка, где были зарегистрированы личинки жука-носорога; 3) в 2013 г. с востока из с. Никольские Выселки (Липец-

кая обл.), где были отмечены личинки жука-носорога (рис. 1–3). Гипотеза исследования предусматривала проникновение *M. maculata* на территорию биосферного резервата «Воронежский» в разные годы и с различных направлений. Она могла проникнуть на территорию Воронежского заповедника с юга, двигаясь из южных (степных) районов Воронежской области; *M. maculata* отмечена в Бобровском и Новохоперском районах Воронежской области [Red Data Book of the Voronezhskaja Oblast, 2011]. Источником инвазии при проникновении данного вида на территорию Воронежского заповедника с севера и востока могла быть группировка *M. maculata* в Липецкой обл.; имаго были обнаружены в Елецком и Задонском районах Липецкой обл. [Tsurikov, 2013; Red Data Book of the Lipetskaja Oblast, 2014]. Наиболее вероятно, что вид расселялся в северном и других направлениях самостоятельно, используя как промежуточные пункты локального размножения сельские населённые пункты вдоль дорог (усадыбы,

где выращивается крупный рогатый скот и имеются кучи навоза с личинками жука-носорога).

Северо-западная группировка *M. maculata* на территории резервата, вероятно, — самовоспроизводящаяся (хозяева личинок *M. maculata* — личинки жука-носорога — найдены в с. Шаршки и Студенки); 10 имаго этой группировки отмечены на протяжении 5 лет из 9 (рис. 2). Четыре имаго *M. maculata*, отмеченные на луговом пространстве электротрассы в 2013 г., продемонстрировали самую высокую вероятную дальность расселения — 5,9 км от первоначального местонахождения вида в 2010 г. (рис. 2). Обращает на себя внимание, что большинство особей *M. maculata* (9 из 10) этой группировки найдено в луговых биотопах непосредственно у дороги и вблизи ее и только одна особь *M. maculata* обнаружена вдали от дороги в пойме р. Шаршок.

Юго-восточная группировка *M. maculata* на территории резервата также, вероятно, — самовоспроизводящаяся (хозяева личинок *M. maculata* — ли-

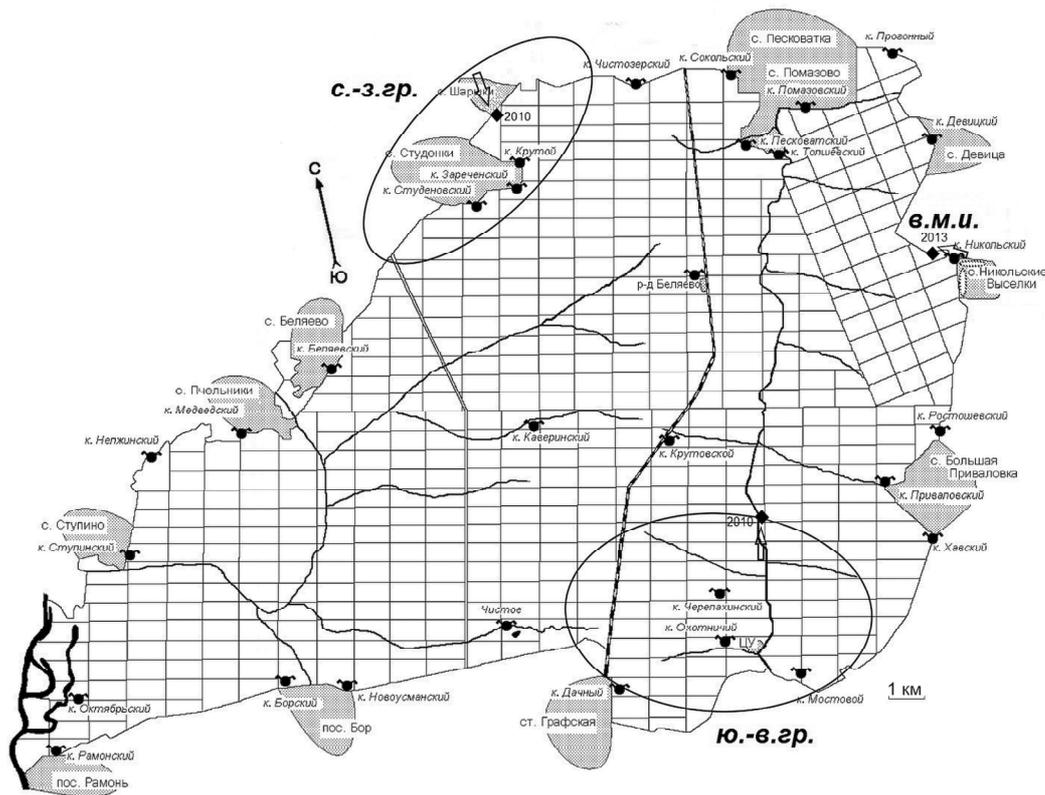


Рис. 1. Воронежский заповедник и охранный зона вокруг него: вероятные направления проникновения ( $\Rightarrow$ ), районы активности ( $\bigcirc$ ) имаго 2 группировок *Megascolia maculata* (северо-западной — с.-з. гр., юго-восточной — ю.-в. гр.) и одиночное местонахождение ( $\blacklozenge$ ) имаго *Megascolia maculata* на восточной окраине заповедника (в.м.и.) в 2010–2018 гг. Показаны только первые местонахождения ( $\blacklozenge$ ) имаго *Megascolia maculata*.  $\bigcirc$  — Районы обнаружения в компостных и навозных кучах личинок жука-носорога (основного хозяина паразитоидных личинок *Megascolia maculata*) на территории с. Никольские Выселки.

Fig. 1. Voronezhsky Nature Reserve and the buffer zone around it: possible directions of the imago penetration ( $\Rightarrow$ ), the regions of imago activity ( $\bigcirc$ ) of two *Megascolia maculata* groupings (northwestern one — с.-з. гр., southeastern one — ю.-в. гр.) and the single location ( $\blacklozenge$ ) of *Megascolia maculata* imago on the Eastern edge of the Reserve (в.м.и.) in 2010–2018: The first locations ( $\blacklozenge$ ) of *Megascolia maculata* imago are only shown.  $\bigcirc$  — The areas of findings of the European rhinoceros beetle larvae (the main host of *Megascolia maculata* parasitoid larvae) in compost and dung heaps on territory of the village Nikolskie Vyselki.

чинки жука-носорога — найдены на центральной усадьбе заповедника и окраине пос. Краснолесный); 7 имаго этой группировки отмечены на протяжении 4 лет из 9 (рис. 3). Нахождение в 2010 г. одной особи этой группировки *M. maculata* на лугу в пойме реки Усмани (кв.355) — единственный случай нахождения имаго *M. maculata* в глубине лесного массива резервата (в 5 км от южной границы заповедника); эта особь могла достичь пойменного луга в квартале 355, только двигаясь с юга вдоль реки по открытым пойменным биотопам, и эта особь, несомненно, пересекла территорию центральной усадьбы заповедника (кв. 508). То, что *M. maculata* не была отмечена в 2010 и 2011 гг. на территории центральной усадьбы заповедника, — вероятный пробел исследования. Самой высокой вероятной дальностью расселения (5,6 км) характеризовалась особь *M. maculata*, обнаруженная в 2012 году у границы пос. Краснолесный (рис. 3). В этой группировке *M. maculata* прослеживается возможная важная роль в расселении как открытых пойменных биотопов р. Усмани, так и луговых биотопов вдоль дорог.

Из табл. 1 видно, что вероятные средние дальности расселения имаго в 2 группировках *M. maculata* на территории резервата существенно (статистически значимо) не различаются:  $t = 0,62$ ;  $P > 0,05$ . Значения вероятных средних и максимальных дальностей расселения имаго в группировках *M. maculata* на территории резервата (рис. 2, 3, табл. 1) в определённой мере согласуются с данными исследователей [Pasquet et al., 2008; Wikelski et al., 2010; Hagen et al., 2011], изучавших двигательную активность различных представителей настоящих пчёл (Apidae) радиотелеметрическим методом: так они установили для пчелы-плотника *Xylocopa flavorufa*, орхидной пчелы *Exaerete frontalis* и 3 видов шмелей (*Bombus hortorum*, *B. ruderatus*, *B. terrestris*) максимальные дальности лёта отдельных особей на протяжении нескольких дней в 2,5, 5,0 и 6,0 км.

Проникшие на территорию резервата в разные годы, вероятно, с 3 направлений имаго *M. maculata* смогли сформировать только 2 группировки с устойчивыми районами активности имаго. В 2010–2018 гг. расселение имаго *M. maculata* на территории резервата, вероятно, происходило как вдоль дорог в окраинной части резервата, так и вдоль поймы реки Усмани. Эти предположения согласуются с данными о высокой экологической пластичности *M. maculata* — её обитанием в городских биотопах Са-

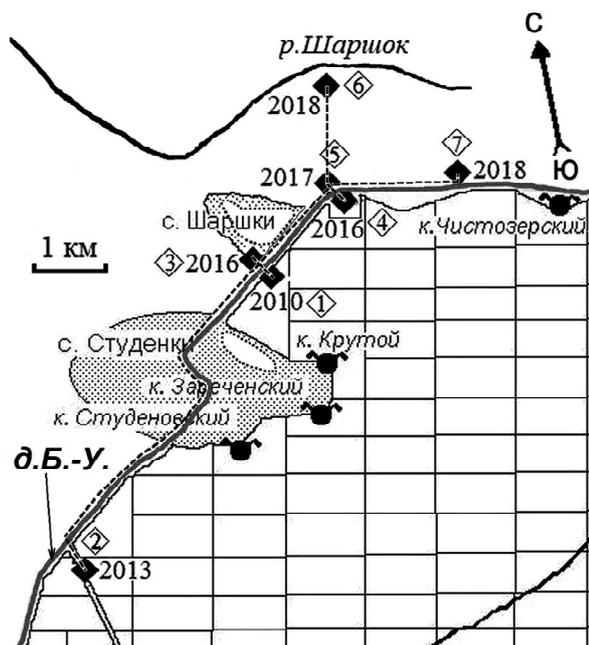


Рис. 2. Северо-западная окраина Воронежского заповедника и его охранный зона с северо-западной группировкой *Megascolia maculata* в 2010–2018 гг. (последовательность обнаружения по годам 7 местонахождений имаго *Megascolia maculata* показана цифрами). Штриховыми линиями показаны вероятные маршруты расселения имаго *Megascolia maculata* д.Б.-У. — дорога «с. Беляево–гор. Усмань». — районы обнаружения в компостных и навозных кучах личинок жука-носорога на территориях с. Шаршки и Студенки.

Fig. 2. Northwestern edge of the Voronezhsky Nature Reserve and its buffer zone with northwestern *Megascolia maculata* grouping in 2010–2018 (the figures show the detection sequence of 7 locations of *Megascolia maculata* imago for years). Dashed lines show the possible routes of *Megascolia maculata* imago settlement. д.Б.-У. — the Road «village Belyaev-town Usman». — The areas of findings of the European rhinoceros beetle larvae in compost and dung heaps on territories of the villages Sharshki and Studenki.

ратова [Anikin, Voronin, 2017]. Луговые биотопы вдоль дорог — важные экологические коридоры при расселении *M. maculata* [Ruchin, Artaev, 2016]; косвенно это подтверждает значительная гибель взрослых *M. maculata* на дорогах, которая даже указывается как важный лимитирующий фактор [Red Data Book of the Krasnodarskii Krai, 2017]. Значительная гибель насекомых-опылителей (в том числе перепончаток-рылых) зарегистрирована и на дорогах Канады [Baxter-Gilbert et al., 2015].

Таблица 1. Вероятные средние дальности расселения имаго в двух группировках *Megascolia maculata* на территории биосферного резервата «Воронежский» в 2010–2018 гг.

Table 1. The probable average ranges of imago moving in two *Megascolia maculata* groupings on the territory of the Biosphere Nature Reservation «Voronezhsky» in 2010–2018

Группировки <i>Megascolia maculata</i> на территории биосферного резервата «Воронежский» в 2010–2018 гг.	Число особей, n	Вероятная средняя дальность расселения имаго в группировке <i>Megascolia maculata</i> , км $M \pm m$
Северо-западная	10	2,9 ± 0,8
Юго-восточная	7	2,1 ± 1,0

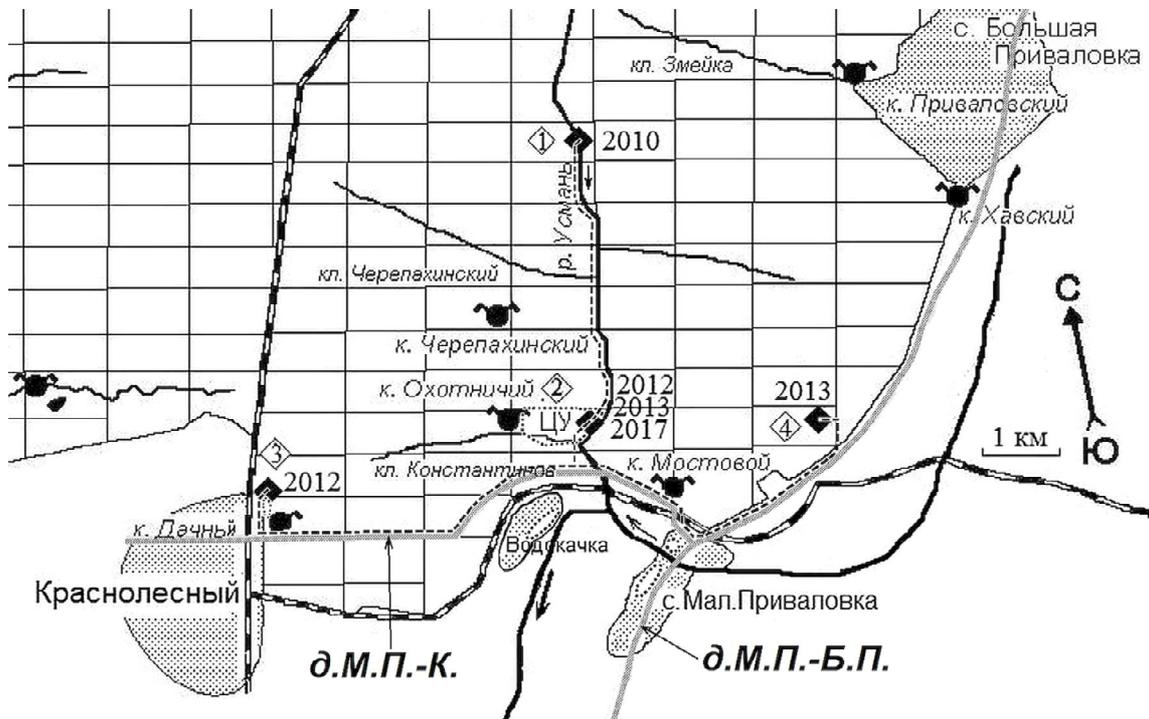


Рис. 3. Юго-восточная окраина Воронежского заповедника с юго-восточной группировкой *Megascolia maculata* в 2010–2018 гг. (последовательность обнаружения по годам 4 местонахождений имаго *Megascolia maculata* показана цифрами). Штриховыми линиями показаны вероятные маршруты расселения имаго *Megascolia maculata* д.М.П.-К. — Дорога «с. Малая Приваловка–пос. Краснолесный»; д.М.П.-Б.П. — дорога «с. Малая Приваловка–с. Большая Приваловка». ○ — Районы обнаружения в компостных и навозных кучах личинок жука-носорога на центральной усадьбе (ЦУ) заповедника, окраинах пос. Краснолесный, Водокачка и с. Малая Приваловка.

Fig. 3. Southeastern edge of the Voronezhsky Nature Reserve with southeastern *Megascolia maculata* grouping in 2010–2018 (the figures show the detection sequence of 4 locations of *Megascolia maculata* imago for years). Dashed lines show the possible routes of *Megascolia maculata* imago settlement. д.М.П.-К. — the Road «village Malaya Privalovka–settlement Krasnolesny»; д.М.П.-Б.П. — the road «village Malaya Privalovka–village Bolshaya Privalovka». ○ — The areas of findings of the European rhinoceros beetle larvae in compost and dung heaps on territories of the Tsentralnaja Usadba of the Reserve (ЦУ), edges of settlements Krasnolesny, Vodokachka and village Malaya Privalovka.

Две, вероятно, натурализовавшиеся на территории резервата группировки *M. maculata* характеризуются очень низкой численностью имаго. Они расселялись в окраинной части резервата вблизи населённых пунктов, где в компостных и навозных кучах были зарегистрированы немногочисленные личинки жука-носорога (основного хозяина паразитоидных личинок *M. maculata*); жук-носорог (*Oryctes nasicornis*) включён даже в Красную книгу Липецкой области [Red Data Book of the Lipetskaja Oblast, 2014]. Антропофильность *M. maculata* [Steinberg, 1962; Dechambre, Lachaume, 2001; Fateryga, Shorenko, 2012; Ruchin, Artaev, 2016] и слабо развитая животноводческая деятельность в сёлах, расположенных в охранной зоне вокруг Воронежского заповедника, вероятно, — определяющие факторы локальной мало эффективной инвазии *M. maculata* на территории биосферного резервата «Воронежский».

Важно отметить, что на территории биосферного резервата «Воронежский» инвазивный чужеродный *M. maculata* не конкурирует с мелкими аборигенными видами рода *Scolia* (*S. hirta*, *S. quadripunctata*), так как в силу крупных размеров у *M. maculata* хозя-

ева личинок — другие (личинки крупных видов пластинчатоусых жуков), т.е. к инвазивному виду применима редко применяемая к инвазивным видам характеристика «нейтральный». Рассматривая инвазию как особую форму колонизации [Davis, Thompson, 2000], *M. maculata* можно отнести к 3-ей категории поселенцев (colonizers) и охарактеризовать её как диффузно распространённого поселенца (diffusion colonizer), недавно вселившегося на территорию биосферного резервата «Воронежский» и в силу малочисленности оказывающего ничтожное (negligible) воздействие на экосистему резервата. Исходя из концепции 5 стадий инвазивного процесса, предусматривающей прохождение обосновавшимися (established) видами 2 фильтров — «локального расселения» («local dispersal») и «приспособленности к окружающей среде и сообществу» («environment and community suitability») [Colautti, MacIsaac, 2004], *M. maculata* на территории биосферного резервата «Воронежский» находится на III стадии инвазивного процесса: вид встречается локально и в единичных экземплярах, т.е. может считаться не инвазивным.

## Заключение

1. Имаго *Megascolia maculata*, вероятно, самостоятельно проникли в 2010 и 2013 гг. на территорию Воронежского заповедника с трёх направлений (с севера, юга и востока).

2. Источниками инвазии *Megascolia maculata* на территории биосферного резервата «Воронежский» явились, вероятно, группировки *M. maculata*, обитающие в степной зоне Воронежской области, а также группировки *M. maculata* в Липецкой области.

3. На территории биосферного резервата «Воронежский» существуют две группировки *Megascolia maculata* с устойчивыми районами активности имаго.

4. На территории биосферного резервата «Воронежский» имаго *Megascolia maculata* расселялись, вероятно, вдоль дорог и вдоль поймы реки Усмани.

5. На территории биосферного резервата «Воронежский» вероятная средняя дальность расселения имаго в двух группировках *Megascolia maculata* — небольшая, в 2010–2018 гг. она составляла  $2,9 \pm 0,8$  и  $2,1 \pm 1,0$  км.

6. В 2010–2018 гг. на территории биосферного резервата «Воронежский» инвазия *Megascolia maculata* была мало эффективной, что, вероятно, связано с антропофильностью вида и слабо развитой животноводческой деятельностью в сёлах, расположенных в охранный зоне вокруг Воронежского заповедника.

Описанные случаи локального проникновения *M. maculata* и расселения на территории биосферного резервата «Воронежский» — интересный материал к дискуссии о сходстве и различиях «естественной колонизации» («natural colonization») и «вызванной человеком инвазии» («human mediated invasion») [Hoffmann, Courchamp, 2016a; 2016b; Wilson et al., 2016]. Локальные инвазии *M. maculata* на ООПТ в лесостепной и лесной зонах России заслуживают дальнейшего глубокого изучения, особенно в плане оценки уровня выживаемости и интенсивности размножения *M. maculata* в местах колонизации.

## Литература

- A Global Strategy on Invasive Alien Species. 2001. J.A. McNeely, H.A. Mooney, L.E. Neville, P. Schei, J.K. Waage (Eds). Gland, Switzerland, Cambridge, UK: IUCN. 50 p.
- Alekseev S.K., Matveev S.Yu. 2017. The first finds of scoliid wasps *Megascolia maculata* (Drury, 1773) and *Scolia hirta* (Schrank, 1781) (Hymenoptera: Scoliididae) in the Kaluga Province // Eversmannia. No.50. P.52. [In Russian].
- Anikin V.V., Voronin M.Yu. 2017. [Habitat monitoring of mammoth wasp — *Megascolia maculata* (Drury, 1773) in the urban biotopes of Saratov] // Entomologicheskije i parazitologicheskie issledovaniya v Povolzh'e. No.14. Saratov. P.82–83. [In Russian].
- Baxter-Gilbert J.H., Riley J.L., Neufeld Ch.J.H., Litzgus J.D., Lesbarrères D. 2015. Road mortality potentially responsible for billions of pollinating insect deaths annually // Journal of Insect Conservation. Vol.19. No.5. P.1029–1035.
- Catford J.A., Jansson R., Nilsson C. 2009. Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework // Diversity and Distributions. Vol.15. P.22–40.
- Colautti R.I., Grigorovich I.A., MacIsaac H.J. 2006. Propagule pressure: a null model for biological invasions // Biological Invasions. Vol.8. No.5. P.1023–1037.
- Colautti R.I., MacIsaac H.J. 2004. A neutral terminology to define «invasive» species // Diversity and Distributions. Vol.10. P.135–141.
- Davis M.A., Thompson K. 2000. Eight ways to be a colonizer; two ways to be an invader: a proposed nomenclature scheme for invasion ecology // ESA Bulletin. Vol.81. P.226–230.
- Dechambre, R.-P., Lachaux G. 2001. *Oryctes*. Les Coléoptères du Monde. Vol.27. 72 p.
- Emets V.M., Emets N.S. 2011. [On the distribution of rare insect species on the territory of the Voronezh Reserve and near it (Lipetskaja Oblast) in 2010–2011] // [Rare species of fungi, plants and animals of the Lipetskaja Oblast]. No.4. Lipetsk. P.5–12. [In Russian].
- Fateryga A.V., Shoreiko K.I. 2012. Scoliid Wasps (Hymenoptera: Scoliididae) in the Fauna of the Crimea // Ukrainska entomofaunistika. Vol.3. No.2. P.11–20. [In Russian].
- Global climate change and terrestrial invertebrates. 2017. S. Johnson, H. Jones (Eds). Chichester, UK: John Wiley et Sons. 416 p.
- Gusenleitner J., Madl M., Schedl W., Wiesbauer H., Zettel H. 2007. Zur Kenntnis der Scoliidae (Hymenoptera) Österreichs // Beiträge zur Entomofaunistik. Bd.8. S.55–68.
- Hagen M., Wikelski M., Kissling W.D. 2011. Space Use of Bumblebees (*Bombus* spp.) Revealed by Radio-Tracking // PLoS One. Vol.6. No.5. P.e0019997. doi: 10.1371/journal.pone.0019997.
- Heller N.E., Sanders N.J., Gordon D.M. 2006. Linking temporal and spatial scales in the study of an Argentine ant invasion // Biological Invasions. Vol.8. P.501–507.
- Hoffmann B.D., Courchamp F. 2016a. Biological invasions and natural colonisations: are they that different? // NeoBiota. Vol.29. P.1–14.
- Hoffmann B.D., Courchamp F. 2016b. When similarities matter more than differences: a reply to Wilson et al. // NeoBiota. Vol.31. P.99–104.
- Huang D., Haack R.A., Zhang R. 2011. Does global warming increase establishment rates of invasive alien species? A centennial time series analysis // PLoS One. Vol.6. No.9. P.e24733. doi:10.1371/journal.pone.0024733.
- Jeschke J.M. 2014. General hypotheses in invasion ecology // Diversity and Distributions. Vol.20. No.11. P.1229–1234.
- Lockwood J.L., Cassey P., Blackburn T. 2005. The role of propagule pressure in explaining species invasions // Trends in Ecology and Evolution. Vol.20. P.223–228.
- Lockwood J.L., Hoopes M.F., Marchetti M.P. 2013. Invasion Ecology. 2nd edition. Chichester, UK: John Wiley et Sons. 456 p.
- Memmott J., Craze P.G., Harman H.M., Syrett P., Fowler S.V. 2005. The effect of propagule size on the invasion of an alien insect // Journal of Animal Ecology. Vol.74. P.50–62.
- Mokrousov M.V. 2008. [Proposals for addition of some insect species to the Red Data Book of the Nizhny Novgorodskaja Oblast] // [Rare species of living organisms of the Nizhny Novgorodskaja Oblast]. No.1. Nizhny Novgorod. P.25–31. [In Russian].
- Mukhanov A.V. 2005. [Results of the initial study of the entomofauna in the State Nature Preserve «Muromskii»] // [The friends of sanctuary forest. Collection of research and applied materials]. Murom. P.56–60. [In Russian].
- New T.R. 2016. Alien Species and Insect Conservation. Berlin: Springer. 230 p.
- Osten T. 2000. Die Scoliidien des Mittelmeer-Gebietes und angrenzender Regionen (Hymenoptera). Ein Bestimmungsschlüssel // Linzer Biologische Beiträge. Bd.32. No.2. S.537–539.
- Pasquet R.M.S., Peltier A., Hufford M.B., Oudin E., Saulnier J., Paul L., Knudsen J.T., Herren H.R., Gepts P. 2008. Long-distance pollen flow assessment through evaluation of pollinator foraging range suggests transgene escape distances

- // Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol.105. P.13456–13461.
- Polumordvinov O.A. 2004. [The fauna and ecology of the scoliid wasps (Scolioidea, Scoliidae) in the territory of the Penzenskaja Oblast] // Entomologicheskie i parazitologicheskie issledovaniya v Povolzh'e. No.3. Saratov. P.111–116. [In Russian].
- [Red Data Book of the Krasnodarskii Krai]. Animals. 2017. 3rd edition. Krasnodar. 720 p. [In Russian].
- [Red Data Book of the Lipetskaja Oblast]. Vol. 2. Animals. 2014. Lipetsk: Veda sotsium. 483 p. [In Russian].
- [Red Data Book of the Voronezhskaja Oblast]. Vol. 2. Animals. 2011. Voronezh: MODEK. 424 p. [In Russian].
- Robinet C., Roques A. 2010. Direct impacts of recent climate warming on insect populations // Integrative Zoology. Vol.5. P.132–142.
- Ruchin A.D., Artaev O.N. 2016. On expansion of the distribution range of some scoliid wasps (Scoliidae, Hymenoptera, Insecta) in the Middle Volga region // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences Vol.7. No.3. P.2110–2115.
- Steinberg D.M. 1962. Fam. Scoliidae // Fauna of the USSR. Hymenoptera. Vol. 8. M.–L.: publishing house of the USSR Academy of Sciences. 186 p. [In Russian].
- Tobias V.I. 1978. Superfam. Scolioidea // Keys to the insects of the European part of the USSR. III. Hymenoptera, 1st Part. L.: Nauka. P.47–56. [In Russian].
- Tsurikov M.N. 2013. First records of the mammoth wasp *Megascolia maculata* (Drury, 1773) (Hymenoptera: Scoliidae) in the Lipetsk Province // Eversmannia. No.34. P.60. [In Russian].
- Vereecken N., Carriere J. 2003. Contribution à l'étude éthologique de la grande Scolie à front jaune *Megascolia maculata flavifrons* (F., 1775) (Hymenoptera, Scoliidae) en France méditerranéenne // Notes fauniques de Gembloux. No.53. P.71–80.
- Walther G.-R., Roques A., Hulme P.E., Sykes M.T., Pyšek P., Kühn I. 2009. Alien species in a warmer world: risks and opportunities // Trends in Ecology and Evolution. Vol.24. P.686–693.
- Wikelski M., Moxley J., Eaton-Mordas A., López-Urbe, Holland R., Moskowitz D., Roubik D.W., Kays R. 2010. Large-Range Movements of Neotropical Orchid Bees Observed via Radio Telemetry // PLoS One. Vol.5. No.5. P.e0010738. doi: 10.1371/journal.pone.0010738.
- Williamson M. 1996. Biological invasions. London: Chapman and Hall. 244 p.
- Williamson M., Fitter A. 1996. The varying success of invaders // Ecology. Vol.77. P.1661–1666.
- Wilson J.R.U., García-Díaz P., Cassey P., Richardson D.M., Pyšek P., Blackburn T.M. 2016. Biological invasions and natural colonisations are different — the need for invasion science // NeoBiota. Vol.31. P.87–98.
- Yasyukevich V.V., Davidovich E.A. 2010. [The observed and the expected impact of climate change on the insect distribution] // [Problems of environmental monitoring and ecosystem modeling]. M.: Institut Globalnogo klimata i ekologii. Vol.23. P.316–333. [In Russian].

Поступила в редакцию 4.12.2018