

Постпирогенные изменения комплекса сетчатокрылых (Neuroptera) в лесах Мордовского заповедника

В. Н. МАКАРКИН¹, А. Б. РУЧИН²

¹ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН
690022, Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159/1
E-mail: vnpmakarkin@mail.ru

²Объединенная дирекция Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича и национального парка “Смоленский”
430005, Саранск, ул. Красная, 30
E-mail: ruchin.alexander@gmail.com

Статья поступила 27.03.2024

После доработки 29.04.2024

Принята к печати 07.06.2024

АННОТАЦИЯ

Комплексы сетчатокрылых изучались в 2022–2023 гг. с помощью приманочных ловушек на местах пожаров 2021 г., через 12–13 лет после пожара 2010 г. и на не подвергавшихся пожарам участках в Мордовском заповеднике. Оказалось, что сильные пожары, при которых уничтожается вся или почти вся растительность, по-разному влияют на разные экологические группы сетчатокрылых. Они благоприятны для хортобионтных златоглазок (например, *Chrysopa abbreviata*, *Ch. walkeri*, *Ch. commata*) и опушечных видов (например, *Apertochrysa prasina* и *A. ventralis*), в результате чего их численность возрастает. Но такие пожары очень неблагоприятны для дендробионтов, особенно таких видов, как *Nineta alpicola*, *N. vittata* и *Chrysotropia ciliata*, которые могут исчезать в местах пожаров или очень долго не могут восстановить свою численность.

Ключевые слова: сетчатокрылые, Мордовский заповедник, пожары, энтомокомплекс.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия из-за климатических изменений все чаще происходят катастрофические явления в природных экосистемах. Наводнения, ураганы, цунами и другие катаклизмы могут серьезно изменить естественные экосистемы. Одним из подобных катастрофических факторов являются пожары. В то же время они часто рассматриваются как обычный экологический фактор, ставший таковым задолго до появления человека,

особенно в засушливых районах [Санников, 1981; Одум, 1986; Шубин, Залесов, 2016; Tibberio et al., 2022].

Пожары серьезно влияют на потоки энергии и вещества в экосистемах лесов умеренной зоны [Inbar et al., 2020; Гераськина и др., 2021; Вилкова и др., 2023; Atutova, 2023]. В таких экосистемах членистоногие являются наиболее многочисленной и разнообразной группой беспозвоночных, которая участвует во многих пищевых сетях. Они играют важ-

ную роль в деградации остатков органики, наносят вред в качестве фитофагов, уничтожают вредителей сельского хозяйства, участвуют в опылении растений и имеют другие функции в экосистемах [Чернышев, 1996; Schowalter, 2016].

Влияние лесных пожаров на членистононгих, особенно на насекомых, изучалось много и в разных аспектах [McCullough et al., 1998; Moretti et al., 2006; Кругова, 2010; Gustafsson et al., 2019; Sheehan, Klepzig, 2021; Thompson et al., 2022]. Но нам известны только три публикации, в которых описывается влияние лесных пожаров на видовое разнообразие и численность сетчатокрылых (*Neuroptera*) [Duelli et al., 2019a, b; Ruchin et al., 2021].

Целью нашей работы было изучить на территории Мордовского заповедника с помощью приманочных ловушек численность и разнообразие сетчатокрылых в первый и второй год после пожаров 2021 г. (раннепостпирогенный комплекс), через 12–13 лет после пожара 2010 г. (позднепостпирогенный комплекс) и в лесах, не подвергавшихся пожарам, с целью большего понимания динамики процесса восстановления естественных комплексов сетчатокрылых после пожаров.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в центре европейской части России в Мордовском заповеднике (Республика Мордовия). Заповедник находится на южной границе таежной зоны с высотами до 190 м над уровнем моря. Это естественные экосистемы, основная лесообразующая порода сосна (*Pinus sylvestris* L.). В Мордовском заповеднике серьезные лесные пожары наблюдались в 1842, 1899, 1932, 1972, 2010, 2019 и 2021 гг. [Ruchin et al., 2019]. Леса до пожаров 2010 и 2021 гг. занимали почти 90,3 % площади. Однако после пожаров во многих местах стали развиваться березняки из *Betula pendula* Roth. В 2021 г. пожары были особенно сильными. В то же время степень интенсивности и серьезности лесного пожара варьировалась на различных участках охраняемой территории. В 2021 г. пожары произошли на месте горельников 2010 г.; они во многих местах полностью уничтожили весь валежник и сухостой. При этом остались только редкие кустарники и корни, которые впо-

следствии дали поросль деревьев (в основном, березы и осины), а также очень малая часть живых деревьев.

Материал собирался с апреля по октябрь в 2022 и 2023 гг. с использованием приманочных ловушек, а именно кроновых ферментных ловушек (КФЛ), конструкция которых описана ранее [Ruchin et al., 2020; Ruchin, 2024]. Каждую ловушку устанавливали на высоте 1,5 м на небольшой деревянной треноге, по одной на каждую пробную площадку (см. [Ruchin et al., 2023]). Всего было выбрано 11 таких участков, которые различались по интенсивности пожара, дальности от его кромки, степени восстановления растительности после пожаров 2010 г., и участки леса, не подвергавшиеся пожарам. Фото всех участков опубликовано ранее [Ruchin, 2024].

Участок № 1 (Plot 3 в [Ruchin, 2024]) (квартал 301). Горел в 2010 и 2021 гг. Ловушка расположена в 10 м от края пожара вглубь гари (20 м от ловушки на участке № 8). В 2021 г. территория полностью выгорела, включая валежник и травяной ярус; остались редкие сухие (мертвые) кусты.

Участок № 2 (Plot 4 в [Ruchin, 2024]) (квартал 329). Горел в 2010 и 2021 гг. Ловушка расположена в 1 км от края пожара вглубь гари. В 2021 г. территория полностью выгорела, включая валежник, березы, кустарник и травяной ярус.

Участок № 3 (Plot 5 в [Ruchin, 2024]) (квартал 330). Горел в 2010 и 2021 гг. Ловушка расположена в 2 км от края пожара вглубь горевшей территории. В 2021 г. территория полностью выгорела, включая валежник, березы, кустарник и травяной ярус (рисунок, а).

Участок № 4 (Plot 6 в [Ruchin, 2024]) (квартал 331). Горел в 2010 и 2021 гг. Ловушка расположена в 1,5 км от края пожара вглубь горевшей территории. Отличается большей влажностью по сравнению с участком № 5. Влажный низменный биотоп. В 2021 г. был низовой пожар малой интенсивности. Сохранились живые (очень редкие) и поваленные деревья и редкий подрост березы, оставшиеся после пожара 2010 г. Травяной ярус в 2021 г. почти полностью выгорел (остались небольшие куртины злаков).

Участок № 5 (Plot 7 в [Ruchin, 2024]) (квартал 331). Горел в 2010 и 2021 гг. Ловушка расположена в 10 м от края пожара вглубь горя-



Раннепостпирогенный ландшафт после пожара 2021 г. (участок № 3) (а), позднепостпирогенный ландшафт после пожара 2010 г. (участок № 8) (б) и лес, не подвергавшийся пожарам (участок № 10) (в). Все фотографии сделаны в 2022 г.

щей территории (20 м от ловушки на участке № 8). После пожара 2021 г. частично выгорели сухостой, березы, кустарники и травяной ярус. Осталось не менее половины валежника и много густого сухого (мертвого) подроста березы.

Участок № 6 (Plot 9 в [Ruchin, 2024]) (квартал 332). Горел в 2010 и 2021 гг. Ловушка расположена в 10 м от края пожара вглубь горящей территории (20 м от ловушки на участке № 10). При пожаре 2021 г. сухостой, березы, кустарники и травяной ярус частично выгорели. Осталась не менее половины валежной древесины и густой сухой (мертвый) подрост березы.

Участок № 7 (Plot 1 в [Ruchin, 2024]) (квартал 360). Горел в 2010 г., но в 2021 г. пожару не подвергался. Имеется значительное количество сухостоя и сухостойных деревьев (сосна и береза). Многие из сухих деревьев упали и находятся на почве или лежат друг на друге, образуя завалы. Густой подлесок березы. Кустарники представлены преимущественно малиной. Травянистый покров разреженный. Подстилка слабая, из листьев березы.

Участок № 8 (Plot 2 в [Ruchin, 2024]) (квартал 359). Горел в 2010 г., но не горел в 2021 г. Ловушка расположена в 10 м от края пожара 2021 г. Похож на участок № 7. Имеется значительное количество сухостоя и сухостойных деревьев (сосна и береза), густой подлесок березы. Кустарники представлены преимущественно малиной. Травянистый ярус разреженный. Подстилка небольшая, состоит из листьев березы (рисунок, б).

Участок № 9 (Plot 8 в [Ruchin, 2024]) (квартал 361). Горел в 2010, но не горел в 2021 г. Ловушка расположена в 10 м от края пожара

2021 г. Значительное количество крупного валежника, а также сухостойных деревьев (сосна и береза). Очень густой подлесок из березы и осины. Травянистый ярус разреженный. Подстилка небольшая, состоит из листьев березы и осины.

Участок № 10 (квартал 361). Контроль. Не подвергался пожарам. Ловушка расположена в 10 м от края пожаров 2010 и 2021 гг. Старый смешанный лес из сосны и березы с примесью листвы, рябины, бересты и черемухи во втором ярусе. Подстилка хорошо выраженная и мощная, травяной покров разреженный.

Участок № 11 (квартал 361). Контроль. Не подвергался пожарам. Ловушка расположена в 500 м от края пожаров 2010 и 2021 гг. Старый смешанный лес из сосны и березы с примесью листвы, рябины, бересты и черемухи во втором ярусе. Подстилка хорошо выраженная и мощная, травяной покров разреженный.

Выборки материала производились 13 раз в 2022 г. и 15 раз в 2023 г. с последующим суммированием данных.

Материал определялся первым автором с использованием различных источников (монографии, определители, статьи с описанием отдельных видов и т. д.). Он хранится в Федеральном научном центре биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии (Владивосток).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Комплексы сетчатокрылых через год после пожара отличаются бедностью в количественном отношении (16–52 экземпляра за сезон на ловушку), но видовое разнообразие (4–9 видов за сезон на ловушку; суммарно на всех шести

площадках 12 видов) было лишь незначительно меньше, чем на позднепостпирогенных (более восстановленных) участках. Во всех ловушках попались только два вида – *Apertochrysa prasina* и *Chrysoperla carnea*. Хищных сетчатокрылых в ловушки попало 17 экземпляров пяти видов (все Chrysopidae), из них хортобионтов 15 экземпляров трех видов (*Chrysopa abbreviata*, *Ch. walkeri*, *Ch. commata*).

Комплексы сетчатокрылых через 2 года после пожара несколько изменились. Численность увеличилась (75–146 экземпляров за сезон на ловушку) и чуть увеличилось видовое разнообразие (6–9 видов за сезон на ловушку; суммарно на всех шести площадках собрано 13 видов). Во всех ловушках присутствовали четыре вида – *A. prasina*, *A. flavifrons*, *A. ventralis* и *Chrysoperla carnea*. Хищных сетчатокрылых стало больше: 25 экземпляров шести видов (пять видов Chrysopidae, один вид Hemerobiidae), из них хортобионтов 10 экземпляров.

Суммарно на всех шести раннепостпирогенных участках за 2 года (2022–2023 гг.) пойман 891 экземпляр (в среднем 74,3 на ловушку) и 14 видов.

Состав комплексов сетчатокрылых через 12–13 лет после пожара 2010 г. (№ 7–9) мало изменился по сравнению с раннепостпирогенными: 5–10 видов на ловушку за сезон (суммарно собрано по 11 видов в 2022 и 2023 гг. на всех трех площадках; за 2 года – 14 видов). Средняя численность увеличилась, в основном за счет *Apertochrysa prasina*; суммарно на всех трех позднепостпирогенных участках за 2 года (2022–2023 гг.) поймано 1277 экземпляров (в среднем 212,8 на ловушку). Во всех ловушках присутствовали три вида через 12 лет после пожара (*A. prasina*, *A. flavifrons* и *Ch. carnea*) и пять видов через 13 лет после пожара (добывались *A. ventralis* и *Chrysopa abbreviata*). Разнообразие хищных сетчатокрылых стало чуть меньшим: 6 экземпляров четырех видов через 12 лет после пожара и 23 экземпляра двух видов через 13 лет после пожара (все Chrysopidae). Хортобионты представлены восемью экземплярами двух видов.

В двух контрольных биотопах, не подвергшихся пожарам (№ 9, 10), численность и число видов примерно такие же (чуть ниже), как в позднепостпирогенных биотопах: 30–411 экземпляров 6–8 видов на ловушку за сезон.

Суммарно на двух площадках за 2 года собрано 568 экземпляров (в среднем 142 на ловушку) и 13 видов сетчатокрылых. Численность и разнообразие хортобионтов очень низкие: три экземпляра двух видов.

Состав и распределение видов по обилию на контрольном участке № 10, расположенному в 10 м от края пожара 2021 г., и на позднепостпирогенном участке № 9 очень сходные. Тогда как на участке № 11, расположенным далеко от места пожаров, общая численность сетчатокрылых очень низкая, но присутствуют дендробионтные виды (*Nineta alpicola*), а опушечные виды очень редки (*Apertochrysa prasina*, *A. ventralis*).

ОБСУЖДЕНИЕ

Отряд насекомых Neuroptera (сетчатокрылые) в Мордовском заповеднике изучен относительно хорошо. Всего оттуда известно 45 видов из 49, зарегистрированных в Мордовии [Макаркин, Ручин, 2014, 2019–2021, 2024а, б; Ручин, Макаркин, 2017; Ручин и др., 2023]. Однако не все виды привлекаются такими приманочными ловушками, какие использовались в работе. Ранее нами было отмечено, что в них охотно летят те виды, которые во взрослом состоянии не являются хищниками, а питаются пыльцой и нектаром цветов (фитофаги) и медянной росой, выделяемой тлями и червецами (гликофаги) [Макаркин, Ручин, 2019; Макаркин и др., 2023]. Это в основном многие златоглазки, при этом хищные златоглазки, а также виды других семейств попадаются редко. Всего в наших выборках с помощью КФЛ на участках № 1–11 поймано 19 видов сетчатокрылых, из них златоглазки представлены 17 видами из 21 вида, зарегистрированного в заповеднике.

На пожарищах в первые годы после сильного верхового и низового пожара растут только травы, мелкие кустарники и подрост бересклет и/или осины. Такой ландшафт характерен для участков № 1–3 (см. рисунок, а). Соответственно, там должны доминировать хортобионты. Действительно, дендробионты, такие как *Nothochrysa fulviceps*, *Nineta alpicola*, *N. vittata*, *N. flava* и *Chrysotropia ciliata*, в них совсем не обнаружены или они единичны (*Chrysopa gibeauxi*), а хортобионты, представленные хищными видами, обнаружены

(*Chrysopa abbreviata*, *Ch. walkeri*, *Ch. commata*). Судя по тому, что хищные виды все-таки залетели в КФЛ, их численность должна быть существенно большей, чем та, которая представлена в таблице. Доминирующие здесь фитофаги и гликофаги, которые охотно летят в ловушки (*Apertochrysa prasina*, *A. flavifrons* и *Ch. carnea*), могут встречаться как на кустарниках и в траве, так и на деревьях, поэтому их присутствие вполне естественно.

На участках № 4–6 в первые годы после пожара 2021 г. остались отдельные живые деревья, т. е. сохранилось большее разнообразие растительности. Соответственно, наряду с хортобионтами появились дендробионты, такие как *Nineta alpicola* (суммарно 19 экземпляров), *Chrysopa gibeauxi* (11 экземпляров), *Cunctochrysa cosmia* (7 экземпляров), но их численность небольшая; обилие опушечного вида *Apertochrysa ventralis* заметно возросло (44 экземпляра против 11 на участках № 1–3).

В позднепостпирогенных комплексах через 12–13 лет после пожара 2010 г. дендробионты (*Nothochrysa fulviceps*, *Nineta alpicola*, *N. vittata*, *N. flava*, *Chrysotropia ciliata* и *Cunctochrysa cosmia*) все еще редки, хотя на этих участках есть редкие деревья (см. рисунок, б). Но это может быть связано с тем, что ловушки стояли низко (на высоте 1,5 м); на участках леса, не подвергавшихся пожарам (участки № 10, 11), дендробионты в эти ловушки залетают тоже сравнительно редко. В ловушки, которые были подвешены в основном в кронах в лесах, не подвергавшихся пожарам, дендробионты попадались значительно чаще, особенно *Chrysotropia ciliata* и *Nineta alpicola* (см. в таблице сборы 2019–2023 гг.).

Большие различия в численности златоглазок в 2022 и 2023 гг. могут быть связаны с их естественным колебанием, возможно, обусловленным погодными условиями, а не экологическими причинами, так как эти различия есть и в позднепостпирогенных комплексах и в одном из негоревших участков.

Ранее было показано, что летающие членистоногие (как зоофаги, так и фитофаги), в том числе сетчатокрылые, относятся к группам, наиболее устойчивым к пожарам [Moretti et al., 2006]. Некоторые летающие насекомые даже могут получить выгоды от экологических процессов, связанных с нарушениями ландшафта в результате пожаров [Steffan-

Dewenter et al., 2002]. Результаты наших исследований подтверждают это. Сетчатокрылые хортобионты заселяют пожарища уже на следующий год после пожара, т. е. те места, которые раньше им были недоступны или в которых их численность была низкой. Многие златоглазки вообще предпочитают полуоткрытые биотопы и опушки лесов, где есть и трава, и кустарники, и редкие деревья; недаром виды *Apertochrysa* Tjed. и *Chrysoperla carnea* доминируют в садах [Canard et al., 1979]. Для таких видов постпирогенные ландшафты очень благоприятны. Об этом говорят и результаты изучения постпирогенных комплексов сетчатокрылых в низкогорьях и среднегорьях Швейцарских Альп, которые изучались с помощью перехватывающихся ловушек [Duelli et al., 2019a, b]. Там после пожаров сильно выросла численность в основном тех видов златоглазок, которые предпочитают опушки лесов, в том числе *Apertochrysa prasina* и *A. ventralis*. Как это ни странно, там не было отмечено ни одного экземпляра хортобионтных златоглазок, хотя ловушки располагались низко над землей.

Более того, пожары могут способствовать проникновению новых видов в экосистему [Pryke, Samways, 2012]. Таким видом может оказаться *Chrysopa viridana* Schneider, 1845 [Макаркин, Ручин, 2024а]. Этот редкий вид приурочен к лесостепи в Среднем Поволжье и на Левобережной Украине [Захаренко, 1979; Ковригина, 1986]. Единственный мордовский экземпляр вида пойман на участке № 3, ландшафт которого внешне напоминает степь или лесостепь (см. рисунок, а). Он мог проникнуть в этот постпирогенный ландшафт из полуоткрытых и открытых биотопов, лежащих южнее в Мордовии и называемых “северной лесостепью” [Ямашкин, 1998].

Пожары очень неблагоприятны для дендробионтов (*Nothochrysa fulviceps*, *Nineta alpicola*, *N. vittata*, *N. flava*, *Chrysotropia ciliata* и *Cunctochrysa cosmia*); даже через 13 лет после пожара их численность остается очень низкой. Характерно, что влаголюбивый дендробионт *Chrysotropia ciliata* попадался на пожарищах в лучшем случае единично, чаще отсутствует вовсе, хотя вид обыччен в заповеднике в ненарушенных лесах. Этот вид является даже содоминантом в негоревших сосновых лесах в Татарстане [Макаркин

Сетчатокрылье, собранные в 2022–2023 гг. приманочными ловушками в Мордовском заповеднике на местах пожаров 2021 г. (участки № 1–6), 2010 г. (участки № 7–9) и не подвергавшихся пожарам (участки № 10–11), число особей

	Вид сетчатокрыльих	Номер участка										2019–2023 гг.*		Всего
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	2019–2023 гг.	
Chrysopidae														
1	<i>Apertochrysa prasina</i> Burm.	13/87	13/54	7/49	21/55	11/68	7/93	186/293	18/189	31/291	48/330	7/13	294	2178
2	<i>Chrysoperla carnea</i> Steph.	7/23	17/57	15/21	13/20	10/21	4/18	10/26	15/11	7/26	3/18	7/5	176	530
3	<i>Apertochrysa flavifrons</i> Br.	2/8	2/1	4/6	14/13	-/4	22/14	3/6	7/10	36/14	14/-	101	284	
4	<i>Nineta alpicola</i> Kuw.	-/-	-/-	9/2	1/1	-/6	1/2	-/-	1/6	3/15	3/7	119	176	
5	<i>Chrysotropia ciliata</i> Wasm.	-/-	-/-	-/-	-/-	-/1	-/1	-/-	-/2	1/1	-/1	156	163	
6	<i>Apertochrysa ventralis</i> Curt.	-/6	-/3	1/1	5/9	3/8	1/18	8/17	-/3	-/30	1/29	-/1	17	161
7	<i>Chrysopa gibeonxi</i> Leraut	-/1	-/-	-/8	-/1	-/2	-/17	-/-	-/2	-/1	-/1	6	38	
8	<i>Chrysopa abbreviata</i> Curt.	2/2	5/2	-/1	-/-	-/4	-/1	2/1	1/1	-/2	-/2	-/-	3	29
9	<i>Nineta vitrata</i> Wesm.	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	21	21
10	<i>Cunctochrysa cosmia</i> Nav.	-/1	-/-	-/1	4/-	2/-	6/1	-/-	-/-	3/-	-/-	1	19	
11	<i>Chrysopa perla</i> L.	-/-	-/-	-/-	-/-	1/-	-/2	1/-	-/-	-/-	-/-	-/2	6	12
12	<i>Chrysopa walkeri</i> Mc L.	-/-	1/1	-/-	1/3	-/-	-/-	1/-	-/-	1/-	-/-	1/-	1	9
13	<i>Cunctochrysa abolineata</i> Kill.	-/-	3/-	-/1	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1	7
14	<i>Nothochrysa fulviceps</i> Steph.	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/1	-/-	-/-	5	6
15	<i>Nineta flava</i> Scop.	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/1	1/2	-/-	-/-	-/-	2	6
16	<i>Chrysopa commata</i> Kis & Újh.	1/-	-/-	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	2	
17	<i>Chrysopa dorsalis</i> Burm.	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1	2
18	<i>Chrysopa viridana</i> Schn.	-/-	-/-	-/1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1	
Hemerobiidae														
19	<i>Wesmaelius concinnus</i> Steph.	-/-	-/-	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1	2
20	<i>Hemerobius humulinus</i> L.	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1/-	-/-	1	
21	<i>Hemerobius nitidulus</i> F.	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1	1
Общее число экземпляров		25/128	41/118	25/75	52/101	46/119	16/145	237/372	38/211	47/372	95/410	33/30	912	3648
Число видов		5/7	6/6	4/7	5/7	9/8	6/9	9/10	5/6	5/10	7/8	6/7	18	21

П р и м е ч а н и е. Слева от косой линии – сборы 2022 г., справа – сборы 2023 г. Жирным шрифтом выделены виды златоглазок, которые являются облигатными или факультативными хищниками на имагинальной стадии.

* Суммированы данные о сетьчатокрыльых, собранных в 2019–2023 гг. в КФЛ в лесах и на просеках Мордовского заповедника, не подвергавшихся пожарам [Макаркин, Ручин, 2019–2021, 2024].

и др., 2023]. Это же отмечалось в Швейцарских Альпах: этот вид совершенно отсутствовал как на сильно выгоревших участках, так и на участках, где пожар был средней степени [Duelli et al., 2019a, b].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом можно констатировать, что пожары по-разному влияют на разные группы сетчатокрылых. Сильные пожары, при которых уничтожается практически вся растительность, наиболее благоприятны для хортобионтных златоглазок (например, *Chrysopa abbreviata*, *Ch. walkeri*, *Ch. cottmata*) и опушечных видов (например, *Apertochrysa prasina* и *A. ventralis*), в результате чего их численность возрастает. Но подобные пожары очень неблагоприятны для дендробионтов, особенно таких видов, как *Nineta alpicola*, *N. vittata* и *Chrysotropia ciliata*; эти виды могут исчезать в местах пожаров или очень долго не могут восстановить свою численность.

Благодарности

Мы благодарим за помощь в сборе материала М. Н. Есина (ФГБУ “Заповедная Мордовия”).

Вклад авторов

Авторы внесли равный вклад в подготовку статьи. А. Б. Ручин собирал материал, В. Н. Макаркин его определял; статью готовили совместно.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7) и за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-14-00026).

Соблюдение этических стандартов

В данной работе отсутствуют исследования человека или животных.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

Вилкова В. В., Казеев К. Ш., Привизенцева Д. А., Нижельский М. С., Колесников С. И. Изменение активности ферментов постпирогенных почв заповедника “Утриш” (Россия) на ранних стадиях сукцессии // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2023. Т. 8, № 3. С. 10–23. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2023.019>

- Гераськина А. П., Тебенькова Д. Н., Ершов Д. В., Ручинская Е. В., Сибирцева Н. В., Лукина Н. В. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем // Вопр. лесн. науки. 2021. Т. 4, № 2. С. 1–76. <https://doi.org/10.31509/2658-607x-202142-11>
- Захаренко А. В. К фауне сетчатокрылых (Neuroptera) лесостепной и степной зон Украины // VII Междунар. симп. по энтомофауне Средней Европы, Ленинград, 19–24 сентября 1977: материалы. Л., 1979. С. 366–367.
- Ковригина А. М. Зональное распределение златоглазок на территории Среднего Поволжья // Экология животных Поволжья и Приуралья. Куйбышев: Куйбышевский гос. пед. ин-т, 1986. С. 6–12.
- Кругрова Т. М. Изменения плотности поселения муравьев в сосновом бору в первые годы после пожара // Тр. Рус. энтомол. о-ва. 2010. Т. 81. С. 142–147.
- Макаркин В. Н., Ручин А. Б. К познанию сетчатокрылых (Neuroptera) и верблюдов (Raphidioptera) Мордовии // Кавказский энтомол. бюл. 2014. Т. 10, № 1. С. 111–117.
- Макаркин В. Н., Ручин А. Б. Новые данные о сетчатокрылых (Neuroptera) и верблюдах (Raphidioptera) Мордовии (Россия) // Кавказский энтомол. бюл. 2019. Т. 15, № 1. С. 147–157.
- Макаркин В. Н., Ручин А. Б. Материалы по фауне сетчатокрылых (Neuroptera) и верблюдов (Raphidioptera) Мордовии и соседних с ней регионов Европейской России // Тр. Мордовского гос. природ. заповедника им. П. Г. Смидовича. 2020. Вып. 24. С. 161–181.
- Макаркин В. Н., Ручин А. Б. Новые данные о сетчатокрылых (Neuroptera) и верблюдах (Raphidioptera) Среднего Поволжья // Тр. Мордовского гос. природ. заповедника им. П. Г. Смидовича. 2021. Вып. 27. С. 201–235.
- Макаркин В. Н., Ручин А. Б. Самое северное местонахождение редкой златоглазки *Chrysopa viridana* Schneider, 1845 (Neuroptera: Chrysopidae) в России // Полевой журн. биолога. 2024а. Т. 6, № 1. С. 52–57.
- Макаркин В. Н., Ручин А. Б. Сетчатокрылые (Neuroptera) и верблюдики (Raphidioptera) Республики Мордовия: новые данные и предварительные итоги // Амурский зоол. журн. 2024б. Т. 16, № 2. С. 375–396. <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-2-375-396>
- Макаркин В. Н., Ручин А. Б., Лукьянова Ю. А. Комплекс сетчатокрылых (Insecta: Neuroptera) соснового леса в Татарстане, выявленный кроновыми ферментными ловушками // Сиб. экол. журн. 2023. Т. 30, № 2. С. 166–173. <https://doi.org/10.15372/SEJ20230206>
- Одум Ю. Экология. В 2 т. М.: Мир, 1986. 328 с., 376 с.
- Ручин А. В., Макаркин В. Н. Сетчатокрылые (Neuroptera) и верблюдики (Raphidioptera) Мордовского заповедника // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. Т. 2, № 2. С. 38–46.
- Ручин А. Б., Макаркин В. Н., Семишин Г. Б. Сетчатокрылые (Neuroptera) и верблюдики (Raphidioptera) Национального парка “Смоленный”, Республика Мордовия // Амурский зоол. журн. 2023. Т. 15, № 3. С. 509–526. <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2023-15-3-509-526>
- Санников С. Н. Лесные пожары как фактор преобразования структуры возобновления и эволюции биогеоценозов // Экология. 1981. № 6. С. 24–33.
- Чернышев В. Б. Экология насекомых. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 304 с.
- Шубин Д. А., Залесов С. В. Последствия лесных пожаров в сосновнях Приобского водоохранного сосново-

- березового лесохозяйственного района Алтайского края. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 127 с. [Электронное издание].
- Ямашкин А. А. Физико-географические условия и ландшафты Мордовии. Саранск: Изд-во Мордовского гос. ун-та, 1998. 156 с.
- Aututova Zh. V. Post-fire restoration of pine forests in the Badary area, Tunkinskiy National Park, Russia // Nat. Conservat. Res. 2023. Vol. 8, N 2. P. 22–32. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2023.010>
- Canard M., Neuenschwander P., Michelakis S. Les Névroptères capturés au piége de McPhail dans les oliviers in Grise. 3. La Crête occidentale // Annales de la Société Entomologique de France (N.S.). 1979. Vol. 15. P. 607–615.
- Duelli P., Wermelinger B., Moretti M., Obrist M. K. Fire and windthrow in forests: Winners and losers in Neuropterida and Mecoptera // Alpine Entomol. 2019a. Vol. 3. P. 39–50.
- Duelli P., Wermelinger B., Moretti M., Obrist M. K. The impact of windthrow and forest fires on Neuropterida and Mecoptera // Proc. XIII Int. symp. of neuropterol., 17–22 June 2018, Laufen, Germany. Wolnzach, Germany: Osmylus Scientific Publ., 2019b. P. 163–172.
- Gustafsson L., Berglind M., Granström A., Grelle A., Isacsson G., Kjellander P., Larsson S., Lindh M., Petersson L. B., Strengbom J., Stridh B., Södström T., Thor G., Wikars L.-O., Mikusiński G. Rapid ecological response and intensified knowledge accumulation following a north European mega-fire // Scandinav. J. Forest Res. 2019. Vol. 34, N 4. P. 234–253. <https://doi.org/10.1080/02827581.2019.1603323>
- Inbar A., Nyman P., Lane P. N. J., Sheridan G. J. The role of fire in the coevolution of soils and temperate forests // Water Resources Research. 2020. Vol. 56, article e2019WR026005. <https://doi.org/10.1029/2019WR026005>
- McCullough D. G., Werner R. A., Neumann D. Fire and insects in northern and boreal forest ecosystems of North America // Annu. Rev. Entomol. 1998. Vol. 43. P. 107–127. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.107>
- Moretti M., Duelli P., Obrist M. K. Biodiversity and resilience of arthropod communities after fire disturbance in temperate forests // Oecologia. 2006. Vol. 149. P. 312–327. <https://doi.org/10.1007/s00442-006-0450-z>
- Pryke J. S., Samways M. J. Differential resilience of invertebrates to fire // Austral Ecol. 2012. Vol. 37, N 4. P. 460–469.
- Ruchin A. B. The selected insect families and their seasonal dynamics in the Mordovia State nature reserve in the burned areas of 2021 // J. Wildlife and Biodiversity. 2024. Vol. 8, N 1. P. 17–38. <https://doi.org/10.5281/10.5281/zenodo.10162131>
- Ruchin A. B., Alekseev S. K., Khapugin A. A. Post-fire fauna of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in forests of the Mordovia State Nature Reserve (Russia) // Nat. Conservat. Res. 2019. Vol. 4, suppl. 1. P. 11–20. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2019.009>
- Ruchin A. B., Egorov L. V., Khapugin A. A. Usage of fermental traps for the study of the species diversity of Coleoptera in open biotopes // Insects. 2023. Vol. 14, N 4. P. 404. <https://doi.org/10.3390/insects14040404>
- Ruchin A. B., Egorov L. V., Khapugin A. A., Vikhrev N. E., Esin M. N. The use of simple crown traps for the insects collection // Nat. Conservat. Res. 2020. Vol. 5, N 1. P. 87–108. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2020.008>
- Ruchin A. B., Egorov L. V., MacGowan I., Makarkin V. N., Antropov A. V., Gornostaev N. G., Khapugin A. A., Dvořák L., Esin M. N. Post-fire insect fauna explored by crown fermental traps in forests of the European Russia // Sci. Rep. 2021. Vol. 11, art. 21334. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00816-3>
- Schowalter T. D. Insect ecology: an ecosystem approach. 4th ed. Amsterdam etc.: Academic Press, 2016. 774 p.
- Sheehan T. N., Klepzig K. D. Arthropods and fire within the biologically diverse longleaf pine ecosystem // Ann. Entomol. Soc. Am. 2021. Vol. 115, N 1. P. 69–94. <https://doi.org/10.1093/aesa/saab037>
- Steffan-Dewenter I., Munzenberg U., Burger C., Thies C., Tscharntke T. Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds // Ecology. 2002. Vol. 83, N 5. P. 1421–1432.
- Thompson H. M., Lesser M. R., Myers L., Mihuc T. B. Insect community response following wildfire in an eastern North American Pine Barrens // Forests. 2022. Vol. 13, art. 66. <https://doi.org/10.3390/f13010066>
- Tiberio F. C. S., Xavier R. O., Dodonov P., Silva Matos D. M. Fire has short-term negative effects on a super-dominant native fern, *Pteridium arachnoideum* (Dennstaedtiaceae), in a Brazilian savanna // Nat. Conservat. Res. 2022. Vol. 7, N 3. P. 15–25. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2022.027>

Post-fire changes of the neuropteran assemblages in forests of the Mordovia Nature Reserve

V. N. MAKARKIN¹, A. B. RUCHIN²

¹*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity,
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
159/1, 100-letiya Vladivostoka ave., Vladivostok, 690022, Russia
E-mail: vnmakarkin@mail.ru*

²*Joint Directorate of the Mordovia State Nature Reserve and National Park “Smolny”
30, Krasnaya st., Saransk, 430005, Russia
E-mail: ruchin.alexander@gmail.com*

We examined neuropteran assemblages of the Mordovia Nature Reserve collected in 2022 and 2023 using bait traps at the site of 2021 and 2010 fires and in areas not exposed to these fires. We found that the fires, in which almost all vegetation was destroyed, had different effects on different ecological groups of Neuroptera. Fires were favorable for chortobiont (herb-dwelling) species (e. g., *Chrysopa abbreviata*, *Ch. walkeri*, *Ch. com-mata*) and species preferring forest edges (e. g., *Apertochrysa prasina* and *A. ventralis*) which increased their numbers. Such fires were, however, very unfavorable for dendrobiont (tree-dwelling) species, especially e. g., *Nineta alpicola*, *N. vittata* and *Chrysotropia ciliata*, which disappeared from burned areas or were unable to restore their numbers in this time.

Key words: Neuropteran assemblage, Mordovia Nature Reserve, fires.