

УДК 595.771:001.891.55

МЕТОДЫ СБОРА И ОЦЕНКИ ЧИСЛЕННОСТИ ИМАГО КРОВСОСУЩИХ КОМАРОВ (DIPTERA: CULICIDAE)

© 2025 А. Г. Мирзаева^{а, *}, Е. В. Панюкова^{б, **}

^а Институт систематики и экологии животных СО РАН,
ул. Фрунзе 11, Новосибирск, 630091 Россия

^б Институт биологии Коми научного центра УРО РАН, ФИЦ
ул. Коммунистическая 28, Сыктывкар, 167982 Республика Коми Россия

* e-mail: agny01@mail.ru

** e-mail: panjukova@ib.komisc.ru; panykova_lena@mail.ru

Поступила в редакцию 13.12.2024

После доработки 11.02.2025

Принята к публикации 14.02.2025

Выполнен обзор методов количественного учета имаго кровососущих комаров (Diptera: Culicidae), которые позволяют решать ряд важных задач, таких как выявление сезонной динамики численности видов, уточнение изменения доминирующих видов комаров под влиянием меняющихся биотических и абиотических факторов среды. Рассмотрены преимущества, особенности и недостатки различных методов количественных учетов Culicidae. Проведено сравнение методов количественных сборов кровососущих комаров в историческом аспекте, в работе использованы архивные фотографии. Наибольшее внимание уделено методам, которые апробированы авторами при количественных учетах кровососущих комаров в тундровой, таежной, лесостепной и степной природных зонах России.

Ключевые слова: имаго кровососущих комаров, оборудование и методы сбора, приманки, ловушки

DOI: 10.31857/S0031184725010041, **EDN:** UMMMKL

Роль комаров (Diptera: Culicidae) как кровососов усиливается в связи с возникновением новых природных очагов опасных арбовирусных инфекций. Важное значение при возникновении этих очагов имеют благоприятные климатические условия, наличие путей миграции перелетных птиц, широкое видовое разнообразие и высокий уровень численности комаров-переносчиков инфекций. Так, в конце прошлого и начале нового текущего столетия в связи с потеплением климата и увеличением численности полициклических видов комаров отмечено обострение эпидемиологической обстановки в Астраханской, Волгоградской областях и Краснодарском крае, вызванное распространением вирусов лихорадки Западного Нила (ЛЗН), Тягиня и Батайи (Федорова и др., 2004; Галимзянов и др., 2016; Молчанова и др., 2019). В 2004 г. выявлены маркеры вируса ЛЗН у грызунов, перелетных и оседлых птиц на территории южной и степной зон Западной Сибири в системе Карасукских и Чаноских озер (Кононова

и др., 2007), а также впервые – случаи заболевания ЛЗН людей в Новосибирской области (Терновой и др., 2007). Возникновение этой опасной вирусной инфекции совпало с выявленной вспышкой численности комаров *Coquillettidia richardii* Ficalbi, 1889 и *Culex modestus* Ficalbi, 1889 на территории Чановского стационара Института систематики и экологии животных РАН (Мирзаева и др., 2007).

В связи с этим мониторинговые исследования кровососущих комаров приобретают важное практическое значение (Федорова, Бородай, 2017), а выбор эффективных количественных методов сбора становится необходимым условием для решения практических и теоретических задач. Остается актуальной проблема сравнения результатов количественных данных, полученных при использовании разных методов сбора. Выявление структуры доминирующих видов комаров и объективной оценки их численности требует применения специализированных методик, адекватных поставленным задачам. Примером проведения унификации методов сбора кровососущих двукрылых может служить работа коллектива авторов (Детинова и др., 1978), однако в ней не были учтены современные методы количественного сбора с использованием новейших технических средств и приспособлений.

Практические задачи контроля численности Culicidae способствуют появлению новых методов оценки численности имаго. В литературе описывается оригинальный количественный учет имаго комаров с помощью устройства в виде сачка-сетки со съёмными мешочками, которое устанавливается на крыше автомобиля. Данный метод был разработан для сбора имаго комаров на больших территориях при движении транспортного средства по определенному маршруту, таким образом получали статистические результаты по численности имаго двукрылых после обработки водоемов ларвицидами (Timmermann, Becker, 2017). Методическим вопросам уделяется большое внимание в специализированных изданиях (Service, 1993; Silver, 2008; Becker et al., 2003, 2010, 2020; Будаева, Хицова, 2012). Методам количественного учета кровососущих двукрылых разных групп посвящено много работ (Бреев, 1958, 1963; Жукова, 1967; Мирзаева, Патрушева, 1972; Расницын, Косовских, 1983; Мирзаева, 2008), однако для кровососущих комаров отсутствует обобщающая сводка по сравнительной оценке количественных методов учета и их применению в различных ландшафтно-климатических условиях. Имеются современные публикации, которые посвящены качественному учету кровососущих двукрылых и изучению экологии семейств (Будаева, Хицова, 2012; Халин и др., 2021), однако в них не затронуты вопросы количественного учета. Сложности количественных учетов имаго связаны с разлетом от мест развития и свободным перемещением в воздушном пространстве. Установить относительную численность популяций отдельных видов достаточно сложно, и требуются специальные методы, оборудование и знания особенностей их экологии.

Целью данной работы стал обзор имеющихся в современной практике количественных методик сбора имаго кровососущих комаров. В задачи работы входили сравнительная оценка существующих в настоящее время методов количественного учета имаго сем. Culicidae, а также унификация имеющихся методов для конкретных природно-климатических зон.

ОБЗОР МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СБОРА ИМАГО КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ

Все многообразие методов количественного учета имаго кровососущих комаров объединяется в три группы: 1) сбор на живую приманку; 2) сбор без применения приманок и ловушек (сбор сачком, пробиркой, эксгаустером со стен помещений,

с растительности, из роев и т.п.) и 3) сбор ловушками (углекислотными, световыми, электрическими, механическими и т.п.). Количество учетчиков также важно при использовании разных методов количественных сборов. Преимущественно отбор материала осуществляется одним учетчиком, но некоторые виды методов требуют большее число сборщиков. Каждая группа методов имеет свои преимущества и недостатки. Наиболее часто применяемые методы количественных учетов одним сборщиком – сбор на приманку («на себя») и ручной сбор сачком.

Для сравнения разных методов используются следующие характеристики: 1) уловистость, или количество собранного фактического материала в разных сборах; 2) степень сохранности экземпляров, или качество сбора; 3) влияние квалификации сборщика на результат, или умение собирать различными приспособлениями достаточное количество качественного материала; 4) выбор метода, который позволяет собирать статистически достоверные данные; 5) трудоемкость выполнения работ; 6) влияние на результат сборов погодных условий; 7) зависимость полученных результатов от числа проведенных сборов; 8) стоимость оборудования и расходных материалов; 9) безопасность использования метода и оборудования для сборщика. Общеизвестно, что кровососущие насекомые могут переносить различные инфекции, поэтому сборы «с себя» представляют потенциальную угрозу для учетчика в районах с распространением наиболее опасных арбовирусных инфекций, в таких регионах рекомендуется применять механические методы сбора и сбор на животное-приманку. Многочисленные методы количественного учета имаго кровососущих комаров объединены в три группы: сбор на живую приманку, сбор ловушками и сборы без приманок и ловушек (табл. 1).

Таблица 1. Методы получения количественных данных

Table 1. Methods for obtaining quantitative data

Тип сбора		
Сбор на живую приманку	Ручной сбор (сачком, пробирками, всасывателями)	Сбор ловушками
Сбор эксгаустером, пробирками с человека (20-минутные учеты – метод Гуцевича), сборы с животных (сачком, сетками, эксгаустером (всасывателем))	Кошение сачком по растительности	Ловушки с естественными аттрактантами
Сбор эксгаустером с человека, животного	Сбор со стен помещений пробирками, эксгаустером (всасывателем)	Ловушки с углекислотой («сухой лед», баллоны с углекислым газом)
Сбор сачком вокруг учетчика в течение определенного времени	Сбор сачком со съёмными мешочками на определенной площади (стен, потолков внутри помещений)	Электрические ловушки (световые, вентиляторы, всасыватели)
Сбор колоколом с приманкой-человеком с пятиминутной экспозицией (колокол Мончадского-Радзивиловской)	Сбор имаго из роев сачком	Механические ловушки (ловушка Малеза и др.)

В статье подробно описаны и проиллюстрированы группы сборов в ретроспективном аспекте с использованием архивных фотографий. При этом используются следующие понятия: относительная численность – общее число особей всех видов на единицу учета; относительная активность нападений – число особей одного вида за учетный период (максимальная активность нападений данного вида принимается за 100%); количественный учет – одномоментный сбор некоторого количества особей всех видов выбранным методом.

СБОР НА ЖИВУЮ ПРИМАНКУ

Наиболее распространенная группа методов количественного учета. Часто применяется для исследовательских и поисковых целей. К данной группе количественных методов сбора относятся приспособления с различными приманками, в качестве которых используют человека, птиц, коров, лошадей, кроликов. К данной группе относится метод Гуцевича – сбор с предплечья учетчика всех нападающих насекомых за 20 минут (Гуцевич и др., 1970). Сбор осуществляют пробирками с фиксирующей жидкостью или всасывателем (экспаугстером).

Отлов ловушками с приманкой дает хорошие количественные и качественные результаты. Наиболее объективным методом количественного учета комаров ранее считались колокол Мончадского и Радзивиловской (Мончадский, Радзивиловская, 1947) и его модификации. Мы рекомендуем этот метод в качестве основного при оценке относительной численности имаго кровососущих комаров сем. Culicidae. Метод учета колоколом дает статистически точные результаты, кроме того, позволяет учесть всех нападающих кровососущих двукрылых и определить характер суточной активности в зависимости от погодных условий, причем погрешность связана исключительно с индивидуальными особенностями сборщика минимальна. На метод учета колоколом Мончадского, как на наиболее статистически достоверный при оценке нападающей части популяции комаров, особенно при ночных отловах, указывал Беклемишев (1970). Схема колокола подробно описана в «Руководстве по медицинской энтомологии» (Руководство..., 1974).

Мы использовали ряд модификаций в изготовлении купола колокола (рис. 1). Обручи изготавливали не из прочной негнущейся железной проволоки, а из гибкой двухмиллиметровой алюминиевой. Обручи не пришивали к куполу колокола, а перед началом работы с колоколом привязывали пришитыми к куполу завязками. По окончании работы обручи отвязывали, сгибали в виде круга, диаметр которого позволял при необходимости размещать его в рюкзаке. Колокол, помещенный в рюкзак, не создает неудобств при перемещениях сборщика, при маршрутных наблюдениях, при хранении в специально отведенных для этого местах.

Высота колокола нашей конструкции не ограничивается нижним обручем, а удлиняется по диаметру 30-сантиметровой полосой ткани – «оборкой», которая после опускания колокола на человека затягивается вовнутрь колокола с целью предотвращения вылета пойманных насекомых. При этом, в отличие от всех ранее рекомендованных указаний подвешивать колокол на ветвях дерева в лесу, оказалось удобнее подвешивать колокол на открытой поляне на специально установленной перекладине высотой от 2 м. Перекладину, с устойчивыми основаниями, можно изготовить из жердей толщиной до 10 см, вертикальные части перекладины прочно вкапываются в грунт. При высоте перекладины в 2 м длина прочного шнура составляет 4 м.



Рисунок 1. Колокол Мончадского для отлова кровососущих двукрылых насекомых.
Фото А.Г. Мирзаевой.

Figure 1. Bell Monchadskyi for collection of blood – sucking Diptera. Photo by A.G. Mirzaeva.

За шнур поднимают и опускают колокол. Для продевания шнура в середину поперечной (горизонтальной) жерди вбивается кольцо из изогнутого гвоздя. После продевания шнура через кольцо на перекладине концы его связываются на куполе колокола. При проведении учета по данной методике необходимы два учетчика: один в качестве «приманки» размещается под колоколом на 5 минут, другой поднимает колокол перед началом учета и опускает его после пятиминутной экспозиции, а также проводит измерения метеорологических параметров среды. Оказавшись под колоколом, учетчик-«приманка» собирает сачком или эксгаустером всех привлеченных кровососущих комаров. При работе с этой конструкцией колокола можно обойтись без помощника, если учетная площадка стационарна и на ней установлена перекладина с колоколом и полевая метеостанция. Поднимать и опускать колокол можно с помощью шнура одному учетчику. Для этого на границе черты круга, куда опускается колокол (его нижний обруч), вбивается колышек, в который под острым углом

закрепляется изогнутый гвоздь для фиксации колокола в поднятом или опущенном положении. На шнуре завязывают две петли: нижняя петля делается на высоте шнура, соответствующей опущенному колоколу (который при закреплении этой петли на вбитом в почву колышке фиксируется в опущенном состоянии), верхняя петля (для фиксации колокола в поднятом состоянии) размещается соответственно на противоположном отрезке шнура. При работе с колоколом основную массу насекомых мы отлавливали небольшим сачком, при очень высокой численности насекомых сачки меняли, чтобы не допускать значительного повреждения отловленных кровососов. Оставшихся на стенках колокола насекомых собирали эксгаустером. Прячущиеся в складках колокола комары в сумеречные часы концентрируются на более освещенной стороне колокола, что облегчает их вылов. Сбор насекомых под колоколом можно производить автоматизированным эксгаустером (Трубников, 1969).

Позднее был предложен вариант колокола, изготовленного из темной материи, – колокол Березанцева (рис. 2). В куполе колокола имеется отверстие, куда вставляется небольшой садок из светлой ткани. При опущенном колоколе насекомые устремляются к свету и собираются в садке. Садки с собранными насекомыми заменяют при наполнении на пустые садки (Березанцев, 1959).



Рисунок 2. Колокол Березанцева для отлова кровососущих двукрылых насекомых. Фото Ю.А. Березанцева.

Figure 2. Bell Berezantcev for collection of blood – sucking Diptera. Foto by Yu.A. Berezantcev.

Преимущество колокола Березанцева – экономия времени, затрачиваемого на отлов насекомых. Кроме того, конструкция позволяет проводить учеты одному наблюдателю. Исследователи Бельтюкова и Архипова внесли небольшое изменение в указанный метод (более упрощенный вариант) – вместо садка в верхней части колокола они вставляли окошечко из мельничного газа, на котором собирались насекомые, и затем их вылавливали эксгаустером (Бельтюкова, Архипова, 1966, 1967).

Колокол Березанцева, несмотря на свои преимущества, имеет и отрицательные качества. С темным колоколом трудно работать в сумерки и ночью (например, при необходимости проведения круглосуточного учета). Если мелких насекомых легко выловить внутри белого колокола при наружном искусственном освещении (они скапливаются на самом освещенном участке), то это невозможно выполнить при работе с темным колоколом. На эти погрешности указывали и другие авторы (Скуфьин, 1973; Расницын, Бikuнова, 1970).

Для исключения погрешностей подобного типа сотрудниками Зоологического института (ЗИН РАН) был предложен модифицированный полог – ловушка для учета кровососущих двукрылых, нападающих на сельскохозяйственных животных (Веселкин и др., 1993). Основное положительное свойство данной ловушки состоит в том, что полог до момента отлова насекомых находится в свернутом состоянии, а скорость накрывания животного с налетевшими на него насекомыми составляет менее двух секунд. Этого времени достаточно для того, чтобы охватить всех насекомых, находящихся на животном и около него. Учетчиком может быть один человек. Данная конструкция полога заслуживает высокой оценки, т.к. полученные при ее использовании данные довольно объективны и достаточно достоверны, но полог громоздок, сложен по технологическому исполнению, кроме того, для проведения учета требуются прирученные животные (лошадь, корова).

Для стационарных наблюдений за сезонной активностью нападений имаго кровососущих комаров может быть применен метод отлова с помощью ловушки с приманкой – кроликом (Кункова, 2002; Кункова, Федорова, 2003).

Ловушка с кроликом состоит из четырех частей: садка в форме клетки (размером $0.5 \times 0.3 \times 0.3$ м), чехла из мелкоячеистой сетчатой ткани с боковым рукавом – вершей (диаметром 0.1 м и длиной 0.5 м), проволочного каркаса (ручки 0.7 м с кольцом диаметром 0.1 м) и съемного сетчатого мешочка (по размерам верши). При установке ловушки в клетку помещали взрослого кролика в специальном садке, после чего сверху клетку плотно закрывали на замок. На клетку надевали сетчатый чехол, низ которого закрепляли на дне клетки (в основании чехла имелась резинка). Влёт комаров в клетку был возможен только через отверстие верши, которое удерживалось проволочным каркасом или подпиралось палкой на высоте 0.7 м от поверхности. Внутри верши вставляли съемный мешочек, сшитый из сетчатой ткани. После 20-минутной экспозиции вход в ловушку закрывали и извлекали съемную часть верши с привлеченными на кролика имаго кровососущих комаров (рис. 3, 4). Для сравнения одновременно в 5 м от ловушки с кроликом проводили сбор имаго 20-минутным методом отлова «на себе» (Гуцевич и др., 1970). Модификацию метода Гуцевича «на себе» применяли для эколого-фаунистических сборов. Сбор нападающих имаго самок комаров вели при помощи пробирки объемом 5 мл, заполненной на треть 70% этиловым спиртом. Питающегося комара накрывали пробиркой со спиртом и фиксировали его. В одну пробирку собирали не более 10 экз. и отмечали время, потраченное на

сбор данного количества комаров. При высокой частоте нападения комаров отмечали время в секундах, затраченное на сбор десяти нападающих имаго, с последующим перерасчетом числа нападений за 20-минутный интервал (Панюкова, Канев, 2023).

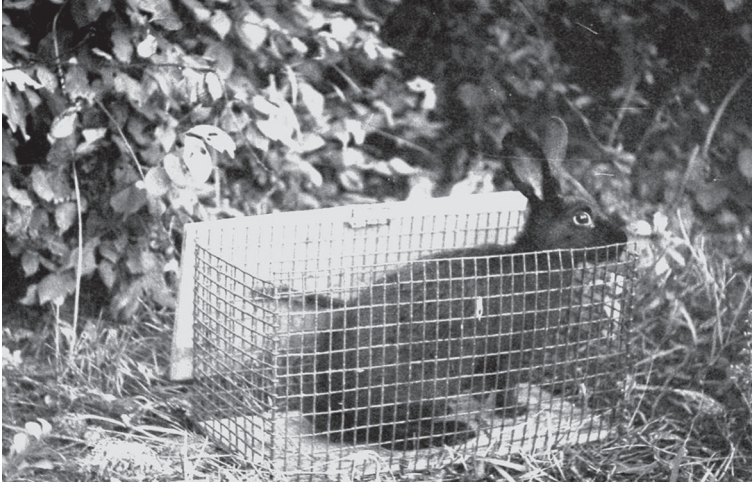


Рисунок 3. Кролик в садке-ловушке. Фото Е.В. Панюковой.

Figure 3. Rabbit in a cage-trap. Photo by E.V. Panyukova.



Рисунок 4. Установка ловушки. Садок с кроликом закрыт чехлом из мелкоячеистой сетки с открытой боковой вершей, второе дно верши вынута с собранными имаго (внизу слева). Фото Е.В. Панюковой.

Figure 4. Setting up a trap. The cage with a rabbit is covered with a fine mesh cover with an open side top; the second bottom of the top is taken out with collected adults (lower left). Photo by E.V. Panyukova.

Для учета комаров рода *Culex* наиболее подходящим служил метод учета на предплечье, но он может быть применен только до определенного предела численности нападающих самок комаров. Использование пробирки или эксгаустера при численности более 80–90 особей, нападающих за 1 минуту, становится бесполезным из-за невозможности учесть все экземпляры. Метод определения продолжительности периода (в секундах или минутах), в течение которого на предплечье учетчика нападают 10 особей, при дальнейшем перерасчете на 20 минут учетного времени применим при высоком числе нападений.

При многолетнем изучении фауны и экологии различных компонентов гнуса в Сибири большинство сотрудников Биологического института СО АН СССР (ныне Институт систематики и экологии животных СО РАН) использовали преимущественно колокол Мончадского и энтомологический сачок (Патрушева, 1981; Мирзаева, Глущенко, 2008; Мирзаева, Ходырев, 2014).

СБОР ЛОВУШКАМИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖИВЫХ ПРИМАНОК

Данная группа методов широко используется для получения массовых сборов за короткий промежуток времени. Но эти методы имеют и недостатки – если ловушку в течение длительного времени не освобождать от собранного материала, то он может оказаться непригоден для дальнейших исследований. Живые насекомые оббивают чешуйки о края ловушек, погибают при скученности и загнивают в течение суток, если условия для развития микроорганизмов, находящихся на покровах насекомых, благоприятны.

Наиболее распространенными методами учета кровососущих двукрылых являются сборы разнообразными ловушками за определенную единицу времени. Так, Service (1993) описывает множество самых разнообразных методов и приборов для отлова и учета комаров. Мерой относительной численности при сборе ловушками считаются «ловушко-сутки», или количество часов экспозиции ловушки с момента ее установки до времени прекращения использования. При использовании ловушек с химическими приманками (ферромонами, аттрактантами) имеют значение продолжительность экспозиции и число сборов. Количественные результаты зависят от длительности использования ловушек. При сравнении и пересчете полученных данных разными авторами наиболее важен временной критерий: как долго ловушка была в рабочем состоянии. Сопоставить данные, полученные разными ловушками, проблематично. Сбор ловушками без живых приманок дает массовый материал, однако полученные экземпляры насекомых часто подвергается механическому или биологическому повреждению. При сборе кровососущих комаров уловителем (Becker et al., 2020), установленным на крыше движущегося автомобиля, мелкие двукрылые сильно повреждаются. При сборах ловушками с приманками, такими как углекислота или феромоны, привлекаемые насекомые гибнут от высыхания не сразу, поэтому сильно оббивают свои чешуйки в замкнутом пространстве ловушки. Такие экземпляры морфологически становятся не определяемыми и идентифицировать их до вида можно лишь генетическими методами исследований. Большое распространение получили всасывающие ловушки с приманкой из углекислого газа и аттрактанта (актенола) для привлечения имаго кровососущих насекомых, которые изначально разрабатывались не для сбора, а для уничтожения кровососущих комаров на определенной площади. Затем возникла практическая необходимость в данных ловушках для сбора потенци-

альных переносчиков инфекций без риска заражения исследователей (Бородай и др., 2014). В настоящее время данные CO_2 -октенольные ловушки интенсивно применяются в научно-исследовательских проектах (Dahle, Ytrehus, 2017; Айбулатов и др., 2024).

Световые ловушки типа Нью-Джерси дают массовый материал при ночных сборах, но бесполезны днем. Подробное описание световых ловушек и их применение имеются в работах Мазохина-Поршнякова (1958) и Бреева (1958, 1963).

Первые световые ловушки работали от линии электропередач. Для световой ловушки использовался движок с генератором электроэнергии, а для перемещения ловушки с движком требовался автомобиль (Жоголев, 1959). Первая портативная ловушка (ПСЛ-1) для отлова комаров, работа которой не зависела от линии электропередач и не требовала дорогостоящих средств передвижения, была предложена Щербиной (1964). По своей конструкции эта ловушка соответствовала ловушке типа Нью-Джерси, но, в отличие от последней, вместо слабого светильника у портативной ловушки ПСЛ-1 источником энергии служила батарея из трех аккумуляторов весом 900 г, а источником света – лампа ИКФ-1. Летящие насекомые всасывались вентилятором с приводом от микроэлектродвигателя постоянного тока (рис. 5). Одна батарея аккумуляторов обеспечивала работу ловушки в течение 5 часов, но требовалась постоянная подзарядка аккумуляторов. Данная ловушка могла быть изготовлена только в заводских условиях.



Рисунок 5. Ловушка типа Нью-Джерси. Фото Д.Т. Жоголева.

Figure 5. New Jersey type trap. Photo by D.T. Zhogolev.

Позднее была предложена конструкция световой ловушки для изготовления в кустарных условиях (Дубицкий, 1970). Ловушка в форме восьмиугольного контейнера была выполнена из оргстекла с конусовидными углублениями с трех сторон, на дне которых имелись отверстия для влёта насекомых (рис. 6).

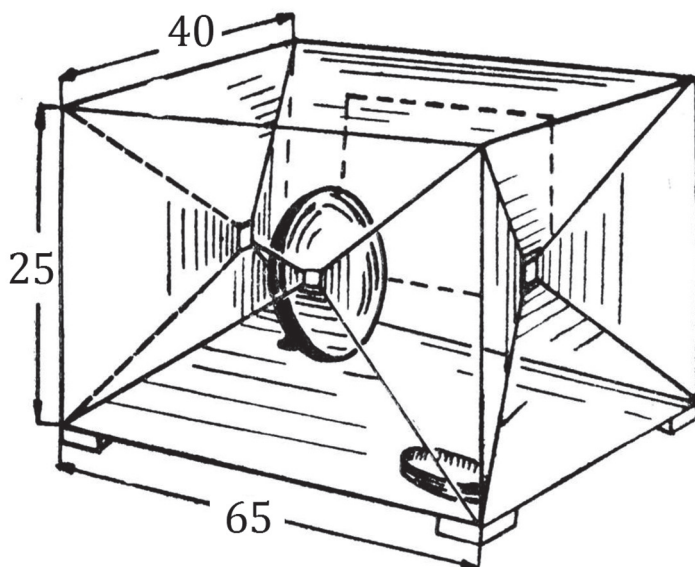


Рисунок 6. Световая ловушка для отлова кровососущих двукрылых насекомых (Дубицкий, 1970).

Figure 6. Light trap for collection of blood – sucking Diptera (Dubictckyi, 1970).

В основании ловушки имелось круглое отверстие, к которому прикреплялся рукав из мельничного газа для вылова попавших насекомых или размещения в ловушке чашек Петри с целью получения яйцекладок от этих насекомых. Внутри прозрачного контейнера помещался источник света (от постоянного тока или любой другой). Преимущество ловушки заключалось в том, что она использовалась не только как источник привлечения насекомых, но и как многофункциональный прибор для проведения разного рода экспериментов с живыми кровососущими комарами. В качестве источника света в данной ловушке можно было применять даже светодиодные лампы. В целом, световые ловушки поставляют богатый материал (не только по видовому составу самок комаров, но и по значительному количеству самцов), часто не улавливаемый при использовании других методов сбора. Однако сборы и количественные учеты световыми ловушками эффективны только в регионах с теплым климатом. В большинстве регионах Сибири и Крайнего севера их применение практически невозможно из-за продолжительного светового периода суток (полярного дня) и низких ночных температур (Мирзаева, 2008; Данилов, Филиппова, 1982).

Практика работы сотрудников БИ СО АН СССР показала, что световые ловушки могли использоваться и давали богатый количественный и качественный материал в условиях Южного Приморья, в теплых котловинах юга Сибири (Бурятия, Тува, Хакасия).

В практике зарубежных исследователей-энтомологов известна автоматизированная механическая ловушка для сбора летающих насекомых, которая с момента ее изобретения (Malaise, 1937) претерпела множество модификаций по усовершенствованию или упрощению. Так, Сервис (Service, 1993) приводит схемы (рис. 7) двух наиболее предпочитаемых для сбора кровососущих комаров моделей ловушки Малеза: Таунса (Townes, 1962) и Гресситов (Gressit, Gressit, 1962).

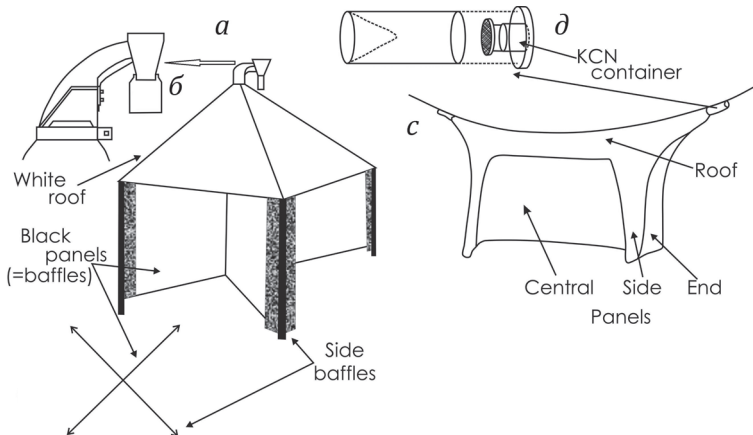


Рисунок 7. Схема конструкции ловушки Малеза: *a* – общий вид модели с затемненными боковыми сторонами и белой крышей ловушки, *b* – контейнер с инсектицидной жидкостью по Таунсу (Townes, 1962), *c* – общий вид модели, *d* – контейнер с инсектицидной жидкостью по Гресситам (Gressit, Gressit, 1962).

Figure 7. Schematic diagram of the Malaise trap design: *a* – general view of the model with darkened sides and a white roof of the trap, *b* – container with insecticidal liquid according to Townes (1962), *c* – general view of the model, *d* – container with insecticidal liquid according to Gressits (Gressit, Gressit, 1962).

Основные конструкции ловушки модели Таунса следующий

1. Основа – деревянная рама площадью примерно 193 см², состоящая из четырех столбиков достаточной толщины для удержания ловушки на земле.

2. Нижняя часть ловушки – рама, которая прикреплена к четырем столбикам такой же толщины, как рама, и покрыта двумя полосами темной сетчатой ткани размером 259 × 107 см.

3. Крыша в виде пирамиды. Пирамида состоит из четырех треугольных планок (панелей), обтянутых белой тканью. В месте соединения вершин треугольников имеется отверстие для размещения контейнера с инсектицидной жидкостью.

4. Убивающий контейнер – состоит из наклонно согнутого металлического конуса, к которому крепится прозрачная пластиковая трубка с вставленной воронкой для вливания инсектицидной жидкости. Это устройство вставляется в отверстие на вершине пирамиды. Комары залетают под темную материю, устремляются рефлекторно к свету и попадают в камеру с фиксирующей жидкостью.

Упрощенный вариант ловушки Малеза, который предложили Гресситы (Gressit, Gressit, 1962) для сбора кровососущих двукрылых, конструируется в основном с использованием нейлоновой сетчатой ткани и веревочных растяжек.

Современная модель ловушки Малеза представляет собой небольшую палатку, сшитую особым способом из двух контрастных тканей (светлой сверху и темной снизу). Ловушка имеет специальную конфигурацию по привлечению и отлову насекомых (рис. 8): они залетают под нижний полог, затем поднимаются в верхний полог к свету и набиваются в емкость с инсектицидной жидкостью, где погибают. Состав данной жидкости может быть изменен в зависимости от потребностей сборщика и времени действия ловушки. При длительном использовании ловушки разводят смесь из 40% формалина (1 часть) и воды (20 частей), но чаще всего используют 70–96% спирт. Спирт испаряется быстрее – в зависимости от погодных условий за 7–14 дней, но в нем имаго насекомых не затвердевают, как в формалине, т.е. сохранность материала лучше. Для длительных по времени сборов (до 1 месяца) применяют раствор формалина. При использовании ловушки фиксирующие насекомых жидкости испаряются или разбавляются дождевой водой, поэтому продолжительность работы ловушки ограничивается сроком сохранности фиксирующих жидкостей. При испарении фиксатора материал повреждается. Проверять ловушку нужно не реже 1 раза в месяц. Собранный материал извлекают из фиксирующей жидкости в пробирки с тем же фиксатором. Жидкость в ловушке Малеза обновляют или заменяют свежей для дальнейших сборов. Использование ловушки рекомендуется проводить под наблюдением или на охраняемой территории, чтобы исключить ее утрату и повреждение (Терешкин, Шляхтенко, 1989; Сажнев, Аникин, 2020).



Рисунок 8. Пример использования ловушки Малеза на о. Кашин (заповедник «Ненецкий»). Фото Ю.М. Богомоловой.

Figure 8. Installation of the Malese trap on the island Kashin (Nature Reserve “Nenetsky”). Photo by Yu.M. Bogomolova.

В последние годы наиболее популярной у практических работников считается углекислотная ловушка, или уничтожитель комаров (рис. 9). Ловушка разработана для защиты населения и домашних животных от кровососущих насекомых как мера борьбы и наиболее губительна для комаров и мошек. Принцип действия ее прост: на углекислый газ и смесь аттрактантов привлекаются имаго самок кровососов, которые засасываются внутрь ловушки с помощью вентилятора. Ловушка работает на аккумуляторных батареях. Залетевшие в ловушку насекомые выбраться из нее не

могут и погибают в течение 24 часов от обезвоживания. Материал из таких ловушек годится для определения до вида только по генетическим данным, так как почти все морфологические признаки окраски разрушаются при длительном трении насекомых внутри ловушки о ее стенки при попытке вылететь наружу. Использование ловушки в течение нескольких часов позволяет собрать массовый и достаточно качественный материал, если часто извлекать попавших в ловушку насекомых до момента их гибели и замораживать. Получение массового материала используют для выявления в комарах вирусов генетическими методами.



Рисунок 9. Углекислотная ловушка Mosquito Magnet. Фото Винсента Курта.

Figure 9. Carbon dioxide trap Mosquito Magnet. Photo by Vincent Kurt.

СБОРЫ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИМАНОК И ЛОВУШЕК (РУЧНОЙ СБОР, СБОР САЧКОМ, СБОР ПРОБИРКАМИ СО СТЕН ПОМЕЩЕНИЙ)

Данная группа методов отличается хорошей уловистостью, которая обеспечивается целенаправленными действиями учетчика, но имеет ряд недостатков, связанных с применяемыми орудиями лова.

Метод учета сачком остается основным методом количественного учета кровососущих комаров при рекогносцировочном и маршрутном обследовании территории, а также при контроле численности кровососущих комаров после проведения истребительных мероприятий. Экспресс-метод для учета численности кровососущих двукрылых на территориях, которые были обработаны инсектицидными препаратами, и для оценки эффективности химических обработок территории предусматривает использование сачка.

Для сравнения данных при учете кровососущих двукрылых на приманку проводили параллельные учеты стандартным энтомологическим сачком. За единицу учета,

по решению Сибирской координационной комиссии, была принята трехминутная экспозиция. Как показали специально проведенные опытные учеты (Петрожицкая и др., 2002), численность комаров, попавших в сачок в результате трехминутного сбора сачком вокруг себя, сопоставима с численностью комаров, пойманных в результате 180 взмахов сачком кошением по растительности на трансекте (при шаге $0.85 \text{ м} \times 90$ взмахов в одну сторону и обратно). Однако, по нашему мнению, количественные учеты сачком следует считать дополнительными к основному – методу учета колоколом. Имеются сведения о сравнении данных, полученных этими двумя методами и влиянии продолжительности экспозиции. В результате было предложено уравнение регрессии, используя которое можно получить сравнимые результаты методов учета темным колоколом и сачком со съёмными мешочками: $A=1.1C$ или $C=0.9A$, где A – число комаров, пойманных темным колоколом за одну повторность, а C – число комаров, пойманных в том же месте за 10 взмахов сачком, с вероятностью 0.95 (Расницын, Косовских, 1979, 1983). Таким образом, сборы темным колоколом можно соотносить со сборами сачком.

В связи с усилением тенденции потепления климата и связанным с ней сокращением площадей водоемов, увеличением частоты сезонов с аномально высокой летней температурой следует обратить внимание на метод обкашивания травянистой растительности стандартным энтомологическим сачком (Николаева, 1980). Нами этот метод был успешно использован для учета сезонной динамики численности комаров вида *Coquillettidia richiardii*, которые в условиях южной лесостепи практически не нападали на открытой местности и скапливались в травянистой растительности (Мирзаева и др., 2005). Подобный способ учета комаров использовался в Субарктике. В тундре комары значительное время находятся в укрытиях, т.к. активному нападению комаров на жертву здесь препятствует сильный ветер. Метод обкашивания растительности подробно описан Николаевой (1980). Она использовала сачок (диаметр обруча 25 см и длина палки 1 м), дважды проводила сачком по одному месту, обкашивая полосу растительности шириной 1 м. При данном диаметре сачка за 20 двойных взмахов отлавливали комаров с площади 5 м^2 . Отловленных комаров вытряхивали в полиэтиленовые мешочки с ватными тампонами, смоченными хлороформом. Однако этот способ удобен при низких температурах в тундровой зоне, при наших сборах в лесостепных ландшафтах комары в полиэтиленовых пакетах прилипали к стенкам пакета и повреждались. После такого негативного опыта мы стали использовать белые полотняные мешочки: сначала из сачка вытряхивали комаров в полотняные мешочки с этикеткой, затем их помещали в общий полиэтиленовый пакет с ватными тампонами, смоченными дихлофосом. Полиэтиленовый пакет нужно было как можно быстрее поместить в холодильник. Комары, больше усыпленные, чем убитые дихлофосом, остаются оцепеневшими длительное время. По мере извлечения из упаковки и в процессе определения под биноклем имаго просыпаются (необходимо содержать полиэтиленовый пакет в холоде, извлекая по одному полотняному мешочку с комарами для определения). Собранные данным способом экземпляры комаров сохраняют жизнеспособность, поэтому с ними можно проводить некоторые необходимые эксперименты, например, поместить в соответствующие условия для получения яйцекладок.

Самки комаров рода *Anopheles* в лесостепной зоне нападают в основном в укрытиях (животноводческие фермы, жилые помещения). Учет их осуществлялся по общепринятой методике – сбор производился пробирками или всасывателями с определенной площади поверхностей (стен, потолков) внутри помещений. Эти же методы используют для сбора зимующих имаго родов *Anopheles* (преимущественно, самок) и *Culex* (в таежной зоне в сентябре–октябре мы получали имаго самцов и самок).

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЕТА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ МЕТОДОВ

Формализация данных по критическому обзору методов количественного учета относительной численности кровососущих комаров позволила выявить, что не все критерии равноценны для разных ландшафтных зон. Имеются преимущества и недостатки использования методов количественных сборов в зависимости от природно-климатических особенностей регионов. При выборе метода необходимо руководствоваться его эффективностью для решения поставленной задачи в конкретных условиях обитания представителей сем. Culicidae. Например, при низкой численности кровососущих комаров в условиях степей важно применять методы с высокой уловистостью, такие как углекислотные ловушки. При большой вероятности зараженности имаго носителями инфекций важно исключить методы сбора на живую приманку.

Преимущества использования методов сбора на живую приманку в том, что они дают сравнимые количественные данные и доступны по стоимости оборудования. Ловушки с приманками на животное (кролика) могут быть изготовлены самостоятельно по выкройкам и чертежам из подручного материала. Недостатками группы методов сбора на приманку являются сложности содержания приманки и зависимость от погодных условий.

Ручной сбор сачком с его модификациями (кошение по траве сачком, сбор самцов и самок из роя) дает полноценный материал для определения экологических особенностей видов комаров, но ценность и сохранность собранного материала во многом зависит от опыта учетчика, поэтому требуются сноровка и аккуратность. Вероятность повреждения материала, как и уловистость, при сборе сачком очень высокая.

Преимуществом методов сбора ловушками без применения живых приманок считаем их безопасность и хорошую уловистость большого количества материала за один учет. К недостаткам сбора ловушками относится высокая стоимость оборудования и расходных материалов, зависимость эффективности работы отдельных (световых) модификаций ловушек от климатических условий, плохая сохранность в ловушке (гибель, повреждение, препятствующие определению видовой принадлежности, а при некачественном хранении или несвоевременном удалении материала из ловушки – утрата всего материала от повреждения другими насекомыми или грибами). В целом, выбор метода учета ловушками в районах с умеренным климатом дает хорошие статистические результаты, т.к. мало зависит от погоды и квалификации сборщика и может быть использован в практических целях.

При выборе оптимального метода сбора следует учитывать его соответствие конкретным условиям среды (погодным, зональным, фенологическим) на обследуемой территории. Для получения сравнимых данных по относительной численности кровососущих комаров необходимо использовать несколько методов. При изучении фауны

и экологии кровососущих комаров в южных лесостепных и степных районах Западной Сибири нам пришлось искать приемлемые для данной территории методы учета (Мирзаева и др., 2007). Ландшафтные территории по ряду экологических факторов значительно различаются. Своеобразие лесостепных и степных районов Западной Сибири выражается прежде всего в том, что из-за высокой температуры воздуха комары продолжительное время в течение суток находятся в травянистой растительности. Кроме того, здесь как нигде проявляется тесная привязанность отдельных видов к определенным биотопам. Если в таежных районах, а также в северной лесостепи и боровых лесах среднего Приобья нами использовались колокол Мончадского и сбор сачком вокруг наблюдателя – «на себе», то в степных районах учет сачком «на себе» оказался неэффективным и тем более совершенно неуместным оказалось использование колокола.

Методы сбора и учета комаров разнообразны, но необходимо обращать внимание на целесообразность и целенаправленность их применения соответственно меняющимся условиям среды обитания на той или иной территории и экологическим особенностям обитающих на ней видов кровососущих комаров.

Для сравнения полученных результатов рекомендуем применять следующие методы для конкретных природных зон. Эти методы количественного учета наиболее объективны и эффективны для выбранного типа территории с ее ландшафтными особенностями и обитающими на ней представителями семейства Culicidae.

Зона тундры. Рекомендуемые методы учета: обкашивание травянистой или моховой растительности стандартным энтомологическим сачком один-два раза в декаду; трехминутный отлов нападающих комаров сачком в период штиля.

Зона лесотундры. Рекомендуемые методы учета: трехминутный отлов нападающих комаров один-два раза в декаду; учет колоколом Мончадского с пятиминутной экспозицией один раз в декаду; обкашивание растительности стандартным энтомологическим сачком

Зона тайги. Рекомендуемые методы учета: трехминутный отлов нападающих комаров до двух раз в декаду; учет колоколом с пятиминутной экспозицией один раз в декаду; обкашивание травянистой и древесной растительности стандартным энтомологическим сачком в различных биотопах.

Зона подтайги (смешанных и широколиственных лесов). Рекомендуемые методы учета: сборы на ловушки, в том числе с приманками; учет нападающих комаров колоколом с пятиминутной экспозицией один раз в декаду; трехминутный отлов нападающих комаров до двух раз в декаду; обкашивание растительности стандартным энтомологическим сачком

Зона лесостепи. Рекомендуемые методы учета: трехминутный отлов нападающих комаров до двух раз в декаду; учет нападающих комаров колоколом с пятиминутной экспозицией один раз в декаду; обкашивание растительности стандартным энтомологическим сачком; отлов имаго ловушками с аттрактантами и углекислотой.

Зона степи. Рекомендуемые методы учета: обкашивание растительности стандартным энтомологическим сачком; трехминутный отлов нападающих комаров в благоприятные для их активности часы суток (утренний и вечерний пики активности); при возможности или необходимости трехминутный отлов нападающих комаров колоколом.

В работе мы попытались дать свою оценку существующим, широко используемым методам количественного учета комаров исходя из многолетнего опыта исследований кровососущих двукрылых в разных ландшафтно-экологических условиях Сибири и Северо-Запада европейской части России. Из проведенного анализа можно заключить, что наиболее статистически достоверными и сравнимыми по результатам, полученным из разных климатических зон, следует считать учеты на приманку (человека) стандартным сачком и эксгаустером или пробирками со спиртом.

БЛАГОДАРНОСТИ

Благодарим коллег Ю.М. Богомолу, В. Курта за предоставленные фотографии механических ловушек для сбора имаго комаров.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа А.Г. Мирзаевой выполнена при поддержке проекта Программы ФНИ Института систематики и экологии животных СО РАН, гос. рег. FWGS-2021-0002, «Экологические основы организации, функционирования и динамики сообществ животных Северной Евразии». Работа Панюковой Е.В. выполнена в рамках темы НИР Института биологии Коми научного центра УРО РАН, ФИЦ отдела экологии животных, гос. рег. № 125013101229-9, «Закономерности формирования, пространственно-структурной организации и динамики фауны и населения животных европейского северо-востока России и сопредельных арктических и бореальных территорий в изменяющихся условиях окружающей среды».

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В данной работе отсутствуют исследования человека и животных, соответствующих критериям Директивы 2010/63/EU.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айбулатов С.В., Халин А.В., Лебедева Н.А., Беспятова Л.А., Бутмырин С.В. 2024. Распространение комаров рода *Anopheles* Meigen, 1818 (Diptera, Culicidae) в Республике Карелия. Материалы 12 Всероссийского диpterологического симпозиума, С.-Пб., Россия, 21–24 октября 2024, 14. [Ajbulatov S.V., Halin A.V., Lebedeva N.A., Bespyatova L.A., Bugmyrin S.V. 2024. Rasprostranenie komarov roda *Anopheles* Meigen, 1818 (Diptera, Culicidae) v Respublike Kareliya. Materialy 12 Vserossijskogo dipterologicheskogo simpoziuma, S.-Pb., Rossiya, 21–24 oktyabrya 2024, 14. (In Russian)].
- Беклемишев В.Н. 1970. Определение численности популяции переносчика в очаге малярии в связи с оценкой успешности противоиминальной борьбы. Биоценологические основы сравнительной паразитологии. М., Наука, 427–464. [Beklemishev V.N. 1970. Opredelenie chislennosti populyacii perenoschika v ochage malyarii v svyazi s ocenкой uspešnosti protivoinmaginal'noj bor'by. Biocenologicheskie osnovy sravnitel'noj parazitologii. М., Nauka, 427–464. (In Russian)].
- Бельтюкова К.Н., Архипова Г.А. 1966. Мошки (Diptera, Simuliidae) Верхней Камы. Ученые записки Пермского университета. Пермь, 118–130. [Bel'tyukova K.N., Arhipova G.A. 1966. Moshki (Diptera, Simuliidae) Verhnej Kamy. Uchenye zapiski Permskogo universiteta. Perm', 118–130. (In Russian)].
- Бельтюкова К.Н., Архипова Г.А. 1967. Мошки (Diptera, Simuliidae) Прикамья. Результаты исследований по проблеме борьбы с гнусом в Сибири. Новосибирск, Наука, 87–94. [Bel'tyukova K.N., Arhipova G.A.

1967. Moshki (Diptera, Simuliidae) Prikam'ya. Rezul'taty issledovaniy po probleme bor'by s gnusom v Sibiri. Novosibirsk, Nauka, 87–94. (In Russian)].
- Березанцев Ю.А. 1959. Темный колокол для учета мошек. Медицинская паразитология и паразитарные болезни 23: 9–99. [Berezancev Yu.A. 1959. Temnyj kolokol dlya ucheta moshek. Medicinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni 23: 9–99. (In Russian)].
- Бородай Н.В., Пак В.А., Путинцева Е.В., Смелянский В.П., Мананков В.В., Погасий Н.И., Жуков К.В. 2014. Результаты применения автоматической ловушки для учета численности и отбора проб комаров в очаге лихорадки Западного Нила. Дальневосточный журнал инфекционной патологии 25: 79–81. [Borodaj N.V., Pak V.A., Putinceva E.V., Smelyanskiy V.P., Manankov V.V., Pogasij N.I., Zhukov K.V. 2014. Results of automatic trap application to count the number and sampling of mosquitos in the outbreak of West Nile fever. Far Eastern Journal of Infectious Pathology 25: 79–81. (In Russian)].
- Бреев К.А. 1958. О применении ловушек ультрафиолетового света для определения состава и численности популяций кровососов. Паразитологический сборник Зоологического института Академии наук СССР. 18: 219–236. [Breev K.A. 1958. O primenenii lovushek ul'traioletovogo sveta dlya opredeleniya sostava i chislennosti populyacij krovososov. Parazitologicheskij sbornik Zoologicheskogo instituta Akademii nauk SSSR. 18: 219–236. (In Russian)].
- Бреев К.А. 1963. Влияние различных источников света на численность и видовой состав кровососущих комаров, собираемых в световые ловушки. Энтмологическое обозрение. 42 (2): 280–303. [Breev K.A. 1963. Vliyanie razlichnykh istochnikov sveta na chislennost' i vidovoj sostav krovososushchih komarov, sobiraemykh v svetovye lovushki. Entomologicheskoe Obozrenie 42 (2): 280–303. (In Russian)].
- Будаева И.А., Хицова Л.Н. 2012. Методы изучения экологии имаго кровососущих двукрылых: учебное пособие. Воронеж, издательство Воронежского гос. университета, 57 с. [Budaeva I.A., Hicova L.N. 2012. Metody izucheniya ekologii imago krovososushchih dvukrylykh: uchebnoe posobie. Voronezh, izdatel'stvo Voronezhskogo gos. universiteta, 57 s. (In Russian)].
- Веселкин А.Г., Константинов С.А., Ульянов К.Н. 1993. Новая конструкция учетного полога для учета численности кровососущих двукрылых. Паразитология 27 (4): 354–358. [Veselkin A.G., Konstantinov S.A., Ulyanov K.N. 1993. A new construction of the trap for quantitative estimations of blood-sucking diptera. Parazitologiya 27 (4): 354–358. (In Russian)].
- Галимзянов Х.М., Василькова В.В., Кантемирова Б.И., Акмаева Л.Р. 2016. Арбовирусные комариные инфекции. Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение 4: 29–37. [Galimzyanov H.M., Vasilkova V.V., Kantemirova B.I., Akmaeva L.R. 2016. Arbovirusnye komarinnye infekcii. Infekcionnye bolezni: novosti, mneniya, obuchenie 4: 29–37. (In Russian)].
- Гуцевич А.В., Мончадский А.С., Штакельберг А.А. 1970. Комары (сем. Culicidae). Фауна СССР. Двукрылые насекомые. 3(4). Ленинград, Наука, 384 с. [Gucevich A.V., Monchadskij A.S., Shtakelberg A.A. 1970. Komary (sem. Culicidae). Fauna SSSR. Dvukrylye nasekomye 3(4). Leningrad, Nauka, 384 s. (In Russian)].
- Данилов В.Н., Филиппова В.В. 1982. Комары (Diptera. Culicidae) восточного участка трассы БАМ. Медицинская паразитология и паразитарные болезни 5: 7–79. [Danilov V.N., Filippova V.V., 1982. Komary (Diptera. Culicidae) vostochnogo uchastka trassy BAM. Medicinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni 5: 7–79. (In Russian)].
- Детина Т.С., Расницын С.П., Маркович Н.Я., Куприянова Е.С., Аксенова А.С., Ануфриева В.Н., Бандин А.И., Виноградская О.Н., Жаров А.А. 1978. Унификация методов учета численности кровососущих двукрылых насекомых. Медицинская паразитология и паразитарные болезни 5: 84–92. [Detinova T.S., Rasnicyn S.P., Markovich N.Ya., Kupriyanova E.S., Aksenova A.S., Anufrieva V.N., Bandin A.I., Vinogradskaya O.N., Zharov A.A. 1978. Unifikaciya metodov ucheta chislennosti krovososushchih dvukrylykh nasekomykh. Medicinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni 5: 84–92. (In Russian)].
- Дубицкий А.М. 1970. Комары Казахстана. Алма-Ата, Акад. наук Казахской ССР, 222 с. [Dubickij A.M. 1979. Komary Kazahstana. Alma-Ata, Akad. nauk Kazahskoj SSR, 222 s. (In Russian)].
- Жоголев Д.Т. 1959. Световые ловушки как метод сбора и изучения насекомых-переносчиков возбудителей болезней. Энтмологическое обозрение 38(4): 766–773. [Zhogolev D.T. 1959. Svetovye lovushki kak

metod sbora i izucheniya nasekomyh-perenoschikov vzbuditelej boleznej. Entomologicheskoe Obozrenie 38(4): 766–773. (In Russian)].

- Жукова Л.И. 1967. Опыт индивидуальной защиты лесорубов от гнуса. Результаты исследований по проблеме борьбы с гнусом в Сибири. Новосибирск, Наука, 236–239. [Zhukova L.I. 1967. Opyt individual'noj zashchity lesorubov ot gnusa. Rezul'taty issledovanij po probleme bor'by s gнусом v Sibiri. Novosibirsk, Nauka, 236–239. (In Russian)].
- Кононова Ю.В., Мирзаева А.Г., Смирнова Ю.А., Протопопова Е.В., Дупаль Т.Н., Терновой В.А., Юрченко Ю.А., Шестопалов А.М., Локтев В.Б. 2007. Видовой состав кровососущих комаров (Diptera: Culicidae) и возможность формирования очагов циркуляции вируса Западного Нила на юге Западной Сибири. Паразитология 41(6): 459–470. [Kononova Yu.V., Mirzaeva A.G., Smirnova Yu.A., Protoporova E.V., Dupal T.N., Ternovoy V.A., Yurchenko Yu.A., Shestopalov A.M., Loktev V.B. 2007. Species composition of mosquitoes (Diptera: Culicidae) and possibility of the West Nile virus natural foci formation in the south of Western Siberia. Parasitology 41(6): 459–470. (In Russian)].
- Кункова (Панюкова) Е.В. 2002. Использование метода сбора имаго комаров на приманку кролика. Экология, биоразнообразии и значение кровососущих насекомых и клещей экосистем России. Сборник научных работ по материалам II Республиканской научной конференции. Великий Новгород, 73–74. [Kunkova (Panyukova) E.V. 2002. Ispol'zovanie metoda sbora imago komarov na primanku krolika. Ekologiya, bioraznoobrazie i zhanenie krovososushchih nasekomyh i kleshchej ekosistem Rossii. Sbornik nauchnyh rabot po materialam II Respublikanskoj nauchnoj konferencii. Velikij Novgorod, 73–74. (In Russian)].
- Кункова (Панюкова) Е.В., Федорова В.Г. 2003. Дополнение к фауне комаров семейства Culicidae (Diptera) Новгородской области. Паразитология 37(2): 113–116. [Kunkova (Panyukova) E.V., Fedorova V.G. 2003. Dopolnenie k faune komarov semejstva Culicidae (Diptera) Novgorodskoj oblasti. Parazitologiya 37(2): 113–116. (In Russian)].
- Мазохин-Поршняков Г.А. 1958. Устройство и применение ловушек для насекомых с ультрафиолетовым излучением. Энтомологическое обозрение 37 (2): 464–471. [Masohin-Porshnyakov G.A. 1958. Ustrojstvo i primenenie lovushek dlya nasekomyh s ul'traioletovym izlucheniem. Entomologicheskoe Obozrenie 37 (2): 464–471. (In Russian)].
- Мирзаева А.Г. 2008. Увеличение численности умеренно теплолюбивых видов комаров на юге Западной Сибири в связи с изменением климатических условий. Русский энтомологический журнал 17 (3): 81–86. [Mirzaeva A.G. 2008. Increase in abundance of moderately thermophilic species of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the south of West Siberia as a result of climatic changes. Russian Entomological Journal 17 (3): 81–86. (In Russian)].
- Мирзаева А.Г., Патрушева В.Д. 1972. Некоторые методы учета кровососущих насекомых. В кн.: Черепанов А.И. (отв. ред.). Фауна и экология членистоногих Сибири. Новосибирск, Наука, 137–161. [Mirzaeva A.G., Patrusheva V.D. 1972. Nekotorye metody ucheta krovososushchih nasekomyh. V kn.: Cherepanov A.I. (otv. red.). Fauna i ekologiya chlenistonogih Sibiri. Novosibirsk, Nauka, 137–161. (In Russian)].
- Мирзаева А.Г., Кононова Ю.В., Смирнова Ю.А. 2005. Особенности биотопического распределения массовых видов кровососущих комаров в южной лесостепи и степи Западной Сибири. Материалы II межрегиональной научной конференции: «Паразитологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке». Новосибирск, 15–20 сентября, 142–143. [Mirzaeva A.G., Kononova Yu.V., Smirnova Yu.A. 2005. Features of biotopic distribution of common species of blood-sucking mosquitoes in the southern forest-steppe and steppe of Western Siberia. Proceedings of the II interregional scientific conference: "Parasitological studies in Siberia and the Far East". Novosibirsk, September 15–20, 142–143. (In Russian)].
- Мирзаева А.Г., Смирнова Ю.А., Юрченко Ю.А., Кононова Ю.В. 2007. К познанию фауны и экологии кровососущих комаров (Diptera: Culicidae) лесостепных и степных районов Западной Сибири. Паразитология 41 (4): 253–267. [Mirzaeva A.G., Smirnova Yu.A., Yurchenko Yu.A., Kononova Yu.V. 2007. On the keotyrfauuna and ecology of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in forest-steppe and steppe regions of western Siberia. Parazitologiya 41 (4): 253–264. (In Russian)].
- Мирзаева А.Г., Глущенко Н.П. 2008. Факторы, влияющие на динамику численности кровососущих комаров в районе Новосибирского научного центра. Евразийский энтомологический журнал 7 (3): 268–278. [Mirzaeva A.G., Gluschenko N.P. 2008. Factors affecting the dynamics of a blood-sucking mosquito

- population in the vicinity of the Novosibirsk Scientific Centre. *EvrAzijskij Entomologicheskij Zhurnal* 7 (3): 268–278. (In Russian)].
- Мирзаева А.Г., Ходырев В.П. 2014. Особенности восстановления численности комаров в окрестностях Новосибирска после аномально засушливых сезонов. *Евразийский энтомологический журнал* 13 (5): 497–502. [Mirzaeva A.G., Khodyrev V.P. 2014. Features of the restoration of the population of bloodsucking mosquitoes after anomalously dry seasons under conditions of Novosibirsk region. *EvrAzijskij Entomologicheskij Zhurnal* 13 (5): 497–502. (In Russian)].
- Молчанова Е.В., Лучинин Д.Н., Негоденко А.О., Прилепская Д.Р., Бородай Н.В., Коновалов П.С., Карунина И.В., Колякина Н.Н., Викторов Д.В., Топорков А.В. 2019. Мониторинговые исследования арбовирусных инфекций, переносимых комарами, на территории Волгоградской области. Здоровье населения и среда жизнедеятельности. *PH&LE* 6: 60–66. [Molchanova E.V., Luchinin D.N., Negodenko A.O., Prilepskaya D.R., Boroday N.V., Kononov P.S., Karunina I.V., Kolyakina N.N., Viktorov D.V., Toporkov A.V. 2019. Monitoring studies of arbovirus infections transmitted by mosquitoes on the territory of the Volgograd region. *Population Health and Living Environment. PH&LE* 6: 60–66. (In Russian)].
- Мончадский А.С., Радзивиловская З.А. 1947. Новый метод количественной оценки активности нападения кровососов. *Паразитологический сборник Зоологического института АН СССР* 9: 147–166. [Monchadskij A.S., Radzivilovskaya Z.A. 1947. Novyj metod kolichestvennoj ocenki aktivnosti napadeniya krovososov. *Parazitologicheskij sbornik Zoologicheskogo instituta AN SSSR* 9: 147–166. (In Russian)].
- Николаева В.Н. 1980. Факторы, определяющие активность нападения кровососущих комаров на севере Западной Сибири. Зоологические аспекты поведения животных. Изд-во Уральского научного центра, 15–25. [Nikolaeva V.N. 1980. Faktory, opredelyayushchie aktivnost' napadeniya krovososushchih komarov na severe Zapadnoj Sibiri. *Zoologicheskie aspekty povedeniya zhivotnyh. Izd-vo Ural'skogo nauchnogo centra*, 15–25. (In Russian)].
- Панюкова Е.В., Канев В.А. 2023. Ландшафтные особенности распространения кровососущих комаров (Diptera: Culicidae) в Республике Коми. *Принципы экологии* 2: 78–93. DOI: 10.15393/j1.art.2023.13602. [Panyukova E.V., Kanev V.A. 2023. Landshaftnye osobennosti rasprostraneniya krovososushchih komarov (Diptera: Culicidae) v Respublike Komi. *Principy ekologii* 2: 78–93. (In Russian)].
- Патрушева В.Д. 1981. Мошки (Simuliidae) Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, Наука 210 с. [Patrusheva V.D. 1981. *Moshki (Simuliidae) Sibiri i Dal'nego Vostoka. Novosibirsk, Nauka*, 210 s. (In Russian)].
- Петрожицкая Л.В., Родкина В.И., Мирзаева А.Ю. 2002. Об унификации данных разных способов количественных учетов имаго кровососущих двукрылых (Diptera) насекомых. Материалы 12 съезда РЭО. С.-Пб., Россия, 19–24 августа 2002, 280–281. [Petrozhitskaya L.V., Rodkina V.I., Mirzaeva A.Yu. 2002. On unification of data obtained with different quantitative methods for counting of bloodsucking dipteran imago (Diptera). *Proceedings of the 12th Congress of the Russian Ecological Society. St. Petersburg, Russia, August 19–24, 2002*, 280–281. (In Russian)].
- Расницын С.П. 1974. Методы сбора и учета кровососущих двукрылых. В кн. Дербенева-Ухова (ред.). Руководство по медицинской энтомологии. М., Медицина, 163–176. [Rasnitsyn S.P. 1974. Metody sbora i ucheta krovososushchih dvukrylyh. V kn. *Derbeneva-Uhova (red.). Rukovodstvo po medicinskoj entomologii. M., Medicina*, 163–176. (In Russian)].
- Расницын С.П. 1978. Некоторые критерии оценки методов количественного учета животных. Зоологический сборник 57(1): 124–132. [Rasnitsyn S.P. 1978. Some criteria for evaluating methods of quantitative accounting of animals. *Zoologicheskij zbornik* 57(1): 124–132. (In Russian)].
- Расницын С.П., Бикунова А.Н. 1970. Результаты сравнения некоторых методов оценки нападения мошек на человека. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни* 48 (4): 56–62. [Rasnitsyn S.P., Bikunova A.N. 1970. The results of comparing some methods of assessing the attack of midges on humans. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnie bolezni* 48(4): 56–62. (In Russian)].
- Расницын С.П., Косовских В.Л. 1979. Усовершенствованный метод учета обилия комаров сачком вокруг человека и сравнение его с учетом темным колоколом. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни* 58(1): 18–24. [Rasnitsyn S.P., Zharova A.A., Kosovskikh V.L. 1979. An improved method of accounting for the abundance of mosquitoes and comparing it with a dark bell. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnie bolezni* 58(1): 18–24. (In Russian)].

- Расницын С.П., Косовских В.Л. 1983. Влияние длительности экспозиции на численность кровососущих двукрылых (Diptera), пойманных темным колоколом. Медицинская паразитология и паразитарные болезни 6: 64–72. [Rasnitsyn S.P., Kosovskikh V.L. 1983. The effect of exposure duration on the number of blood-sucking diptera (Diptera) caught by the dark bell. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnie bolezni* 6: 64–72. (In Russian)].
- Руководство по медицинской энтомологии. 1974 / Ред. В.П. Дербенева-Ухова. Москва, Медицина, 360 с. [Rukovodstvo po medicinskoj entomologii. 1974 / Red. V.P. Derbeneva-Uhova. Moskva, Medicina, 360 s. (In Russian)].
- Сажнев А.С., Аникин В.В. 2020. Новый опыт применения ловушки Малеза при изучении фауны жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) Хвалынского национального парка (Саратовская область). Известия Саратовского университета. Серия: Химия. Биология. Экология 20(1): 69–74. [Sazhnev A.S., Anikin V.V. 2020. The new experience use of Malaise trap for the study of the Beetles fauna (Insecta: Coleoptera) of National Park “Khvalynsky” (Saratov Oblast). *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Seriya: Himiya. Biologiya. Ekologiya* 20(1): 69–74. (In Russian)]. DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-1-69-74>
- Скуфьин К.В. 1973. Методы сбора и изучения слепней. Л., Наука, 102 с. [Skuf'in K.V. 1973. *Metody sbora i izucheniya slepnej*. L., Nauka, 102 s. (In Russian)].
- Терешкин А.М., Шляхтенко А.С. 1989. Опыт применения ловушки Малеза для изучения насекомых. Зоологический журнал 68(2): 290–292. [Tereshkin A.M., Shlyakhtenok A.S. 1989. The experience of using the Malaise trap to study insects. *Zoological Journal* 68(2): 290–292. (In Russian)].
- Терновой В.А., Протопопова Е.В., Кононова Ю.В., Ольховикова Е.А., Спиридонова Э.А., Акопов Г.Д., Шестопалов А.М., Локтев В.Б. 2007. Выявление случаев лихорадки Западного Нила в Новосибирской области в 2004 году и генотипирование вируса, вызвавшего заболевания. Вестник Российской академии медицинских наук 1: 21–26. [Ternovoy V.A., Protopopova E.V., Kononova Yu.V., Olkhovikova E.A., Spiridonova E.A., Akopov G.D., Shestopalov A.M., Loktev V.B. 2007. Cases of West Nile fever in Novosibirsk region in 2004, and the genotyping of its viral pathogen. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences* 1: 21–26. (In Russian)].
- Трубников Ю.И. 1969. Автоматизированный эксгауستر. Медицинская паразитология и паразитарные болезни 5: 627–633. [Trubnikov Yu.I. 1969. Automated exhauster. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnie bolezni* 5: 627–633. (In Russian)].
- Щербина В.П. 1964. Портативная ловушка ПСЛ-1 для сбора на свет кровососущих летающих насекомых. Зоологический журнал 10: 1569–1571. [Shcherbina V.P. 1964. Portativnaya lovushka PSL-1 dlya sbora na svet krovososushchih letayushchih nasekomyh. *Zoologicheskij Zhurnal* 10: 1569–1571. (In Russian)].
- Федорова М.В., Лопатина Ю.В., Хуторецкая Н.В., Лазоренко В.В., Платонов А.Е. 2004. Изучение фауны кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) г. Волгограда в связи со вспышкой лихорадки Западного Нила в Волгоградской области в 1999 г. Паразитология 38(3): 209–218. [Fyodorova M.V., Lopatina Yu.V., Khutoretskaya N.V., Lazorenko V.V., Platonov A.E. 2004. Study of the fauna of blood-sucking mosquitoes (Diptera, Culicidae) in Volgograd in connection with the outbreak of West Nile fever in the Volgograd region in 1999. *Parazitologiya* 38(3): 209–218. (In Russian)].
- Федорова М.В., Бородай Н.В. 2017. О необходимости и путях совершенствования энтомологического мониторинга при эпидемиологическом надзоре за лихорадкой Западного Нила. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2: 37–42. [Fyodorova M.V., Boroday N.V. 2017. On the need and ways to improve the entomological monitoring in the epidemiological surveillance of West Nile fever. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnie bolezni* 2: 37–42. (In Russian)].
- Халин А.В., Айбулатов С.В., Пржиборо А.А. 2021. Методы сбора двукрылых насекомых комплекса гнуса (Diptera: Culicidae, Simuliidae, Ceratopogonidae, Tabanidae). Паразитология 55 (2): 134–173. [Khalin A.V., Aibulатов S.V., Przhiboro A.A. 2021. Sampling techniques for bloodsucking dipterans (Diptera: Culicidae, Simuliidae, Ceratopogonidae, Tabanidae). *Parazitologiya* 55 (2): 134–173. (In Russian)].
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J., Kaiser A. 2003. Mosquitoes and their control. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, Plenum Publishers, 498 pp.
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Madon M., Kaiser A. 2010. Mosquitoes and their control. Second Edition. Heidelberg, Dordrecht, London, New York, Springer, 577 pp.

- Becker N., Petrić D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C., Kaiser A. 2020. Mosquitoes: identification, ecology and control. Third Edition. Switzerland, Springer Nature, 570 pp.
- Dahlr S., Ytrehus B. 2017. The Norwegian NorBite project: Mosquito (Diptera: Culicidae) and Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) surveillance using a modern citizen science approach. Proceedings of the II International Parasitological Symposium “Modern Problems of General and Special Parasitology”. St. Petersburg, 6–8 November 2017, 5–7.
- Gressitt J.L., Gressitt M.K. 1962. An improved malaise trap. Pacific Insects 4 (1): 87–90.
- Malese R. 1937. A new insect trap. Entomologisk Tidskrift 58: 148–160.
- Service M.W. 1993. Methods of sampling in the field on the ecology of Mosquitoes. Second edition. London–New York, Elsevier, 998 pp.
- Silver J.B. 2008. Mosquito ecology – field sampling methods. Third edition. New York, Springer, 1477 pp.
- Timmermann U., Becker N. 2017. Impact of routine *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) treatment on the availability of flying insects as prey for aerial feeding predators. Bulletin of Entomological Research. <https://doi.org/10.1017/S007485317000141>
- Townes H. 1962. Design for a malaise trap. Proceeding of the Entomological Society Washington. 64(4): 253–262.

METHODS FOR COLLECTION AND ESTIMATION OF POPULATIONS IMAGO OF MOSQUITOES (DIPTERA: CULICIDAE)

A. G. Mirzaeva, E. V. Panyukova

Keywords: imago of mosquitoes, equipment and collecting methods, quantifying, traps.

SUMMARY

The article provides an overview of quantitative methods for collecting mosquitoes that solve a number of important tasks: identifying the seasonal dynamics of the number of species, clarifying changes in the structure of the composition of dominant species under the influence of changing biotic and abiotic factors, and others. The problem of the correlation of the results of quantitative collections carried out at different times by different methods, different traps and in different landscape conditions is posed. We propose a unification variant of methods for quantitative collection a adults of mosquitoes in natural areas.