

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. М. СЕЧЕНОВА
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи

Патраман Иван Васильевич

**Инвазивные комары – новая эпидемиологическая
угроза на территории России**

03.02.11 - Паразитология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук
Ганушкина Людмила Алимпьевна

Москва - 2019

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
1.1 ЭПИДЕМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ КОМАРОВ	11
1.1.1 Желтая лихорадка (EYE, ЖЛ).....	11
1.1.2 Лихорадка Денге (DENV).....	14
1.1.3 Лихорадка Чикунгунья (CHIK, ЛЧ)	18
1.1.4 Лихорадка Западного Нила (ЛЗН).....	22
1.1.5 Лихорадка Зика (ZIKV, ЛЗ)	25
1.1.6 Дирофиляриоз	27
1.2 АРЕАЛЫ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ КОМАРОВ ПЕРЕНОСЧИКОВ ТРАНСМИССИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЕ И СРЕДИЗЕМНОМОРЬЕ.....	29
1.2.1 <i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (Linnaeus, 1762)	29
1.2.2 <i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse, 1895).....	34
1.2.3 <i>Aedes (Finlaya) koreicus</i> (Edwards, 1917)	39
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБЪЕМ БИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА.....	43
2.1 Сбор комаров и личинок	43
2.2 Определение комаров по морфологическим признакам	48
2.2.1 <i>Ae. aegypti</i>	48
2.2.2 <i>Ae. albopictus</i>	50
2.2.3 <i>Ae. koreicus</i>	52
2.3 Молекулярные методы исследования	54
2.3.1 Молекулярно-генетическая идентификация комаров.....	54
2.3.2 Выделение РНК вируса Западного Нила.....	55
2.3.3 Выделение филярий	58
2.4 Методы статистической обработки данных.....	59

ГЛАВА 3. АРЕАЛЫ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ КОМАРОВ, ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИХ ГРАНИЦЫ, ЗАРАЖЕННОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ТРАНСМИССИВНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В РОССИИ	60
3.1 Распространение <i>Ae. aegypti</i> и <i>Ae. albopictus</i>.....	60
3.1.1 Первое обнаружение комаров <i>Ae. aegypti</i> и <i>Ae. albopictus</i> в XXI веке	60
3.1.2 Ареал комаров <i>Ae. aegypti</i> и <i>Ae. albopictus</i> в 2012 году	61
3.1.3 Ареал комаров <i>Ae. aegypti</i> и <i>Ae. albopictus</i> в 2013 году	66
3.1.4 Ареал комаров <i>Ae. aegypti</i> и <i>Ae. albopictus</i> в 2014 году	70
3.1.5 Ареал комаров <i>Ae. aegypti</i> и <i>Ae. albopictus</i> в 2015 и 2017 годах.....	70
3.1.6 Ареал комаров <i>Ae. aegypti</i> и <i>Ae. albopictus</i> в 2018 году	74
3.2 Зараженность комаров <i>Ae. aegypti</i> и <i>Ae. albopictus</i> возбудителями трансмиссивных заболеваний в России.	80
3.2.1 Зараженность вирусом Западного Нила.....	80
3.2.2 Зараженность дирофиляриями.....	81
3.3 Обнаружение комаров <i>Aedes koreicus</i> в России.....	82
ГЛАВА 4. КРОВОСОСУЩИЕ КОМАРЫ КРЫМА.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
ВЫВОДЫ	97
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	98
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	99
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	100

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В настоящее время здравоохранение многих стран мира осуществляет борьбу с арбовирусными инфекциями – лихорадками Денге, Западного Нила, Чикунгунья, Зика, Желтой. Согласно данным ВОЗ риску заражения вирусами Денге подвергаются 3,9 млрд. человек в 128 странах [74], Чикунгунья выявлена более чем в 60 странах Азии, Африки, Европы и Америки [110, 114]. О вирусной инфекции Зика сообщили 86 стран. Переносчиками возбудителей этих болезней являются комары *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linneus, 1762) и *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) [73, 92, 94, 95].

На Черноморском побережье Кавказа комары *Ae. aegypti* впервые были обнаружены в 1911 г. Е.И. Марциновским в Батуми (41°38'45"с.ш. 41°38'30"в.д.) [16], затем комаров этого вида начали выявлять далее - севернее до г. Туапсе (44°06'00"с.ш. 39°05'00"в.д.) [9, 15, 15]. С целью предупреждения распространения лихорадки Денге на территорию СССР, на Черноморском побережье в 30-40 годы были проведены широкомасштабные комаро-истребительные мероприятия [17, 22]. С 1950-х гг. комары *Ae. aegypti* на территории СССР не регистрировали.

В августе-сентябре 2001 - 2004 гг. при сборах комаров, нападающих на человека, были вновь выявлены немногочисленные самки *Ae. aegypti* в Центральном районе г. Сочи [23]. При рекогносцировочных обследованиях, проведенных в 2007 г., в отдельных городах и населенных пунктах Черноморского побережья Кавказа на отрезке Туапсе-Сухуми были собраны личинки, а также отловлены самки и самцы комаров *Ae. aegypti*, что свидетельствовало о наличии активно размножающейся популяции этого вида [28].

В конце XX века большую настороженность в мире вызвало быстрое распространение за пределы своего исходного ареала в Юго-Восточной Азии другого эффективного переносчика арбовирусов – *Ae. albopictus* [27]. В настоящее время в Европе этот вид комаров зарегистрирован уже на территории 25 стран, и его европейский ареал имеет устойчивую тенденцию к расширению [120, 127]. Комары *Ae. albopictus* способны даже без участия комаров *Ae. aegypti* обеспечить развитие эпидемических вспышек лихорадок Денге и Чикунгунья. На территории Российской Федерации впервые комары этого вида были обнаружены в 2011 году [6], а случаи лихорадки Денге официально регистрируют с 2012 г. За последние 9 лет в России, было зарегистрировано 1618 завозных случаев Денге, 25 Зика, 5 Чикунгунья. В 2013 году на Черноморском побережье России выявлен азиатский вид *Aedes* (Finlaya) *koreicus* (Edwards, 1917), потенциальный переносчик арбовирусов и дирифилярий [2].

В настоящее время Черноморское побережье Кавказа, является единственной территорией Европейского региона, на которой зарегистрированы все три вида комаров *Ae. albopictus*, *Ae. aegypti*, *Ae. koreicus* – активных переносчиков возбудителей арбовирусных инфекций.

Единственным способом предотвращения передачи арбовирусов является борьба с комарами-переносчиками [62, 146]. Трудности с контролем численности переносчиков связаны с тем, что арбовирусы и комары *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* активно распространяются на новые территории. В настоящее время адаптивные способности инвазивных видов комаров к вновь освоенным территориям недостаточно изучены, в связи с чем, необходим энтомологический мониторинг для проведения профилактических и истребительных мероприятий [118].

Степень разработанности темы исследования

Инвазивные комары *Ae. aegypti* на Черноморском побережье СССР впервые были обнаружены Е.И. Марциновским в 1911 г [16]. Для

профилактики возникновения заболеваний передаваемых комарами *Ae. aegypti* была изучена их биология и экология, и разработана многолетняя стратегия контроля численности переносчиков [17]. В 1950 – х годах комаров *Ae. aegypti* перестали регистрировать в энтомологических сборах. В Российской Федерации в 2001, 2004 и 2007 годах и были проведены рекогносцировочные работы по сбору кровососущих комаров, где были зарегистрированы комары *Ae. aegypti* [23, 28]. В 2011 году были собраны и морфологически идентифицированы кровососущие комары *Ae. albopictus* [6].

Цель исследования, необходимо было систематизировать накопившейся материал, для изучения биологии и экологии, интродуцированных и возродившихся популяций комаров, для разработки контроля численности кровососущих комаров, профилактики возникновения трансмиссивных заболеваний передаваемых комарами *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*. Исходя из вышеизложенного, были поставлены цели и задачи исследования.

Цель исследования

Оценить эпидемическую значимость инвазивных видов комаров *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. koreicus* и определить ареал кровососущих комаров переносчиков трансмиссивных заболеваний. Дать прогноз их дальнейшего распространения на территории Российской Федерации.

Задачи исследования

- 1 Определить ареалы инвазивных видов комаров по результатам наблюдений.
- 2 Дать морфологические и молекулярные характеристики инвазивных видов комаров.
- 3 Исследовать зараженность инвазивных видов комаров возбудителями трансмиссивных болезней.
- 4 Определить фауну комаров на южном побережье Крыма.

- 5 Определить факторы, влияющие на распространение инвазивных видов комаров.

Научная новизна результатов исследования

В результате проведенных исследований нами впервые:

- 1 Обновлено ареалы переносчиков трансмиссивных заболеваний *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* на Черноморском побережье России. Впервые нами был обнаружен *Ae. koreicus*. Проведена их видовая идентификация, подтвержденная молекулярно-генетическим методом.
- 2 Сравнение ДНК отловленных нами комаров *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti* на Черноморском побережье с маркерами ядерной и митохондриальной ДНК, представленных в мировых молекулярно-генетических базах данных, обнаружило низкий уровень изменчивости этих видов, что свидетельствует об очень быстром расселении их по миру, при отсутствии значимых эволюционных изменений.
- 3 Обнаружены молекулярно-генетические маркеры вируса Западного Нила в инвазивных кровососущих комарах *Ae. albopictus* собранных нами в открытой природе. Комары *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* способны к трансмиссии дирофиляриоза (*Dirofilaria immitis* и *Dirofilaria repens*).

Теоретическая и практическая значимость работы

Выполненная работа вносит вклад в решение важной медико-биологической проблемы на территории Российской Федерации. Изучена эпидемиологическая значимость инвазивных видов комаров - переносчиков возбудителей трансмиссивных заболеваний, их ареалы и экология.

Обследование территории в 2012-2013 годах Черноморского побережья Краснодарского края показало наличие укоренившихся популяций инвазивных видов комаров *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*. В течение 2012-2018 годов установлена динамика развития ареалов инвазивных видов:

значительное расширение ареала отмечено у *Ae. albopictus* до широты 45°12'55" с. ш. 39°41'22" в. д. (г. Усть-Лабинск) и исчезновение комаров *Ae. aegypti*. Впервые выявлен азиатский вид *Ae. koreicus* на Черноморском побережье России при проведении рекогносцировочных работ в 2013 году. Естественным ареалом *Ae. koreicus* является Корея, Китай, Япония и Дальний Восток Российской Федерации.

Методология и методы исследования

Для выполнения исследования использовали полевой метод – сбор кровососущих комаров и лабораторный включающий в себя молекулярно-генетический, филогенетический анализ и морфометрический методы определения вида собранных комаров.

Положения, выносимые на защиту

1) Появление на территории Российской Федерации инвазивных видов комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* – переносчиков возбудителей арбовирусных лихорадок Денге, Зика, Чикунгунья, Западного Нила может привести к значительному ухудшению эпидемиологической ситуации в стране. Участие в качестве переносчиков возбудителей трансмиссивных болезней показано нами на примере наличия молекулярно-генетических маркеров вируса Западного Нила и дирофилярий *D. repens* и *D. immitis* в комарах *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*. Исследование проведенное с 2012 по 2018 год показало значительное расширение ареала инвазивных видов комаров *Ae. albopictus*; в 2012 году территория, заселения этим видом составляла 6 793,9 кв. км, а в 2018 году – 12 499,4 кв. км. Зарегистрирован на этой территории третий инвазивный вид – *Ae. koreicus*. Доказана адаптация комаров *Ae. albopictus* к природным условиям на Крымском полуострове, Краснодарском крае в Республике Адыгея и в Республике Абхазия.

2) Изучение биологии, экологии, межвидового взаимодействия инвазивных видов комаров позволило разработать критерии, ограничивающие дальнейшее распространение инвазивных видов комаров на территории Российской Федерации.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Основные положения диссертации были изложены на IV Ежегодном Всероссийском Конгрессе по инфекционным болезням 25-27 марта 2013 г., на Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биологической и химической экологии» 4-5 декабря 2014 г. на Конференция Национальной организации дезинфекционистов декабрь 2015 г., на XI Международной зоологической научно-практической конференции «Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси» 1-3 ноября 2017 г.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе:

- Научных статей отражающих основные результаты диссертации - 7, из них:
- в изданиях перечня ВАК при Минобрнауки – 5 статей
- в журналах, включенных в международные базы: Scopus – 2 статьи

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка цитируемой литературы. Работа изложена на 117 страницах машинописного текста, содержит 16 таблиц и 20 рисунков. В работе использованы 28 отечественных и 126 зарубежных источников литературы.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности

Задачи и научные положения диссертации, выносимые на защиту, соответствуют формуле специальности 03.02.11 – «Паразитология». Результаты проведенного исследования соответствуют области исследования паспорта специальности 03.02.11 – «Паразитология».

Личный вклад автора в проведение исследования

Диссертация И.В. Патрамана является самостоятельной научно-исследовательской работой, которая свидетельствует о профессиональной компетенции автора. Соискатель самостоятельно определил цель и задачи исследований, грамотно выбрал и умело использовал соответствующий поставленной задаче набор методов анализа первичного материала.

Личный вклад автора состоит в непосредственном участии в проведении всех энтомологических и эпидемиологических исследований, апробации результатов исследования, подготовке докладов и публикаций по теме диссертации. Вся обработка и интерпретация полученных результатов выполнена лично автором. Автор неоднократно докладывал результаты работы на научных форумах.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Эпидемическое значение инвазивных видов комаров

Возбудители болезней, которых передают кровососущие комары, занимают ведущее место в мире [127]. За последние 15 лет наблюдается значительное повышение заболеваемости лихорадками Денге, Чикунгунья, Зика в различных регионах мира. Согласно оценкам ВОЗ, в госпитализации ежегодно нуждаются 500 000 человек с тяжелой Денге, из которых 2,5% умирает [74]. Проведенные исследования показали, что на Земном шаре территории 215 стран потенциально подходят для наиболее важных переносчиков арбовирусных заболеваний, и в более чем половине этих случаев арбовирусные заболевания действительно представляют глобальную угрозу для общественного здравоохранения [83, 112]. Должны быть использованы все меры для объединения усилий, направленных на предотвращение этих инфекций. В Российской Федерации с каждым годом увеличивается число завозных случаев этих лихорадок. Случаи лихорадки Денге официально регистрируются с 2012 г [7]. Заражение происходило при посещении туристами Таиланда, Вьетнама, Индонезии, Индии, Бангладеш, Гонконга, Мальдивских островов.

В 2018 г. отмечались крупные вспышки лихорадки Денге в Латинской Америке (Аргентине, Венесуэле, Перу, Колумбии, Коста-Рике, Панаме, Парагвае, Эквадоре, Сальвадоре, Боливии, Никарагуа), в Юго-восточной Азии (Малайзии, Филиппинах, Фиджи, Лаосе, Камбоджи, Сингапуре, Мьянме, Индии, Шри-Ланке) [78].

1.1.1 Желтая лихорадка (EYE, ЖЛ)

Острое вирусное геморрагическое заболевание, передаваемое инфицированными комарами [147]. «Желтой» она называется из-за развития у

некоторых пациентов желтухи [148], а основными переносчиками желтой лихорадки являются комары рода *Aedes* и *Haemogogus*.

Эндемическое заболевание для тропических регионов Америки и Африки. Первые описания вспышек ЖЛ датируются XVII веком. Местом первого заболевания является Мексиканский полуостров Юкатан в 1648 г., где произошла крупная эпидемия. Позже лихорадку регистрировали и в портах Европы [39, 149, 150, 151].

Вирус ЖЛ относится к сем. *Togaviridae*, роду *Flavivirus*. При температуре воздуха 25⁰С цикл развития вируса в комаре занимает 9-12 суток, при 30⁰С – 7 суток, при 37⁰С – 4 суток. При температуре воздуха ниже 18⁰С вирус инактивируется, но при повышении температуры комары вновь способны передавать активный вирус. Вирус сохраняется в комарах пожизненно. В странах Африки и Южной Америки эпидемии ЖЛ носят волнообразный характер с интервалом 5-9 лет. В Колумбии и Боливии в 1978-81 гг. эпидемии ЖЛ отмечены после 19-30-летнего их отсутствия. В Европу желтая лихорадка была завезена в 1723 г. В начале вспышки были описаны в Лиссабоне, затем в Испании и портовых городах Англии [82]. В 1820 г. отмечена эпидемия в Барселоне среди матросов, прибывших из Гаваны. При всех эпидемиях наблюдалась высокая летальность.

Заболевание сопровождается интенсивными головными болями, температура тела повышается до 39 – 40⁰С, озноб, выраженная тахикардия, боли в мышцах спины, конечностей, тошнота [148]. Лицо гиперемированное, отёчное, наблюдается выраженная инъекция склер и конъюнктив, веки отёчны. Состояние больного прогрессивно ухудшается, на 3-4 день болезни кожные покровы становятся желтушными, в крови нарастает лейкопения. Для профилактики ЖЛ используют эффективную вакцину, обеспечивающую 10-летний иммунитет. Невосприимчивость развивается через 10 дней после вакцинации.

В природных условиях вирус циркулирует среди обезьян, сумчатых и помимо комаров *Ae. aegypti*, распространяют вирус в джунглях комары рода

Haemagogus, которые залетают в населенные пункты и нападают на людей. Ареал этих видов комаров разнообразный: некоторые размножаются либо вблизи жилищ (домашние), либо в джунглях (дикие), либо в обеих средах обитания (полу-домашние).

Существует три типа циклов передачи инфекции

Лесной: во влажных тропических лесах обезьяны, которые являются основным резервуаром инфекции, заражаются в результате укуса диких комаров и передают вирус другим обезьянам. Периодически инфицированные комары кусают людей, работающих или находящихся в лесах, после чего у людей развивается желтая лихорадка.

Промежуточный: в данном случае полудомашние комары (те, что размножаются как в дикой природе, так и вблизи жилищ) инфицируют как обезьян, так и людей. Более частые контакты между людьми и инфицированными комарами приводят к более частым случаям передачи инфекции, и вспышки заболевания могут происходить одновременно во многих изолированных селениях отдельно взятых районов. Это самый распространенный тип вспышки болезни в Африке.

Городской: крупные эпидемии происходят в тех случаях, когда инфицированные люди заносят вирус в густонаселенные районы с высокой плотностью популяции комаров и низким или нулевым иммунитетом к этой болезни у большинства населения. В этих условиях инфицированные комары передают вирус от человека человеку.

Симптомы. Инкубационный период в организме человека составляет 3-6 дней. Во многих случаях заболевание протекает бессимптомно. Наиболее распространенными симптомами являются повышенная температура, мышечная боль с сильной болью в спине, головная боль, потеря аппетита и тошнота или рвота. В большинстве случаев симптомы исчезают в течение 3-4 дней.

Тем не менее, у небольшой доли пациентов в течение 24 часов после исчезновения первых симптомов наступает вторая, более тяжелая фаза

заболевания. Вновь сильно повышается температура и происходит поражение ряда систем организма, как правило, печени и почек. Для этой фазы нередко характерна желтуха (пожелтение кожи и глазных яблок), потемнение мочи, боль в животе и рвота. Могут открываться кровотечения изо рта, из носа или желудочные кровотечения. Половина пациентов, у которых заболевание переходит в токсическую фазу, умирает в течение 7-10 дней.

Распространение. На данный момент в Африке эндемичными является 34 государства, в Центральной и Южной Америке 13 стран — либо эндемичны, либо имеют в своем составе регионы, эндемичные по желтой лихорадке. По результатам моделирования на основе данных, полученных из источников в странах Африки, бремя желтой лихорадки в 2013 году составило от 84 000 до 170 000 случаев тяжелой формы заболевания и от 29 000 до 60 000 случаев смерти.

1.1.2 Лихорадка Денге (DENV)

Одно из тяжелых трансмиссивных заболеваний. Денге считается самым важным арбовирусным заболеванием во всем мире. Денге-подобные заболевания долгое время регистрировали преимущественно в тропических регионах. Лихорадка Денге, была описана в 1719 г. на о. Ява как новая нозологическая форма. Вирус Денге принадлежит к сем. *Togaviridae*, роду *Flavivirus*. Существует 4 серотипа вируса Денге. Первичное заражение любым из них провоцирует развитие классической ЛД, которое сопровождается умеренными клиническими симптомами: двухфазной лихорадкой, мышечными и суставными болями, сыпью, лимфаденитом. Повторное заражение этим же или другим серотипом вируса может являться причиной возникновения геморрагической DENV или денге-шок синдрома, сопровождающейся тяжелым клиническим течением, появлением геморрагических сыпей и кровотечений, и, часто, летальным исходом [74].

Пациенты с DENV играют большую эпидемическую значимость и являются источником возбудителя Денге и сохраняется в течение короткого времени, в период когда у больных наблюдается высокий уровень вирусемии. У людей, больных DENV, вирусемия достаточная для заражения комаров, появляется за день до начала и в течение 5 первых дней клинических проявлений болезни. Комар, напившийся крови на больном человеке, становится способным передать возбудителя через 10-12 дней в течение которых, вирус из средней кишки комара проникает в ткани и далее в слюнные железы переносчика, где сохраняется в комаре пожизненно. Вирус в комарах накапливается и размножается при температуре воздуха не ниже 22⁰С, что и ограничивает распространение заболевания тропическими и субтропическими регионами. В природных очагах, помимо человека, в качестве источника возбудителя выступают обезьяны, белки, лемуры и др., в населенных пунктах вирус DENV передается от человека к человеку. По данным ВОЗ до 1970 года эпидемии тяжелой денге происходили лишь в 9 странах. В настоящее время болезнь является эндемической более чем в 100 странах Африки, Америки, Восточного Средиземноморья и Западной части Тихого океана. Самый высокий уровень заболеваемости регистрируется в Американском регионе, Юго-Восточной Азии и Западной части Тихого океана.

В 2008 году в Америке, Юго-Восточной Азии и Западной части Тихого океана было зарегистрировано более 1,2 миллиона случаев заболевания, а в 2015 году более 3,2 миллионов (по официальным данным, представленным ВОЗ государствами-членами). В последнее время число зарегистрированных случаев заболевания продолжает расти. В 2015 году в одной лишь Америке было зарегистрировано 2,35 миллиона случаев Денге, 10 200 пациентов из которых были случаями тяжелой Денге, повлекших за собой 1 181 смертей (11,6%) [74]. В 2018 г. отмечались крупные вспышки лихорадки Денге в Латинской Америке (Аргентине, Венесуэле, Перу, Колумбии, Коста-Рике, Панаме, Парагвае, Эквадоре, Сальвадоре, Боливии, Никарагуа) и в Юго-

восточной Азии (Малайзии, Филиппинах, Фиджи, Лаосе, Камбоджи, Сингапуре, Мьянме, Индии, Шри-Ланке).

В 20-30-х годах XX столетия эпидемия DENV, начавшаяся в Мексике, распространилась на прибрежные районы штата Техас (США) и страны Карибского бассейна. В дальнейшем DENV проникла в страны Средиземноморья, юго-востока Азии, Австралию и Японию. Число больных во время этой эпидемии достигла 2 млн. человек.

Лихорадка Денге в Европе. Первая крупная вспышка заболевания DENV произошла в 1927-28 гг. в Греции [115]. В течение двух лет DENV заразились более 1 млн. человек с большим числом летальных исходов. Комары *Ae. aegypti* являлись единственным переносчиком вируса в тот период. Из-за угрозы дальнейшего распространения DENV в Европе и в СССР проводили мероприятия, приведшие к ликвидации опасного переносчика комаров *Ae. aegypti* в 1950-60 годы [17]. Европа и СССР оставалась на протяжении нескольких десятилетий XX века свободной от распространения многих арбовирусов таких как DENV, Чикунгунья и других арбовирусных заболеваний передаваемых кровососущими комарами.

На остров Мадейра (Португалия) в 2004 - 2005 гг. доказан завоз популяции комаров *Ae. aegypti* [31]. На о. Мадейра в 2012 произошла первая крупная вспышка лихорадки Денге, было зарегистрировано 2000 заболевших. Основным переносчиком являлись комары *Ae. aegypti* [67, 68].

Исследования воздушных перевозок из эндемичных по Денге стран показали, что путешественники из Венесуэлы были наиболее вероятными источниками завоза вируса на остров. Первоначально переносчиком возбудителя считали, только комаров *Ae. aegypti*. Дальнейшие исследования доказали, что переносчиками вируса могли быть и комары *Ae. albopictus*.

После 1997 года инвазивные виды комаров *Ae. albopictus* широко распространились по Европейскому континенту. Локальные случаи заболевания лихорадкой Денге были зарегистрированы во Франции в 2010,

2013, 2014 и 2015 годах. В сентябре 2010 года в Париже впервые были диагностированы два случая автохтонной лихорадки Денге [69, 117, 132].

В октябре 2013 года автохтонный случай лихорадки Денге была диагностирована у лаборанта в Буш-дю-Рон, на юге Франции, где с 2010 года регистрируются инвазивные виды комаров *Ae. albopictus*. После исключения контаминации определили вероятную цепь локальной трансмиссивной передачи, в результате чего возник автохтонный случай [89]. Несмотря на ограниченность второго случая автохтонной передачи вируса Денге во Франции, подчеркивается, что следует продолжать усилия по быстрому обнаружению проникновения вируса Денге для предотвращения его дальнейшего распространения во Франции.

В августе и сентябре 2015 года в Ницце, на юго-востоке Франции, было выявлено семь местных случаев заражения вирусом Денге типа 1 (DENV-1). Первый случай заболевания человека был зарегистрирован 4 июля у вернувшегося из Французской Полинезии [132]. Там инвазивные виды комаров *Ae. albopictus* регистрируют с 2011 года. Эпидемиологические и энтомологические исследования позволили организовать борьбу с переносчиками инфекции.

Дальнейшие случаи регистрировали с 8 августа по 11 сентября в радиусе 300 метров. Эта первая значительная вспышка Денге на материковой части Франции, где ранее были зарегистрированы лишь единичные случаи автохтонной Денге [116]. 69-дневный период между первичным и последним автохтонным случаем предполагает множественное заражение комаров. Отсутствие уведомления об автохтонных случаях в течение месяца, следующего за появлением симптомов первичного случая, может быть объяснено возникновением неизвестной болезни. Повторение случаев каждый год с 2013 по 2015 год и продолжающееся расширение ареала комаров *Ae. albopictus* подчеркивают угрозу распространения арбовирусных заболеваний в Европе [121].

В октябре 2018 года Европейский центр по профилактике и контролю заболеваний (ECDC) опубликовал оценку риска передачи лихорадки Денге после того, как три случая лихорадки Денге были подтверждены в Испании и шесть во Франции [86]. Однако, по мнению ECDC вероятность дальнейшей передачи из Франции и Испании в другие районы Европейского союза очень мала, в связи с коротким сезоном активности этих комаров [99]. При этом необходимо регулярное проведение энтомологического и эпидемиологического мониторинга на подзащитных территориях.

Широкое распространение лихорадки Денге связывают с расширяющимися процессами урбанизации при недостаточном благоустройстве новых населенных мест, в связи с чем увеличивается численность не только традиционного переносчика возбудителей трансмиссивных болезней комаров *Ae. aegypti*, но и нового переносчика этих вирусов - комаров *Ae. albopictus*. Ситуация осложняется невысокой эффективностью программ борьбы с комарами-переносчиками, возрастанием масштабов авиаперевозок людей и зараженных комаров из эндемичных по Денге стран, возрастанием резистентности комаров к используемым инсектицидам [154].

Лечение DENV осуществляется симптоматическими средствами. Жизнеспасающими технологиями является стационарное лечение и регидратация. Вакцина против лихорадки Денге отсутствует.

1.1.3 Лихорадка Чикунгунья (CHIK, ЛЧ)

Чикунгунья выявлена более чем в 60 странах Азии, Африки, Европы и Америки. Вирус ЛЧ относится к сем. *Togaviridae*, роду *Alphavirus*, который включает 28 вирусов. Переносчиками некоторых вирусов являются комары родов *Aedes*, *Culex*, *Culiseta*. Вирус ЛЧ впервые был выделен в 1953 году в Танзании. В тропических лесах Африки, где находятся природные очаги ЛЧ, переносчиками вируса являются комары *Ae. africanus* и *Ae. furcifer*,

резервуарами – дикие приматы. С комарами рода *Aedes* вирус распространился в странах юго-восточной Азии и оттуда в южные регионы Европы. Переносчиком вируса на урбанизированных территориях стали комары *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti*, в циркуляцию вируса включился человек. Первые эпидемии в Азии были зарегистрированы в Таиланде в 1958 г. Эпидемии ЛЧ зарегистрированы в Индии, Юго-восточной Азии, Индонезии, на Филиппинах, в некоторых регионах Африки. В 2006 году эпидемия ЛЧ зарегистрирована на о. Реюньон (Индийский океан), где заболело 35% населения и более 200 летальных исходов [55, 105]. С 2005 года в Индии, Индонезии, Мальдивских Островах, Мьянме и Таиланде зарегистрировано более 1,9 миллиона случаев заболевания. В 2007 году заражение лихорадкой Чикунгунья было впервые зарегистрировано в Европе на северо-востоке Италии. Во время этой вспышки было зарегистрировано 197 случаев заболевания [49, 73].

Эти эпидемии показали, что Чикунгунья до сих пор плохо изучена и выявили серьезные проблемы в здравоохранении, связанные с заболеваемостью и смертностью, чего раньше никогда не наблюдалось. Двумя основными переносчиками этих арбовирусов в данном регионе являются комары *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*. Последний считается основным переносчиком на большинстве островов этого района, особенно на острове Реюньон. Инвазивные виды комаров *Ae. albopictus* показали сильную экологическую пластичность [73].

Была определена способность комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* из Северной и Южной Америки и Европы к переносу штамма CHIKV азиатского генотипа, выделенного на острове Сен-Мартен (CHIKV_SM) во время эпидемии, и штамма CHIKV восточно-центрально-южноафриканского (ECSA) генотипа, выделенного на острове Реюньон (CHIKV_LR)).

Установлено, что *Ae. aegypti* на американском острове Сен-Мартен демонстрирует сходную эффективность передачи для CHIKV_SM.

Американские комары *Ae. aegypti* и Европейские популяции комаров *Ae. albopictus*, одинаково компетентны в отношении передачи CHIKV_SM. Также было изучено влияние температуры на передачу CHIKV_SM в Европе комарами *Ae. albopictus*. Воздействие низких температур (20°C) на *Ae. albopictus* значительно снижал потенциал передачи для CHIKV_SM [140, 143].

Болезнь лихорадкой Чикунгунья обычно длится от пяти до семи дней и вызывает сильные боли в суставах, ограничивающие их функции, иногда боли продолжаются длительное время. Развернутая клиническая картина инфекции чаще наблюдается у взрослых. После инкубационного периода (2-3 суток) внезапно возникают лихорадка, тяжелая артралгия, озноб, головная боль, светобоязнь, гиперемия конъюнктив, потеря аппетита, тошнота и боль в животе. Сыпь появляется с самого начала или спустя 2-3 суток после спада лихорадки. Самые интенсивные высыпания отмечаются на туловище и конечностях, возможно шелушение. Эпидемическую опасность представляют больные ЛЧ, у которых высокий уровень вирусемии сохраняется на протяжении 3-10 суток. Лечение симптоматическое и патогенетическое.

Чикунгунья в Европе. До начала XXI века в Европе регистрировали только завозные случаи ЛЧ у приезжих из эндемичных стран. В 2007 году местная передача ЛЧ впервые была зарегистрирована на северо-востоке Италии, где в последние годы отмечалась высокая численность нового для Европы высокоэффективного переносчика арбовирусов комара *Ae. albopictus*. Источником инфекции послужил турист, вернувшийся из Индии в июне и заболевший уже в Италии. Пик заболеваемости ЛЧ в Италии был зарегистрирован в 3 декаде августа. Всего за время вспышки заболели 197 человек, переносчиками выступали комары *Ae. albopictus* [49].

В Италии следующая автохтонная вспышка лихорадки Чикунгунья была зарегистрирована летом 2017 года в Анцио [88]. Вирус был отнесен к восточно-центрально-южноафриканскому штамму. По состоянию на 20 сентября 86 случаев были лабораторно подтверждены. Близость к столице, ее поздняя летняя вспышка и диагностические задержки способствовали

передаче инфекции. Риск передачи инфекции был выше в прибрежных и сельских районах, чем в городах [99, 140].

После вспышки лихорадки Чикунгунья на севере Италии в 2007 году через 3 года два случая лихорадки Чикунгунья зарегистрировали у 12-летних пациенток, живущих рядом друг с другом во Фрежюсе и посещающих одну и ту же среднюю школу [69]. У обеих девочек была высокая температура, головная боль, ломбалгия и артралгия. Эти две пациентки жили в районе, где был зарегистрирован ранее завозной случай у семилетней девочки, вернувшейся из Азии. Летом 2014 года на юге Франции создались все предпосылки для местной передачи вируса Чикунгунья: присутствие переносчика *Ae. albopictus* и 126 лабораторно подтвержденных случаев завоза Чикунгунья на материковую часть Франции. В октябре 2014 года во Франции зарегистрировано 12 случаев местной лихорадки Чикунгунья, 11 подтвержденных и 1 вероятно завезенный вирус был из Камеруна, штамм восточно-центрально-южноафриканского происхождения (ECSA) и в 2017 году в период с июля по сентябрь регистрировали случаи заболевания [42, 56, 57]. Это была первая значительная вспышка лихорадки Чикунгунья в Европе после итальянской эпидемии 2007 года, однако произошла из-за штамма восточно-центрально-южноафриканского происхождения (ECSA), завезенного путешественником, возвратившимся из Западной Африки. После первой вспышки лихорадки Чикунгунья в Италии в 2007 году в Европе наблюдается рост местной передачи арбовирусных заболеваний [32].

Вирус Чикунгунья (CHIKV) передается комарами *Ae. albopictus*, присутствующие в Европейских странах [121]. Появление CHIKV в Европе было связано главным образом с генотипом восточно-центрально-южноафриканского происхождения (ECSA), примером которого являются 11 случаев заболевания CHIKV на юге Франции в 2014 году [56]. Несмотря на то, что сотни путешественников возвращались из Америки, где был азиатский генотип CHIKV который явился причиной, более чем одного миллиона случаев, в Европе не было зарегистрировано ни одной автохтонной передачи,

связанной с азиатским генотипом. Таким образом, характер передачи может значительно различаться в зависимости от популяции комаров, генотипа вируса и факторов окружающей среды, таких как температура [63]. В августе 2017 года местный случай Чикунгуньи был зарегистрирован на юго-востоке Франции [42]. К середине сентября были обнаружены еще восемь случаев. Штамм вируса Восточно-центральный-Южно-Африканский из Центрально-Африканского региона.

Первоначально лихорадка Чикунгунья была установлена у человека, который не выезжал за границу в течение 15 дней до начала симптомов. Больной жил в отдельном доме в жилом районе Ле Канне-де-Море. Была проанализирована заболеваемость в течение 5-летнего периода 2008-2012 гг. из числа трансмиссивных инфекций со значительными пиками в 2010 году было увеличение случаев тропической малярии, заболевания лихорадкой Денге и Чикунгунья [139].

Распространение возбудителя лихорадки Чикунгунья зависит от популяции комаров, генотипа вируса и факторов окружающей среды [49]. Вирус был выделен из собранных в полевых условиях самок *Ae. albopictus* и в двух из 500 пулов личинок, что демонстрирует вертикальную передачу. Путешественники являются важным звеном в распространении инфекции [107]. Вакцина против ЛЧ не разработана.

1.1.4 Лихорадка Западного Нила (ЛЗН)

Одним из самых распространенных заболеваний во многих странах является и лихорадка Западного Нила. Лихорадка Западного Нила (ЛЗН) - зоонозная природно-очаговая арбовирусная инфекция с трансмиссивным механизмом передачи возбудителя. Возбудитель инфекции - вирус Западного Нила (ВЗН) относится к семейству *Flaviviridae*, роду *Flavivirus*.

С момента первоначальной изоляции в Уганде в 1937 году до настоящего времени вирус Западного Нила (ВЗН) стал причиной заболеваний

людей и животных во всем мире [18]. Вирус семейства *Flaviviridae* рода *Flavivirus*, естественным образом поддерживается в энзоотическом цикле между птицами и комарами, с редкими эпизоотическими побочными эффектами, вызывающими заболевание у людей и лошадей. Сегодня (ЛЗН) является одним из самых распространенных заболеваний во многих странах.

В России лихорадка Западного Нила встречается в Волгоградской, Ростовской, Астраханской, Воронежской, Саратовской, Челябинской областях, Краснодарском крае, Республике Калмыкия, Республике Татарстан, других территориях. Восприимчивость человека к вирусу Западного Нила всеобщая. Преобладает бессимптомное инфицирование или легкие лихорадочные формы болезни, но заболевание может протекать и в тяжелой форме. В 2019 году отмечался рост заболеваемости ЛЗН, которая была выявлена в 15 субъектах. Всего в 2019 году зарегистрировано 352 случая, из которых 4 закончились летальным исходом. В 2020 г. отмечено рекордное снижение регистрации случаев ЛЗН. Всего в 2020 г. зарегистрировано лишь 10 местных случаев. Такое значительное снижение заболеваемости связано как с ограничением передвижения граждан в связи с эпидемиологической ситуацией по COVID-19, так и с проведением несвоевременной этиологической диагностики на некоторых эндемичных территориях [7].

Переносчиками вируса являются комары родов *Culex* и *Aedes*, реже *Anopheles* [109, 131]. Ведущее эпидемиологическое значение имеют орнитофильные комары *Culex spp* [70]. За последние 30 лет было зарегистрировано несколько случаев заражения лошадей и людей вирусом Западного Нила (WNV) в бассейне Средиземного моря. Ранее вирус Западного Нила ограничивался только Африкой. Роль миграции птиц, часто демонстрировалась при регистрации новых вирусов в Европе. Перелетные птицы, которые могут быть заражены в местах их зимовки в Африке, во время весенних миграций, переносят вирус на север в Европейские страны.

В конце прошлого века Вирус Западного Нила (ВЗН) впервые выявили в Европе, в Румынии (1996) [137], вызывая вспышки инфекции среди людей и

животных [76]. С момента первого обнаружения ВЗН в Европе, вирус распространился в другие государства континента. Вспышки лихорадки Западного Нила регистрировали в странах: Италия (1998), Россия (1999), Франция и Сербия (2000), Венгрия (2003), Чехия (1997) [142], Греция (2011) [153].

Первый автохтонный случай заболевания человека лихорадкой Западного Нила в Чешской Республике был зарегистрирован в 1997 году в Южной Моравии [43]. В 2013 году еще один случай заболевания лихорадкой Западного Нила возник в этой стране, в районе Остравы [142].

В 2010 и 2011 годах в Греции, произошли крупные вспышки лихорадки Западного Нила (ЛЗН) [106]. В течение двух сезонов ВЗН заразилось более 250 человек, из них 15% с летальным исходом.

Стоит отметить тот факт, что в 2018 году сезон передачи ВЗН в Западной Европе начался раньше, чем в предыдущие годы, и с резким увеличением числа местных инфекций. Первые случаи заболевания были зарегистрированы в Греции 31 мая. В Западной Европе зарегистрировано 168 случаев заболевания людей лихорадкой Западного Нила, включая Грецию, Италию, Венгрию, Румынию и Сербию. Италия сообщила о двух смертельных случаях. Температуры в мае 2018 года были выше, периода с 1981–2010 годах в районах, пострадавших от ВЗН. Также в мае количество осадков в Италии и странах вдоль побережья Адриатического моря было значительно выше среднего, что способствовало росту численности переносчиков.

Переносчики ВЗН кровососущие комары, которые широко распространены во всем мире. Географический диапазон передачи и заболеваний ВЗН продолжает расширяться. Большинство случаев инфицирования человека ВЗН протекает бессимптомно, но может развиваться и тяжелое неврологическое заболевание, приводящее к долгосрочным последствиям или смерти. Комары являются естественными переносчиками ВЗН. После того, как комар напится на инфицированном хозяине, арбовирус размножается в комаре, а затем передается восприимчивому

хозяину через укус. По сравнению с родственными арбовирусами, такими как вирус Денге и вирус Желтой лихорадки, ВЗН может передаваться разными видами комаров.

Комары, которые питаются как птицами, так и млекопитающими, называют мостовыми переносчиками для ВЗН, они действуют как «мост» между инфицированным резервуаром (птицами) и случайными хозяевами млекопитающими, у которых не развивается достаточно высокая вирусемия для поддержки передачи ВЗН комарам. Орнитофильные комары играют важную роль в поддержании и усилении передачи среди птиц, но, как правило, не играют роли в передаче человеку. Комары рода *Aedes*, являются переносчиками родственных флавивирусов, также служат важными мостиковыми переносчиками.

1.1.5 Лихорадка Зика (ZIKV, ЛЗ)

В настоящее время во многих странах мира большую тревогу вызывает быстро распространяющаяся лихорадка Зика – острое инфекционное заболевание, которое вызывает вирус Зика из рода *Flavivirus*. Вирус циркулирует в Африке, Северной и Южной Америке, Азии и Тихоокеанском регионе [30, 100].

Впервые вирус Зика был выделен в 1947 году в Уганде у обезьяны, пойманной в лесу Зика (буквально обозначает «заросли»). Исследователи в это время занимались вирусом желтой лихорадки, но выделенный штамм, хотя и принадлежал к флавивирусам, до этого был неизвестен. Второй изолят вируса был получен из комаров *Aedes (Stegomyia) africanus*, собранных в январе 1948 года в том же самом лесу [59]. В течение следующих 60 лет вирус медленно распространялся в другие районы Африки и Юго-Восточной Азии [75, 84].

Первая крупная эпидемия лихорадки Зика началась в 2007 году на тихоокеанских островах Японии и в Федеративных Штатах Микронезии - 73% населения островов были инфицированы вирусом [72]. Это было первое

обнаружение вируса Зика за пределами Африки и Юго-Восточной Азии. В 2013 году вирус обнаружили во Французской Полинезии [38, 101], где по экспертным оценкам зарегистрировано 28 000 случаев на 270 000 населения. Между 2013 и 2015 гг [101]. регистрируется дальнейшее расширение инфекции на островах Тихого Океана: Новая Каледония, Кука, Пасхи, Соломоновы острова. В 2015 году лихорадка Зика распространилась в Бразилии и более чем в 20 других странах Южной и Центральной Америки и странах Карибского бассейна [61, 130].

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) возбудители лихорадки Зика передаются главным образом комарами. Первые изоляты вируса Зика были получены из комаров *Ae. africanus* в Африке, и от комаров *Ae. aegypti* в Юго-Восточной, что позволило сделать вывод о том, что комары рода *Aedes* являются основными переносчиками вируса Зика. В дальнейшем вирус был выделен из различных видов комаров *Ae. furcifer*, *Ae. luteocephalus*, *Ae. taylori*, *Ae. dalzieli*, *Ae. opok*, *Ae. vittatus*, *Ae. jamoti*, *Ae. flavicollis*, *Ae. grahami*, *Ae. taeniarostris*, *Ae. tarsalis*, *Ae. fowleri*, *Ae. metallicus*, *Ae. minutus*, *Ae. neoafricanus*, *Ae. albopictus*. Широкий спектр комаров в Африке – носителей вируса – показал, что вирус может адаптироваться к разным родам комаров и что они могут представлять потенциальную эпидемиологическую опасность [52].

Ряд исследователей в Сенегале проверили восприимчивость комаров *Ae. aegypti*, *Ae. unilineatus*, *Ae. vittatus* и *Ae. luteocephalus* к 6 штаммам вируса Зика методом кормления комаров зараженной кровью [58]. В комарах *Ae. vittatus* и *Ae. luteocephalus* геном вируса обнаружен в слюнных железах, это подтверждает способность к передаче вируса. Потенциальную опасность представляют быстро распространяющиеся на планете комары *Ae. albopictus*.

Наличие комаров *Ae. aegypti* на большей территории Латинской Америки в сочетании с благоприятными экологическими условиями для популяции этого вида, в сочетании с постоянно растущим перемещением людей по всему миру, стало причиной значительного увеличения числа

заболевших людей лихорадкой Зика. Этот регион является новым местом для вируса, жители которого не имеют иммунитета к данному вирусу. В отличие от спорадических заболеваний, которые возникают в Африке и Юго-восточной Азии в течение нескольких десятилетий, на новых территориях эпидемия будет и далее расширяться. В 2015 г. был зарегистрирован завозной случай в России [19].

Каким образом вирус попал в Бразилию, однозначного ответа нет. Тем не менее, штамм вируса, отвечающий за эпидемию в Бразилии, в Южной и Центральной Америке филогенетически идентичен штамму, выделенному во время эпидемии во Французской Полинезии [20, 75, 84].

1.1.6 Дирофиляриоз

Является трансмиссивным заболеванием, распространён на всех континентах и во многих странах мира является медицинской проблемой [81].

Дирофиляриоз людей и животных вызывают паразитические нематоды - филярии. Это заболевание относится к трансмиссивным, так как переносчиками возбудителя - микрофилярий - являются кровососущие насекомые, в частности комары [133]. В организме комаров, как промежуточных хозяев, микрофилярии проходят три стадии развития и на стадии инвазивной личинки третьего возраста после укуса комара попадают в организм дефинитивного хозяина - человека или животного.

Источником дирофиляриоза являются зараженные собаки, реже кошки и дикие плотоядные животные (волки, лисы и т. д.). *D. immitis* и *D. repens* передаются видами комаров, принадлежащих к родам *Culex*, *Aedes*, *Ochlerotatus*, *Anopheles*, *Coquillettidia*, *Armigeres* и *Psorophora* [46, 47, 135, 152].

За последние два десятилетия в Италии инвазивные виды комаров *Ae. albopictus* получили широкое распространение. В Италии, где имеются очаги филяриоза у собак, вызванные *Dirofilaria* (*Spirurida*: *Onchocercidae*),

подкожного *D. repens*, а также *D. immitis* (Leidy) (сердечного червя собаки). В 2002 году в Фьюмичино, к западу от Рима (регион Лацио), было обнаружено, что 17% собак имеют микрофилярии *D. repens* в крови периферической кровеносной системы [65]. Оценить роль *Ae. albopictus*, как переносчика *Dirofilaria* в этой области сложно, самки комаров собирались ежедневно, в период июнь-октябрь 2002 года [44]. Для отлова комаров использовали собак или человека в сельском доме в Фоцене. Комаров поддерживали при 27⁰С и относительной влажности 70% в течение 6 дней, чтобы позволить развитие личинок, затем идентифицировали и замораживали для последующего молекулярного анализа с помощью специфических для филярий рибосомных праймеров S2-S16. Чтобы отличить образцы, в которых содержатся инвазионные личинки L3 *Dirofilaria*, ДНК выделяли отдельно из брюшной полости комаров и грудного отдела [97, 98]. Виды *Dirofilaria* были идентифицированы путем секвенирования, что подтверждается полимеразной цепной реакцией положительных образцов с использованием праймеров, специфичных для *D. immitis* и *D. repens*. ДНК дирофилярий были обнаружены у 2% *Ae. albopictus* *D. repens* ДНК в области грудного отдела и брюшной полости, собранные 27 июля; *D. immitis* в брюшной полости собранные 24 сентября; ДНК обоих *D. immitis* и *D. repens* в грудном отделе, собранные 11 октября 2002 г. Таким образом, *Ae. albopictus* является потенциальным переносчиком дирофилярий в Италии и представляет риск для ветеринарии и здравоохранения [45]. Дирофиляриоз - актуальная проблема здравоохранения в России [138]. К 2014 г. Дирофиляриоз, регистрировали в 42 субъектах Российской Федерации [126]. Юг России по своим природно-климатическим условиям является зоной устойчивой трансмиссии дирофилярий и на протяжении последних десятилетий наблюдается рост заболеваемости дирофиляриозами не только животных, но и людей.

1.2 Аралы инвазивных видов комаров переносчиков трансмиссивных заболеваний в Западной Европе и Средиземноморье

1.2.1 *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762)¹

Распространение комаров *Ae. aegypti* в Европе представлено на карте (Рисунок 1.1). На Европейском континенте комары этого вида зарегистрированы в России, и на острове Мадейра (Португалия) [6, 31, 90, 125].

Однако в первой половине XX столетия в Европе комары *Ae. aegypti* были зарегистрированы на побережье Средиземного моря и западной части Черного моря в Турции и в Греции (на о. Крит и Корфу), в Италии (на о. Сицилия и Сардиния), во Франции в Марселе и Каннах (на о. Корсика), в Испании в 11 провинциях также и на Гибралтаре, в Португалии.

Так как *Ae. aegypti* синантропный вид комаров, он предпочитает находиться рядом с жилищем человека в населенных пунктах и личинки этих комаров в основном заселяют емкости для хранения воды, то с появлением трубопроводной воды значительно сократились места для выплода имаго [11]. Это является одной из причин снижения численности комаров этого вида в Европе.

В нашей стране *Ae. aegypti* впервые был обнаружен в 1911 г. Е.И. Марциновским в Батуми – 41⁰с.ш. [16], затем комаров этого вида начали выявлять на Черноморском побережье Кавказа далее на север до г. Туапсе – 43⁰с.ш. Высокая численность комаров *Ae. aegypti* на побережье Черного моря

¹Комары *Ae. aegypti* впервые были собраны и описаны учеником Карла Линнея, шведским натуралистом Фредриком Хассельквистом (1722-1752 гг.), во время путешествия в Палестину с 1749 г. по 1752 г. и первоначально названы *Culex aegypti*.¹

регистрировалась в 1920–е 1930-е гг. Обнаруживали *Ae. aegypti* и в крупных городах Закавказья: Кутаиси, Тбилиси и Баку [15].

Постоянная регистрация случаев лихорадки Денге, связанная с широким распространением *Ae. aegypti* в странах южной Европы в начале XX века, требовала проведения истребительных и профилактических мероприятий в отношении *Ae. aegypti* на Черноморском побережье Кавказа [14]. Особенно остро встал вопрос об уничтожении комаров в связи с разразившейся в Греции в 1927-1928 годах эпидемии Денге. За время эпидемии переболело до 80-90% населения городов Афины и Пирей, эпидемия сопровождалась высокой летальностью среди населения. Из Греции лихорадка Денге была занесена и в другие страны Средиземноморского бассейна. В 1928 году заболевания Денге появились и в некоторых черноморских портах Турции (Трапезунд (Трабзон)), расположенных вблизи границы с СССР, где комары *Ae. aegypti* также были многочисленны. В 1929 году на специально созванной конференции Тропических институтов и противомаларийных станций южных республик СССР под руководством Е.И. Марциновского была разработана система мероприятий для предупреждения заноса лихорадки Денге на Черноморское побережье Кавказа [17, 22], а также программа исследований особенностей экологии *Ae. aegypti* на этой территории [13].

Резкому снижению численности *Ae. aegypti* способствовали обработки помещений в населенных пунктах инсектицидами, в том числе ДДТ, который использовали для борьбы с комарами *Anopheles*.

В 50-70-е гг. комаров *Ae. aegypti* на рассматриваемой территории не регистрировали. Комары *Ae. aegypti* отсутствовали и в списках Culicidae, составленных для различных гипсометрических зон Абхазии и Аджарии в 1970-89 гг.

В дальнейшем, в связи с сокращением энтомологической службы, регулярные наблюдения за видовым составом Culicidae на территории России проводили ограниченно.

Немногочисленные самки *Ae. aegypti* были выявлены в Центральном районе г. Сочи при сборах комаров, нападающих на человека. Сборы проводили в августе-сентябре 2001-2004 гг., во второй половине дня на расстоянии 10 - 20 м от домов индивидуальной застройки и небольшой бамбуковой рощи [23]. Появление *Ae. aegypti* – переносчика возбудителей таких опасных болезней как желтая лихорадка и лихорадки Денге, Чикунгунья, Зика на Черноморском побережье Кавказа регистрируется здесь после продолжительного периода его отсутствия (с 50-х годов прошлого столетия).

Первое рекогносцировочное обследование на территории Большого Сочи было проведено в 2007 г [28]. Обследование провели в период с конца июля и до начала октября путем вылова нападавших и подлетающих к человеку комаров. В обследованных пунктах были обнаружены немногочисленные нападающие самки *Ae. aegypti*. Следует отметить, что кроме самок, в большей части учетов имелись и самцы (до 10 экз. на учет), которые роились рядом с нападавшими на человека самками.

Таким образом, на территории Большого Сочи в различных удаленных друг от друга населенных пунктах были обнаружены самцы и самки *Ae. aegypti*. Протяженность обследованной территории, в 2007 г. была увеличена исследованиями в Абхазии в городах Гудаута и Сухуми. В г. Гудаута во дворах жилых домов были выявлены места выплода комаров *Ae. aegypti*. Личинки этого вида были обнаружены в бочках, ведрах, тарелках и других емкостях, заполненных дождевой водой. По наблюдениям, проводившимся в одной из усадеб г. Гудаута, интенсивное нападение самок комаров *Ae. aegypti* и роение самцов (на уровне 30-50 см от пола) происходило с 8 ч. утра в доме (на кухне), а также на открытой террасе и особенно под открытым навесом около стоявшей там мебели (стола и серванта), при ярком дневном свете.

Интенсивный залет этих комаров в дом и нападение на людей продолжалось в течение большей части ночи, как и нападение на людей на открытом воздухе во дворе. В хлевах, обследованных в г. Гудауте,

немногочисленные самки и самцы *Ae. aegypti*, наряду с самками комаров рода *Anopheles* комплекса «*maculipennis*», имелись только там, где ночью стояли животные. В хлевах, обследованных на окраине г. Сухуми, наряду с самками *Anopheles* комплекса «*maculipennis*», были обнаружены немногочисленные самцы и самки *Ae. aegypti*. Таким образом, при рекогносцировочных обследованиях, проведенных в 2007 г. в отдельных городах и населенных пунктах Черноморского побережья Кавказа на отрезке г. Туапсе - г. Сухуми (в зоне с влажным средиземноморским климатом), были выявлены комары *Ae. aegypti* [28].

Присутствие в большей части проб не только самок *Ae. aegypti*, но и самцов (а также обнаружение личинок этого вида), свидетельствует не о случайном заносе или завозе единичных комаров *Ae. aegypti* на исследованную часть побережья, но на наличие здесь активно размножающейся популяции этого вида. В сборах 2007 года комаров *Ae. albopictus* не было. *Ae. aegypti* впервые он был зарегистрирован в Автономном регионе Португалии на о. Мадейра в 2004-2005 гг. в окрестностях г. Фуншал [31, 67]. Затем эти комары расширили свое распространение по всему южному побережью острова, обнаружен в Санта-Крус в 2008 году [68] и в Пауль-ду-Мар в 2012 году. Летом 2010 г. при проведении мероприятий по надзору за переносчиками арбовирусных заболеваний в Нидерландах, были обнаружены комары *Ae. aegypti* на двух площадках для хранения шин привезенных из США [41, 122].

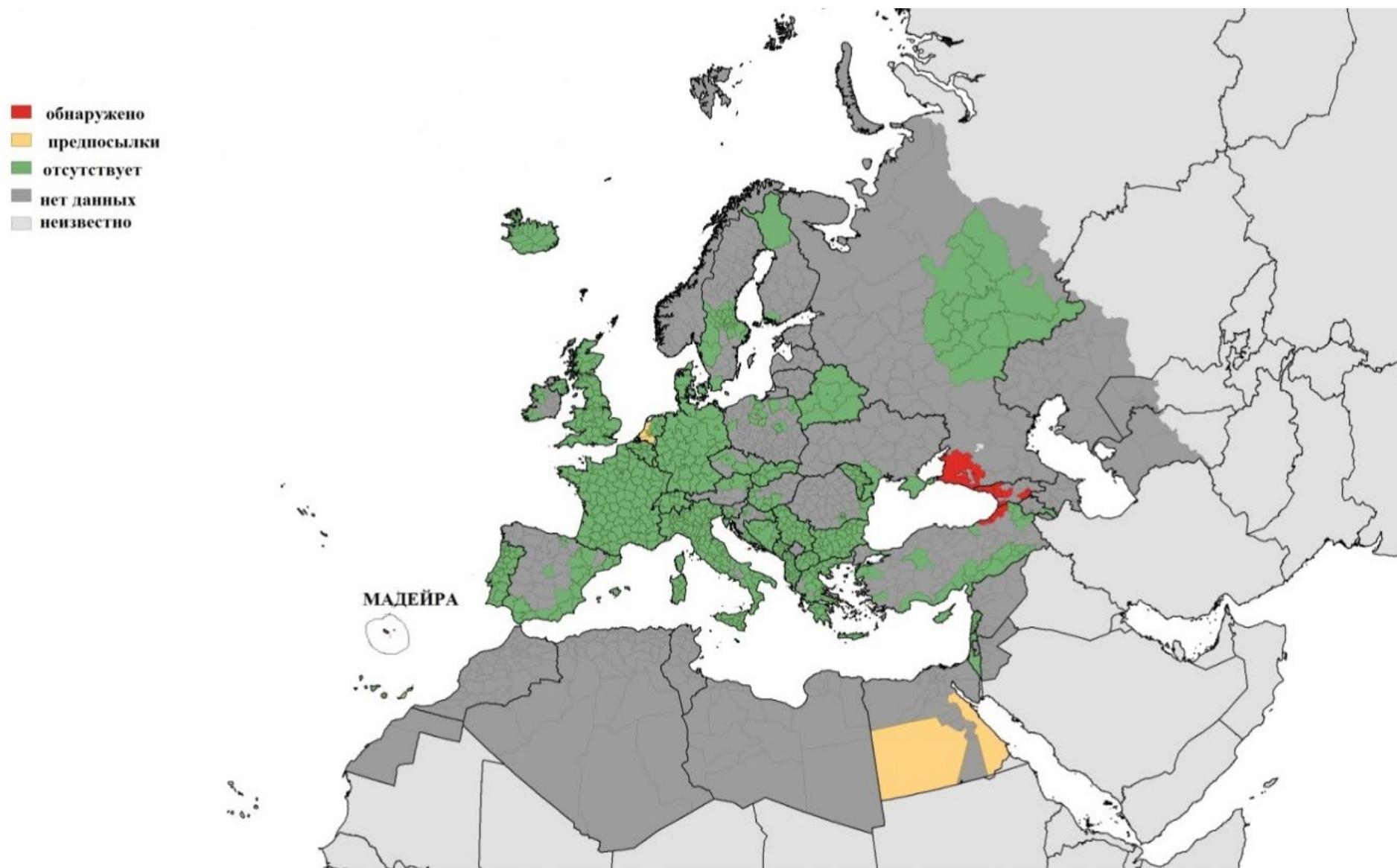


Рисунок 1.1 - Ареал инвазивных видов комаров *Ae. aegypti* 2017 г.

1.2.2 *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895)²

В августе-октябре 1979 года в ряде мест в Албании были обнаружены комары *Ae. albopictus*. Использованные шины были основным местом обитания личинок [29]. Данный вид комаров был завезен в Албанию в середине 1970-х годов из Китая. Первоначальное появление комаров, вероятно, произошло на фабрике резиновых изделий, примыкающей к порту Дуррес, откуда личинок комаров транспортировали в шинах на заводы по переработке в других частях страны. Это первая регистрация комаров *Ae. albopictus* за пределами Юго-восточной Азии и Австралии.

В сентябре 1991 года были зарегистрированы в первые Италии, в регионе Венето инвазивные комары *Ae. albopictus*. Личинки были собраны в самых разнообразных контейнерах и в использованных шинах [117]. Поскольку считается, что покрышки являются основным способом введения и распространения инвазивных видов комаров *Ae. albopictus*, был начат поиск источника и пути поставок подержанных шин в Италию для предупреждения дальнейшего проникновения инвазивных видов комаров *Ae. albopictus*. Было выявлено проникновение кровососущих комаров в регион Венето с импортом использованных шин из США [37, 102]. Внутренняя торговля шинами в Италии ведется из Венето и регион является источником появления комаров в других итальянских регионах, за исключением Лигурии и Лацио. В конце 1995 года сообщалось о появлении *Ae. albopictus* в 10 итальянских регионах и 19 провинциях.

Ae. albopictus был впервые обнаружен на юге о. Сардиния в октябре 1994 года на шинном складе недалеко от аэропорта Кальяри-Эльмас [51]. Считалось, что обработка инсектицидами успешно уничтожила комаров, но в 1996 и 1997 годах были обнаружены новые места их выплода, которые

² Британо-австралийским энтомологом Фредериком Артуром Аскью Скьюзе (1863-1896гг.) в 1894 году из особей собранных на индийском субконтиненте в городе Калькутта, впервые описан *Ae. albopictus*. Филогенетически, вид был помещен в отряд Diptera, подотряд Nematocera, семейство Culicidae, род *Culex* позже перенесли в род *Aedes*, подрод *Stegomyia*, вид *albopictus*.

находились на некотором расстоянии от первоначальной находки комаров. Интродукция комаров *Ae. albopictus* во Францию, хорошо задокументирована [119]. Первое обнаружение инвазивных видов комаров было зафиксировано в Нормандии на севере Франции в 1999 году в центрах хранения подержанных шин, завезенных из США по программе международной торговли подержанными шинами. В настоящее время постоянные популяция комаров *Ae. albopictus* переместились на средиземноморское побережье Франции, где впервые была зарегистрирована в 2004 году. В 2001 году в г. Подгорице, Черногория, в шинах, привезенных из Франции, были обнаружены личинки *Ae. albopictus*, в следующем году были зарегистрированы имаго комары. Бельгия также включена в Европейский регион распространения инвазивного кровососущего комара *Ae. albopictus*. Обнаружение в конце мая 2001 этого вида в северной Бельгии во Фландрии не удивителен [57], потому что этот вид ранее был обнаружен в Нормандии на северо-западе Франции.

На юге Швейцарии, в кантоне Тичино *Ae. albopictus* был обнаружен в 2003 году. Причиной находки данного вида в Швейцарии является тесные торговые связи с предприятиями, находящимися в Италии.

Источник появления кровососущих комаров в Испании, где они были обнаружены в городе Сан-Кугат-дель-Вальес, на северо-востоке страны в августе 2004 года остается неизвестным [33, 50, 60]. Энтомологическое исследование, проведенное в Испании на протяжении десяти лет, показало присутствие *Ae. albopictus* [117]. В этом же году обнаружили *Ae. albopictus* в Хорватии. Находка была сделана в Загребе 28 октября 2004 года, в лесной зоне в юго-западном пригороде.

Летом 2005 года комары вида *Ae. albopictus* были обнаружены около трех разных садоводческих компаний вблизи населенного пункта Алсмер в Нидерландах [123]. Комары идентифицированы морфологическим и молекулярно-генетическим методами.

Появление комаров *Ae. albopictus* на востоке Средиземного моря в Ливане и Сирии зарегистрировано в 2007 году. Первоначально в Ливане

были собраны личинки, а в Сирии в прибрежной местности поймали самку [71].

В 2007 году проводили энтомологический мониторинг на автомагистрали А5 идущей из Италии через Швейцарию в Германию в ходе выполнения проекта по эпидемиологическому надзору с целью выявления возможных путей проникновения инвазивных видов комаров в Германию были собраны комары *Ae. albopictus* [36, 110]. При проведении повторного мониторинга с июля по октябрь 2012 года опять были обнаружены взрослые особи *Ae. albopictus*. Они были пойманы на трех различных станциях обслуживания автомобилей в Баварии, Бадене и Вюртемберге, расположенных вдоль двух автомагистралей, которые соединяют Германию с южной Европой. Эти данные свидетельствуют о регулярном ввозе в Германию *Ae. albopictus*.

В сентябре 2008 года в Греции в одном из районов города Афины, впервые был зарегистрированы комары *Ae. albopictus*. В следующем году вокруг первого места обнаружения с помощью 50 ловушек для яиц была создана сеть площадью 25 км², которая контролировалась в течение 17 месяцев с 17 августа 2009 года по 31 декабря 2010 года. Еженедельный мониторинг и последующая лабораторная обработка собранных яиц показали, что *Ae. albopictus* является доминирующим видом и широко распространен на всей обследуемой территории. Сезонный мониторинг показал, что эти комары активны с середины весны до конца декабря с высокой активностью летом и осенью. Более того, сравнение его активности в конце августа и конце декабря, между двумя последовательными годами наблюдения, показало значительное увеличение численности комаров на второй год [66].

В Сербии первое обнаружение комаров *Ae. albopictus* зарегистрировали в ловушках для яиц. Яйца комаров были собраны 1 сентября 2009 года на терминале таможенного контроля в Батровцах - пограничном пропуске

между Хорватией и Сербией [108]. Также в сентябре 2009 г. единичные комары *Ae. albopictus* были собраны на о. Мальта [104].

В период с июля по сентябрь 2012 года с использованием 60 ловушек для яиц на четырех участках исследования между двумя основными дорогами в Южной Моравии, в Чехии были отловлены инвазивные виды комаров *Ae. albopictus*.

Во время рутинного лова кровососущих комаров 23 июля 2012 г. в контролируемом месте в селе Шебастовце на юго-востоке Словакии из общего сбора были идентифицированы на основании морфологических признаков самки *Ae. albopictus* [40]. В этом же году в Австрии были зарегистрированы комары этого вида [124].

В августе 2010 года во время осуществления программы энтомологического мониторинга, в Алжире в вилайете Тизи-Узу округ Ларбаа-Нат-Иратен, была поймана в ловушку самка *Ae. albopictus*. Это первое сообщение о комарах *Ae. albopictus* в Алжире [79].

Активный поиск комаров *Ae. albopictus*, проводили энтомологи в Турции в период с 23 мая по 10 ноября 2011 года, на северо-западе Турции, в регионе Фракия, в городах Ипсала на таможенной территории турецко-греческой границы, Кесан (Эдирнский район) и Малкара (Текирдагский Район), с использованием ловушек для кладки яиц [152]. Из яиц выплаживались личинки комаров, которых идентифицировали морфологическим и молекулярным методами. Последовательности, полученные из образцов, собранных во Фракии, были подтверждены как *Ae. albopictus*, это была первая находка инвазивных видов комаров в Турции [103]. В октябре 2013 года на Европейском симпозиуме предоставлен отчет о регистрации кровососущих комаров *Ae. albopictus* в Болгарии [96].

В конце сентября 2016 года в Великобритании на станции техобслуживания в графстве Кент (51°5'42" 0" с.ш., 01°2'31"2") обнаружены комары *Ae. albopictus* [92] (Рисунок 1.2).

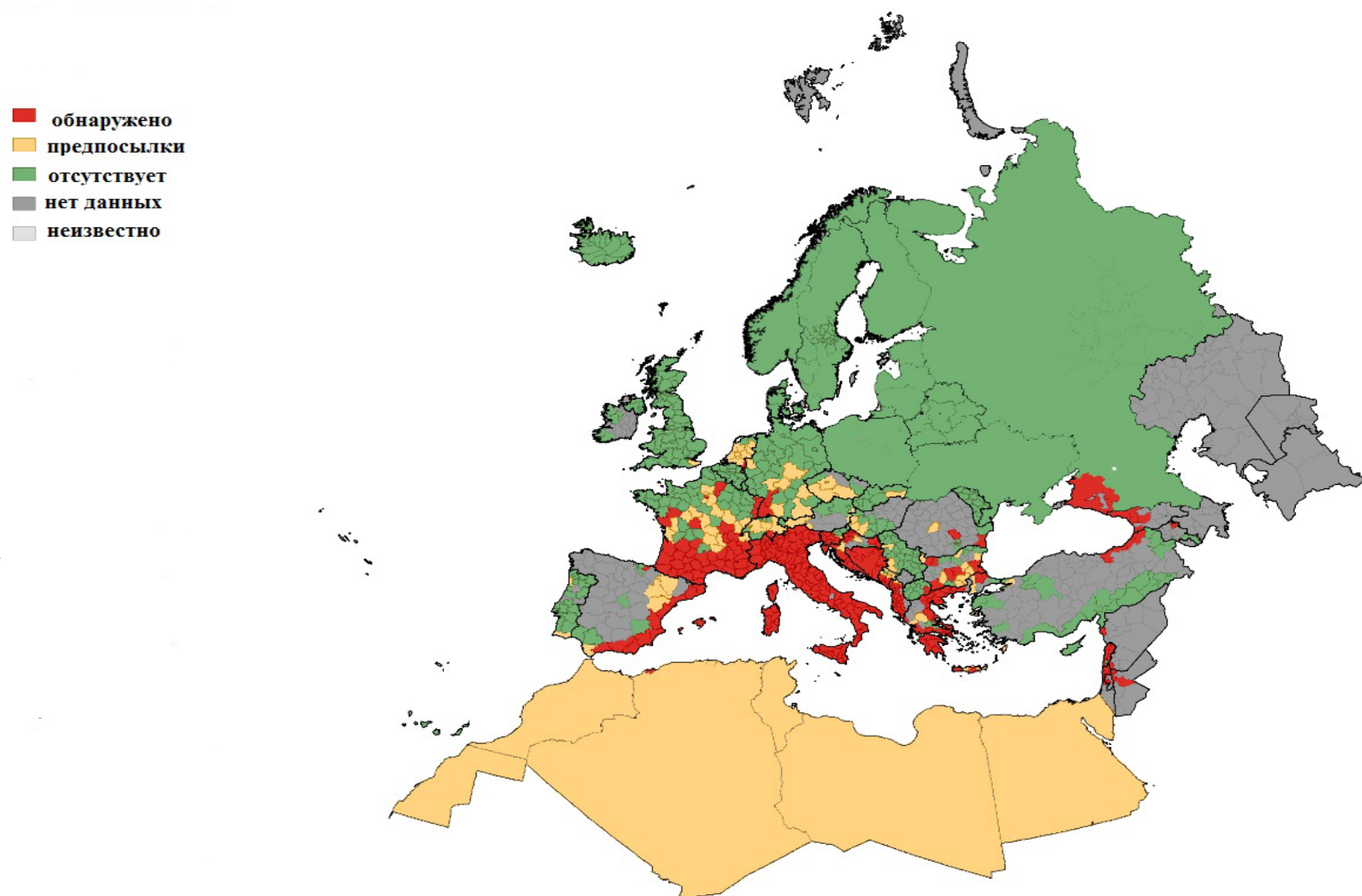


Рисунок 1.2 - Ареал инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* 2019 г.

1.2.3 *Aedes (Finlaya) koreicus* (Edwards, 1917)³

Родиной *Ae. koreicus* является Корейский полуостров и остров Чеджудо, Япония, Китай и Дальний Восток России. Вид хорошо приспособлен к городским условиям. Он был описан как один из наиболее распространенных видов комаров в Пекине, появляющихся в конце весны и достижение пика активности летом.

Места развития включают искусственные и естественные контейнеры вблизи населенных пунктах, хотя личинок обнаруживают в прибрежных солоноватых бассейнах и каменных бассейнах на склонах холмов. В зависимости от местоположения и места размножения, *Ae. koreicus* может питаться как на людях, так и на домашних млекопитающих и птице, также привлекательными являются морские птицы [110]. Нападают комары в дневное и ночное время. Диапауза проходит на стадии яйца. Выплод в населенных пунктах, увеличивает потенциал дневного нападения на людей, представляя опасность для здоровья населения.

Благодаря эколого-биологической пластичности *Ae. koreicus* в последнее время активно расширяет ареал, в странах Европы.

В 2009 году как взрослые, так и личинки *Ae. koreicus* были обнаружены в Бельгии [141]. В 2014 году при повторном мониторинге в той же области на тех же 6 км², был снова зарегистрирован. В результате повторного обследования подтверждено, что вид укоренился в Бельгии. После первого обнаружения в Бельгии, *Ae. koreicus* выявлен и в других Европейских странах: в 2011 году в провинции Беллуно, северо-восточная Италия [47, 98], в 2013 году в г. Сочи [2, 64], Россия и в регионе Тичино, Швейцария, недалеко от Швейцарско-Итальянской границы [134], республике Словении в

³ Доктором Р. Г. Миллсом в 1913 году на Корейском полуострове были собраны кровососущие комары и переданы через А.Т. Стентона в Британский музей Имперского бюро энтомологии. Британский энтомолог Фредерик Уоллес Эдвардс (1888-1940) в 1917 году описал полученных комаров как новый вид и дал им название *Ochlerotatus* (F.) *koreicus*. После их определения комары не расселялись по планете. Их естественным ареалом является Дальний восток России и Корейский полуостров.

деревне Ловренц на Дравском поле [80], в 2015 году в г. Аугсбург, Бавария, Германия [145], в 2016 году в г. Печ, Венгрия [85] (Рисунок 1.3).

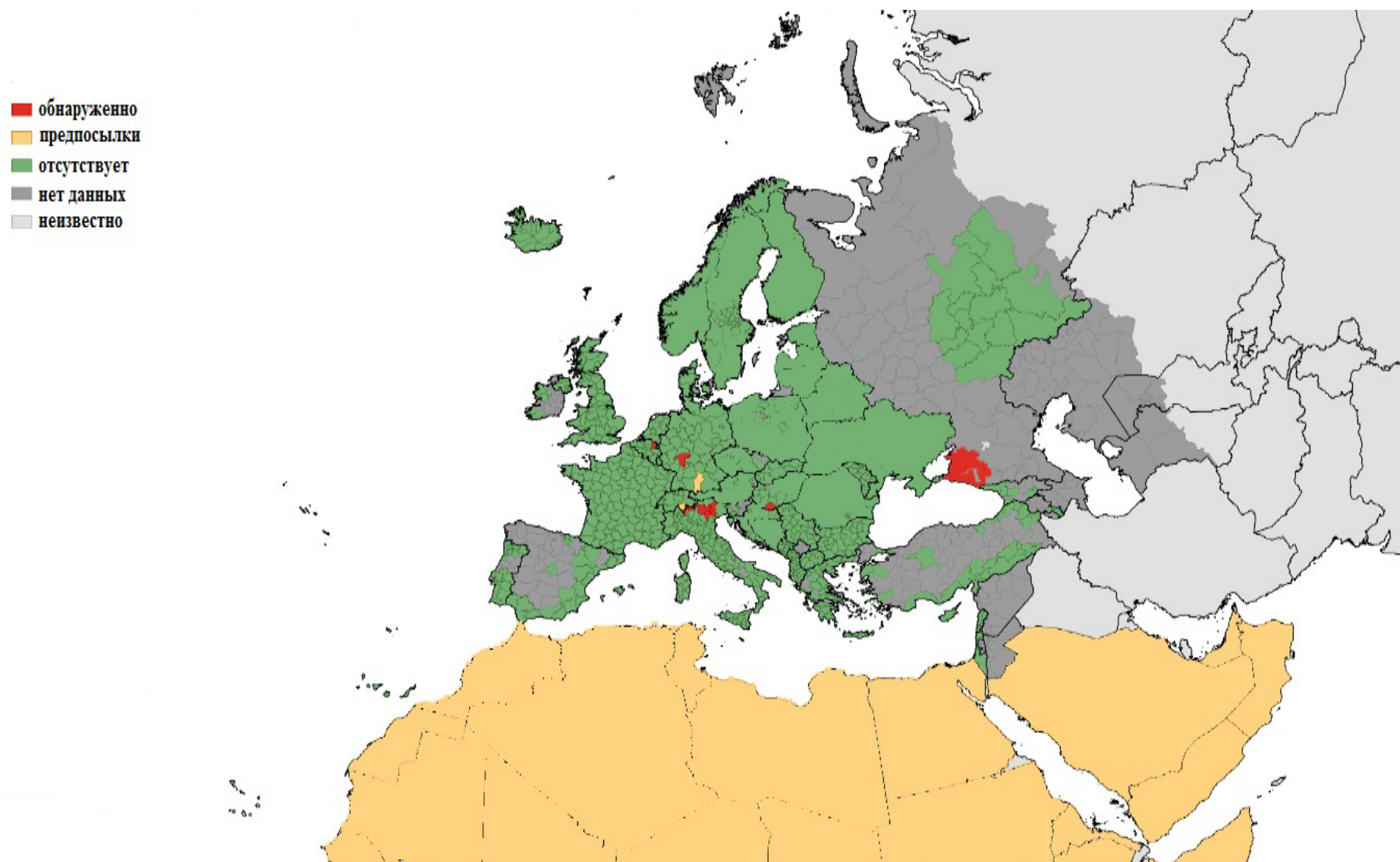


Рисунок 1.3 - Ареал инвазивных видов комаров *Ae. koreicus* 2019 г.

Обнаружение *Ae. koreicus* в разных странах Европы побудил к пересмотру собранных в 2011 году комаров как *Aedes japonicus japonicus* [35, 77]. Повторное определение комаров морфологическими и молекулярными методами показало ошибочность первой идентификации. Имаго комаров принадлежали виду *Ae. koreicus*, личинки были ошибочно идентифицированы как *Ae. albopictus*.

Исследование, проведенное в 1927 году, показало, что *Ae. koreicus* может заразиться *Wuchereria bancrofti microfilariae*, но эти микрофилярии в организме комара не развивались.

Позже в лабораторных условиях доказано, что *Ae. koreicus*, может быть переносчиком *Dirofilaria immitis*, однако в комарах, собранных в полевых условиях, этот паразит не был обнаружен.

В нескольких сообщениях упоминается способность *Ae. koreicus* передавать JEV в лаборатории и в полевых условиях у 95% комаров, собранных в природе кровь была от людей, и только 1% комаров содержали кровь крупного рогатого скота.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБЪЕМ БИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

2.1 Сбор комаров и личинок

Комары нами были собраны на черноморском побережье Краснодарского края, на Северном Кавказе на Южном берегу Крыма и в Республике Абхазия, с 2012 по 2018 год. Для исследований были также использованы комары, собранные в 2007 году и в 2011 году. Для сбора комаров использовали три метода: сбор имаго ловушкой Electrofrog (LMD-Komplekt Plus, Россия) или сбором «на себя» эксгаустером, залетевших в помещения комаров, сбор личинок и куколок [27]. Часть собранных личинок для идентификации морфологическим и молекулярным методом, фиксировали в 70% спирте. Для экологической характеристики водоемов измеряли температуру и pH воды. Большую часть личинок и куколок оставляли в сосудах с водой для вылета из них имаго (Рисунок 2.2). Имаго сохраняли в сухом виде на ватных матрасиках в чашках Петри (Рисунок 2.1).

При сборе личинок комаров обследовали искусственные и естественные водоемы в городских и сельских населенных пунктах, в лесной полосе, приближенной к населенным пунктам, на кладбищах (Рисунок 2.3). Имаго комаров *Ae. albopictus* собирали на всех исследованных территориях в затененных местах «сбором на себе» эксгаустером. Самок комаров *Ae. aegypti* - внутри помещений, на летних кухнях, в подсобных летних помещениях также эксгаустером. Роящихся самцов и частично самок *Ae. aegypti* – воздушным энтомологическим сачком вокруг искусственных водоемов, откуда происходил вылет комаров.

Общая площадь обследованной территории составила 45 416,98 км² (Таблица 2.1, 2.2).

Определение комаров проводили как по морфологическим признакам, так и методом ПЦР.



Рисунок 2.1 - Лабораторная обработка разных стадий комаров, собранных в полевых условиях



Рисунок 2.2 - Вылет комаров собранных в личиночной стадии



Рисунок 2.3 - Места сбора личинок *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*

Таблица 2.1 - Площадь обследованной территории за 2012-2018 гг.

Год	Обследованная территория в кв. км									
	Анапский район; м.о. Анапа	м.о. Новороссийск	м. о. Геленджик	Туапсинский район	Лазаревский район	Сочи Центральный район	Хостинский район	Адлерский район	Гудаутский район	Гагрский район
2012	981,86; 58,9	834,94	27,9	2366	79,59	176,8	31,57	1352	1640,0	772,4
2013	981,86; 58,9	834,94	27,9	2366	79,59	176,8	31,57	1352	-	-
2014	-			2366	79,59	176,8	31,57	1352	-	-
2015				2366	79,59	176,8	31,57	1352		
2017				2366	79,59	176,8	31,57	1352		
2018	г.о. Краснодар	Усть-Лабинский район	Белореченский район	Республика Адыгея г.о. Майкоп	Апшеронский район	Гудаутский район	Гагрский район	Сухумский район	Галский район	Большой Сочи район
	918	1510,98	51,9	141,9	101	1640,0	772,4	1522,5	518,2	3502
2016	г.о. Ялта	г.о. Судак	м.о. Симферополь	Сакский район	г. о. Евпатория	м.о. Севастополь				
	282,9	539,4	107,41	2257,5	106,1	885,1				

Итого: общая площадь исследованной территории с 2012 г. по 2018 г. составляет 45 416,98 км²

Общая коллекция инвазивных видов комаров составила 2944 особи.

Таблица 2.2 - Дата, место и количество собранных комаров *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. koreicus*

Год	Место с бора	Координаты	<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Ae. koreicus</i>
2012 г.	г. Адлер	43°25'44"с.ш. 39°55'26"в.д.	3	24	0
	г. Хоста	43°30'53"с.ш. 39°52'05"в.д.	0	47	0
	г. Сочи	43°35'07"с.ш. 39°43'13"в.д.	6	116	0
	мкр. Мамайка	43°38'35"с.ш. 39°42'34"в.д.	48	406	0
	мкр. Дагомыс	43°40'11"с.ш. 39°40'07"в.д.	0	24	0
	мкр. Лазаревское	43°54'31"с.ш. 39°19'52"в.д.	31	48	0
	г.Туапсе	44°06'19"с.ш. 39°04'48"в.д.	566	28	0
	г. НовыйАфон	43°04'50"с.ш. 40°50'17"в.д.	45	6	0
	г. Пицунда	43°09'43"с.ш. 40°20'27"в.д.	7	58	0
2013 г.	г. Адлер	43°25'44"с.ш. 39°55'26"в.д.	6	164	0
	г. Хоста	43°30'53"с.ш. 39°52'05"в.д.	0	23	0
	г. Сочи	43°35'07"с.ш. 39°43'13"в.д.	3	46	0
	мкр. Мамайка	43°38'35"с.ш. 39°42'34"в.д.	3	34	32
	мкр. Лазаревское	43°54'31"с.ш. 39°19'52"в.д.	17	19	0
	г. Туапсе	44°06'19"с.ш. 39°04'48"в.д.	394	21	0
2014 г.	г. Адлер	43°25'44"с.ш. 39°55'26"в.д.	0	25	0
	г. Сочи	43°35'07"с.ш. 39°43'13"в.д.	0	11	0
	мкр. Мамайка	43°38'35"с.ш. 39°42'34"в.д.	0	5	0
	мкр. Лазаревское	43°54' с.ш. 39°19'52"в.д.	0	8	0
2015 г.	г. Адлер	43°25'44"с.ш. 39°55'26"в.д.	0	120	0
	г. Туапсе	44°06'19"с.ш. 39°04'48"в.д.	30	20	0

Продолжение таблицы - 2.2

2016 г.	г. Севастополь	44°36'00"с. ш. 33°32'00"в. д.	1	0	32
2017 г.	г. Адлер	43°25'44"с.ш. 39°55'26"в.д.	81	32	0
	г. Сочи	43°35'07"с.ш. 39°43'13"в.д.	0	67	0
2018 г.	пгт. Красная поляна сан. «Чистый воздух»	43°69'03"с.ш. 40°21'61"в.д.	0	2	0
	п. Эстосадок кладбище	43°67'24"с.ш. 40°19'59"в.д.	0	3	0
	п. Веселое ул. Урицкого д. 18	43°38'94"с.ш. 39°98'70"в.д.	0	20	0
	г. Адлер кладбище	43°42'73"с.ш. 39°96'03"в.д.	0	100	0
	г. Адлер НИИ Медицинской приматологии	43°43'52"с.ш. 39°99'62"в.д.	0	38	0
	г. Хадыженск кладбище	44°43'58"с.ш. 39°51'45"в.д.	0	5	0
	г. Апшеронск кладбище	44°46'26"с.ш. 39°69'28"в.д.	0	7	0
	г. Майкоп старое кладбище	44°63'68"с.ш. 40°09'19"в.д.	0	10	0
	г. Усть-Лабинск кладбище	45°21'26"с.ш. 39°65'20"в.д.	0	16	0
	пгт. Яблоновское кладбище	45°10'28"с.ш. 39°12'11"в.д.	0	7	0
	г. Туапсе ул. Коммунистическая д. 32	44°10'28"с.ш. 39°07'48"в.д.	0	40	0
	г. Гудаута	43°10'60"с.ш. 40°61'75"в.д.	0	3	0
	г. Гали кладбище	42°62'67"с.ш. 41°75'08"в.д.	0	3	0
	г. Сухуми Ботанический сад	43°00'58"с.ш. 41°02'38"в.д.	0	30	0
	г. Новый Афон приусадебный участок у Монастыря	43°08'88"с.ш. 40°82'18"в.д.	0	3	0
	Всего		1241	1639	64

2.2 Определение комаров по морфологическим признакам

2.2.1 *Ae. aegypti*

Среднеспинка имаго в темных коричневых чешуйках с характерным рисунком, состоящим из двух отчетливо выраженных боковых белых полосок, изогнутых в передней половине, и из двух менее четких узких прямых полосок, проходящих продольно вблизи средней линии. Вершины бедер белые, голени темные. Передние и средние лапки черные, с белыми кольцами, занимающими $1/4 - 1/3$ длины членика на первых трех члениках и около $4/5$ длины четвертого членика. Крылья по жилкам густо покрыты бурыми чешуйками, обыкновенно имеющими красноватый или стальной отлив. В передней части каждого тергита имеются узкие белые перевязи, по бокам – по одному серебристо-белому пятну (Рисунок 2.4 а).

Личинка IV стадии очень изменчива по размерам и окраске, в зависимости от условий развития. Щетка из 8-12 чешуек, расположенных в один дугообразный ряд с главным шипом, а по бокам более короткие шипы (Рисунок 2.4 б). Дыхательная трубка относительно короткая, за серединой сужающаяся, без ушков по бокам основания. Гребень из 12-22 тесно сидящих зубцов, наиболее дистальный из которых может быть слегка отставлен и лежит за серединой трубки; каждый зубец с широким основанием и с одним более крупным и 1-3 более мелкими дополнительными зубчиками. Пучок около наиболее дистального зубца гребня, из 2-5 коротких ветвей. Седло последнего членика доходит до нижнего края его боковых сторон, боковой волосок из 2-3 коротких ветвей; наружные хвостовые волоски простые, вдвое длиннее трубки, внутренние из 2-4 более коротких ветвей. Плавник из 8-10, 2-3 ветвистых пучков. Жабры колбасовидной формы, с округленными концами, немного меньше длины дыхательной трубки. Яйца продолговатой формы с заостренными концами (Рисунок 2.4 в) [8].

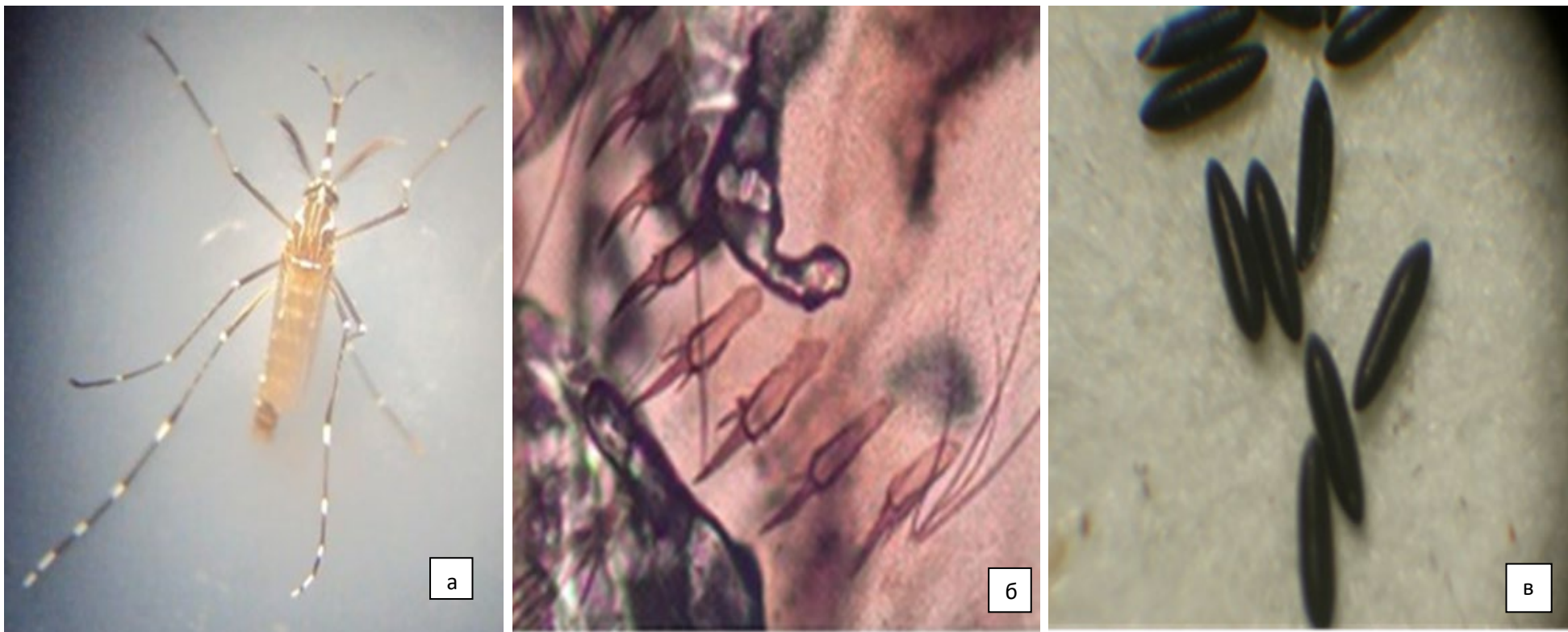


Рисунок 2.4 - *Ae. aegypti*

а -имаго

б -щетинки на щетке личинке

в -яйца

2.2.2 *Ae. albopictus*

Основной фон чешуек среднеспинки каштаново-коричневый; белая продольная полоса сужается сзади. В задней половине среднеспинки намечаются боковые продольные белые полосы, в передней половине среднеспинки их нет (Рисунок 2.5 а). У края среднеспинки, непосредственно впереди основания крыла, расположено нерезко отграниченное небольшое пятно серебристых широких прямых чешуек. Лапки передних и средних ног с узкими белыми колечками при основании первых двух члеников. На задних лапках первые четыре членика с более широкими белыми кольцами; последний членик задней лапки целиком белый. Коготки лапок без зубчиков. Брюшко с белыми пятнами по бокам тергитов; кроме того, на тергитах при основании сегментов иногда развиты перевязи, суживающиеся или прерывающиеся посередине.

Личинка средних размеров. Щетка из 6-13 (чаще 8-10) крупных чешуек, расположенных в один ряд, имеющих хорошо развитый заостренный главный шип с рядом коротких тонких щетинок по бокам основания [8]. Дыхательная трубка без ушков, короткая, начиная от середины заметно сужающаяся к вершине. Гребень из 7-23 (чаще 9-16) зубцов, с широким основанием (Рисунок 2.5 б), от которого отходят несколько дополнительных зубчиков, наиболее дистальной из них у середины трубки. Впереди него отходит пучок из 2-4 редко 5-6 ветвей, в длину равных диаметру трубки. Последний членик короткий, с седлом, достигающим до брюшного края его боковых сторон; боковой волосок из двух (реже больше) ветвей, из которых одна длиннее седла, вторая – вдвое короче; наружный хвостовой волосок простой и вдвое длиннее дыхательной трубки, внутренний волосок простой, внутренний из 1-3 чаще 2-3 немного более коротких ветвей. Плавник в среднем из обычно 2-ух ветвистых пучков, задние одной длины с наружным хвостовым волоском. Яйца овальной формы с одного края заострённое с другого края полукруглое (Рисунок 2.5 в) [8].

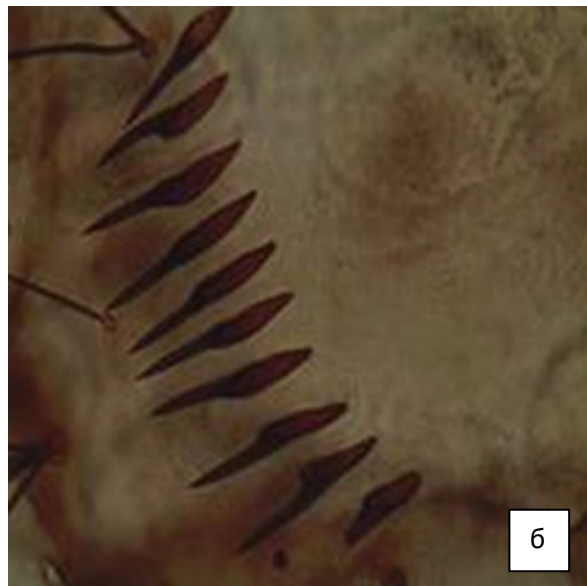
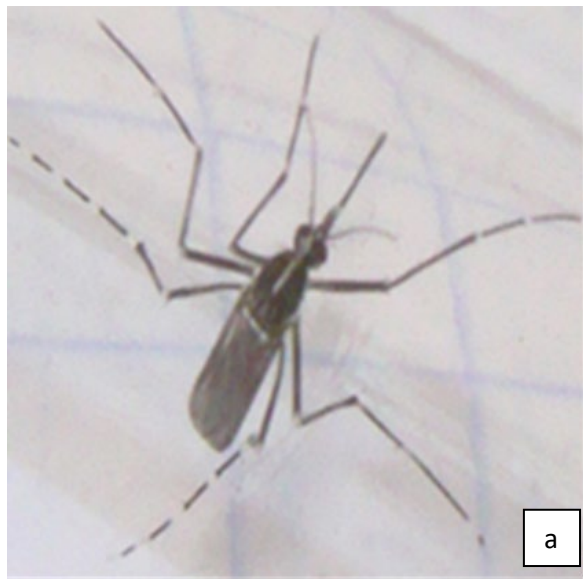


Рисунок 2.5 - *Ae. albopictus*

а -имаго

б -щетка на личинке

в -яйца

2.2.3 *Ae. koreicus*

Видовая принадлежность *Ae. koreicus* определена по морфологическим признакам личинок и имаго [8].

Имаго. Среднеспинка в черно-бурых чешуйках с желтоватым рисунком из чешуек: дорсальной и двумя медиальными продольными полосками, расположенными по средней линии и по дорсо-центральных щетинкам, по бокам задней половины имеются две изогнутые полосы (Рисунок 2.6 а).

У личинки щетка из 49-70 тесно расположенных чешуек без главного шипа с шипиками по краю (Рисунок 2.6 б).

Гребень не заходит за основание пучка сифона и по нижнему краю его зубцов расположены зубчики (Рисунок 2.6 в).

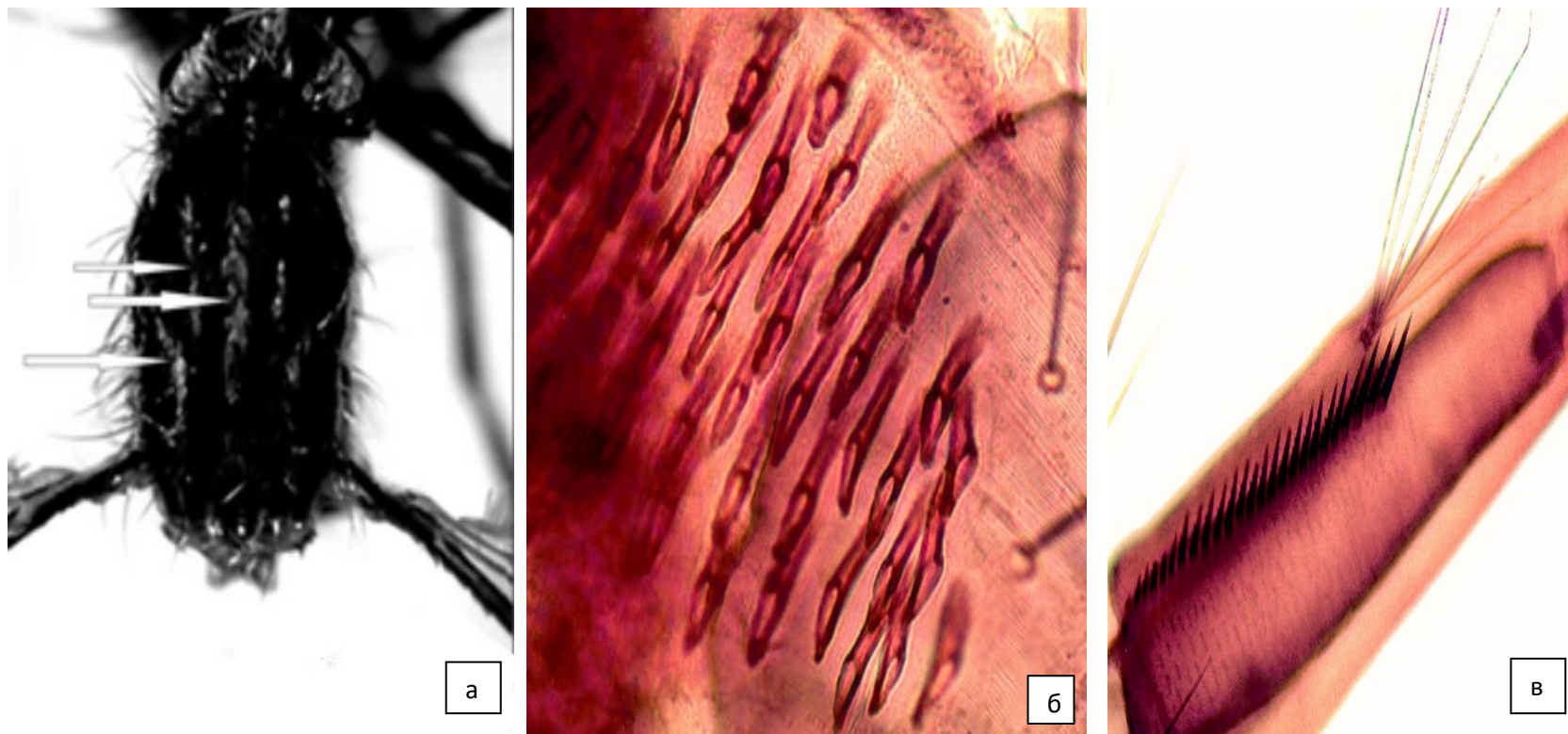


Рисунок 2.6 - *Ae. koreicus*

а -имаго

б -чешуйки на щетке личинки

в -зубцы гребня на сифоне

2.3 Молекулярные методы исследования

Определение видовой принадлежности всех комаров проводили по морфологическим признакам и молекулярно-генетическим методам. До 30 особей из каждого места и года сбора использовали для идентификации с помощью ПЦР области второго внутреннего транскрибируемого спейсера кластера генов рРНК (ITS2). Для *Ae. albopictus* характерен фрагмент ПЦР размером примерно - 500 п.н., для *Ae. koreicus* - 450 п.н., для *Ae. aegypti* - 340 п.н. Для разделения видов по размеру ПЦР-продукта использовали 2% агарозный гель для электрофореза.

2.3.1 Молекулярно-генетическая идентификация комаров

Для выделения ДНК из комаров использовали набор DIAtom™ DNA Prep (Изоген, Москва). ПЦР проводили используя набор Evrogen Encyclo PCR kit (Евроген, Москва). Для амплификации ITS2 использовали праймеры 5,8S и 28S [111, 129]. Участок гена цитохром оксидазы I (*COI*) размером около 750 п.н. нарабатывался с помощью праймеров - TY-J-1460 и COIR [128]. Амплификаты визуализировали в 1-2 % агарозном геле и элюировали используя наборы Clean up extraction kit (Евроген, Москва) для последующего секвенирования с BigDye Termination kit 3.1 (Applied Biosystems, USA). Секвенировали 13 амплификатов ITS2 *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* по 1-2 из 10 мест сбора разных лет. Полиморфизм мтДНК анализировали по 28 секвенированным последовательностям участка гена *COI*, размером 634 п.н. у 1-4 особей из 10 мест сбора. Для идентификации с помощью ПЦР использовали области второго внутреннего транскрибируемого спейсера кластера генов рРНК (ITS2).

Амплификацию фрагментов ДНК проводили в течение 35 циклов на термоцикле GeneAMP^R RCR System 2700.

Для амплификации области второго внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS2) кластера генов рРНК были использованы наборы для амплификации Eurogen Encyclo PCRkit (Евроген, Москва) и праймеры, комплементарные к районам 5,8S и 28Sp ДНК.

Видовая идентификация подтверждена молекулярно-генетическими методами. Нуклеотидные последовательности второго внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS2) Последовательности зарегистрированы в Генбанке. Гена *COI*: *Ae. aegypti* MG198586 - MG198594, MH251909 - MH251911; *Ae. albopictus* MG198595 - MG198606; и ITS2: *Ae. aegypti* MH142316 - MH142320; *Ae. albopictus* MH142321 - MH142326[27].

Вновь полученные последовательности ДНК зарегистрированы в GenBank в 2014 году. *Ae. koreicus* HG763830, *Ae. aegypti* AY512668, *Ae. albopictus* AB231675

2.3.2 Выделение РНК вируса Западного Нила

Собранные в 2012, 2013 и 2015 гг. инвазивные виды комаров *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, наряду с другими видами, собранные в г. Туапсе, п. Джубга, п. Небуг, п. Веселое, были исследованы на наличие вируса Западного Нила. Для выделения ВЗН использовали комплект реагентов «РИБО-сорб» производства «ИнтерЛабСервис», а также набор реагентов для выявления РНК вируса Западного Нила в биологическом материале методом полимеразной цепной реакции (GWH) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией "АмплиСенс® WNV-FL"R-V53(RG.iQ.Mx) для прибора Rotor-Gene производства «ИнтерЛабСервис». Анализ результатов провели с помощью программного обеспечения используемого прибора для проведения ПЦР с детекцией в режиме «реального времени».

Учет результатов в исследуемых образцах

- кДНК ВЗН обнаружена, если для данной пробы в таблице результатов по каналу JOE/Yellow определено значение порогового цикла C_t . При этом кривая флуоресценции каждой исследуемой пробы должна пересекать

пороговую линию на участке характерного экспоненциального подъема флуоресценции.

- кДНК ВЗН не обнаружена, если для данной пробы в таблице результатов определено значение порогового цикла C_t , не превышающее указанное граничное значение (<28), а по каналу JOE/Yellow значение порогового цикла не определено.

Результаты интерпретируются на основании наличия (или отсутствия) пересечения кривой флуоресценции с установленной на соответствующем уровне пороговой линией, что определяет наличие (или отсутствие) для данной пробы кДНК значения порогового цикла (C_t) в соответствующей графе (Рисунок 2.6). Соответствие мишеней и каналов детекции

Принцип интерпретации результатов следующий:

Результат ПЦР-исследования считается достоверным, если получены правильные результаты для положительного и отрицательного контролей амплификации и положительного и отрицательного контролей экстракции РНК, в соответствии с таблицей оценки результатов контрольных реакций (Рисунок 2.7)

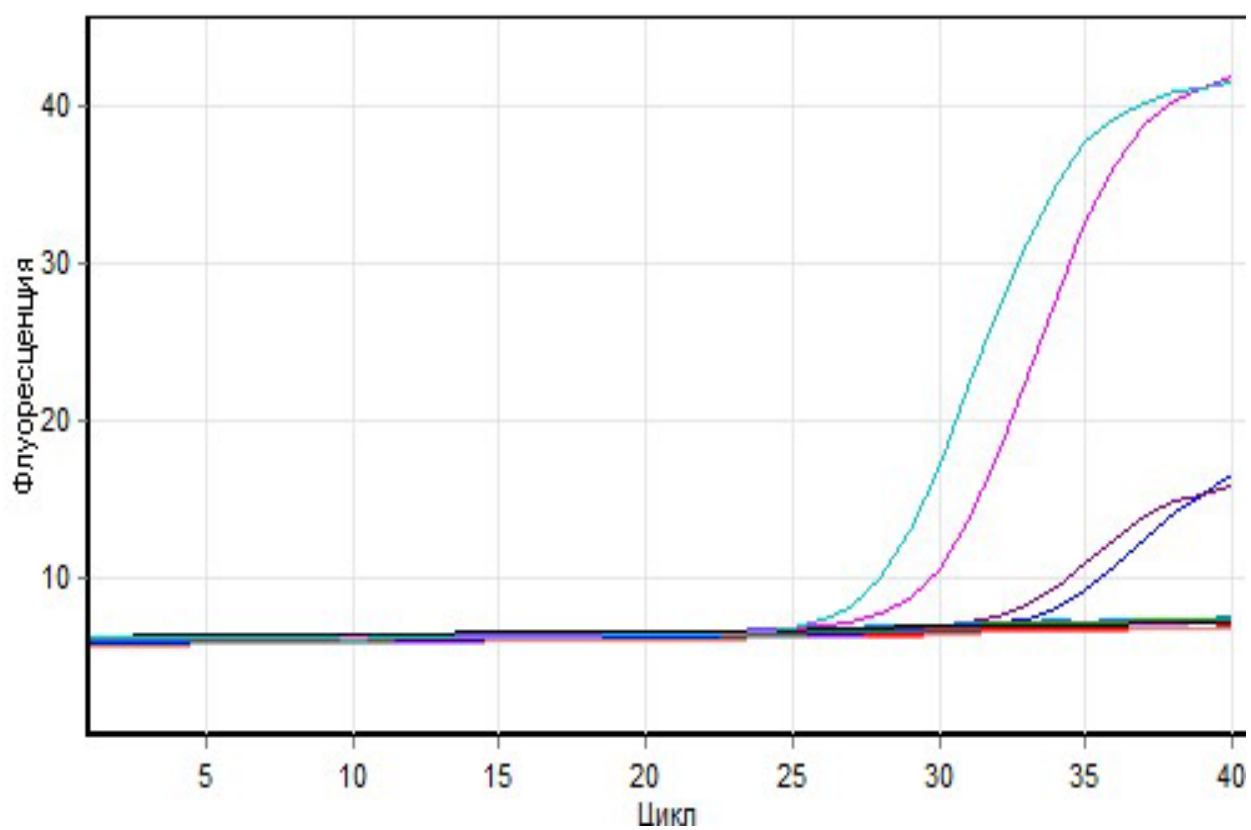


Рисунок 2.6 - Исходные данные – флуоресцентный сигнал Cycling A.Yellow

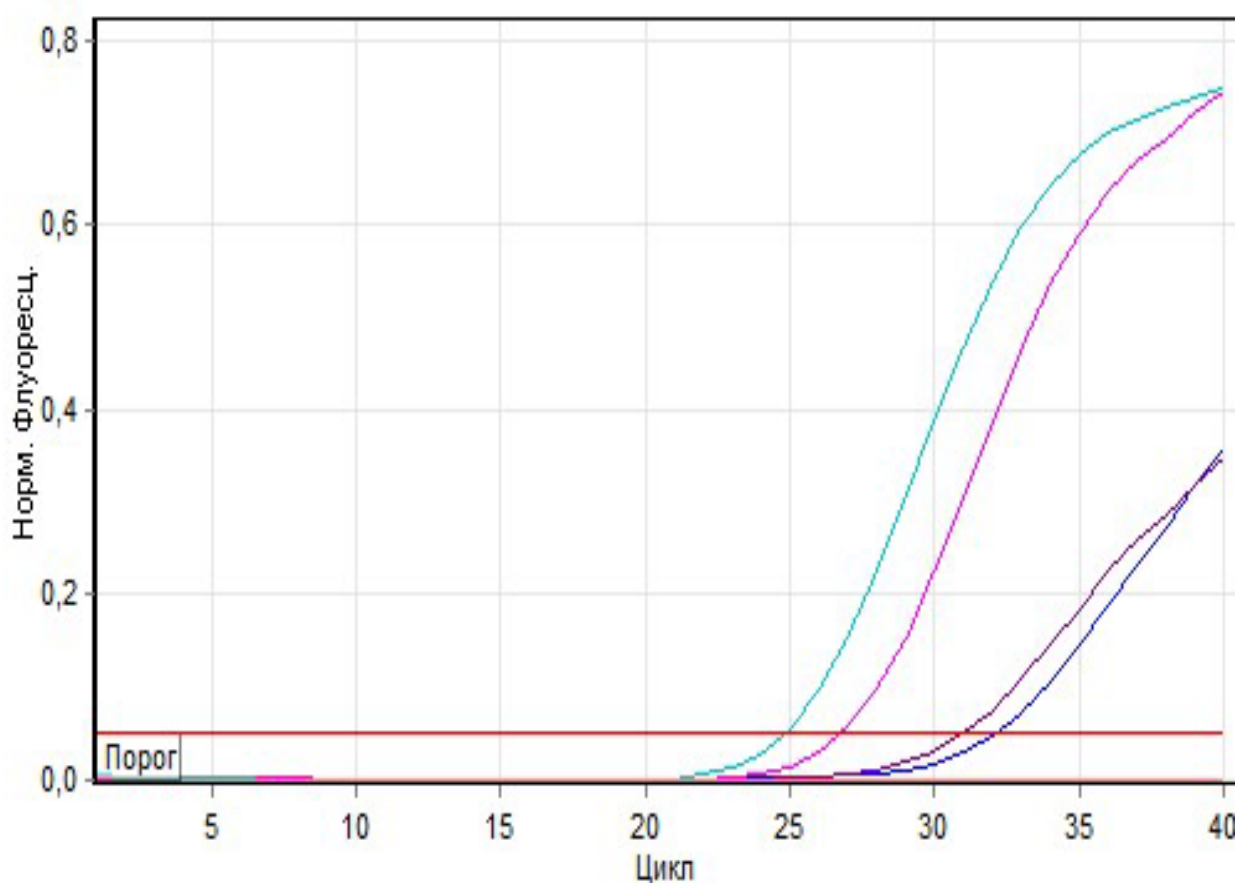


Рисунок 2.7 - Количественные данные для Cycling A.Yellow

2.3.3 Выделение филярий

Анализировали только питавшихся кровью (гоноактивных) самок комаров, собранных в природе. Для выявления зараженности комаров дирофиляриями применяли метод анализа пулов: имаго комаров делили на брюшко и головогрудной отдел и от 2 до 7 комаров объединяли в пулы согласно месту и дате сбора. В головогрудном отделе регистрировали личинок L3. Зараженность комаров личинками *Dirofilaria* выявляли амплификацией участка ITS2 с использованием праймеров DIDR-F1 и DIDR-R1 [113]. Размер специфичного фрагмента ПЦР для *D. immitis* составляет 542 п.н., для *D. repens* - 484 п.н. Поскольку выявление ДНК дирофилярий проводили не индивидуально, а в пулах, то для оценки зараженности использовали общепринятый метод определения минимальной частоты заражения (Minimum infection rate, (MIR). Этот показатель рассчитывается из предположения, что минимум один комар в пуле заражен *Dirofilaria*. Минимальный уровень зараженности дирофиляриями вычисляли следующим образом: количество положительных пулов/общее количество комаров $\times 100\%$ [45]. Реакционную смесь готовили в соответствии с рекомендациями производителя: 2,5 мкл 10х Encyclo-буфера, 0,5 мкл смеси dNTP, содержащий по 0,2 мм каждого нуклеотида, 0,5 мкл 50х- Encyclo-полимеразы (конечная концентрация 0,5 ед.) по 0,2 мкм каждого праймера, 100 нг/25 мкл тотальной ДНК, бидистиллированная вода добавлялась до конечного объема 25 мкл.

2.4 Методы статистической обработки данных

Статистическая обработка данных была проведена в табличном редакторе MS Excel 2007. При долевым расчете видового состава комаров в населенных пунктах Республики Адыгея, Черноморского побережья Краснодарского края, Крымского полуострова и Республики Абхазия биотопического распределения комаров, соотношения комаров, произведены расчеты 95% доверительных интервалов, находящихся в открытом доступе.

Поскольку выявление ДНК дирофилярий проводили не индивидуально, а в пулах, то для оценки зараженности использовали общепринятый метод определения минимальной частоты заражения (minimum infection rate – MIR). Этот показатель рассчитывается из предположения, что по меньшей мере один комар в пуле заражен *Dirofilaria*.

Минимальный уровень зараженности дирофиляриями вычисляли следующим образом:

$$\text{Minimum infection rate} = \frac{\text{количество положительных пулов}}{\text{общее количество комаров}} \times 100 \, \%.$$

ГЛАВА 3. АРЕАЛЫ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ КОМАРОВ, ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИХ ГРАНИЦЫ, ЗАРАЖЕННОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ТРАНСМИССИВНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В РОССИИ

3.1 Распространение *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*

3.1.1 Первое обнаружение комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в XXI веке

Первые единичные комары *Ae. aegypti* были обнаружены на территории г. Сочи в 2001 году. В 2007 году в период с конца июля – начало октября при проведении рекогносцировочных обследований на территории Большого Сочи и Абхазии были обнаружены нападавшие на людей самки *Ae. aegypti* и роящиеся рядом самцы [23, 28].

Комары *Ae. albopictus*, в России были впервые обнаружены в г. Сочи (пос. Хоста, 43°31' с.ш., 39° 52' в.д.) в 2011 г [6]. Сборы комаров проводили на открытом воздухе методом «отлова на себе» и в помещении эксгаустером с 14 по 16 июля. Определение по морфологическим признакам показало, что в сборах было 16 самок *Ae. albopictus* и самец *Ae. aegypti* [8]. Для подтверждения видовой принадлежности провели ПЦР - диагностику двух особей – самки *Ae. albopictus* и самца *Ae. aegypti*. ПЦР проводили с праймерами 5,8S и 28S, комплементарными участкам генов 5,8S и 28S рРНК. Размер продукта амплификации *Ae. albopictus* составил около 510 п.н., тогда как *Ae. aegypti* около 320 п.н., что соответствует ранее опубликованным данным и может быть хорошим диагностическим критерием для быстрой видовой диагностики этих комаров.

3.1.2 Ареал комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в 2012 году

В связи с ранее обнаруженными в 2001-2007 гг. комарами *Ae. aegypti* и в 2011 году комарами *Ae. albopictus* на территории России, с 17 сентября по 03 октября 2012 года нами был проведен энтомологический мониторинг на Черноморского побережья Кавказа от Анапы до Адлерского района г. Сочи и частично в Абхазии: Пицунда и Новый Афон (Рисунок 3.4) [4, 64].

Большой Сочи занимает общую площадь 3 502 км² от реки Шепси до реки Псоу на границе Российской Федерации с Республикой Абхазия. Протяжённость территории Большого Сочи с севера на юг составляет 146 км, с запада на восток уходит по горным долинам на 40 - 60 км. Сочи, как и весь участок Российского Черноморского побережья Краснодарского края южнее Туапсе, расположен в зоне влажных субтропиков, что сильно отличает этот регион от более северного участка побережья от Анапы до Туапсе, где господствует типичный полусухой средиземноморский климат. Климат, подобный Сочинскому наблюдается в соседней Абхазии. Большой Сочи объединяет четыре района по порядку с юго-востока на северо-запад: Адлерский, Хостинский, Центральный и Лазаревский.

В Адлерском районе было обследовано три населенных пункта имеющих туристическое значение: с/х «Россия» в поселке Веселое на границе с Абхазией, Красная поляна и Эстосадок. В с/х «Россия» в парковой зоне рядом со старыми шинами, в которых было небольшое количество воды, при сборе на себя нападали комары *Ae. albopictus*, в 100 м от этого места в железной бочке с водой были собраны личинки, из которых в дальнейшем вылетали комары *Ae. aegypti*. В Красной Поляне в скоплении воды в старой шине найдены личинки комаров *Ae. albopictus*. Следует подчеркнуть, что эта самая восточная и далекая от моря (~43,5 км) точка, где были выявлены интересующие нас комары, тогда как еще выше, 6 км восточнее (Эстосадок) в шинах были только *An. plumbeus*.

В Хостинском районе в заповеднике «Тисо-Самшитовая роща» при входе в заповедник на равнинном участке рядом с частными домами нападали *Ae. albopictus*. По мере удаления от частного сектора и прохождения по маршруту комаров не было. Искусственных емкостей с водой для выплода *Ae. albopictus* не обнаружено.

В центральном районе г. Сочи в бамбуковой роще «Луна-парка», было обнаружено два рядом расположенных водоема: естественный (подтопление грунтовыми водами) и искусственный (скомканный целлофан с накопленной водой в изгибах). В естественном водоеме – личинки комаров комплекса *Anopheles maculipennis* (Рисунок 3.1), в искусственном – личинки *Ae. albopictus* (Рисунок 3.3).

Комары этого вида активно нападали на человека. На Мамайке центрального района г. Сочи в частном секторе комаров собирали в разных удаленных от моря местах: в 10 м от моря нападали *Ae. albopictus*, в 100м – в доме нападали *Ae. aegypti*, на улице - *Ae. albopictus*, выплод из личинок, собранных в бочке с водой – в основном *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* был представлен единичные особи. На расстоянии 400 м от моря – 17-24 сентября активно нападали *Ae. albopictus* (за 30 минут 85 комаров) из личинок, собранных в бочках, флягах, ванной выплаживались комары только этого вида. 1 октября комары *Ae. albopictus* практически не нападали, в тех же емкостях с водой отмечалась высокая численность личинок *Cx. pipiens*, личинок *Ae. albopictus* не обнаружили. В ловушках для сбора яиц были кладки *Cx. pipiens*.

В Лазаревском р-не в пос. Дагомыс нападали *Ae. albopictus*. Из личинок, собранных в пос. Лазаревском из искусственных водоемов, выплаживались комары *Ae. aegypti*.

В г. Туапсе, в пос. Агой при энтомологическом обследовании были найдены только личинки *Ae. aegypti* и южнее г. Туапсе в п. Южный (6 км) также доминировал также *Ae. aegypti*, в восточнее г. Туапсе в п. Кирпичный (~15 км от берега моря), в заброшенных шинах были собраны личинки *Ae.*

aegypti и *Ae. albopictus*. Северной границей, для комаров *Ae. albopictus* наряду с личинками комаров родов *Culex* и *Anopheles*, оказался п. Джубга. При обследовании городов Анапа, Новороссийск и Геленджик инвазивные виды комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* не были обнаружены (Таблица 3.1).

В Республике Абхазия в г. Пицунде на кладбище в пластиковом ведре с водой отмечались в основном личинки *Ae. albopictus*, *Ae. aegypti* были единичными. В п. Новом Афоне в жилой зоне в алюминиевой кастрюле соотношение другое - преобладали личинки *Ae. aegypti* (Рисунок 3.2).



Рисунок 3.1 - Водоем, заселенный личинками комаров рода *Anopheles*



Рисунок 3.2 - Водоем, заселенный личинками комаров *Ae. aegypti*



Рисунок 3.3 - Водоем, заселенный личинками инвазивных видов комаров *Ae. albopictus*



Рисунок 3.4 - Сбор комаров *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti* на Черноморском побережье Кавказа в 2012 г.

Таблица 3.1 - Соотношение *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в сборах 2012 г. (%)

Место сбора	Метод сбора	<i>Aedes albopictus</i>	<i>Aedes aegypti</i>
п. Новый Афон (кастрюля с водой)	Выплод из личинок	10,2	89,8
п. Пицунда (Вазон с водой на кладбище)	Выплод из личинок	98,3	1,7
Совхоз Россия п. Веселое Емкость с водой в жилом секторе	Сбор «на себе»	100	0
	Выплод из личинок	28	72
г. Сочи Курортный проспект	Сбор «на себе»	100	
	Выплод из личинок	100	
мкр. Мамайка (жилые 1-2 этажные дома) бочка с водой 100 м. от моря	Выплод из личинок	30	70
	Сбор имаго сачком около места вылода	0	100
мкр. Мамайка (дача непосредственно примыкает к лесу, много искусственных емкостей для хранения воды) 400м от моря	Выплод из личинок	95	5,0
	Сбор «на себе»	100	0
мкр. Лазаревская	Сбор на себе	100	0
	Выплод из искусственного водоема «Луна парк»	5	95
г. Туапсе ул. Горького дом 94 (шины)	Выплод из личинок		100
Туапсинский район пос. Кирпичный	Выплод из личинок	13,8	86,2
Туапсинский район пос. Южный	Выплод из личинок	3,7	96,3
Поселок Агой	Сбор на себе		100
Поселок Джубга	Выплод из личинок	100	0
пгт. Красная поляна	Сбор на себе	100	0

По итогам исследований в 2012 года было установлено, что комары *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в равной степени распространены на Черноморском побережье Кавказа в зависимости от особенностей их биологии и экологии. Личинки обоих видов регистрировали только в искусственных водоемах с

твердыми стенками. *Ae. aegypti* эндофильный, антропофильный, поэтому в основном мы отмечали его наличие в жилой зоне: самок отлавливали, как правило, внутри помещений, личинок находили в искусственных водоемах (в основном в емкостях для хранения воды). Самцов этого вида комаров собирали либо около места выплода, либо вылетевших из куколок в лабораторных условиях.

Ae. albopictus, экзофильный комар, поэтому, при сборе «на себе», были собраны комары только этого вида. Личинки, обоих видов комаров могут заселять одни и те же водоемы. Но сравнивая сборы на Мамайке при разном расположении двух домовых хозяйств. Один дом в жилой зоне –там в основном собраны личинки и имаго *Ae. aegypti*, второй дом примыкает к лесу с похожими емкостями для хранения воды – личинки и имаго *Ae. albopictus*. Такая же картина отмечалась на территории Абхазии: в Новом Афоне в жилой зоне комары *Ae. aegypti* (Рисунок 3.2), в Пицунде на кладбище –комары *Ae. albopictus*

На обследованной территории Черноморского побережья Кавказа в 2012 году, кровососущие комары *Ae. albopictus* встречаются повсеместно от Нового Афона до Джубги на протяжении 250 км побережья, а *Ae. aegypti* от Нового Афона до п. Агой, Туапсинского района (224 км). Комары *Ae. albopictus* собирали на расстоянии 44 км от побережья и на высоте 600 м (Красная поляна) (Рисунок 3.4) [4].

3.1.3 Ареал комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в 2013 году

В 2013 году в Адлерском р-не обследовано 6 биотопов в п. Веселое, с/х «Россия», питомник приматов и пгт. Красная поляна. Доминирующим видом является *Ae. albopictus*, нападал на открытом воздухе около домов, редко залетал в помещения, пик активности наблюдался с 19:00 - 20:00. *Ae. aegypti*, встречался единично, нападал в помещениях. Личинки комаров *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti* найдены исключительно в искусственных водоемах (Рисунок 3.5).

В прибрежной части г. Хоста нападал только *Ae. albopictus*. Рядом в скоплении воды старой крышки были собраны личинки комаров *Ae. albopictus* и *Anopheles plumbeus*. В отдаленном от берега моря искусственном водоеме встречались кровососущие комары *Cx. pipiens* и *Anopheles* из комплекса *maculipennis*. Обе точки сбора находились в жилой черте города.

В г. Сочи обследованы основные рекреационные места: Луна-парк, Дендрарий, парк «Ривьера». В зарослях бамбука Луна-парка и Дендрария нападали комары *Ae. albopictus*. Также личинки *Ae. albopictus* были собраны из одного водоема вместе с личинками *Cx. pipiens* в залитой бетонной урне на территории дендрария. Самая высокая численность *Ae. albopictus* как не странно выявлена на детской площадке Луна-парка с декоративной стенкой из покрашенных разноцветных шин.



Рисунок 3.5 - Место выплода комаров *Ae. albopictus*

Скопления дождевой воды в покрышках оказались благоприятным местом для выплода кровососущих комаров *Ae. albopictus*, а личинки *Ae. aegypti* и *An. plumbeus* были единичными. В парке «Ривьера» при отлове на себя нами были пойманы как *Ae. albopictus*, так и *Ae. aegypti*. Их личинки собраны в искусственных водоемах на территории парка (скопления воды в настенных фигурках океанариума) *Cx. pipiens* выплаживались из проб, собранных в шинах ралли-аттракциона. В Лазаревском р-не г. Сочи в микрорайоне Лазаревское были найдены личинки комаров *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti*. В г. Туапсе больше нападали комары *Ae. aegypti* около 90%, а инвазивные виды комаров *Ae. albopictus* менее 10%. Рядом с домом и внутри роились самцы *Ae. aegypti* утром до 10-11:00 часов их численность была больше, чем после обеда, в период с пяти до восьми вечера активность достигала максимума. В шине во дворе дома найдены личинки комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*. Южнее г. Туапсе в п. Южное, где в 2012 г. регистрировалась высокая численность *Ae. aegypti*, комаров не найдено. Облагораживание курортной зоны, в том числе вывоз бытового мусора (использованных покрышек) является основной причиной отсутствия комаров. В Туапсинском р-не примерно в 15 км от берега моря в п. Кирпичном, были собраны имаго комары *Ae. albopictus*.

Самая северная точка распространения инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* п. Джубга, не изменилась по сравнению с предыдущим годом. Севернее в г. Анапе и п. Су-Псех кровососущие комары *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* не были обнаружены, нападали и найдены были нами только личинки *Cx. pipiens*.

В 2013 году отмечается некоторое снижение численности комаров *Ae. aegypti*. В Туапсе, где в 2012 году преобладали комары этого вида, численность его по-прежнему высокая, однако комары *Ae. albopictus* начали занимать свою нишу. В пос. Агой, в котором ранее были обнаружены только комары *Ae. aegypti*, преобладали инвазивные виды комаров *Ae. albopictus*. Практически в равном количестве эти два вида встречались только в п. Лазаревская. На территории Большого Сочи комары *Ae. aegypti* были обнаружены только в

Ривьере, на Мамайке и Нижне-Имеритинской бухте. Северной точкой обнаружения инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* является п. Джубга. От пгт. Архипо-Осиповки до г. Анапы инвазивные виды комаров *Ae. albopictus* не обнаружены (Таблица 3.2).

Вновь полученные ДНК зарегистрированы в GenBank. *Ae. koreicus* HG763830, *Ae. aegypti* AY512668, *Ae. albopictus* AB231675

Для исследуемых видов комаров характерны фрагменты ПЦР размером примерно *Ae. albopictus* - 500 п.н., *Ae. koreicus* - 450 п.н., *Ae. aegypti* - 340 п.н.

Таблица 3.2 - Соотношение комаров *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti* в 2013 г. (%)

Место сбора	Метод сбора	вид комаров	
		<i>Ae. albopictus</i>	<i>Ae. aegypti</i>
г. Туапсе	Сбор в жилых помещениях	0	100
	Сбор на себе вне помещений	100	0
пгт. Джубга	Сбор на себе	100	0
пгт. Агой	Сбор на себе	100	0
г. Сочи	Сбор на себе	93.9	6.1
г. Сочи мкр. Мамайка	Сбор на себе	91.9	8.1
	Сбор личинок		
г. Адлер п. Веселое	Сбор на себе	100	0

3.1.4 Ареал комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в 2014 году

В 2014 году обследование проводили в пределах Большого Сочи методом «сбора на себе». Отловлены только комары *Ae. albopictus* (Таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Соотношение комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в сборах 2014 г. (%)

Место сбора	Метод сбора	вид комаров	
		<i>Ae. albopictus</i>	<i>Ae. aegypti</i>
г. Адлер	Сбор на себе	100	0
Центральный район Сочи	Сбор на себе	100	0
мкр. Мамайка	Сбор на себе	100	0
мкр. Лазаревская	Сбор на себе	100	0

3.1.5 Ареал комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в 2015 и 2017 годах

В 2015 году комары, собранные методом на себе, оказались видом *Ae. albopictus*, но в Туапсе в помещениях были собраны *Ae. aegypti* (Таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Соотношение комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в сборах 2015 г. (%)

Место сбора	Метод сбора	вид комаров	
		<i>Ae. albopictus</i>	<i>Ae. aegypti</i>
г. Туапсе	Сбор в жилых помещениях	0	100
	Сбор на себе вне помещений	100	0
пгт. Джубга	Сбор на себе	100	0
пгт. Небуг	Сбор на себе	100	0
г. Адлер п. Веселое	Сбор на себе	100	0

При сравнении наблюдений с 2012 – 2013 гг. по 2015 год наблюдается ярко выраженное вытеснение инвазивными комарами *Ae. albopictus* комаров *Ae. aegypti*, если в первые годы наблюдений *Ae. aegypti* встречался также во всех районах как и *Ae. albopictus*, то в последующие годы наблюдений на южной границе России *Ae. aegypti* в сборах не регистрировали. Также меняется соотношение комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в других районах. После обнаружения инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* в 2011 году в п. Хоста [6] комары присутствуют в энтомологических сборах каждого населенного пункта. В 2012 и 2013 годах количество собранных комаров *Ae. albopictus* значительно превысило число *Ae. aegypti* в районе от г. Адлера до пгт. Дагомыса. Комары *Ae. aegypti* численно преобладали на северо-западе региона в г. Туапсе. Причем в 2012, 2013 и 2016 годах в г. Хосте и пгт. Дагомысе комары *Ae. aegypti* не были обнаружены [24, 25].

В 2017 году сборы проводили только в г. Адлере и г. Сочи, личинки и имаго принадлежали исключительно к инвазивному виду комаров *Ae. albopictus*. В сборах взрослых комаров вид *Ae. aegypti* отсутствовал. Личинки *Ae. aegypti* не были найдены в типичных для комаров этого вида местах размножения (разнообразные небольшие искусственные емкости, заполненные водой: бочки, банки, декоративные водоемы, старая посуда, шины). Только смыв водой из высохшей автомобильной покрышки, найденной в Адлере в августе 2017 г., показал, что в ней сохранились жизнеспособные яйца *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*, причем с преобладанием яиц *Ae. aegypti*, из которых в лаборатории были получены личинки и имаго.

Мы на данный момент можем констатировать резкое снижение численности комаров *Ae. aegypti* на территории Российской Федерации и значительное расширение ареала инвазивных видов комаров *Ae. albopictus*.

Наши исследования городов Геленджик, Новороссийск, и Анапа проведенные в 2012-2013 гг. показали отсутствие комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* на данной территории.

Мы предположили, возможное появление инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* в Геленджике с мягким-морским и стабильным климатом, где в ноябре и декабре погода может смениться под воздействием северо-восточных ветров [3]. В остальное время года норд-осты здесь не часты, так как горы, подходя близко к берегу, хорошо защищают Геленджик с северо-востока. Количество осадков в Геленджике не превышает 796 мм в год, а на его северо-западной окраине, на Тонком мысу – 598 мм. В прибрежной полосе с продвижением на юго-восток количество осадков увеличивается до 1000 мм (Архипо-Осиповка). Все это создает для территории Геленджика и его окрестностей потенциальную возможность заселения инвазивными видами и требует дополнительных энтомологических исследований. И действительно в 2014 году в окрестностях этого города обнаружены комары *Ae. albopictus* [10].

Сомнение вызывало возможное проникновение инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* в районы г. Новороссийска и г. Анапы, где в зимний период температура снижается ниже 0 °С. При норд-осте усиливается скорость ветра до 40 м/сек, а температура воздуха опускается ниже -15°С. В отдельные годы в Анапе регистрировалась температура -23,9°С.

В г. Новороссийске, пгт. Горячий ключ, г. Хадыженске и г. Апшеронске, расположенных на северных склонах Кавказских гор, на высоте 150–500 метров над уровнем моря инвазивные виды комаров *Ae. albopictus* были обнаружены впервые в 2017 г., где январские температуры 2017 года оставались низкими в течение 5 суток, причем в течение 6 часов температура опускалась до -14,6°С [25]. Самой северной исследованной географической точкой была столица Республики Адыгея – г. Майкоп. В г. Майкопе в январе 2016 и 2017 гг. температуры в интервале от -12°С до -20 -24°С держались в течение четырех и трех суток, соответственно. Таким образом, изучение устойчивости комаров российских популяций к низким температурам становится важным вопросом, решение которого необходимо для прогнозирования границ ареала этого вида на юге России.

Одной из причин сохранения яиц в холодный сезон или при резком снижении температуры может заключаться в том, что наиболее подходящая среда для развития инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* – это плотный жилой район, объединяющий отдельные дома и затененные сады. Не исключено, что комары осенью могут откладывать яйца в искусственные емкости, находящиеся в нежилых помещениях, температура в которых выше, чем в окружающей среде г. Майкоп славится своим мягким благодатным климатом и теплой погодой в любой сезон. Среднегодовая температура здесь +11⁰С. Летом в г. Майкопе не особенно жарко, а зимой не холодно. Летний период длится около 180 дней в году. Если говорить отдельно о каждом времени года, то зимой столбик термометра держится на отметке от -4,9⁰С до +8,9⁰С. Абсолютный температурный максимум для зимы был зафиксирован в 2010 году и составил +23,4⁰С. В летний период температура колеблется от +16 до +29⁰С (Таблица 3.5).

Таблица 3.5 - Температура и количество осадков в г. Майкопе

Показатель	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
Средний максимум, °С	3,9	5,8	11,0	18,2	22,6	26,2	28,9	28,5	24,3	17,6	12,3	6,9	17,2
Средняя t ⁰ С	-0,5	1,3	5,7	12,6	16,8	20,3	22,8	22,3	18,1	12,0	7,6	2,8	11,8
Средний минимум, °С	-4,9	-3,3	0,4	6,9	11,0	14,4	16,7	16,0	11,9	6,3	2,8	-1,3	6,4
Норма осадков, мм	60	41	51	58	73	89	70	58	62	66	75	69	772

Город Краснодар находится на южной границе умеренных широт с мягко-континентальным климатом (*Cfb* согласно классификации климата Кёппена). Над данной территорией преобладают воздушные массы умеренных широт: наибольшую повторяемость они имеют в зимние месяцы (82%), наименьшую в летние (62%). Очень редко наблюдаются вторжения арктического воздуха. (Таблица 3.6). Для г. Краснодара характерны продолжительное жаркое лето и мягкая умеренно-тёплая зима. Сезоны

выражены слабо. Зима, обычно бывает мягкой, с частыми и интенсивными оттепелями.

Таблица 3.6 - Температура и количество осадков в г. Краснодаре

Показатель	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
Средний максимум, °С	4,4	5,7	10,7	18	23,2	27,1	30,2	30,2	24,9	18,1	10,7	5,8	17,4
Средняя t, °С	0,6	1,1	5,5	12,2	17,2	21,3	24,1	23,7	18,5	12,3	6,1	2,1	12,1
Средний минимум, °С	-2,2	-2,3	1,8	7,6	12,2	16,4	18,7	18	13,3	7,9	2,8	-0,7	7,8
Абсолютный минимум, °С	-32,9	-29,8	-25,6	-5,6	-1,2	4,2	9,5	3,9	-2,2	-9,9	-20,4	-27,6	-32,9
Норма осадков, мм	66	54	58	51	68	86	56	44	46	56	73	77	735

3.1.6 Ареал комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* в 2018 году

В 2018 году нами совместно с М. В. Федоровой из ФБУН Центральный НИИ эпидемиологии и доктором Шефнером Ф. (Институт медицинской и ветеринарной паразитологии Университета Цюриха), провели сборы комаров на территории Республики Абхазия и России (Краснодарского края и Республики Адыгея). Исследование проводили от п. Гал (Абхазско-Грузинская граница) до г. Краснодара (Рисунок 3.6). Было показано, что во всех 14 исследованных географических пунктах, наличие только инвазивных видов комаров *Ae. albopictus*. Комары *Ae. aegypti* отсутствовали даже в тех местах, где мы ранее находили этот вид [26]. Полученные данные свидетельствуют о том, что комары *Ae. albopictus* вышли из зоны влажных субтропиков и сухого средиземноморского климата и успешно осваивают ареал с мягким континентальным климатом. Исходя из приведенных данных (Таблица 3.7) препятствий для укоренения комаров *Ae. albopictus* на данной территории нет, средняя температура и количество осадков соответствует требованиям биологии данного вида комара. По последним данным ограничивающим фактором распространения инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* является низкий уровень осадков в год – менее 500 мм.

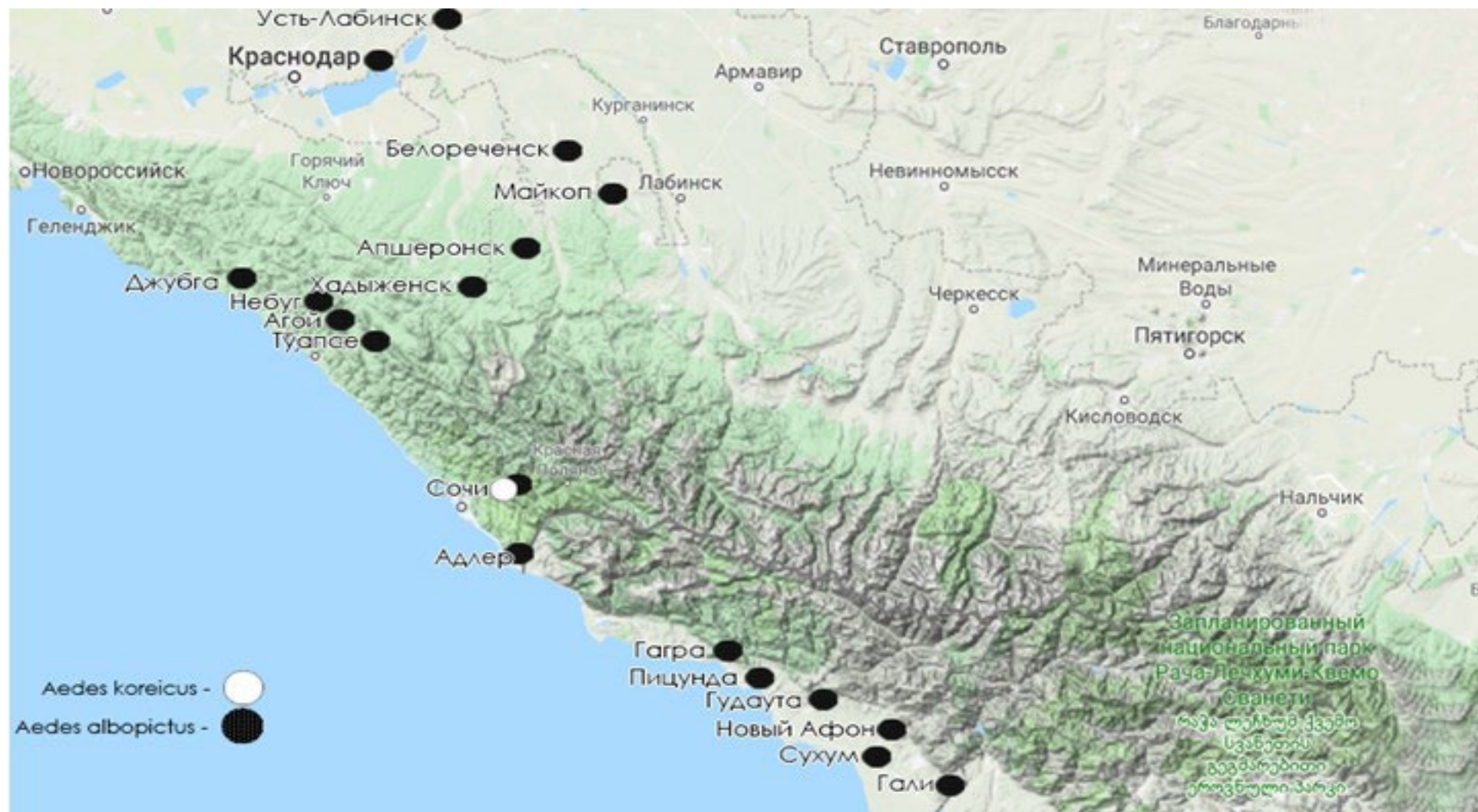


Рисунок 3.6 - Сбор инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* и *Ae. koreicus* на Черноморском побережье Кавказа в 2018г.

Тем не менее, изучение устойчивости комаров Российских популяций к низким температурам становится важным вопросом, решение которого необходимо для прогнозирования границ ареала этого вида в России.

Таблица 3.7 - Обнаружение инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* в 2018 г.

№	Места сборов	Средняя температура в Январе	Средне-годовой уровень осадков (мм в год)	Климат
1	г. Сухум	6,1	1461	Влажный субтропический
2	п. Новый Афон	6,1	1461	
3	Гал	5,6	975	
4	г.Адлер	6,3	1700	
5	г.Сочи	6,1	1700	
6	пгт. Красная поляна	2,82	2023	Мягкий умеренный
7	п. Эстосадок	2,6	2023	
8	г. Туапсе	5,0	1463	Влажный субтропический
9	г. Апшеронск	1,8	644	Мягко-континентальный
10	г. Хадыженск	2,5	1000	
11	г. Майкоп	-0,5	772	
12	г. Белореченск	3,1	765	
13	г.Усть-Лабинск	-0,8	686	
14	г.Краснодар	0,6	735	

Изучение комаров *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti* Черноморского побережья Краснодарского края, Российской Федерации, по маркерам ядерной и митохондриальной ДНК и сравнение их с комарами из баз данных обнаружило низкий уровень изменчивости комаров этих видов, собранных в разных географических точках и в разное время. Это свидетельствует о том, что расселение комаров *Ae. aegypti* и особенно инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* по миру происходит очень быстро и эволюционные изменения еще не успели произойти.

Сборы комаров 2018 года показали наличие только инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* при отсутствии комаров *Ae. aegypti*. В Западной Европе по

данным ECDC на 2018 год комары *Ae. aegypti* также не обнаружены. Мы на данный момент можем констатировать редкую встречаемость комаров *Ae. aegypti* на территории Российской Федерации и значительное расширение ареала инвазивных видов комаров *Ae. albopictus*. Снижение численности кровососущих комаров *Ae. aegypti* может быть связано с конкуренцией личинок *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* за пищевые ресурсы и с потерей плодовитости *Ae. aegypti* в результате возможного межвидового спаривания [87, 91].

Важнейшим фактором сохранения жизнеспособности диапаузирующих комаров *Ae. aegypti* в стадии яйца, может являться температура в зимний период. Предполагается, что ареал комаров *Ae. aegypti* коррелирует с пороговыми ночными температурами поверхности земли. Средняя пороговая температура 13.8⁰С – критическая для распространения комаров вида *Ae. aegypti* [13, 136].

На участке Черноморского побережья Кавказа Российской Федерации в отдельные годы температура может снижаться зимой до –3 –13⁰С. Мы считаем, что основной причиной снижения численности *Ae. aegypti* на Черноморском побережье Кавказа является конкуренция с комарами *Ae. albopictus* опираясь на сравнительные данные среднесуточных температур 30 -50 годов XX века с температурами 2000-2018 гг. Практически разницы нет (Таблица 3.8). В начале двадцатого века отмечалась высокая численность комаров *Ae. aegypti* на участке Черноморского побережья от г. Батуми до г. Туапсе и только массивные истребительные мероприятия привели к уничтожению в начале 50-х годов XX века их популяцию.

Таблица 3.8 - Средние данные температур г. Сочи в 1938 - 2018 гг.

	Тср	Тср	Тср	Тср	Тср	Тср	Тср	Тср	Тср	Тср	Тср	Тср
год/мес	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек
1938	6	3,8	5,6	13,5	16,2	18,8	23,1	20,7	20,3	14,4	14,5	9,2
1939	5,8	5,80	8,1	11	17,6	21,6	23,4	23,3	19,8	16,4	10,9	8,6
1940		6,9	6,5	12,2	15,1	20,8	24	24,2	19,3	15,9	13,8	8,7
1941	6,2	9,5	7,1	13,8	17,1	21,5	23,5	21,9	18,6	13,6	9	4,3
1944	5,6	8,2	9	11,4	15	20,8	22,9	22	19,6	17,3	13,8	8,6
1945	7,8	4,1	5,2	8,3	15,2	18,9	22,8	22,5	20	13,5	11,5	6,7
1946	4,6	6,4	7,6	10,5	16,6	21,3	22,4	24,2	21,1	12,8	12,4	8,8
1947	4,8	7,5	10,8	12	16,5	21,5	24,2	21,7	18,6	13,2	12,2	11,4
1948	9,6	6,9	4,6	11,1	17	22,1	22,8	24,4	19,6	14,1	9,2	5,3
1949	4,7	2,2	7,9	8,4	17,3	20,5	22,4	22,9	18,7	14,3	14	8,3
1950	0,7	4,1	7,3	16,1	17,7	19,2	22,2	21,7	21,1	14,3	12	11
1951	6,8	6,6	11,1	13,8	17,3	21	22,8	23,8	19,9	11,7	11,7	6,8
1952	7,1	6,8	7,7	11,3	14,6	18,2	22,7	23,6	21,4	17,9	13	10,8
1953	8,6	6,6	4,9	11,3	15,7	21,4	23,5	23,9	18,4	15,5	6,5	4,7
1954	3,1	4,1	7,6	9,2	17,1	21,5	24,6	24,5	21	16,8	14,5	10,8
1955	8,9	10,1	8,2	11,4	15,9	20,5	23,2	22,8	20,8	18,6	12,5	7,4
1956	7,5	5,6	5,4	11,9	13,9	19,1	21	23,6	17,7	13,6	8,1	6,3
1957	3,8	7,7	6,3	12,7	17,4	20,7	23,7	24,9	22,4	15,6	11,3	9,3
1958	7,7	7,6	8,1	11,5	18	19,9	21,5	22,4	18,5	14,4	10,2	8,4

год/мес	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек
2000	4,5	5,6	7,3	15,6	15,4	19,5	24,7	23,9	20,2	16,1	12,2	9,3
2001	7,3	7,2	11,2	12,8	15,4	19,7	25,3	26,2	21,1	14,6	11,3	8,2
2002	4,8	8	9,9	11	16,4	20,4	25,2	23,4	21,4	17,3	13,4	5,5
2003	8,2	5,9	6,2	10,3	17,4	19,5	22,7	23,8	19,5	16,5	10,7	8,3
2004	8,7	6,3	9,3	12,4	15,3	19,8	22,5	23,6	20,6	16,3	11,8	5,8
2005	7,1	7,2	6,3	13	18,5	19,7	24,2	25,4	20,9	15,1	11,9	8,9
2006	4,2	5,8	9,7	11,9	16	22	23,1	26,5	21	17	10	6,2
2007	7,2	6,8	6,8	10,8	20,1	23,2	25,1	26,5	22,6	18,6	11,2	7,8
2008	4,6	4,4	12,2	15	15,9	21,3	24,3	26,2	21,3	16,9	13,1	8,2
2009	7,1	10	9,4	11,2	16,9	24,2	25,3	23	20,6	19,2	12,6	10,7
2010	9,3	10,6	9,2	13,3	18,6	24,6	26,9	28,3	23,9	17	15,7	13,4
2011	8,3	5,6	9,2	11,6	16,6	22,3	26,1	25,5	21,7	16,1	8,2	9,2
2012	6,4	4,9	5,6	15,6	20,1	24,5	26,7	26,1	23,2	19,8	14,7	9,6
2013	8,1	10,3	10,5	14,5	20,9	23,2	24,7	20	11	7,6	4,5	-1,2
2014	8,5	9,4	11,2	14,5	19,8	22,9	26,2	27,1	22,4	17	12,1	10,7
2015	7,9	9,8	10,5	11,5	18	23,3	24,9	27,2	25	17,4	12,7	7,6
2016	6,3	10,1	11,1	14,5	17,5	23,7	25,9	27,5	20,8	16	12,1	5,4
2017	6,3	6,9	11	12,4	16,8	22,1	26,4	27,7	23,9	16,5	12,3	10,2
2018	8,1	9,8	11,8	15	21	24,9	26	26,6	23	18,1	13,4	9,3

Биологические инвазии представляют собой сложные процессы и для того, чтобы инвазивный вид стал укоренившимся, он должен быть способен развиваться в сообществе обитателей во вторгшейся среде.

Успех биологической инвазии зависит от интродукции, укоренения и распространения инвазивного вида. Как правило, такие процессы влияют на местные виды и экосистемы, также влияют на деятельность человека и здоровье.

Тенденция вытеснения инвазивными комарами *Ae. albopictus* комаров *Ae. aegypti* отмечается и на территории Северной Америки. Эксперименты по конкуренции личинок между североамериканскими популяциями этих двух видов показали, что вид комаров *Ae. albopictus* обладает конкурентным преимуществом в местных полевых условиях, по-видимому, объясняет перемещение комаров *Ae. aegypti* в большей части Соединенных Штатов после обнаружения там *Ae. albopictus*. Роль конкуренции и потенциальные сдвиги конкурентного преимущества в разных частях их мировых диапазонов неизвестны, но возможны их различия из-за внутривидовых или экологических различий [34, 91].

3.2 Зараженность комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* возбудителями трансмиссивных заболеваний в России

3.2.1 Зараженность вирусом Западного Нила

В 2015 году нами проведено изучение сравнительной зараженности комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* и комаров других видов, собранных из природных популяций в 2012-2015 годах, вирусом Западного Нила [5].

Вирус Западного Нила обнаружили только в комарах *Ae. albopictus*, собранных в 2015 году (Таблица 3.9). Следует отметить что п. Небуг и п. Джубга расположены в 29 км друг от друга. В п. Веселое из собранных 305 кровососущих комаров *Ae. albopictus* вирус не был обнаружен. Также, как и в смеси комаров собранных 2015 г. где преобладали комары *Cx. pipiens*, который является основным переносчиком вируса Западного Нила, возбудитель также не обнаружен. Хотя случаев лихорадки Западного Нила на Черноморском побережье Кавказа не зарегистрировано, ситуацию надо контролировать. К основному переносчику – комарам *p. Culex* могут присоединиться и комары *Ae. albopictus*.

Таблица 3.9 - Зараженность комаров ВЗН из природных популяций

№	Вид комаров	Место сбора	Число особей	Год сбора	Конц. Расч. (копий)	Сред. Ст
1	<i>Aedes aegypti</i>	г. Туапсе	30	2015		
2	<i>Aedes albopictus</i>	г.Туапсе	20	2015		
3	<i>Aedes albopictus</i>	п.Джубга	3	2015	250	32,10
4	<i>Aedes albopictus</i>	п.Небуг	2	2015	300	31,00
5	<i>Cx. pipiens, Culiseta и др.</i>	п.Веселое	65	2015		
6	<i>Aedes albopictus</i>	п.Веселое	55	2015		
7	<i>Aedes albopictus</i>	п.Веселое	150	2012		
8	<i>Aedes albopictus</i>	п.Веселое	100	2013		
10	ПКО	Образец			2500	26,77
11	К-	Отрицательный контроль				
12	К+	Положительный контроль			10 000	24,81

3.2.2 Зараженность дирофиляриями

Россия эндемична по дирофиляриозу. Два вида *Dirofilaria* (*D. immitis* и *D. repens*) были идентифицированы у людей. К 2014 году заражение *D. repens* было выявлено у 850 человек, постоянно проживающих на территории 42 субъектов Российской Федерации.

Что касается комаров *Ae. aegypti*, то данных о зараженных дирофиляриями, собранных в полевых условиях, мы не нашли. Но на лабораторных культурах этого вида комаров в качестве переносчика дирофиляриоза, микрофилярии развивались до 3 возраста, много раз исследовались на трансмиссивность.

Из литературы известно, что комары *Ae. koreicus* хорошо заражаются дирофиляриями как в лабораторных условиях, так и собранных в полевых условиях комарах.

С помощью ПЦР со специфическими к ДНК двух видов дирофилярий праймерами были проверены 74 пула (366 особей) *Ae. albopictus* и 4 пула (21 особь) *Ae. aegypti*. Среди *Ae. albopictus* один пул заражен *D. repens*, пять пулов заражены *D. immitis*. Только один пул *Ae. aegypti* заражен *D. repens* (Таблица 3.10). *D. immitis* выявлены только в пулах брюшек *Ae. albopictus*, *D. repens* в пулах голово-грудных отделов комаров обоих видов [27].

Таблица 3.10 - Зараженность комаров *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti* дирофиляриями *D. immitis* и *D. repens*

Вид комара	Кол-во особей	Кол-во пулов, зараженных <i>D. repens</i>			Кол-во пулов, зараженных <i>D. immitis</i>		
		Голова-грудь	Брюшко	MIR (%)	Голова-грудь	Брюшко	MIR (%)
<i>Ae. albopictus</i>	366	1	0	0,3	0	5	1,4
<i>Ae. aegypti</i>	21	1	0	4,8	0	0	0

3.3 Обнаружение комаров *Aedes koreicus* в России

В 2013 г. нами впервые выявлен азиатский вид *Ae. koreicus* на юге Европейской части России. Естественным ареалом *Ae. koreicus* является Корея, Китай, Япония и Дальний Восток - Российской Федерации.

Сбор комаров проводили с 9 по 30 июля 2013 г. на побережье Черноморского побережья от г. Анапы до п. Веселое (граница с Республикой Абхазия) на той же территории, что и в 2012 г., но в более ранние сроки. Часть личинок и куколок фиксировали для дальнейшего морфологического и молекулярно-генетического анализа [2].

В центральном районе г. Сочи (мкр. Мамайка) 11 июля 2013 г. в 400 метрах от берега моря на территории дачи около лесного массива в емкостях для сбора дождевой воды (металлический бак, ванна, алюминиевая кастрюля) впервые выявлены личинки комаров *Ae. koreicus*. При последующем выплаживании получены самки и самцы этого вида. Комары вида *Ae. koreicus* не нападали вблизи мест выплода, нападали только единичные самки инвазивных видов комаров *Ae. albopictus*. В этих же водоемах найдены личинки и куколки кровососущих комаров *Culiseta longiarateolata*, *Culex pipiens*, единично *Anopheles claviger* и *Ae. albopictus*. Кисотно-щелочной баланс воды в емкостях была в пределах pH -7,5 - 7,9 температура +26 +26,7⁰C. В рядом стоящих пластиковой и стеклянной емкостях обнаружены только личинки и куколки *Cs. longiarateolata*, *An. claviger* и *Ae. albopictus* (pH 8,5-8,9 температура +27,4⁰C) (Таблица 3.11).

На территории другой дачи в центре микрорайона Мамайка в 100 м от берега моря личинки и имаго комаров *Ae. koreicus* не найдены. В искусственных водоемах была высокая плотность личинок комаров *Cs. longiarateolata* и *Cx. pipiens*. По pH воды 7,6 - 7,8 эти водоемы не отличались от тех, где обнаружен *Ae. koreicus*, хотя температура воды была выше на 3,3-4,5⁰C. Нападали только самки *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti*.

Территория дачи около лесного массива на окраине микрорайона Мамайка является пока единственным биотопом, где среди более чем 40 ранее обследованных мест на Черноморском побережье, выявлен *Ae. koreicus* (Рисунок 3.7).

Полученные ДНК от собранных комаров, оказались ближе к последовательности, полученной из бельгийских *Ae. koreicus* (JF403046). Различие составило 26%. Обе последовательности значительно отличались (54%) от сиквенса ITS2 *Ae. koreicus* из Кореи (FJ403046). Также занесли в GenBank под номер HG763830.

Таблица 3.11 - Обследованные искусственные водоемы и собранные виды кровососущих комаров 11.07.13 г. в г. Сочи (микрорайон Мамайка)

Мамайка, 400 м. от берега моря		
Вид емкости со скоплением воды	pH, температура	Виды комаров
Металлический бак, воду недавно меняли	pH=7,5 t°C=26	<i>Ae. koreicus</i> <i>Ae. albopictus</i> <i>Cs. longiardeolata</i>
Ванна эмалированная чугунная с опавшей листвой и головастиками	pH=7,9 t°C =26,5	<i>Ae. koreicus</i> <i>Cs. longiardeolata</i> <i>Cx. pipiens</i>
Алюминиевая кастрюля в цементе и с опавшей листвой	pH=7,88 t°C =26,7	<i>Ae. koreicus</i> <i>Cx. pipiens</i> <i>An. claviger</i>
Пластиковое ведро от мастики с опавшей листвой	pH=8,5 t°C =27,4	<i>Ae. albopictus</i> <i>Cs. longiardeolata</i>
Трехлитровая стеклянная банка	pH=8,9 t°C =27,4	<i>Cs. longiardeolata</i> <i>An. claviger</i> <i>Ae. albopictus</i>
Мамайка, 100 м. от берега моря		
Металлический бак	pH=7,8 t°C =30	<i>Cs. longiardeolata</i> <i>Cx. pipiens</i>
Металлический бак с зазеленевшей водой	pH=7,6 t°C =31,5	<i>Ae. aegypti</i> <i>Cs. longiardeolata</i> <i>Cx. pipiens</i> <i>Ae. albopictus</i>



Рисунок 3.7 - Жилой дом у леса, биотоп, где был найден *Ae. koreicus*

ГЛАВА 4. КРОВОСОСУЩИЕ КОМАРЫ КРЫМА

Климат Южного берега Крыма похож на климат Черноморского побережья от Анапы до Туапсе. Погода в Крыму сравнительно сухая.

Город Ялта (44°29'58" с.ш., 34°09'19" в.д.) расположен на самом юге Крымского полуострова на берегу Черного моря. Важным фактором, который влияет на климат города, – защищенность Крымскими горами от северных ветров. В связи с этим климат Ялты имеет черты субтропического с очень мягкой зимой и знойным летом. Ялта является одним из самых увлажнённых крупных городов Крыма. Так, среднегодовое количество осадков в её городской черте составляет 472 мм. Из-за достаточно высоких гор, задерживающих влагу и ветра, средиземноморский климат Ялты имеет скорее полувлажный, а не классический сухой характер.

Город Севастополь (44°36'00" с.ш. 33°32'00" в.д.) расположен на юго-западе Крымского полуострова. Климат г. Севастополя, умеренно-континентальный, с чертами субтропического средиземноморского типа, Среднегодовая температура + 11 °С, самый холодный месяц - январь (+1,3 °С), самый теплый-июль (+22,3 °С). Осадков здесь выпадает умеренное количество около 400 мм в год. Относительная влажность воздуха в целом низкая от 60 до 80% в зимние месяцы и от 45 до 60% в летнее время. Самый сухой месяц, июль. Летом преобладают западные и северо-западные ветры. Для зимнего периода характерны ветры северо-восточного направления, приносящие холодный арктический воздух.

Город Судак (44°51'05" с.ш. 34°58'25" в.д.) близок к южнобережному - мягкий, без резких перемен температур, засушливый. Это обусловлено тем, что протяженная Судакская долина (ширина 0,2-2,5 км, вместе с Сууксинской тянется на 13 км) защищена горами и открыта только к югу. Преобладающие ветра - северные и южные. Наиболее сильны они в январе и декабре. По многолетним наблюдениям, осадков выпадает немного - в среднем 310 мм в год. Среднегодовая температура + 11,9 °С. Летом тепло и солнечно, много жарких и сухих дней, Зима

в Судакe суровее, чем на Южном берегу. В январе и феврале (самые холодные месяцы) температура изредка понижается до -23°C .

Таким образом, Крым по своим климатическим характеристикам представляется территорией возможного укоренения инвазивных видов комаров. Самым вероятным местом укоренения комаров *Ae. albopictus* является Ялта. Город защищен от холодных ветров температура очень редко опускается до отрицательных значений, количество осадков достаточно для данного вида комаров. Появление комаров *Ae. aegypti* на этой территории менее вероятно.

Возможность завоза инвазивных видов комаров в Крым, наличие искусственно созданных человеком мест выплода комаров (вазоны, неработающие фонтаны, старые автомобильные покрышки и др.) и достаточное количество осадков в некоторых районах Крыма, особенно в летний период, предопределяет, по крайней мере, теоретически, возможность появления на территории Крыма экзотических комаров – переносчиков опасных вирусных лихорадок.

Существование прогнозируемого риска изменения фауны комаров – переносчиков в Крыму диктовала необходимость организации и осуществления эффективного энтомологического мониторинга Крымской области Российской Федерации, как важной составляющей обеспечения биологической безопасности России.

Кровососущие членистоногие на полуострове Крым имеют значительное медицинское значение. Среди всех членистоногих (тип Arthropoda) наиболее многочисленны и разнообразны представители класса насекомых (Insecta), в том числе кровососущих комаров (отряд Diptera сем. Culicidae), которые являются паразитами человека и переносчиками возбудителей различных трансмиссивных заболеваний (малярия, арбовирусные инфекции, дирофиляриоз).

По данным Е. В. Алексеева на территории Крыма зарегистрированы 40 видов кровососущих комаров [1]. В настоящее время инвазивные виды, такие как *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* широко распространяются по миру на новые территории и были зарегистрированы на побережье Кавказа. В связи с

изменяющимися температурными условиями, с наличием искусственно созданных человеком мест выплода комаров не исключено распространение этих комаров на южный берег Крыма. Эти факторы определяют возможность появления на территории Крыма устойчивых популяций не эндемичных, экзотических видов комаров – переносчиков.

В последнее десятилетие дирофиляриоз, также трансмиссивное заболевание, переносчиками возбудителей которых являются комары родов *Aedes*, *Culex* и *Coquilettidia*, распространяется в странах с умеренным климатом, хотя раньше эти заболевания были характерны только для южного Средиземноморья. Южный берег Крыма является местом жизни и отдыха большого количества людей и энтомологический мониторинг необходимо проводить для обеспечения биологической безопасности населения.

В 2016 г. территория обследования на наличие инвазивных видов комаров была расширена (Рисунок 4.1). Больше всего имаго комаров было собрано на б/о Фрунзенец и б/о Прибой. Связано это с тем, что база отдыха «Фрунзенец» расположена в километре от села им. Фрунзе на берегу озера Багайлы. Берег озера зарос камышом, глубина озера около берега достигала 1 м. В зарослях камыша были собраны личинки комаров. Из озера отмечался вылет имаго. Сборы имаго проводили в период наиболее активного нападения комаров в вечернее время с 20:30 до 21:30 часов. Второе место сбора б.о. «Прибой» в поселке Прибрежное, которое расположено в 300-500 метрах северо-западнее озера Сакское. Восточнее пункта сбора в 1 километре расположен город-курорт Саки крупный населенный пункт с хорошо развитым частным сектором.



Рисунок 4.1 - Места сборов комаров на Крымском полуострове

Видовой состав комаров в основном представлен видами *Cx. pipiens* L, *Cx. modestus* Fic. И не многочисленными особями *Cq. richiardii* Fic. и *Ae. (Ochlerotatus) caspius* Pall (Таблица 4.1). Преобладание в сборах комаров *Cx. pipiens* и *Cx. modestus* связано с тем, что вылет комаров происходил в основном из этих двух водоемов, условия которых благоприятны для развития личинок рода *Culex*, о чем свидетельствуют наличие в озере Багайлы и личинок *Cx. (Neoculex) hortensis* (Fic). Отсутствие в сборах имаго *Cx. hortensis* связано с тем, что этот вид на человека нападает неохотно и проводит большую часть времени в пещерах и тому подобных укрытых местах.

Таблица 4.1 - Места сбора и число собранных имаго комаров

Дата сбора	Место сбора	Виды комаров					
		<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. modestus</i>	<i>Co. richiardii</i>	<i>Ae. caspius</i>	<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. koreicus</i>
4.08. по 9.08.16	б/о Прибой 45°13'05"с.ш. 33°52'22"в.д.	154♀ 5♂	157♀ 4♂	11♀	3♀	1♂	
5.08 по 9.08.16	б/о Фрунзенец 45°02'37"с.ш. 33°63'28"в.д.	52♀ 3♂	90♀ 3♂	2♀	1♀		
5.08.16	Евпатория 44°12'00"с.ш. 33°21'30"в.д.	26♀	21♀	0	0		
	Коктебель 44°57'35"с.ш. 35°14'52"в.д.	3♀	3♀	0	0		
3.08.16	Севастополь пос. Лесное 44°43'55"с.ш. 33°34'55"в.д.	0	0	0	0		3♀
8.08.16	Симферополь 44°56'53"с.ш. 34°06'15"в.д.	12♀					
Всего		247♀ 8♂	271♀ 7♂	13♀	4♀	1♂	3♀

В сборах ловушкой на базе отдыха «Прибой» обнаружен один самец *Ae. aegypti* (Таблица 4.2). Для уточнения правильности таксономического определения по морфологическим признакам для *Ae. aegypti* был проведен анализ ДНК области второго внутреннего транскрибируемого спейсера рРНК (ITS2). Сравнение нуклеотидных последовательностей ITS2 показало, что *Ae. aegypti* из Крыма практически идентичен *Ae. aegypti*, зарегистрированным в GenBank (например, KF471583, JX423805, KU497616, KU497614, JX423807) и отличается от обнаруженного в 2011 году в Сочи (HE820724) инсерцией из двух нуклеотидов. Последовательность ДНК комара *Ae. aegypti*, полученная в результате секвенирования продукта амплификации ITS2 была зарегистрирована в GENBANK под номером - MF072936

Недалеко от Севастополя в поселке Лесное в искусственном бетонированном водоеме площадью 23 м² и глубиной 0,5 м были обнаружены личинки *Cx. pipiens*, *Cs. (Allotheobaldia) longiareolata* (Macquart) и *Ae. koreicus*.

Комары *Cs. longiareolata* широко распространены в Палеарктике в основном в Средиземноморской подобласти. В России – в Нижнем Поволжье, Северном Кавказе, в некоторых южных районах Западной России, в Крыму. Комары *Ae. koreicus* в Крыму ранее не регистрировались.

Анализ ДНК области ITS2 личинок *Ae. koreicus*, зарегистрированных в Крыму, показал их идентичность ДНК *Ae. koreicus* из Бельгии (KF471636, JF430391) и из Сочи (HG763830). Последовательность ДНК *Ae. koreicus* из Крыма была зарегистрирована в GenBank под номером MF072937.

Впервые на территории Крыма обнаружены комары *Ae. aegypti* и *Ae. koreicus* (Рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 - Искусственный водоем, где были обнаружены личинки *Ae. koreicus* и *Cs. Longiareolata*

Таблица 4.2 - Места сбора и число собранных личинок комаров в Крыму

Дата сбора	Место сбора	Координаты	Личинки комаров				
			<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. modestus</i>	<i>Cx. hortensis</i>	<i>Cs. longiareolata</i>	<i>Ae. koreicus</i>
3.08.16	г. Севастополь п. Лесное	44°43'55" с.ш. 33°34'55" в.д.	2	0	0	33	29
6.08.16	Озеро Багайлы	45°02'37" с.ш. 33°63'28" в.д.	8	16	9	0	0
8.08.16	г. Симферополь	44°56'53" с.ш. 34°06'15" в.д.	10	0	0	0	0

В 2013 г. нами впервые в центральном районе г. Сочи (микрорайон Мамайка) выявлен азиатский вид комаров *Ae. koreicus* на юге европейской части России. Обнаружены комары в 400 метрах от берега моря во дворе частного дома около лесного массива: в емкостях для сбора дождевой воды (металлический бак, ванна) собраны личинки комаров *Ae. koreicus*. В дальнейшем этот вид комаров достаточно широко распространился на территории Большого Сочи.

Наличие единственного самца комаров вида *Ae. aegypti* можно объяснить либо близостью частного сектора, на территории которого много временных искусственных емкостей для хранения воды и откуда возможен выплод этих комаров, либо случайным завозом с территории Черноморского побережья Кавказа, где регистрируются эти комары. В 2014 году на северо-западе Англии (53°30'42" с.ш., 2°59'01" в.д.) в сборах комаров [54, 93], также был обнаружен самец *Ae. aegypti*. В августе 2015 году в радиусе 2 км от места обнаружения *Ae. aegypti* был организован массовый сбор как имаго, так и личинок комаров. Было собрано 366 комаров (161 имаго, 2 куколки и 203 личинки). Комаров *Ae. aegypti* обнаружено не было, в сборах регистрировали лишь обычные для фауны Англии виды: *Cx. pipiens* (L.), *An. claviger* (Meigen), *Cs. annulata* (Schrank), *Cs. morsitans* (Theobald), *Cx. torrentium* (Martini) и *Ae. Caspius* (Pallas) [54]. Рассмотрев

климатические условия (температуру, влажность) Англии, её побережий, авторы делают вывод о низкой вероятности заселения данной территории новыми инвазивными комарами. В Крыму, где был обнаружен самец *Ae. aegypti*, в июле-августе 2016 года отмечалась самая высокая температура в течение всего летнего сезона. Во время сбора комаров температура днем достигала 36⁰С, вечером опускалась лишь до 28-31⁰С. Влажность в июле-августе (67-68%) для этих комаров не комфортная. За май - август дождь был только в течение 2 дней, общее количество осадков за год составляет около 400 мм, тогда как в Большом Сочи, где зарегистрированы комары *Ae. aegypti*, этот показатель превышает 1500 мм.

Зимой в 2015-2016 гг. на б/о Прибой (45⁰13'05" с.ш. 33⁰52'22" в.д.) самые низкие температуры отмечались в декабре и январе, причем с 30.12. 2015 г. по 03.01.2016 года температура была отрицательной от -2 до -5⁰С (Таблица 4.3). В течение января было еще 4 дня с отрицательными температурами (от -1 до -6⁰С). Но учитывая, что температура в зимний период не превышала – 6⁰С сохранность яиц комаров *Ae. aegypti* возможна.

Таблица 4.3 - Климат в г. Саки с ноября 2015 г. по август 2016 г.

Показатели	11.15г.	12.15г.	01.16г.	02.16г.	03.16г.	04.16г.	05.1г.	06.1г.	07.16г.	08.16г.
Средняя температура (°С)	12,2	6,4	4,2	8,4	9,45	13,9	17,8	24	25,8	28,8
Средний минимум (°С)	*	-4	-4,6	*	*	*	*	*	*	*
Влажность воздуха (%)	85	85	83	83	74	71	77	75	68	67

В 2014 году мы предполагали, что в Крыму скорее всего появятся инвазивные виды комаров *Ae. albopictus*, но не обнаружили ни личинок, ни имаго этого вида. Это может быть связано с тем, что недостаточное количество осадков уменьшает количество и доступность мест размножения личинок. Однако не исключали, что самым вероятным местом укоренения *Ae. albopictus* может быть г. Ялта т. к. город защищен от холодных ветров, температура очень редко опускается до отрицательных значений, количество осадков достаточно для

данного вида комаров и действительно в 2018-2019 гг. комары *Ae. albopictus* были зарегистрированы в г. Ялте [12].

Ситуация с инвазивными комарами в Крыму требует тщательного энтомологического мониторинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эпидемиологическая нагрузка на территориях, где обнаружены комары *Ae. aegypti* и инвазивные виды комаров *Ae. albopictus* значительная. Пока на территории Российской Федерации не регистрируются местные случаи лихорадок Денге, Чикунгунья, но число завозных случаев увеличивается. Так в 2018 году зарегистрировано 258 случаев лихорадки Денге, а в 2019 году 415. Во всем мире, в том числе и в Европе с каждым годом увеличивается число автохтонных случаев этих лихорадок. Причем комары *Ae. albopictus* являются такими же опасными переносчиками, как и *Ae. aegypti*. В наших исследованиях показано, что комары *Ae. albopictus*, собранные в природных условиях Черноморского побережья Кавказа, заражены вирусом Западного Нила и оба вида комаров являются переносчиками возбудителей дирофиляриоза: *D. repens* и *D. immitis*. Заболевших лихорадкой Западного Нила в России в 2018 году зарегистрировано 76, а в 2019 году – 352 человек.

Необходимо проведение постоянного надзора за эпидемиологической ситуацией в южных регионах России, где инвазивные виды комаров укореняются и расширяют свой ареал. Профилактика арбовирусных болезней (Денге, Чикунгунья, лихорадка Западного Нила) зависит от эффективности и непрерывности мер борьбы с переносчиками возбудителей этих заболеваний.

Профилактические и истребительные мероприятия против кровососущих комаров, организуют исходя из знания биологии и экологии инвазивных видов комаров. *Ae. aegypti* – эндофильный, синантропный вид *Ae. albopictus* – экзофильный, полусинантроп.

Ae. albopictus тяготеет к водоемам, расположенным вне помещений: искусственные резервуары воды, декоративные водоемы, старые покрышки шин, бытовая техника, пластиковые бутылки, крыши домов, заполненные водой. Самки *Ae. albopictus* нападают на людей преимущественно вне помещений и концентрируются в растительности, окружающей жилые постройки.

Комары *Ae. aegypti* откладывают яйца в емкости с водой, находящиеся в помещениях: аквариумы, цветочные горшки, бутылки, кувшины, стоки ванн и умывальников, унитазы и др. На территории вблизи домов личинки комаров *Ae. aegypti* могут заселять емкости с водой, имеющие твердые стенки, даже если количество воды в них не более 1-2 мл. Самки *Ae. aegypti* нападают на людей в помещениях и вне их, на дневки залетают либо в дома, где концентрируются в затененных углах, за висящей одеждой, шторами и т. д., либо – во всевозможных укрытиях летних построек.

Комары *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* размножаются в основном внутри населенных пунктов, поэтому большую роль могут сыграть профилактические мероприятия, по сокращению мест выплода комаров, уборкой свалок, где в достаточном количестве встречается пластиковые упаковки, в которых скапливается дождевая вода и там развиваются личинки комаров. Примером может служить п. Южный (~15 км от берега моря) на востоке Туапсинского р-на, где нами в 2012 г. в шинах были собраны личинки *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*. В 2013 г. в том же поселке все шины были убраны, личинок и нападающих комаров не обнаружили. Численность инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* снизить сложнее, так как этот вид экзофильный и хорошо приспособлен к обитанию как в населенных пунктах так и в дикой природе, где выплывает в дуплах деревьев, в бамбуковых рощах, в пазухах листьев, т. е. в естественных скоплениях воды и может питаться на млекопитающих, а также птицах, рептилиях, амфибиях.

Температура в зимний период играет важную ограничительную роль в распространении комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*. Наиболее подвержены воздействию низких температур комары *Ae. aegypti*. Данный вид развивается без диапаузы и при понижении температуры яйца погибают. Необходимые условия (температура, влажность и количество осадков) для развития комаров *Ae. aegypti* на территории Черноморского побережья Кавказа России от г. Адлера до г. Туапсе имеются. Комары *Ae. aegypti* в 1920-40-е годы прошлого века активно размножались на этой территории. Интенсивные комаро-истребительные мероприятия привели к их уничтожению. Однако *Ae. aegypti* появились вновь в

начале XXI века и активно распространялись на этой территории до 2013 года. Появление на этой же территории комаров *Ae. albopictus* привело к значительному сокращению встречаемости *Ae. aegypti*. По нашему мнению, это связано с конкурентными взаимоотношениями двух видов комаров *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti*.

Распространение инвазивных видов комаров *Ae. albopictus* обусловлено экологической пластичностью вида, способностью яиц комаров сохранять жизнеспособность в течение нескольких месяцев в условиях пересыхания. Яйца *Ae. albopictus* переживают понижение температуры воздуха в стадии эмбриональной диапаузы. Наши исследования показали, что кратковременное снижение зимой температуры до -12 -20⁰С не приводит к гибели популяции *Ae. albopictus* и там, где количество осадков за год выпадает больше 450 мм популяция комаров легко восстанавливается.

Количество осадков на территории с теплым летом одна из весомых причин наличия или отсутствия инвазивных видов комаров. Комары *Ae. albopictus* нами не были обнаружены на полуострове Крым, но в 2019 году при проведении энтомологического мониторинга обнаружили [12].

В дальнейшем необходимо дать эпидемиологическую оценку нового для Европейской части России вида комаров *Ae. koreicus* и определить его ареал. Мы этот вид впервые обнаружили в 2013 году в г. Сочи (район Мамайка), затем Федорова М. В. с соавт. в 2016 г. и 2018 г. также в г. Сочи. В 2016 году в Крыму нами также обнаружен этот вид комаров. Известно, что комары вида *Ae. koreicus* в лабораторных условиях показал способность к переносу арбовирусов Денге, Западного Нила и Японского энцефалита.

ВЫВОДЫ

- 1) Доказано участие инвазивных видов комаров в качестве переносчиков возбудителей трансмиссивных болезней на территории России. Среди собранных на территории России комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* регистрировались особи, в организме которых обнаруживались молекулярно-биологические маркеры дирофилярий *D. immitis* и *D. repens*, а в комарах *Ae. albopictus*, кроме того, и вируса Западного Нила.
- 2) Определен современный ареал инвазивных видов комаров на территории России. За 6 лет наблюдений (2012-2018 гг.) ареалы комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* значительно изменились. Снизилась численность комаров *Ae. aegypti* и значительно расширился ареал *Ae. albopictus*, который регистрируется во влажном субтропическом климате, мягко умеренном и мягко континентальном от 43°08'88" с.ш, 40°82'18" в.д. до 45°10'28" с.ш, 39°12'11" в.д. (Абхазия - Большой Сочи - Туапсе - Майкоп-Краснодар).
- 3) Азиатский вид комаров *Ae. koreicus* в последнее время активно расширяет ареал, как на Черноморском побережье Кавказа, так и в Республике Крым.
- 4) Комары *Ae. albopictus* в зимний период способны адаптироваться к значительным кратковременным понижениям температуры до -12°C -20°C. Основным ограничивающим фактором для этого вида комаров является количество годовых осадков (менее 500 мм в год).
- 5) Изучение комаров *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti* Черноморского побережья по маркерам ядерной и митохондриальной ДНК и сравнение их с комарами из баз данных обнаружило низкий уровень изменчивости комаров этих видов, собранных в разных точках сбора и в разное время. Это свидетельствует о том, что расселение инвазивных видов комаров *Ae. aegypti* и особенно *Ae. albopictus* по миру происходит очень быстро и эволюционные изменения еще не успели произойти.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

- 1) Разная биология и экология инвазивных видов комаров *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* требует индивидуального подхода методов борьбы с каждым видом. Для снижения численности личинок обоих видов в первую очередь необходимо проводить работу по сокращению мест выплода комаров уборкой свалок, где в достаточном количестве встречается пластиковые упаковки, в которых скапливается дождевая вода и там развиваются личинки комаров. В случае возникновения эпидемических вспышек, противоиммагинальные обработки необходимо проводить в местах дневок комаров: для *Ae. aegypti* - внутридомовые обработки, для *Ae. albopictus* – всевозможная растительность вокруг жилых домов, а также близлежащих лесных массивов.
- 2) Результаты, полученные в ходе выполнения работы, могут служить основой для разработки программы эффективного контроля численности инвазивных видов комаров на территории Российской Федерации.
- 3) Изученные показатели, необходимые для укоренения инвазивных видов комаров на той или иной территории, позволяют составить прогноз дальнейшего их распространения.

Список сокращений и условных обозначений

CHIK, ЛЧ - лихорадка Чикунгунья

COI – участок гена субъединицы 1 цитохромоксидазы

DENV, ЛД - лихорадка Денге

EYE, ЖЛ - Желтая лихорадка

ITS2 – внутренний транскрибируемый спейсер 2

JEV - Японский энцефалит

MIR - минимальный уровень зараженности

WNV, ВЗН - вирус Западного Нила

ZIKV, ЛЗ - лихорадка ЗИКА

Г - Город

ЛЗН - лихорадка западного Нила

п.н. - пара нуклеотидов

ПГТ - поселок городского типа

ТСР - температура средняя

Список литературы

1. Алексеев Е. В. Кровососущие и ядовитые членистоногие Крыма. // ДИАЙТТИ. – 2008. - Симферополь: 328 с.
2. Безжонова О. В., Патраман И. В., Ганушкина Л. А., Вышемирский О. И., Сергиев В. П. Первая находка инвазивного вида *Aedes (Finlaya) koreicus* (Edwards, 1917) в Европейской части России. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2014. - №1. – С.16-19.
3. Ганушкина Л. А., Морозова Л. Ф., Патраман И. В., Сергиев В. П. Оценка риска расширения ареала комаров *Aedes aegypti* L. и *Aedes albopictus* SKUS. на территории России. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2014. - №4. – С.8-10
4. Ганушкина Л. А., Безжонова О. В., Патраман И. В., Таныгина Е. В., Сергиев В. П. Распространение комаров *Aedes aegypti* L и *Aedes albopictus* Skus. На Черноморском побережье Кавказа. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2013. - №1. – С.45-46.
5. Ганушкина Л. А., Морозов Е. Н., Патраман И. В., Вышемирский О. И., Агумава А. А. Оценка риска возникновения арбовирусных инфекций в России. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2017. №1. -С.9-14.
6. Ганушкина Л. А., Таныгина Е. Ю., Безжонова О. В., Сергиев В. П. Об обнаружении комаров *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skus. на территории Российской Федерации. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2012. - №1. – С.3-4.
7. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году
8. Гуцевич А. М., Мончадский А. С., Штакельберг А. А. Комары. Семейство Culicidae. // Фауна СССР. Насекомые двукрылые: Наука, - 1970. – Т.3, вып. 4. – С.384.

9. Дмитриев И. Д. Материалы к распространению комаров на восточном берегу Черного моря. // Российский журнал тропической медицины и ветеринарной паразитологии. – 1929 – VII. №3. – С.176-182.
10. Забашта М.В. Расширение ареала *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse, 1895 На Черноморском побережье России. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2016. - №3. – С.10-11.
11. Каландадзе Л. П., Таирова А. И. К экологии водных фаз желто-лихорадочного комара (*Aedes aegypti* L.). // Медицинская паразитология и паразитарные болезни – 1948 - № 3 – С.237-247.
12. Коваленко И. С., Якунин С. Н., Абибулаев Д.Э., Владычак В.В., Бородай Н. В., Смелянский В. П., Фомина В. К., Зинич Л.С., Тихонов С. Н. Обнаружение *Aedes (Stegomyia) albopictus* (SKUSE, 1895) в Крыму. // Проблемы особо опасных инфекций – 2020. - №2.
13. Коровицкий Л.К. и Артеменко В. Д. Материалы по биологии *Aedes aegypti*. // Р.Ж. троп. мед. и вет. паразитол. - 1930. Том 2, выпуск 6 С. 400-406.
14. Линдроп Г.Т. Исторические справки и современное состояние вопроса о зоогеографии переносчика желтой лихорадки и денге (*Aedes aegypti* L.1762) на Кавказе // Российский журнал тропической медицины и ветеринарной паразитологии – 1929. – т.VII, №3. – С.183-191.
15. Линдроп Г.Т. К материалам о распространении *Stegomyia fasciata* на Черноморском побережье Кавказа. // Российский журнал тропической медицины и ветеринарной паразитологии – 1926. - №4. – С.17-21.
16. Марциновский Е.И. Желтая лихорадка и комары *Stegomyia fasciata* (*Culex calopus*) // Медицинское обозрение – 1914. – т. LXXXI. №6. – С.8-10.
17. Марциновский Е.И. О мероприятиях против заноса лихорадки Денге в СССР. // Российский журнал тропической медицины и ветеринарной паразитологии – 1929. - т. VII. №3. – С.162-165.
18. Онищенко Г.Г., Кривуля С.Д., Чистякова Г.Г., Пакскина Н.Д., Хадарцев О.С., Алексеев В.В., Липницкий А.В., Савченко С.Т., Смелянский В.П., Пашанина Т.П., Антонов В.А., Ломов Ю.М., Москвитина Э.А., Пичурина Н.Л., Орехов И.В.,

Забашта М.В., Водяницкая С.Ю., Кормиленко И.В., Веркина Л.М., Терентьев А.Н., Наркевич А.Н., Куклев Е.В., Попов Н.В., Щербакова С.А., Дерябин П.Г., Щелканов М.Ю., Прилипов А.Г., Колобухина Л.В., Львов Д.Н., Малеев В.В., Платонов А.Е., Карань Л.С., Федорова М.В., Венгеров Ю.Я., Шопенская Т.А., Шандала М.Г., Рославцева С.А., Гришина Е.А., Еремина Ю., Костина М.Н., Германт О.М. // Мероприятия по борьбе с лихорадкой Западного Нила на территории Российской Федерации.

19. Покровский В. И., Малеев В. В., Краснова С. В., Сметанина С. В., Вдовина Е. Т., Котов С. И., Карань Л. С., Федорова М. В., Григорьева Я. Е., Валдохина А. В., Крганова Г. Г., Шипулин Г. А. Первый случай лихорадки Зика в России. // Инфекционные болезни – 2016. – Т.4. - №1. – С.90-95.

20. Попова А. Ю., Ежлова Е. Б., Демина Ю. В., Топорков А. В., Викторов Д. В., Смелянский В. П., Жуков К. В., Бородай Н. В., Шпак И. М., Куличенко А. Н., Михеев В. Н., Малеев В. В., Шипулин Г. А. Лихорадка Зика: состояние проблемы на современном этапе. // Проблемы особо опасных инфекций – 2016. - №1. – С.5-12.

21. Попова А. Ю., Куличенко А. Н., Малецкая О. В., Дубянский В. М., Дёмина Ю. В., Пакскина Н. Д., Тохов Ю. М., Манин Е. А., Лазаренко Е. В., Шаяхметов О. Х., Фёдорова М. В., Оробей В. Г., Юничева Ю. В., Комарова Н. С., Топорков А. В., Викторов Д. В., Гречаная Т. В., Николаевич П. Н., Куличенко О. А., Пархоменко В. В. и др. Мероприятия по регуляции численности комаров *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus* в г. Сочи в 2016 г. результаты и пути совершенствования. // Проблемы особо опасных инфекций – 2017. - №4. – С.66-71.

22. Рухадзе Н. П. К вопросу о мероприятиях против лихорадки Денге. // Российский журнал тропической медицины и ветеринарной паразитологии – 1929. – т. VII, №3. – С.166 – 168.

23. Рябова Т. Е., Юничева Ю. В., Маркович Н. Я. Ганушкина Л. А., Орабей В. Г., Сергиев В. П. Обнаружение комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. в г. Сочи. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни – 2005. № 3. – С.1-5.

24. Федорова М. В., Швеи О. Г., Юничева Ю. В., Медяник И. М., Рябова Т. Е., Отставнова А. Д. Распространение и особенности экологии завозного вида *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) (Diptera, Culicidae) на юге Краснодарского края. // Сборник трудов конференции – 2018. – С.539-540.
25. Федорова М. В., Швеи О. Г., Юничева Ю. В., Рябова Т. Е., Медяник И. М. Распространение инвазивных видов комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L., 1762) и *Aedes (Stegomyia) albopictus*. // Современные проблемы общей и частной паразитологии Материалы II Международного паразитологического форума. Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины; Зоологический институт РАН. – 2017. – С.268-271.
26. Федорова М. В., Швеи О.Г., Патраман И. В., Медяник И. М., Отставнова А. Д., Леншин С. В., Вышемирский О. И. Завозные виды комаров на Черноморском побережье Кавказа: современные ареалы. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни – 2019. - № 1. – С.47-55.
27. Шайкевич Е. В., Патраман И. В., Богачева А. С., Ракова В. М., Зея О. П., Ганушкина Л. А. Инвазивные Виды *Aedes Albopictus* и *Aedes aegypti* на черноморском побережье Краснодарского края: генетика (Coi, Its2), Зараженность *Wolbachia* и *Dirofilaria*. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т.22. № 5. – С.574-585.
28. Юничева Ю. В., Рябова Т. Е., Маркович Н. Я., Безжонова О. В., Ганушкина Л. А., Семенов В. Б., Тархов Г. А., Василенко Л. Е., Гузеева Т. М., Шеверева Т. В., Сергиев В. П. Первые данные о наличии размножающейся популяции *Aedes aegypti* L. в районе Большого Сочи и отдельных городах Абхазии // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2008. - №3. – С.40 – 43.
29. Adhami J. & Reiter P. Introduction and establishment of *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) in Albania. // Journal of the American Mosquito Control Association. – 1998. - №14. – P.340–343.
30. Alera M.T., Hermann L., Tac-An I.A., Klungthong C., Rutvisuttinunt W., Manasatienkij W., Villa D., Thaisomboonsuk B., Velasco J. M., Chinnawirotpisan P., Catherine B. Lago, Vito G. Roque, Jr., Macareo L. R., Srikiatkachorn A., Fernandez

- S., Yoon In-Kyu. Zika virus infection, Philippines, 2012. // Emerging Infectious Diseases. – 2015. - №21. – I.4. – P.722-724.
31. Almeida A.P.G., Goncalves Y.M., Novo M.T., Sousa C.A., Melim M. & Gracio A.J.S. Vector monitoring of *Aedes aegypti* in the autonomous Region of Madeira, Portugal. // Eurosurveillance. – 2007. - №12. – I.46. – P.3311.
32. Amraoui F, Failloux AB. Chikungunya: an unexpected emergence in Europe. // Current Opinion in Virology – 2016. - №21. – P.146–150.
33. Aranda, C., Eritja, R. & Roiz, D. First record and establishment of the mosquito *Aedes albopictus* in Spain. // Medical and Veterinary Entomology. – 2006. – 20. - №1. – P.150–152.
34. Bargielowski I.E., Lounibos L.P., Shin D., Smartt C.T., Carrasquilla M.C., Henry A., Navarro J.C., Paupy C., Dennett J.A. Widespread evidence for interspecific mating between *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in nature. // Infection, Genetics and Evolution. – 2015. - №36. – P.456-61.
35. Becker N., Huber K., Pluskota B., & Kaiser, A. *Ochlerotatus japonicus japonicus* – a newly established neozoon in Germany and a revised list of the German mosquito fauna. // European Mosquito Bulletin. – 2011. - №29. – P.99–102.
36. Becker, N., Geier, M., Balczun, C., Bradersen, U., Huber, K., Kiel, E., Krüger, A., Lühken, R., Orendt, C., Plenge-Bönig, A., Rose, A., Schaub, G.A. & Tannich, E. Repeated introduction of *Aedes albopictus* into Germany, July to October 2012. // Parasitology Research. – 2013. – V.112. – I.4. – P.1787–1790.
37. Benedict M., Levine R., Hawley W., Lounibos L. Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. // Vector borne zoonotic Diseases. – 2007 – V.7 - №1. – P.76-85.
38. Besnard M., Lastere S., Teissier A., Cao-Lormeau V., Musso D. Evidence of perinatal transmission of Zika virus, French Polynesia, December 2013 and February 2014. // Eurosurveillance. – 2014. – V.19. – I.13.
39. Birtwhistle, R. Account of the yellow fever on board the "Volage." // The Lancet. – 1846. - №47. – I.1166. – P.8-9.

40. Bocková, E., Kočišová, A. & Letková, V. First record of *Aedes albopictus* in Slovakia. //Acta Parasitologica. – 2013. – V.58. – I.4. – P.603–606.
41. Brown J. E., Scholte E.-J., Dik M., Wietse Den H., Beeuwkes J., and Powell J. R. *Aedes aegypti* Mosquitoes Imported into the Netherlands, 2010. Emerging Infectious Diseases. – 2011. – V.17. - №12. – P.2335-2337
42. Calba C. Guerbois - Galla M., Franke F., Jeannin C., Auzet-Caillaud M., Grard G., Pigaglio L., Decoppet A., Weicherding J., Savaill M.C., Munoz-Riviero M., Chaud P., Cadiou B., Ramalli L., Fournier P., Noël H., De Lamballerie X, Paty MC, Leparco-Goffart I. Preliminary report of an autochthonous chikungunya outbreak in France, July to September 2017. Eurosurveillance. – 2017. – Sep. - 22(39):17-00647.
43. Calistri P., Giovannini A., Hubalek Z., Ionescu A., Monaco F., Savini G. and Lelli R. Epidemiology of West Nile in Europe and in the Mediterranean Basin. // The Open Virology Journal. – 2010. - №4. – P.29-37
44. Cancrini G., Frangipane di Regalbono A., Ricci I., Tessarin C., Gabrielli S., Pietrobelli M. *Aedes albopictus* is a natural vector of *Dirofilaria immitis* in Italy. // Veterinary Parasitology. – 2003. – V.118. – I.34. – P.195-202.
45. Cancrini G., Romi R., Gabrielli S., Toma L., DI Paolo M., Scaramozzino P. First finding of *Dirofilaria repens* in a natural population of *Aedes albopictus*. // Medical and Veterinary Entomology. – 2003. - №7. – I.4. – P.448-51.
46. Cancrini G., Scaramozzino P., Gabrielli S., Di Paolo M., Toma L., Romi R. *Aedes albopictus* and *Culex pipiens* implicated as natural vectors of *Dirofilaria repens* in central Italy. // Journal of Medical Entomology. – 2007. – V.44. – I.6. – P.1064.
47. Capelli G, Drago A., Martini S., Montarsi F., Soppelsa M., Delai N., Ravagnan S., Mazzon L., Schaffner F., Mathis A., Di Luca M., Romi R., Russo F. First report in Italy of the exotic mosquito species *Aedes* (Finlaya) *koreicus*, a potential vector of arboviruses and filariae. // Parasites & Vectors. – 2011. – V.28.
48. Carrasquilla M.C., Lounibos L.P. Satyrization without evidence of successful insemination from interspecific mating between invasive mosquitoes. // Biology Letters. – 2015. – V.11 – I.9 :20150527.

49. Carrieri M., Angelini P., Venturelli C., Maccagnani B., Bellini R. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) population size survey in the 2007 Chikungunya outbreak area in Italy. I. Characterization of breeding sites and evaluation of sampling methodologies. // Journal of Medical Entomology. – 2011. – V.48. – I.6. – P.1214–1225,
50. Collantes F., Delacour S., Alarcón - Elbal P. M., Ruiz-Arrondo I., Antonio Delgado J., Torrell-Sorio A., Bengoa M., Eritja R., Miguel Ángel Miranda, Molina R. and Lucientes J. Review of ten-years presence of *Aedes albopictus* in Spain 2004–2014: known distribution and public health concerns. // Parasites&Vectors. – 2015. - №8. – P.655.
51. Contini C. *Aedes albopictus* in Sardinia: reappearance of widespread colonization? // Parassitologia. – 2007. - №49. (1–2) – P.33–35.
52. Cornet M., Robin Y., Adam C., Valade M., Calvo M.A. Transmission experimentale comparée du virus amaril et du virus Zika chez *Aedes aegypti*. // Entomology medical et parasitology. – 1979. - №7. – P.47-53.
53. Cunze S., Kochmann J., Koch L. K., Klimpel S. *Aedes albopictus* and Its Environmental Limits in Europe. // PLOS ONE. – 2016. - September 7
54. Dallimore T., Hunter T., Medlock J. M., Vaux A. G.C., Harbach R. E. and Strode C. Discovery of a single male *Aedes aegypti* (L.) in Merseyside, England. Parasites&Vectors. – 2017. - 10:309
55. Delatte H., Paupy C., Dehecq J.S., Thiria J., Failloux A.B., Fontenille D. *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue viruses in Reunion Island: biology and control. // Parasite. – 2008. - №15. – I.1. – P.3-13
56. Delisle E., Rousseau C., Broche B., Leparc-Goffart I., L'Ambert G., Cochet A., Prat C., Foulongne V., Ferre J.B., Catelinois O., Flusin O., Tchernonog E., Moussion I.E., Wiegandt A., Septfons A., Mendy A., Moyano M.B., Laporte L., Maurel J., Jourdain F., Reynes J., Paty M.C., Golliot F. Chikungunya outbreak in Montpellier, France, September to October 2014. // Eurosurveillance. – 2015. - №30. – P.17

57. Demeulemeester J., Deblauwe I., De Witte J., Jansen F., Hendy A. & Madder M. (2014) First interception of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* in Lucky bamboo shipments in Belgium. // Journal of the European Mosquito Control Association. – 2014. - №32. – P.14–16.
58. Diagne C.T., Diallo D., Faye O., Ba Y., Faye O., Gaye A., Dia I., Faye O., Weaver S.C., Sall A.A., Diallo M. Potential of selected Senegalese *Aedes spp.* mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit Zika virus. // BMC Infectious Diseases. - 2015. - №15. – P.492.
59. Dick G.W., Kitchen S.F., Haddow A.J. Zika virus. I. isolations and serological specificity. // Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. – 1952. - №46 – P.509-520.
60. Eritja, R., Escosa, R., Lucientes, J., Marques, E., Roiz, D. & Ruiz, S. Worldwide invasion of vector mosquitoes: present European distribution and challenges in Spain. // Biological Invasions. – 2005. - №7. – P.87–97.
61. Faria N.R., Azevedo Rdo S., Kraemer M.U. et al. Zika virus in the Americas: early epidemiological and genetic findings. // Science. – 2016. - №6283. – P.345-349.
62. Focks D. A review entomological sampling methods and indicators for dengue vectors. // WHO/TDR/JDE/Den 03/40 p. Document WHO. Geneva – 2003
63. Frank C., Schoneberg I. & Stark K. Trends in imported chikungunya virus infections in Germany 2006–2009. // Vector Borne & Zoonotic Diseases. – 2011. – V.11. №6. – P.631–636.
64. Ganushkina L.A., Patraman I.V., Rezza G., Migliorini L., Litvinov S.K., Sergiev V.P. Detection of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Aedes koreicus* in the Area of Sochi, Russia. // Vector borne zoonotic disease – 2016. №16. – P.58-60.
65. Giangaspero A., Marangi M., Latrofa M.S., Martinelli D., Traversa D., Otranto D., Genchi C. Evidence of increasing risk of dirofilarioses in southern Italy. // Parasitology research. – 2013. – V.112. – I.3. – P.1357–1361
66. Giatropoulos A., Emmanouel N., Koliopoulos G. & Michaelakis A. A study on distribution and seasonal abundance of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) population

in Athens, Greece. // Journal of Medical Entomology. – 2012. – V.49. – I.2. – P.262–269.

67. Gonçalo S., Jupille H., Yen P-S., Viveiros B., Failloux A-B. and Sousa A. C. Potential of *Aedes aegypti* populations in Madeira Island to transmit dengue and chikungunya viruses. // Parasites&Vectors. – 2018. – V.11 – P.509

68. Gonçalves Y., Juan J., Gonçalves S., Biscoito M. On the presence of *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* Linnaeus 1762 (Insecta, Diptera, Culicidae) in the Island of Madeira (Portugal). // Boluten Museum Municipal Funchal. – 2008. – V.58. – I.322. – P.53-59.

69. Gould E.A., Gallian P., De Lamballerie X. & Charrel R.N. First cases of autochthonous dengue fever and chikungunya fever in France: from bad dream to reality! Clinical Microbiology&Infection. – 2010 – V.16. – I.12. – P.1702–1704.

70. Groen T. A., Ambert G. L., Bellini R., Chaskopoulou A., Petric D., Zgomba M., Marrama L and. Bicout D. J. Ecology of West Nile virus across four European countries: empirical modelling of the *Culex pipiens* abundance dynamics as a function of weather. // Parasites&Vectors. – 2017. – V.10 – I.1, P. 524.

71. Haddad N., Mousson L., Vazeille M., Chamat S., Tayeh J., Osta M.A. & Failloux A.B. *Aedes albopictus* in Lebanon, a potential risk of arboviruses outbreak. // BMC Infectious Diseases. – 2012. – V.12. – P.300.

72. Haddow A.D., Schuh A.J., Yasuda C.Y., Kasper M.R., Heang V., Huy R. et al. Genetic characterization of Zika virus strains: geographic expansion of the Asian lineage. // PLOS Neglected Tropical Diseases. – 2012. - №6. – e.1477.

73. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>.

74. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>.

75. <https://www.who.int/topics/zika/ru>.

76. Hubálek Z. and Halouzka J. West Nile Fever a Reemerging Mosquito-Borne Viral Disease in Europe. // Emerging Infectious Diseases. - 1999 - V5. P.643–650

77. Huber K., Pluskota B., Jöst A., Hoffmann K. & Becker N. Status of the invasive species *Aedes japonicus* (Diptera: Culicidae) in southwest Germany in 2011. // Journal of Vector Ecology. – 2012. – V.37. – I.2. – P.462–465.

78. Imperato P.J. The Convergence of a virus, mosquitoes, and human travel in globalizing the Zika epidemic. // Journal of Community Health Latest. –2016. – V.41. – I.3. – P.674-679.
79. Izri A., Bitam I., Charrel R.N. First entomological documentation of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894) in Algeria. Clinical Microbiology and Infection. – 2011. - №17. – P.1116–8.
80. Kalan K., Šušnjar J., Buzan E. First Record of *Aedes koreicus* (Diptera, Culicidae) in Slovenia. // Parasitology. – 2017. – V.116. – I.8 – P.235-2358
81. Kartashev V., Sagach O., Nikolaenko S., Chizh N., Korzan A., Ambalov Y., Bastrikov N., Ilyasov B., González-Miguel J., Morchón G., Siles-Lucas M., Simon F. Emerging Human dirofilariasis as a medical problem. Proc. of 28th Annual Meeting of the German Society for Parasitology. Berlin, 21-24 March 2018; 161.
82. Keele T., G. Yellow fever in English Ships. // The Lancet. – 1856. – V.68. – P.525.
83. Kindhauser M.K., Allen T., Frank V., Santhana R.S., Dye C. Zika: the origin and spread of a mosquito-borne virus. // Bulletin of the World Health Organization E-pub. – 2016.
84. Korzeniewski K.1, Juszczak D., Zwolińska E. Zika -another threat on the epidemiological map of the world. // International Maritime Health. – 2016. – V.67. – I.1 – P.31-37.
85. Kurucz K., Kiss V., Zana B., Schmieder V., Kepner A., Jakab F., et al. Emergence of *Aedes koreicus* (Diptera: Culicidae) in an urban area, Hungary, 2016. // Parasitology research. – 2016. – V.115 – P.4687–4689.
86. Local transmission of dengue Fever in France and Spain 2018. // ECDC. European Centre for Disease Prevention and Control, Stockholm, - 22 October 2018.
87. M. A. H. Braks N. A. Honório L. P. Lounibos R. Lourenço-De-Oliveira S. A. Juliano. Interspecific Competition Between Two Invasive Species of Container Mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazil. //Annals of the Entomological Society of America. – 2004. – V.97 – I.1 – P.130–139

88. Manica M., Guzzetta G., Poletti P., Filipponi F., Solimini A., Caputo B., Della Torre A., Rosà R., Merler S. Transmission dynamics of the ongoing chikungunya outbreak in Central Italy: from coastal areas to the metropolitan city of Rome, summer 2017. // *Eurosurveillance*. – 2017. – Nov. – V.22 – P.44.
89. Marchand E., Prat C., Jeannin C., Lafont E., Bergmann T., Flusin O., Rizzi J., Roux N., Busso V., Deniau J., Noel H., Vaillant V., Leparac-Goffart I., Six C., Paty MC. Autochthonous case of dengue in France, October 2013. // *The Lancet Infectious Diseases*. – 2014. – Nov. – V.14. – I.11. – P.1044.
90. Margarita Y., Santos Grácio AJ., Lencastre I., Silva AC., Novo T., Sousa C., et al. (First record of *Aedes* (Stegomia) *aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) in Madeira Island – Portugal). // *Acta Parasitológica Portuguesa*. – 2006. - №13. – P.59-61,
91. Marini G., Guzzetta G., Baldacchino F., Arnoldi D., Montarsi F., Capelli G., Rizzoli A., Merler S., Rosà R. The effect of interspecific competition on the temporal dynamics of *Aedes albopictus* and *Culex pipiens*. // *Parasit&Vectors*. -2017. – V.10 – I.1 02. Published online 2017.
92. Masetti A., Rivasi F., Bellini R. Mosquito-based survey for the detection of flaviviruses and filarial nematodes in *Aedes albopictus* and other anthropophilic mosquitoes collected in northern Italy. // *New Microbiologica*. – 2008. – V.31 – P.457 - 465.
93. Medlock J. M., Alexander G.V., Cull B., Schaffner F., Gillingham E. Pflueger V., Leach S. Detection of the invasive mosquito species *Aedes albopictus* in southern England. // *The Lancet Infectious Diseases*. – 2017 - Feb;17(2) P.140.
94. Medlock J.M., Hansford K.M., Schaffner F., Versteirt V., Hendrickx G., Zeller H., Van Bortel W. A review of the invasive mosquitoes in Europe: ecology, public health risks, and control options. // *Vector borne zoonotic diseases*. – 2012. – V.12 - №6. – P.435–447.
95. Medlock J.M., Hansford K.M., Versteirt V., Cull B., Kampen H., Fontenille D., Hendrickx G., Zeller H., Van Bortel W., Schaffner F. An entomological review of

- invasive mosquitoes in Europe. // Bulletin of entomological research. – 2015. – V.105. – I.6 – P.637–663.
96. Mikov, O., Nikolov, G., Schaffner, F. & Mathis, A. (2013) First record and establishment of *Aedes albopictus* in Bulgaria. // In VBORNET-EMCA Joint Meeting ‘Invasive mosquitoes and public health in the European context’, Antwerp, Belgium – 2013. – P.28 – 29 (Conference paper).
97. Montarsi F., Ciocchetta S., Devine G., Ravagnan S., Mutinelli F., Frangipane di Regalbono A., Otranto D. and Capelli G. Development of *Dirofilaria immitis* within the mosquito *Aedes* (Finlaya) *koreicus*, a new invasive species for Europe. // Parasites&Vectors. – 2015. - №8. – P.177.
98. Montarsi F., Martini S., Dal Pont M., Delai N., Ferro Milone N., Mazzucato M., et al. Distribution and habitat characterization of the recently introduced invasive mosquito *Aedes koreicus* [*Hulecoeteomyia koreica*], a new potential vector and pest in north-eastern Italy. // Parasites&Vectors. – 2013. – V.6 – P.292.
99. Moutailler S., Barre H., Vazeille M. & Failloux A.B. Recently introduced *Aedes albopictus* in Corsica is competent to Chikungunya virus and in a lesser extent to dengue virus. // Tropical Medicine and International Health. – 2009. – V.14. – I.9 – P.1105–1109.
100. Musso D., Nilles E.J., Cao Lormeau V.M. Rapid spread of emerging Zika virus in the in the Pacific area. // Journal of Community Health. – 2016. – V.41 – I.3. – P.674-679.
101. Oehler E., Watrin L., Larre P., Leparc-Goffart I., Lastãre S., Valour F. et al. Zika virus infection complicated by guillain-barré syndrome a case report, French Polynesia, December 2013. // Eurosurveillance. – 2014. – V.19 – I.9 20720.
102. O'Meara G.F., Evans L.F Jr., Gettman A D., Cuda J. P. Spread of *Aedes albopictus* and decline of *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) in Florida. // Journal of Medical Entomology. – 1995. – V.32 – I.4 – P.554-62.
103. Oter K., Gunay F., Tuzer E., Linton Y.M., Bellini R.&Alten B. First record of *Stegomyia albopicta* in Turkey determined by active ovitrap surveillance and DNA barcoding. //Vector Borne&Zoonotic Diseases. – 2013. - V13. I10. P. 753–761.

104. P. Gatt., Deeming C. J., Schaffner F. First record of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Malta. // Journal of the European Mosquito Control Association. – 2009. - P. 56-64 European Mosquito Bulletin 27.
105. Panning M., Grywna H., van Esbrocken V. Emmerich P., and Drosten C. Chikungunya Fever in Travelers Returning to Europe from the Indian Ocean Region, 2006. // Emerging Infectious Diseases. – 2008. – V.14 – P.416-422.
106. Papa A. West Nile virus infections in Greece: an update. // Expert Review of Anti-infective Therapy. – 2012. – V.10 – I.7 – P.743-50.
107. Paty M.C., Six C., Charlet F., Heuzé G., Cochet A., Wiegandt A., Chappert JL., Dejour-Salamanca D., Guinard A., Soler P., Servas V., Vivier - Darrigol M., Ledrans M., Debruyne M., Schaal O., Jeannin C., Helynck B., Leparac-Goffart I., Coignard B. Large number of imported chikungunya cases in mainland France, 2014: a challenge for surveillance and response. // Eurosurveillance. – 2017. – V. 22 – P.39.
108. Petrić D., Zgomba M., Ignjatović Ć. A., Marinković D., Bellini R., Schaffner F., Igor P. Invasive mosquito species in Europe and Serbia, 1979. – 2011. “International Symposium on Current Trends in Plant Protection” UDK: 595.771 (497.11).
109. Philip C.B., Smadel J.E. Transmission of West Nile Virus by infected *Aedes albopictus*. // Proceedings of the society for experimental biology and medicine. -1943. – V.53 – I.1 – P.49-50.
110. Pluskota B., Storch V., Braunbeck T., Beck M. & Becker N. First record of *Stegomyia albopicta* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Germany. // European Mosquito Bulletin. – 2008. – V.26 – P.1–5.
111. Porter C.H., Collins F.H. Species-diagnostic differences in ribosomal DNA internal transcribed spacer from the sibling species *Anopheles freeborni* and *Anopheles hermsi* (Diptera: Culicidae). The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. – 1991. – V.45 – P.271-279.
112. Reiter P. Yellow fever and dengue: a threat to Europe? // Eurosurveillance. -2010 – V.15 – I.10 – P.9509.
113. Rishniwa M., Barrb S.C., Kenny W. Simpson, Marguerite F. b, Frongillo M. Franzd J., Alpizare L. D. Discrimination between six species of canine microfilariae by

a single polymerase chain reaction. // *Veterinary Parasitology*. – 2006. – V. 135. Is. 3–4. 18 February 2006. – P.303-314

114. Rogers D., Wilson A., Hay S., Graham A. The global distribution of yellow fever and dengue. // *Advances in Parasitology*. - 2006 - V62, P. 181-220.

115. Rosen L. Dengue in Greece in 1927 and 1928 and the pathogenesis of DHF: new data and a different conclusion. // *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*. – 1986. – V.35 – I.3 – P.642–653.

116. Ruche G. La, Souarès Y., Armengaud A., Peloux-Petiot F., Delaunay P., Desprès P., Lenglet A., Jourdain F., Leparc-Goffart I., Charlet F., Ollier L., Mantey K., Mollet T., Fournier J. P., Torrents R., Leitmeyer K., Hilairet P., Zeller H., Bortel W. Van., Dejour-Salamanca D., Grandadam M., Gastellu-Etchegorry M. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, September 2010. // *Eurosurveillance* – 2010. – V.15. – I.39.

117. Sabatini A., Raineri V., Trovato G., Coluzzi M. *Aedes albopictus* in Italy and possible diffusion of the species into the Mediterranean area. // *Parassitologia*. – 1990. – V.32. – I.3. – P. 301-304.

118. Samson L., Beyene T. J., De Clercq E. M., Amenua K., Revie C. W., and Kraemer M. Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. // *International Journal of Infectious Diseases*. – 2018. – V.67. – P.25–35.

119. Schaffner F. & Karch S. First report of *Aedes albopictus* in metropolitan France. // *Comptes Rendus de l'Academie des sciences*. – 2000. – Serie. III 323(4), P. 373–375.

120. Schaffner F., Bellini R., Petrić D., Scholte E.J., Zeller H., Rakotoarivony L.M. Development of guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. // *Parasites&Vectors*. – 2013. – V.18. №6. – P.209.

121. Schaffner F., Fontenille D., Mathis A. Autochthonous dengue emphasises the threat of arbovirosis in Europe. // *Eurosurveillance*. – 2016. – V.21. – P.21.

122. Scholte E.J, Den Hartog W, Dik M, Schoelitsz B. M Brooks, F Schaffner, Foussadier R, Braks M, Beeuwkes J. Introduction and control of three invasive

mosquito species in the Netherlands, July-October 2010. // Eurosurveillance. – 2010. – V.15. – I.45. – P.19710.

123. Scholte E.J., Jacobs F., Linton Y-M, Dijkstra E., Fransen J., Fransen J., & Takken W. First Record of *Aedes* (Stegomyia) *albopictus* in the Netherlands. // Journal of the European Mosquito Control Association. European Mosquito Bulletin. – 2007. – V.22. – S.5-9.

124. Seidel B., Duh D., Nowotny M. & Allerberger F. Erstnachweis der Stechmücken *Aedes* (Ochlerotatus) *japonicus japonicus* (Theobald, 1901) in Österreich und Slowenien in 2011 und für *Aedes* (Stegomyia) *albopictus* (Skuse, 1895) in Österreich 2012 (Diptera: Culicidae). // Entomologische Zeitschrift. - 2012. – V.122. – P.223–226.

125. Seixas G., Jupille H., Yen P.S., Viveiros B., Failloux A.B., Sousa C.A. Wilder-Smith A., Quam M., Sessions O., Rocklov J., Liu-Helmersson J., Franco L., Khan K. Potential of *Aedes aegypti* populations in Madeira Island to transmit and chikungunya viruses the 2012. // Parasites&Vectors. – 2018. – V.11. – I.1. – P.509.

126. Sergiev V.P., Supriaga V.G., Bronshtein A.M., Ganushkina L.A., Rakova V.M., Morozov E.N., Fedianina L.V., Frolova A.A., Morozova L.F., Ivanova I.B., Darchenkova N.N., Zhukova L.A. Results of studies of human *dirofilariasis* in Russia. // Meditsinskaya Parazitologiya (Mosk). – 2014. - №3. – P.3-9.

127. Shaffner F., Medlock J.M., Van Bortel W. Public Health Significance of invasive mosquitoes in Europe. // Clinical microbiology and infection. – 2013. – V.19. – I.8. – P.685-692.

128. Shaikevich E.V. PCR-RFLP of the coi gene reliably differentiates *Cx. pipiens*, *Cx. pipiens f. molestus* and *Cx. torrentium* of the pipiens complex. // European Mosquito Bulletin. – 2007. – T.23. – C.25.

129. Simon C., Frati F., Beckenbach A., Crespi B., Liu H., Flook P. Evolution, Weighting, and Phylogenetic Utility of Mitochondrial Gene Sequences and a Compilation of Conserved Polymerase Chain Reaction Primers. // Annals of the Entomological Society of America. – 1994. – V.87. – I.6. – P.651–701.

130. Simpson D.I. Zika Virus Infection in Man. // Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. – 1964. – V.58. – P.335-338.
131. Stough J.E., Wallace J.R. Oviposition activity patterns of *Culex pipiens* and *Culex restuans* in Pennsylvania. // Journal American Mosquito Control Association. – 2016. - №32. – V.2. – P.156-159.
132. Succo T., Leparç-Goffart I., Ferré JB., Roiz D., Broche B., Maquart M., Noel H., Catelinois O., Entezam F., Caire D., Jourdain F, Esteve-Moussion I., Cochet A., Paupy C., Rousseau C., Paty MC., Golliot F. Autochthonous dengue outbreak in Nîmes, South of France, July to September 2015. // PLOS Neglected Tropical Diseases. – 2015. – V.9. – I.5. – P.0003780.
133. Şuleşco T., Heidrun von Thien, Toderaş L., Toderaş I., Lühken R. and Tannich E. Circulation of *Dirofilaria repens* and *Dirofilaria immitis* in Moldova. // Parasites&Vectors. – 2016. – V.9. – P.627
134. Suter T., Flacio E., Fariña B.F., Engeler L., Tonolla M., Müller P. First report of the invasive mosquito species *Aedes koreicus* in the Swiss-Italian border region. // Parasites&Vectors. – 2015. – V.8. – I.1. – P.402.
135. Tiawsirisup S., Nithiuthai S. Vector competence of *Aedes aegypti* (L.) and *Culex quinquefasciatus* (Say) for *Dirofilaria immitis* (Leidy) Southeast Asian. // Journal of Tropical Medicine and Health. – 2006 – V.37. – S.3. – P.110-4.
136. Tsai P.-J., Lin T.-H., Teng H.-J., Yeh H.-C. Critical low temperature for the survival of *Aedes aegypti* in Taiwan. // Parasites&Vectors. – 2018. – V.11 (1) - P.22
137. Tsai T.F, Popovici F., Cernescu C., Campbell G.L., Nedelcu N.I. West Nile encephalitis epidemic in southeastern Romania. // The Lancet. – 1998. – V.5. – I.9. 130: - P.767.
138. Tumolskaya N.I., Pozio E., Rakova V.M., Supriaga V.G., Sergiev V.P., Morozov E.N., Morozova L.F., Rezza G., Litvinov S.K. *Dirofilaria immitis* in a child from the Russian Federation. // The Parasite. – 2016. – V.23. – P.37.
139. Vega-Rúa A., Lourenço-de-Oliveira R., Mousson L., Vazeille M., Fuchs S., Yébakima A., Gustave J., Girod R., Dusfour I., Leparç-Goffart I., Vanlandingham DL., Huang Y.J., Lounibos L.P., Mohamed Ali S., Nougairede A., de Lamballerie X.,

Failloux A.B. Chikungunya virus transmission potential by local *Aedes* mosquitoes in the Americas and Europe. // *The Parasite*. – 2008. – V.15. – I.1. – P. 3-13.

140. Venturi G., Di Luca M., Fortuna C., Remoli M.E., Riccardo F., Severini F., Toma L., Del Manso M., Benedetti E., Caporali MG., Amendola A., Fiorentini C., De Liberato C., Giammattei R., Romi R., Pezzotti P., Rezza G., Rizzo C. Detection of a chikungunya outbreak in Central Italy, August to September 2017. // *Eurosurveillance*. – 2017. – V.22. – P.39.

141. Versteirt V., De Clercq E.M., Fonseca D.M., Pecor J., Schaffner F., Coosemans M., Van Bortel W. Bionomics of the established exotic mosquito species *Aedes koreicus* in Belgium, Europe. // *Journal of Medical Entomology*. – 2012. – V.49. - №6. – P.1226-32.

142. Vlčková J., Rupeš V., Horáková D., Kollárová H. Holý. West Nile virus transmission risk in the Czech Republic. // *Epidemiology, Microbiology, Immunology*. – 2015. – V.64. – I.2. – P.80-86.

143. Waldock J., Chandra N.L., Lelieveld J. Proestos Y., Michael E., Christophides G., and Parham P. E. The role of environmental variables on *Aedes albopictus* biology and chikungunya epidemiology. // *Medical and Veterinary Entomology*. – 2013. – V.17. – I.4. – P.448-451.

144. Wepster J.B. A Remarkable Malformation in the male hypopygium of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus*, Skuse. // *Bulletin of entomological research*. – 1932. -V.23. – I.2. – P.233-234.

145. Werner D., Zielke D.E., Kampen H. First record of *Aedes koreicus* (Diptera: Culicidae) in Germany. // *Parasitology Research*. – 2016 – V.115. – I.3. – P.1331-1334.

146. WHO – guidelines for testing mosquito adulticides for indoor residual spraying and treatment of mosquito nets. - WHO/CDS/NTD/WHOPes/GCDpp/ - 2006. – V.3. – P.10-13.

147. WHO-Желтая лихорадка Информационный бюллетень
www.who.int/mediacentre/factsheets/fs100/ru/

148. Wilson, P. Historical sketch of the epidemic yellow fever which prevailed at Gibraltar in the autumn of 1828. // *The Lancet*. – 1830.-V14 (352). P.325-330.

149. Yellow fever at Bermuda. // The Lancet. – 1844.- V43 (1076). P.111-112.
150. Yellow fever at Gibraltar. // The Lancet. – 1829.- V11 (290). P.774/.
151. Yellow fever epidemic of 1793 in Philadelphia.
152. Yildirim A., Inci A., Duzlu O., Biskin Z., Ica A., Sahin I. *Aedes vexans* and *Culex pipiens* as the potential vectors of *Dirofilaria immitis* in Central Turkey. // Veterinary Parasitology. – 2011. - V178. - II–2. P. 143-147
153. Zehender G., Veo C, Ebranati E, Carta V, Rovida F, Percivalle E, Moreno A, Lelli D, Calzolari M, Lavazza A, Chiapponi C, Baioni L., Capelli G., Ravagnan S, Da Rold G, Lavezzo E. Palù G, Baldanti F., Barzon L., Galli M., Paraskevis D. Reconstructing the recent West Nile virus lineage 2 epidemic in Europe and Italy using discrete and continuous phylogeography. // PLoS ONE. – 2017. – V.12. – I.7.
154. Zgomba M., Petric D. Risk assessment and management of mosquito-born diseases in the European region. // Conference: The 6th International Conference on Urban PestsAt: Budapest, HungaryVolume: Proceedings of The 6th International Conference on Urban Pests. – 2008. - July 13-16. Hungary P. 29-40.