

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра морфологии и экологии животных

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОВУШКИ МАЛЕЗА ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ  
ТАКСОНОМИЧЕСКОГО СОСТАВА НАСЕКОМЫХ  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ХВАЛЫНСКИЙ» В 2022-2023 гг.**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 2 курса 242 группы

Направления подготовки магистратуры 06.04.01 Биология

Биологического факультета

Трещёвой Ксении Андреевны

Научный руководитель  
док. биол. наук, профессор

  
10.06.24 В. В. Аникин

Зав. кафедрой  
док. биол. наук, профессор

  
10.06.24 В. В. Аникин

Саратов 2024

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность данной работы** обусловлена необходимостью мониторинга численности и таксономического состава насекомых, что в долгосрочной перспективе позволит обнаружить новые или чужеродные (инвазивные) для территории исследования виды.

**Объект исследования** – насекомые национального парка «Хвалынский» Саратовской области.

**Новизна данного исследования** заключается в том, что использовались ловушки Малеза собственного изготовления, включая ловушку новой конструкции, и была оценена их эффективность в разные периоды сбора материала по сравнению с коммерческим вариантом.

**Цель исследования** – использование ловушки Малеза для мониторинга численности насекомых национального парка «Хвалынский» и установления их таксономического состава.

### **Задачи исследования:**

1. Изготовить дополнительные ловушки Малеза и произвести сбор материала. Снять показания метеорологических параметров вблизи установленных ловушек, проанализировать их изменение.
2. Систематизировать собранный материал по крупным таксонам (отряды и семейства), осуществить количественный учет образцов.
3. Проанализировать изменение численности выявленных таксонов за все периоды исследования, сделать выводы о численном соотношении обнаруженных групп членистоногих.
4. Сравнить общие сборы всех ловушек и оценить эффективность каждой из них за все периоды исследования, выявить достоинства и недостатки.
5. Средствами кластерного анализа оценить количественное и качественное сходство всех сборов, включая сборы, полученные во время проведения предыдущего мониторинга численности насекомых в 2019-2021 гг.

**Краткая характеристика материалов.** Во введении сформулирована актуальность работы, поставлены цель и задачи исследований, определена научная новизна. В первых двух главах освещены история создания ловушки Малеза и особенности её конструкции, преимущества и недостатки, существующие на сегодняшний день модификации и правила расположения оборудования на территории исследования. Изучены основные морфологические признаки групп членистоногих, которые стабильно встречаются в материале, полученном с помощью ловушки Малеза. В третьей главе проанализированы опубликованные исследования об опыте использования данного энтомологического оборудования и сделаны выводы. В четвертой главе приведены результаты, полученные за предыдущий трехлетний период использования ловушки Малеза на территории национального парка «Хвалынский». Пятая глава «Материалы и методы» посвящена детальному описанию того, как изготавливались новые ловушки Малеза, освещается методика сбора, обработки и идентификации материала. В шестой главе представлены результаты двухлетнего исследования: проведен анализ численности и таксономического состава пойманных членистоногих, оценка видового богатства проб, описано влияние метеорологических параметров, проведена статистическая обработка данных. На основании проделанной работы написано заключение и сделаны основные выводы.

**Структура и объем работы.** Работа изложена на 92 страницах машинописного текста и включает в себя введение, 6 глав, 6 таблиц, 47 рисунков, 2 формулы, заключение, выводы и 6 приложений. Список использованных источников содержит 73 наименования, из которых на русском языке 39, на иностранном 34.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**История создания ловушки Малеза.** Рассматриваются литературные источники, посвященные биографии Рене Малеза и созданию им первой конструкции ловушки [1].

**Устройство ловушки Малеза.** Описана конструкция используемого энтомологического оборудования, его особенности и принцип работы. Рассмотрены основные модификации ловушки Малеза (ловушка Грессита, ловушка Шахта, двухсторонняя ловушка Малеза [2], ez-Malaise Trap [3], ez-Migration Trap [4], SLAM (Sea Land & Air Malaise trap) [5]), их применение и предназначение. Выявлены преимущества и недостатки ловушки Малеза. Изучены основные морфологические признаки целевых и нецелевых групп членистоногих.

**Применение ловушки Малеза: опубликованные исследования.** Рассмотрены иностранные проекты: IndoBioSys [6], «ВЪЕТБИО» [7], Swedish Malaise Trap Project (SMTP) [8], Global Malaise Trap Program (GMTP) [9]. Изучена возможность использования ловушки Малеза для исследования паукообразных и пчел. Сделаны выводы касательно инвентаризации биоразнообразия, способов оптимизации работы по идентификации образцов, важности штрихкодирования ДНК и создания общедоступных баз данных, возможности изучать нецелевые группы членистоногих.

**Результаты исследования энтомофауны в 2019–2021 годах.** Приведены краткие результаты исследования, проводимого на территории учебной базы СГУ в Хвалынском районе Саратовской области в 2019–2021 гг. Они включают в себя: анализ численности и таксономического состава членистоногих, анализ метеорологических параметров, оценку видового богатства сборов, сравнительный анализ энтомофауны средствами кластерного анализа, обнаружение нового вида.

**Материалы и методы.** Приведена физико-географическая характеристика территории исследования. Подробно описан процесс изготовления дополнительных ловушек Малеза, методика сбора и обработки

материала в 2022 и 2023 годах. Перечислены основные используемые инструменты и оборудование. Приведен список программ и сайтов, с помощью которых осуществлялась статистическая обработка данных.

### Результаты исследований: 2022 год

В 2022 году тремя ловушками было поймано и идентифицировано 4959 образцов (таблица 1). Для ловушки №1 самыми многочисленными являются отряды Diptera (58.92%) и Hemiptera (21.17%). Для ловушки №2 отряд Diptera составил 59.41%, отмечено увеличение численности отряда Hymenoptera (17.67%) и снижение отряда Hemiptera (13.88%). Для ловушки №3 отряд Diptera составил 51.32%, отряд Hymenoptera – 36%.

Таблица 1 – Подсчет образцов сборов ловушек Малеза за два периода сбора материала в 2022 году

№	Таксон	Ловушка №1 30 июня – 5 июля	Ловушка №2 30 июня – 5 июля	Ловушка №3 21 июля – 30 июля
1	O. Diptera	512	565	1611
2	O. Hymenoptera	97	168	1130
3	O. Lepidoptera	41	48	81
4	O. Hemiptera	184	132	241
5	O. Coleoptera	21	27	58
6	O. Dermaptera	5	6	9
7	O. Orthoptera	2	3	8
8	O. Thysanoptera	3	–	1
9	O. Araneae	2	2	–
10	O. Psocoptera	1	–	–
11	Кл. Collembola	1	–	–
Количество образцов		869	951	3139
		4959		
Количество семейств		56	65	95
Количество видов		160	194	486

За период сбора материала с 30 июня по 5 июля температура воздуха днём значительно колебалась, а в вечернее время суток держалась примерно на одном уровне; 1 и 2 июля были обильные дожди. В период сбора материала

с 21 июля по 30 июля температура воздуха днём стабильно держалась выше 21 °С; с 21 по 23 июля отмечалась гроза.

Для оценки альфа-разнообразия был рассчитан индекс Менхиника. Наибольшим оказалось видовое разнообразие сбора ловушки №3 ( $D_{Mn} = 8.69$ ), а разница значений со сборами ловушек №1 и №2 составила 3.26 и 2.4 соответственно. Это доказывает преимущество длительного расположения ловушки Малеза на территории сбора материала для захвата большего числа таксономических групп. Разница значений индекса Менхиника для сборов ловушек №1 ( $D_{Mn} = 5.43$ ) и №2 ( $D_{Mn} = 6.29$ ), установленных одновременно в первый период сбора материала, составляет 0.86.

### Результаты исследований: 2023 год

Было проанализировано 3501 экземпляров (таблица 2). Доминирующим для всех сборов является отряд Diptera (70.01%). Все остальные таксоны представлены 29.99% от общего количества. Ловушка новой конструкции собрала наибольшее количество жесткокрылых и полужесткокрылых насекомых разных размеров, а наименьшее – чешуекрылых.

Таблица 2 – Подсчет общего количества образцов и семейств из сборов ловушек Малеза за период с 8 июля по 16 июля 2023 года

№	Таксон	Ловушка №1		Ловушка №2		Ловушка №3		Все экз.
		Экз.	Сем-ва	Экз.	Сем-ва	Экз.	Сем-ва	
1	O. Diptera	587	21	1339	18	525	16	2451
2	O. Hymenoptera	74	13	340	12	80	8	494
3	O. Lepidoptera	74	35	172	47	16	12	262
4	O. Hemiptera	17	5	47	6	44	4	108
5	O. Coleoptera	27	5	57	7	83	5	167
6	O. Dermaptera	—	—	—	—	3	1	3
7	O. Orthoptera	1	1	1	1	2	2	4
8	O. Thysanoptera	1	1	—	—	—	—	1
9	O. Psocoptera	4	1	2	1	—	—	6
10	O. Odonata	—	—	1	1	—	—	1
11	Кл. Arachnida	2	2	1	1	—	—	3
12	Кл. Collembola	1	—	—	—	—	—	1
Всего		788	63	1960	68	753	45	3501

Был составлен график изменения объемов сборов ловушек за весь период исследования (рисунок 1).

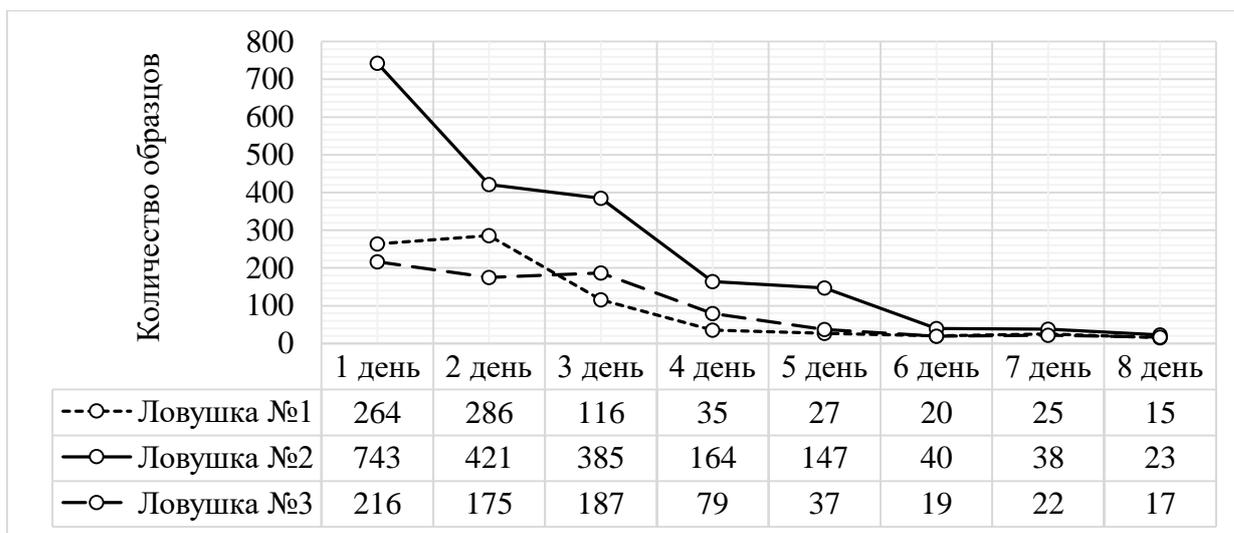


Рисунок 1 – Изменение объемов сборов ловушек за период исследования с 8 июля по 16 июля

Уменьшение численности членистоногих в сборах происходило параллельно изменениям метеорологических параметров (рисунок 2) каждый день. По результатам статистического анализа отрицательная корреляция с высокой связью ( $r_s = -0.86$ ) отмечается между средними показателями влажности воздуха и количеством собранных образцов, а также между средними показателями температуры и влажности воздуха за день. Так, при увеличении влажности воздуха происходило снижение численности образцов в сборах. Заметная положительная связь ( $r_s = 0.64$ ) наблюдается для средних показателей температуры воздуха и количества собранных образцов, т.е. с понижением температуры происходило снижение активных насекомых, которые могли бы попасться в ловушки.

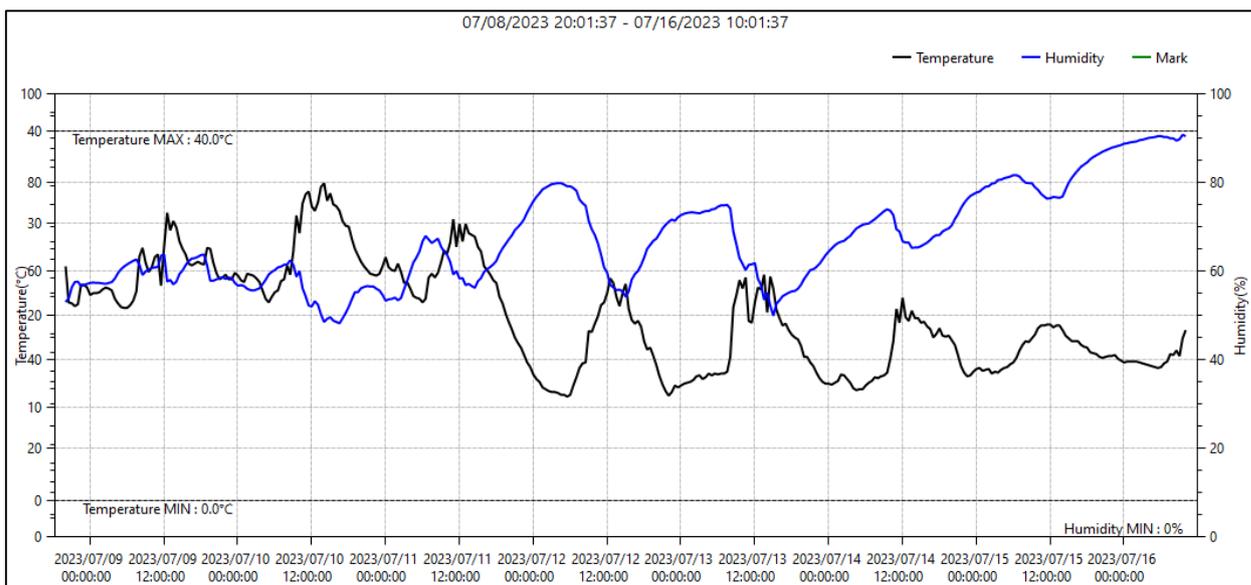


Рисунок 2 – График изменения температуры и влажности воздуха за период с 8 июля по 16 июля (Temperature Management Software – TM.exe)

Для облегчения расчета индекса Менхиника и интерпретации результатов использовались данные по семействам. Наибольшее общее богатство принадлежит ловушке №1 собственного изготовления ( $D_{Mn} = 2.24$ ).

Для полной характеристики сборов за два года был проведен общий качественный и количественный кластерный анализ. Результат общего качественного анализа по отрядам представлен на рисунке 3.

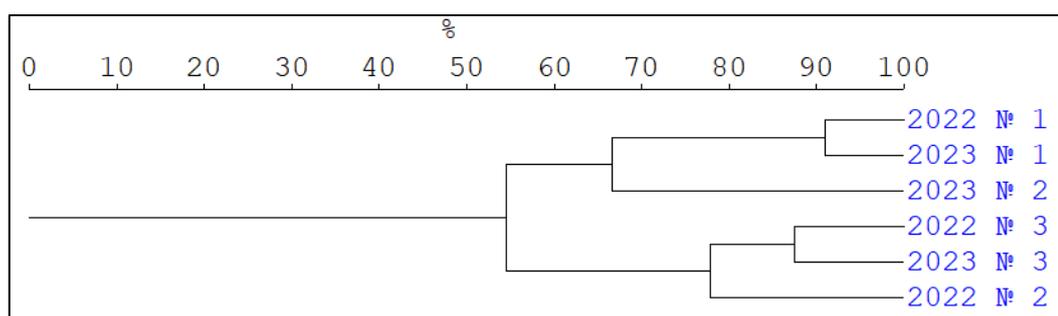


Рисунок 3 – Сходство сборов ловушек Малеза по отрядам за 2022–2023 гг. по коэффициенту Жаккара (качественный анализ)

Качественный анализ по отрядам показал наибольшее сходство между ловушками №1 ( $Kf = 92\%$ ) и ловушками №3 ( $Kf = 87\%$ ) обоих годов. Первая

группа ловушек (№1 обоих годов, №2 2023 года) схожа со второй (№3 обоих годов, №2 2022 года) примерно наполовину ( $K_f = 54\%$ ). Так, в основном во всех сборах встречаются одни и те же крупные таксоны, вне зависимости от того, как именно располагались ловушки на территории исследования.

Количественный анализ показал наибольшее сходство для ловушек №1 и №2 2022 года ( $K_n = 89\%$ ) и ловушек №1 и №3 2023 года ( $K_n = 86\%$ ). Между данными группами также отмечается большое сходство ( $K_n = 81\%$ ). Резкое обособление наблюдается для ловушек №2 и №3 2023 и 2022 года соответственно и составляет  $K_n = 37\%$ . Между собой данные ловушки оказались схожи ( $K_n = 73\%$ ). Результат общего количественного анализа по отрядам представлен на рисунке 4.

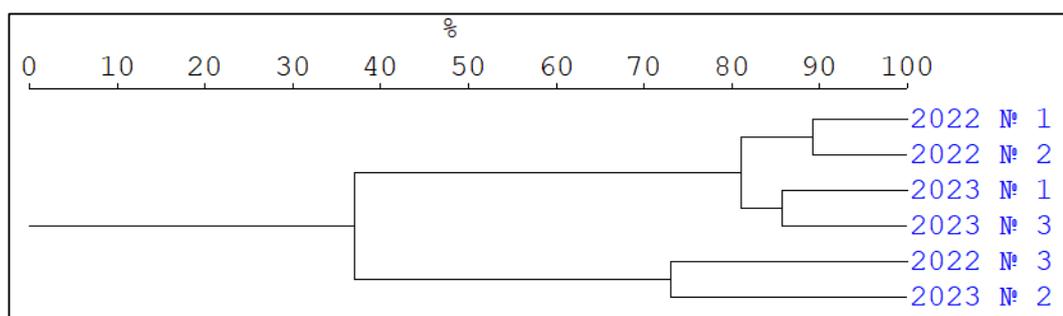


Рисунок 4 – Сходство сборов ловушек Малеза по отрядам за 2022–2023 гг. по коэффициенту Чекановского-Сьеренсена (количественный анализ)

Качественный анализ по семействам показал, что сходство обнаруживается в каждом отдельном периоде сбора материала, то есть для ловушек №1 и №2 в период с 30 июня по 5 июля 2022 года ( $K_f = 54\%$ ), для ловушек №1, №2 и №3 в период с 8 по 16 июля 2023 года ( $K_f = 65\%$ ), и отдельное значение для ловушки №3 ( $K_f = 30\%$ ), которая устанавливалась в период с 21 по 30 июля 2022 года. Так, энтомофауна менялась в каждый период исследования. Результат представлен на рисунке 5.

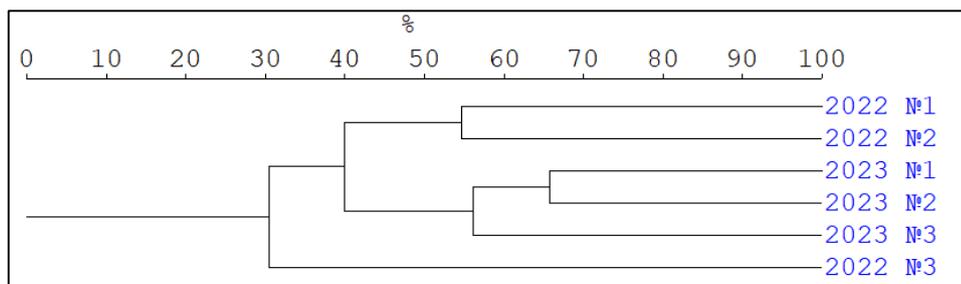


Рисунок 5 – Сходство сборов ловушек Малеза по семействам за 2022–2023 года по коэффициенту Жаккара (качественный анализ)

Количественное сходство по семействам отмечается внутри каждого отдельного периода исследования аналогично качественному. Результат представлен на рисунке 6.

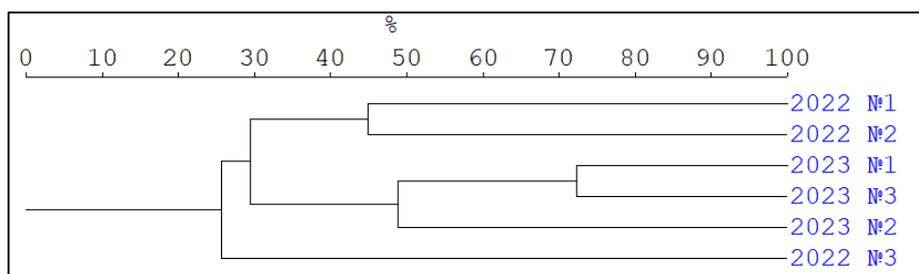


Рисунок 6 – Сходство сборов ловушек Малеза по семействам за 2022–2023 года по коэффициенту Чекановского-Сьеренсена (количественный анализ)

Качественный анализ по отрядам за пятилетний период показал сходство  $K_f = 61\%$ , наибольшее отмечается для сборов 2022 и 2023 годов ( $K_f = 91\%$ ) и 2020 и 2021 годов ( $K_f = 82\%$ ). Результаты представлены на рисунке 7.

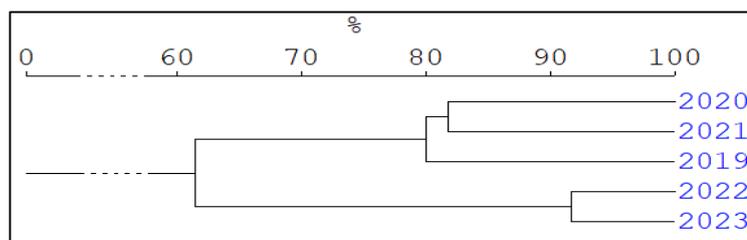
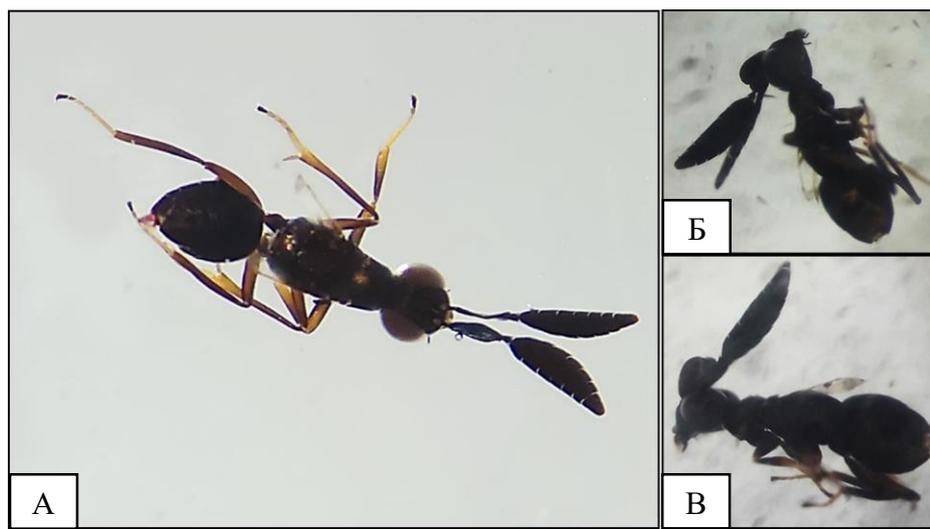


Рисунок 7 – Сходство сборов ловушек Малеза по отрядам за 2019–2023 гг. по коэффициенту Жаккара (качественный анализ)

В процессе обработки собранного материала были обнаружены виды, принадлежащие к семейству Encyrtidae (Hymenoptera). Данное семейство подробно в нашем регионе не исследовалось, поэтому данные находки являются ценным материалом. Первый образец предположительно относится к роду *Encyrtus* (Latreille, 1809) (рисунок 8), второй – к роду *Phasmopoda* (Trjapitzin, 1977) (рисунок 9).



А – вид сверху, микроскоп УХ–АК36, Б – вид сверху, бинокляр МБС–9, В – вид сбоку, бинокляр МБС–9

Рисунок 8 – *Encyrtus* sp., обнаруженный в сборах ловушки Малеза 2022 года



Рисунок 9 – *Phasmopoda* sp., обнаруженный в сборах ловушки Малеза 2022 года, вид сбоку, бинокляр МБС–9

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ловушка Малеза – это уникальное и эффективное энтомологическое оборудование, которое открывает возможность обнаружения новых и инвазивных видов. Использование ловушек Малеза разных модификаций доказало свою эффективность в практических исследованиях на территории национального парка «Хвалынский», сделаны следующие **выводы**:

1. Корреляционный анализ посуточных данных 2023 года выявил зависимость, согласно которой при повышении влажности воздуха происходит снижение количества экземпляров в сборах. Повышение влажности воздуха стало возможным благодаря постепенному понижению температуры, что также приводило к снижению активных насекомых.

2. Было установлено, что таксономический состав членистоногих Национального парка «Хвалынский», пойманных ловушками Малеза в июне-июле 2022 года, включает в себя 11 таксонов. В июле 2023 года было отмечено 12 таксонов. Всего идентифицировано 132 семейства. Обнаружены новые для фауны региона виды насекомых.

3. В 2022 году за первый период сбора материала было поймано 1820 членистоногих, за второй период – 3139, а в 2023 году – 3501. Самым многочисленным таксоном за все периоды исследования является отряд Diptera, он представлен 5139 экземплярами из 8460 пойманных (60.04%). Доля двукрылых в сборах по ловушкам менялась от 51.32% до 74.49%. Вторым по численности является отряд Hymenoptera, собрано 1889 экземпляров (22.07%), а их доля в сборах по ловушкам менялась от 9.39% до 36%. Наиболее заметно за двухлетний период менялась численность отрядов Hemiptera (уменьшилась на 80.61%), Lepidoptera (увеличилась на 35.11%) и Coleoptera (увеличилась на 36.53%). Самыми малочисленными оказались отряды Dermaptera, Orthoptera, Thysanoptera, Araneae, Psocoptera, Odonata и класс Collembola, они составляют 0.73% от общего количества экземпляров за все периоды.

4. Наиболее эффективной в качественном и количественном отношении является ловушка ez-Malaise Trap (BT1002), поскольку в её

конструкции использована сетка из ячеек небольшого диаметра (0.36 мм<sup>2</sup>). Диаметр ячеек у ловушек собственного изготовления был больше (0.99 мм<sup>2</sup>), из-за чего мелкие насекомые реже попадали в сборы. При этом ловушки позволили обнаружить больше таксонов, что подтверждается высокими значениями индекса Менхиника, и являются полезным дополнительным энтомологическим оборудованием. Ловушкой новой конструкции было собрано наибольшее количество представителей отряда Coleoptera, что доказывает эффективность её использования для изучения данной группы.

5. Наибольшее таксономическое сходство по отрядам было обнаружено между сборами разных годов для ловушек №1 (Kf = 92%) и ловушек №3 (Kf = 87%). На уровне семейств оно обнаруживается в каждом отдельном периоде сбора материала, то есть для ловушек №1 и №2 в период с 30 июня по 5 июля 2022 года (Kf = 54%), для ловушек №1, №2 и №3 в период с 8 по 16 июля 2023 года (Kf = 65% и Kf = 56%), и отдельное значение для ловушки №3 (Kf = 30%), которая устанавливалась в период с 21 по 30 июля 2022 года. Количественный анализ по коэффициенту Чекановского-Сьеренсена показал сходство семейств также внутри каждого отдельного периода исследования, а наибольшее – для ловушек №1 и №3 2023 года (Kn = 72%). Качественный анализ по коэффициенту Жаккара за пятилетний период использования ловушки Малеза в национальном парке «Хвалынский» показал общее сходство, равное Kf = 61%. Это говорит о заметных изменениях в таксономическом составе, что подтверждает необходимость постоянного мониторинга энтомофауны на территории исследования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Malaise, R. A new insect trap / R. Malaise // *Entomologisk Tidskrift*. – 1937. – V. 58. – P. 148–160.
2. Achterberg, K. V. Can Townes type Malaise traps be improved? Some recent developments / Kees van Achterberg // *Entomologische Berichten*. – 2009. – V. 69, N. 4. – P. 129–135.
3. ez-Malaise Trap II, Townes Style [Электронный ресурс] // MegaView Science Co., Ltd. [Электронный ресурс] : [сайт]. – URL: [https://shop.bugdorm.com/product\\_info.php?cPath=2\\_19&sort=1a&products\\_id=326](https://shop.bugdorm.com/product_info.php?cPath=2_19&sort=1a&products_id=326) (дата обращения: 19.04.2024). – Загл. с экрана. – Англ. яз.
4. ez-Migration Trap II [Электронный ресурс] // MegaView Science Co., Ltd. [Электронный ресурс] : [сайт]. – URL: [https://shop.bugdorm.com/product\\_info.php?cPath=2\\_19&sort=1a&products\\_id=332](https://shop.bugdorm.com/product_info.php?cPath=2_19&sort=1a&products_id=332) (дата обращения: 19.04.2024). – Загл. с экрана. – Англ. яз.
5. Bottom Collector for Standard SLAM Trap [Электронный ресурс] // MegaView Science Co., Ltd. [Электронный ресурс] : [сайт]. – URL: [https://shop.bugdorm.com/product\\_info.php?cPath=2\\_19&sort=1a&products\\_id=115](https://shop.bugdorm.com/product_info.php?cPath=2_19&sort=1a&products_id=115) (дата обращения: 19.04.2024). – Загл. с экрана. – Англ. Яз.
6. The Mt Halimun-Salak Malaise Trap project – releasing the most species rich DNA Barcode library for Indonesia / B. Cancian [et al.] // *Biodiversity Data Journal*. – 2018. – V. 6. – 13 p.
7. Using Malaise traps for collecting Lepidoptera (Insecta), with notes on the preparation of Macrolepidoptera from ethanol / O. Schmidt [et al.] // *Biodiversity Data Journal*. – 2019. – V. 7. – 12 p.
8. Jennings, D. T. Spiders (Araneae) captured in Malaise traps in spruce-fir forests of west-central Maine / D. T. Jennings, D. J. Hilburn // *J. Arachnol.* – 1988. – V. 16. – P. 85–94.
9. Muma, M. H. Studies on a population of prairie spiders / M. H. Muma, K. E. Muma // *Ecology*. – 1949. – V. 30 – P. 485–503.



10 06 24