



научный электронный журнал
ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ



<http://petrsu.ru>

Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г.Петрозаводск, пр.Ленина,33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

№ 3 (61). Сентябрь, 2026

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов
Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. М. Макаров

Редакционная коллегия

Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
J. P. Kurhinen
А. Ю. Мейгал
J. B. Jakovlev
B. Krasnov
A. Gugotek
В. Н. Якимов
А. В. Сони́на

Службы поддержки

Н. А. Марфицына
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г.Петрозаводск, пр. Ленина, 33. Каб. 453

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>



© ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»



УДК 595.771.08

ЛОВУШКА-БИОЦЕНОМЕТР ДЛЯ СБОРА ИМАГО САМЦОВ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (DIPTERA: CULICIDAE)

ПАНЮКОВА
Елена Викторовна

кандидат биологических наук, Институт биологии Коми Федерально-
го научного центра РАН, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,
panykova_lena@mail.ru

МИРЗАЕВА
Агния Григорьевна

кандидат биологических наук, Институт систематики и экологии жи-
вотных СО РАН, 630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 11,
agny01@mail.ru

Ключевые слова:
методы сбора
методы борьбы
ловушка-биоценометр
имаго самцов
Culicidae

Аннотация: Целью данного исследования была разработка метода мас-
сового сбора живых взрослых самцов комаров (семейство Culicidae) как
перспективного подхода к контролю численности популяций. В статье
описаны конструкция и принцип действия поверхностной ловушки-био-
ценометра, предназначенного для качественного и количественного от-
бора проб насекомых, связанных с водной средой. Ловушка состоит из
деревянной рамы размером 52 × 52 см (из реек шириной 2 см) и ткане-
вого покрытия, закрепленного на раме для удержания имаго. Ловушка
охватывает участок водной поверхности площадью 0.25 м². В зависимо-
сти от размера водоема возможно одновременное использование не-
скольких ловушек. Эксперименты по сбору имаго самцов проводили в
последней декаде мая и начале июня в период с 2024 по 2026 г. на двух
временных весенних водоемах: защищенном лесном водоеме и откры-
том луговом водоеме. На каждом участке отлов осуществляли в течение
трех дней, а сбор проб насекомых проводился в утренние часы. Живых
взрослых особей обездвигивали с помощью емкости со снегом (в 2025
г.) и химических хладагентов (в 2024 и 2026 гг.). Всего было проведено 18
отборов проб, в ходе которых собрано 726 взрослых самцов, 504 из них
были получены из лесного водоема. Средний показатель отлова взрос-
лых самцов с помощью ловушки-биоценометра в закрытом лесном во-
доеме составил 37 ± 3 особи (2024 г.), 32 ± 1 особь (2025 г.) и 12 ± 1 особь
(2026 г.) на 1 м² водной поверхности. На открытом водоеме, распо-
ложенном на лугу, средний показатель отлова был в три раза ниже: 7 ± 2
(2024 г.), 5 ± 1 (2025 г.) и 2 ± 1 (2026 г.) взрослых самцов на 1 м² водной по-
верхности. Применение данной ловушки привело к снижению числен-
ности комаров в исследуемых водоемах; следовательно, ее можно рас-
сматривать как средство механического контроля популяции комаров.

© Петрозаводский государственный университет
© Панюкова Е. В., Мирзаева А. Г.

Получена: 29 июня 2026 года

Подписана к печати: 29 сентября 2026 года

Введение

Целью работы была разработка прибо-
ра и метода получения качественного и до-
статочного в количественном отношении
живого материала для морфологических и

экологических исследований имаго самцов
кровососущих комаров (Diptera: Culicidae).
Проблема сбора репрезентативного мате-
риала имаго самцов кровососущих комаров
существует в связи с тем, что большинство
методов сбора разработаны для имаго кро-

вососущих самок и не привлекают самцов, как показал обзор (Мирзаева, Панюкова, 2025). Существуют виды комаров, самцы которых до сих пор не известны науке, например *Aedes albescens* Edwards, 1921 и другие (Полторацкая, Мирзаева, 2024). В борьбе с эпидемиологически опасными видами Culicidae применяют генномодифицированных или зараженных живых имаго самцов (Flores, O'Neil, 2018; Nakata et al., 2022). В связи с этим существует необходимость в разработке специальных методов и приборов для сбора имаго самцов разных видов для решения научных и практических задач.

Материалы

Сборы имаго самцов ловушкой-биоценометром проведены нами из двух водоемов в течение трех лет: 20–22 мая 2024 г.; 21–23 мая 2025 г.; 18–20 мая 2026 г., в указанные дни была переменная облачность, но без дождя. Всего было изготовлено 4 ловушки, устанавливали по 2 ловушки на каждый водоем одновременно: лесной и луговой. Водоемы расположены недалеко друг от друга в окрестностях г. Сыктывкара (с. Выльгорт) и имели сопоставимые размеры и глубину в период проведения исследований. Координаты расположения лесного водоема: 61°38' с. ш., 50°43' в. д., координаты лугового водоема: 61°37' с. ш., 50°45' в. д. Лесной водоем

образуется ежегодно в понижении рельефа ельника чернично-зеленомошного с примесью березы в результате таяния снега и пополняется дождевой водой, к середине лета он пересыхает. Луговой водоем располагается на суходольном лугу, в искусственной канаве и также заполняется талой снеговой водой в мае, пересыхает в июле. Оба водоема относятся к временным весенним. Наблюдения за развитием кровососущих комаров в данных водоемах ведутся стационарно с 2005 г., ежегодно в них наблюдается развитие кровососущих комаров. Ловушка-биоценометрами проведено 18 учетов (9 учетов для каждого водоема). В результате было отловлено 726 имаго самцов кровососущих комаров 4 видов, из них 504 особи собраны в лесном водоеме. Материал хранится в научных коллекциях Института биологии Коми научного центра УРО РАН. С живыми имаго разных видов проводили эксперименты на их выживаемость и выяснение пищевых предпочтений.

Традиционные методы исследований

Имаго самцов кровососущих комаров (рис. 1) следует искать на цветах (особенно белых цветах зонтичных, рябины, ревеня и т. п.), на листьях кустарников и деревьев или же ловить сачком во время их роения (Гуцевич и др., 1970).



Рис. 1. Самец кровососущего комара
Fig. 1. Male mosquito

Получение имаго самцов в хорошем качестве для их идентификации возможно традиционными методами, такими как дорасщипывание личинок и выведение имаго из куколок, а также кошение сачком по растительности (Service, 1997). Самцы могут быть собраны ловушками с синтетическими аттрактантами (Becker et al., 2020). Перечисленные методы

имеют свои недостатки: углекислотные ловушки очень тяжелые и дорогие, кошение по растительности повреждает хитиновый покров имаго комаров, что ухудшает качество собранного материала. Сбор с цветов дает лишь единичные сборы имаго, а дорасщипывание личинок до куколок и выведение из них имаго трудоемко и требует определен-

ных оптимальных температур содержания. Существует стационарный метод получения имаго самцов и самок при помощи марле-

вого садка (рис. 2), который применяли для учета количества всех имаго комаров, вылетающих из водоема.

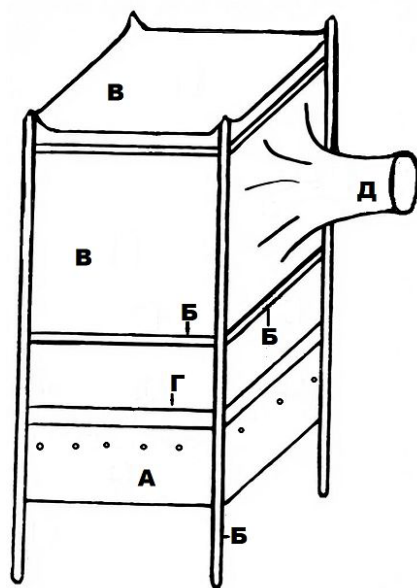


Рис. 2. Схема марлевого садка с рукавом-вершей, через который велся сбор имаго, вылетающих из водоема на разной его глубине (по: Сазонова, 1959). А – 4-угольная металлическая основа (каркас) с отверстиями для крепления садка; Б – деревянный каркас; В – марлевый колпак, его нижняя часть соприкасается с водой; Г – двойная полоса бязи для крепления к металлическому каркасу; Д – рукав для сбора имаго комаров

Fig. 2. Scheme of a holding cage with a funnel-shaped sleeve, through which adult mosquitoes that fly out of the water-body at different depths were collected (after: Sazonova, 1959). А – a 4-sided metal base (frame) with holes for attaching the cage; Б – a wooden frame; В – a gauze cover, its lower part comes into contact with water; Г – a double strip of cotton for attaching the cage to the metal frame; Д – a sleeve for collecting mosquito imagoes

Оригинальные методы исследований

Нами разработана конструкция ловушки-биоценометра для надводного сбора вылетающих из водоема имаго самцов. Конструкция состоит из деревянных реек, на которые была натянута и закреплена накрахмаленная белая ткань (марля, вуаль, сетка), мы использовали вуаль. Рейки были пропитаны водозащитным лаком и по краям скреплены мебельными стяжками для того, чтобы конструкция могла складываться при транспортировке (рис. 3). Сверху на рамки наклеена лента-контакт (липучки с крючками). По краю белой ткани пришита текстильная застежка от ленты-контакта. Длина реек составляла 52 x 52 см, ширина реек – 2 см, площадь покрытия поверхности ловушки – 0.25 квадратного метра. Размеры полотна тканевой части ловушки 55 x 55 см для создания куполообразного возвышения над водной поверхностью. Мы использовали такую ловушку-биоценометр для подсчета количества имаго самцов комаров, вылетающих с поверхности водоема. Метод

сбора имаго самцов с помощью ловушки-биоценометра заключается в следующем: нужно разместить ловушки в водоеме при обнаружении личинок старшего возраста на 3 дня, проверять ловушки ежедневно, использовать несколько ловушек одновременно. Выборку живых самцов из ловушки проводить всасывателем-экспаустером в утренние часы, при низких температурах воздуха, когда насекомые еще малоподвижны и не слетают с ткани при ее переворачивании, либо использовать снег, лед или хладагенты для обездвиживания имаго (рис. 4). Ловушки-биоценометры можно использовать многократно для разных типов водоемов. Ткань из ловушки легко стирается при загрязнении, т. к. благодаря контактной ленте она легко снимается с деревянных рамок. Преимуществами такой ловушки можно назвать простоту изготовления и доступность материалов. Недостатками ловушки являются ее плавучесть при сильном ветре, намокание ткани при дожде, а также кратковременность использования, которая зависит от климатических условий региона. В результа-

те апробации метода и ловушки нами были собраны в лесном водоеме самцы ранневесенних *Aedes communis* (De Geer, 1776) и *A. diania* Howard, Dyar et Knab, 1913, а с поверхности лугового водоема были собраны и идентифицированы самцы также двух видов комаров: массового средневесеннего *Aedes punctor* (Kirby, 1837) и редкого поздневесен-

не-летнего *A. cinereus* Meigen, 1818. Вопрос об идентификации последнего и типе водоема его развития был уточнен, т. к. по имаго самок и личинкам *A. cinereus* надежно не отличается от близкого весенне-летнего *A. rossicus* Dolbeshkin, Goritzkaja et Mitrofanova, 1930. У этих двух видов достоверно идентифицируются только самцы.

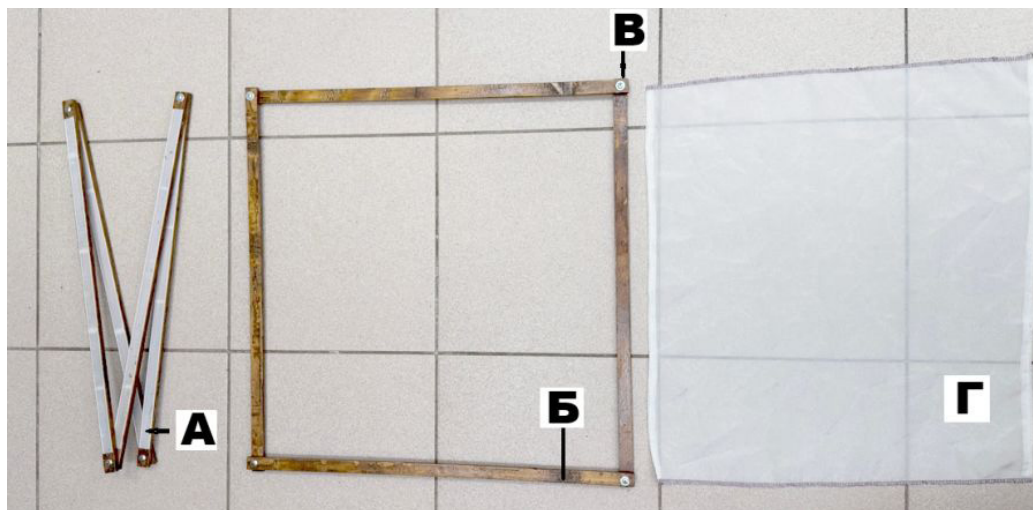


Рис. 3. Ловушка-биоценометр в разобранном виде. А – деревянная основа ловушки с наклеенной лентой-контакт (вид сверху); Б – деревянная основа (вид снизу); В – мебельные стяжки; Г – тканевая часть ловушки с текстильной застежкой (вид сверху)

Fig. 3. Dissembled biocenometer trap. А – wooden base of the trap with a glued contact tape (top view); Б – wooden base (bottom view); В – furniture fasteners; Г – fabric part of the trap with a textile fastener (top view)



Рис. 4. Оцепеневшие живые имаго комаров *Aedes communis* (De Geer, 1776) на ткани на снежнике в ельнике-черничнике, май 2025 г., окрестности с. Вьльгорт (Республика Коми)

Fig. 4. Torpid but living imagoes of *Aedes communis* mosquitoes (De Geer, 1776) on a fabric on the top of a snow patch in a blueberry spruce forest, May 2025, near the village of Vylgort (Komi Republic)

Ловушка-биоценометр позволила рассчитать среднюю уловистость имаго самцов для каждого водоема. Средняя уловистость имаго самцов ловушки-биоценометра в закрытом лесном водоеме составляла 37 ± 3 (2024 г.), 32 ± 1 (2025), 12 ± 1 (2026). В открытом луговом водоеме средняя уловистость ловушки-биоценометра была значительно ниже: 7 ± 2 (2024 г.), 5 ± 1 (2025), 2 ± 1 (2026) особей имаго самцов. Все расчеты вели на квадратный метр водной поверхности. Для расчета применяли среднее арифметическое, стандартное отклонение и стандартную ошибку для оценки надежности результата.

Обсуждение

Ловушка-биоценометр и метод ее использования разработаны на основе биологических особенностей развития имаго кровососущих комаров, с ее помощью можно собрать живых имаго самцов и посчитать их относительную численность на площадь всей поверхности водоема для предварительного прогноза численности кровососущих комаров. Известно, что первыми в водоемах развиваются мужские особи комаров, они на несколько суток опережают в развитии имаго самок. Имаго самцов комаров питаются нектаром растений и пьют воду в ожидании вылета из водоемов самок. Вода и углеводы принимаются комарами обоих полов на протяжении всей их жизни, а способность к кровососанию самки большинства видов приобретают только после спаривания (Балашов, 2009). Изъятие из по-

пуляции самцов перспективно для борьбы с кровососущими самками. Разработанные методы для сбора имаго самцов могут быть применены также для научных целей, если нужны для экспериментов живые комары, то их можно получить из оцепеневших, собранных из ловушки. При ежедневной проверке ловушек можно установить температурный оптимум для конкретных видов комаров и уточнить, при какой температуре воды идет массовый выплод определенного, практически значимого вида. Температурный оптимум развития кровососущих комаров мало изучен, предложенные нами методы можно использовать для уточнения этого вопроса. Сборы, выполненные ловушками-биоценометрами в различных типах водоемов, помогут разобраться с вопросами идентификации редких видов кровососущих комаров, т. к. дают массовый материал.

Заключение или выводы

Ловушка-биоценометр и разработанный метод способствуют получению живых имаго комаров из природных водоемов для научных и практических целей. Применение разработанного метода сбора имаго самцов кровососущих комаров позволит контролировать численность популяций этих насекомых в населенных пунктах. Метод перспективен для выяснения научных вопросов об оптимальных условиях и температуре развития имаго отдельных видов кровососущих комаров в натурных экспериментах.

Библиография

- Балашов Ю. С. Паразитизм клещей и насекомых на наземных позвоночных. СПб.: Наука, 2009. 357 с.
- Гуцевич А. В., Мончадский А. С., Штакельберг А. А. Комары (Семейство Culicidae). Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1970. 384 с. (Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Т. 3. Вып. 4).
- Мирзаева А. Г., Панюкова Е. В. Методы сбора и оценки численности имаго кровососущих комаров (Diptera: Culicidae) // Паразитология. 2025. Т. 59, № 1. С. 49–71. DOI: 10.31857/S0031184725010041
- Полторацкая Н. В., Мирзаева А. Г. Кровососущие комары (Diptera: Culicidae) Западной Сибири. Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2024. 506 с.
- Сазонова О. Н. Комары рода *Aedes* в лесной зоне Европейской части РСФСР и биологические основы борьбы с ними: Дис. ... д-ра биол. наук. Л., 1959. 530 с.
- Becker N., Petrić D., Zgomba M., Boase C., Madon M. B., Dahl C., Kaiser A. Mosquitoes: identification, ecology and control. Third Edition. Cham: Springer Nature, 2020. XXXI, 570 p. DOI: 10.1007/978-3-030-11623-1
- Flores H. A., O'Neill S. L. Controlling vector-borne diseases by releasing modified mosquitoes // Nature Reviews Microbiology. 2018. Vol. 16, № 8. P. 508–518. DOI: 10.1038/s41579-018-0025-0
- Nakata T., Simões P., Walker S. M., Russell I. J., Bomphrey R. J. Auditory sensory range of male mosquitoes for the detection of female flight sound // Journal of the Royal Society Interface. 2022. Vol. 9 (193). Article 20220285. DOI: 10.1098/rsif.2022.0285
- Service M. W. Mosquito Ecology: Field sampling methods. Second Edition. Elsevier applied science. Barking, Essex, UK: Elsevier Science Publishers, 1993. 988 p.

Благодарности

Благодарим к. б. н. Н. М. Парамонова за помощь с получением информации о ловушках из диссертации О. Н. Сазоновой. Большое спасибо Н. Э. Панюкову за изготовление рабочего макета ловушек-биоценометров.

A TRAP-BIOCENOMETER FOR COLLECTING IMAGO OF MALE BLOOD-SUCKING MOSQUITOES (DIPTERA: CULICIDAE) A TRAP FOR COLLECTING ADULT MALE MOSQUITOES (DIPTERA: CULICIDAE)

PANYUKOVA
Elena Viktorovna

PhD, Institute of Biology, Komi Federal Scientific Center, RAS, 28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Komi Republic, 167982, Russia, panyukova_lena@mail.ru

MIRZAEVA
Agnia Grigoryevna

PhD, Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 11, Frunze St., Novosibirsk, 630091, Russia, agny01@mail.ru

Key words:
collection methods
control methods
trap-biocenometer
adult males
Culicidae

Summary: The aim of this study was to develop a method for mass collection of live adult male mosquitoes (family Culicidae) as a promising approach to population control. The article describes the design and principle of operation of a surface trap-biocenometer designed for qualitative and quantitative sampling of insects associated with the aquatic environment. The trap consists of a 52 × 52 cm wooden frame (made of 2 cm wide slats) and a fabric cover mounted on the frame to hold the imago. The trap covers an area of 0.25 m² of water surface. Depending on the size of the water body, it is possible to use several traps at the same time. Experiments on collecting imago males were conducted in the last decade of May and early June in the period from 2024 to 2026 in two temporary spring reservoirs: a protected forest reservoir and an open meadow reservoir. At each site, trapping was carried out for three days, and insect samples were collected in the morning. Live adults were immobilized using a container with snow (in 2025) and chemical refrigerants (in 2024 and 2026). A total of 18 samples were taken, during which 726 imago males were collected, 504 of them were obtained from a forest reservoir. The average rate of trapping imago males using a biocenometer trap in a closed forest reservoir was 37 ± 3 individuals (2024), 32 ± 1 individuals (2025) and 12 ± 1 individuals (2026) per 1 m² of water surface. In an open pond located in a meadow, the average catch rate was three times lower: 7 ± 2 (2024), 5 ± 1 (2025) and 2 ± 1 (2026) imago males per 1 m² of water surface. The use of the biocenometer trap resulted in a decrease in the number of mosquitoes in the studied water bodies; therefore, it can be considered as a means of mechanical control of the mosquito population. It should be mentioned that the trap was designed and made of available materials. The aim of this study was to develop a method for mass collection of live adult male mosquitoes (family Culicidae) as a promising approach to population control. The article describes the design and principle of operation of a surface trap-biocenometer designed for qualitative and quantitative sampling of insects associated with the aquatic environment. The trap consists of a 52 × 52 cm wooden frame (made of 2 cm wide slats) and a fabric cover mounted on the frame to hold the imago. The trap covers an area of 0.25 m² of water surface. Depending on the size of the water body, it is possible to use several traps at the same time. Experiments on collecting imago males were conducted in the last decade of May and early June in the period from 2024 to 2026 in two temporary spring reservoirs: a protected forest reservoir and an open meadow reservoir. At each site, trapping was carried out for three days, and insect samples were collected in the morning. Live adults were immobilized using a container with snow (in 2025) and chemical refrigerants (in 2024 and 2026). A total of 18 samples were taken, during which 726 imago males were collected, 504 of them were obtained from a forest reservoir. The average rate of trapping imago males using a biocenometer trap in a closed forest reservoir was 37 ± 3 individuals (2024), 32 ± 1 individuals (2025) and 12 ± 1 individuals (2026) per 1 m² of water surface. In an open pond located in a meadow, the average catch rate was three times lower: 7 ± 2 (2024), 5 ± 1 (2025) and 2 ± 1 (2026) imago males per 1 m² of water surface. The use of the biocenometer trap resulted in a decrease in the number of mosquitoes in the stud-

ied water bodies; therefore, it can be considered as a means of mechanical control of the mosquito population. It should be mentioned that the trap was designed and made of available materials. The aim of this study was to develop a method for mass collection of live adult male mosquitoes (family Culicidae) as a promising approach to population control. The article describes the design and principle of operation of a surface trap - biocenometer designed for qualitative and quantitative sampling of insects associated with the aquatic environment. The trap consists of a 52 × 52 cm wooden frame (made of 2 cm wide slats) and a fabric cover mounted on the frame to hold the imago. The trap covers an area of 0.25 m² of water surface. Depending on the size of the water body, it is possible to use several traps at the same time. Experiments on collecting imago males were conducted in the last decade of May and early June in the period from 2024 to 2026 in two temporary spring reservoirs: a protected forest reservoir and an open meadow reservoir. At each site, trapping was carried out for three days, and insect samples were collected in the morning. Live adults were immobilized using a container with snow (in 2025) and chemical refrigerants (in 2024 and 2026). A total of 18 samples were taken, during which 726 imago males were collected, 504 of them were obtained from a forest reservoir. The average rate of trapping imago males using a biocenometer trap in a closed forest reservoir was 37 ± 3 individuals (2024), 32 ± 1 individuals (2025) and 12 ± 1 individuals (2026) per 1 m² of water surface. In an open pond located in a meadow, the average catch rate was three times lower: 7 ± 2 (2024), 5 ± 1 (2025) and 2 ± 1 (2026) imago males per 1 m² of water surface. The use of the biocenometer trap resulted in a decrease in the number of mosquitoes in the studied water bodies; therefore, it can be considered as a means of mechanical control of the mosquito population. It should be mentioned that the trap was designed and made of available materials.

Received on: 29 June 2026

Published on: 29 September 2026

References

- Balashov Yu. S. Parasitism of ticks and insects on terrestrial vertebrates. SPb.: Nauka, 2009. 357 p.
- Becker N., Petrić D., Zgomba M., Boase C., Madon M. B., Dahl C., Kaiser A. Mosquitoes: identification, ecology and control. Third Edition. Cham: Springer Nature, 2020. XXXI, 570 p. DOI: 10.1007/978-3-030-11623-1
- Flores H. A., O'Neill S. L. Controlling vector-borne diseases by releasing modified mosquitoes, *Nature Reviews Microbiology*. 2018. Vol. 16, No. 8. P. 508–518. DOI: 10.1038/s41579-018-0025-0
- Gucevich A. V. Monchadskiy A. S. Shtakel'berg A. A. Mosquitoes (Culicidae family). L.: Nauka, Leningradskoe otd-nie, 1970. 384 p. (Fauna SSSR. Nasekomye dvukrylye. T. 3. Vyp. 4).
- Mirzaeva A. G. Panyukova E. V. Methods of collecting and estimating the number of adult blood-sucking mosquitoes (Diptera: Culicidae), *Parazitologiya*. 2025. T. 59, No. 1. P. 49–71. DOI: 10.31857/S0031184725010041
- Nakata T., Simões P., Walker S. M., Russell I. J., Bompfrey R. J. Auditory sensory range of male mosquitoes for the detection of female flight sound, *Journal of the Royal Society Interface*. 2022. Vol. 9 (193). Article 20220285. DOI: 10.1098/rsif.2022.0285
- Poltorackaya N. V. Mirzaeva A. G. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Western Siberia. Tomsk: Izd-vo Tomskogo gos. un-ta, 2024. 506 p.
- Sazonova O. N. Mosquitoes of the genus *Aedes* in the forest zone of the European part of the RSFSR and biological basis of their control: Dip. ... d-ra biol. nauk. L., 1959. 530 p.
- Service M. W. Mosquito Ecology: Field sampling methods. Secon Edition. Elsevier applied science. Barking, Essex, UK: Elsevier Science Publishers, 1993. 988 p.