

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

ФГАОУ ВО

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ»

Аграрно-технологический институт

Департамент ветеринарной медицины

«Допустить к защите»

Директор департамента

ветеринарной медицины,

профессор, доктор ветеринарных
наук Ватников Ю.А.

«_____» _____ 2020 г.

Выпускная квалификационная работа специалиста

Специальность 36.05.01 «Ветеринария»

квалификация «Ветеринарный врач»

ТЕМА: «Эпизоотология заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми»

Выполнила студентка Улыбина Екатерина Александровна

Группа СВТсд-03-15

Студенческий билет № 1032151652

Руководитель выпускной

квалификационной работы

Макаров Владимир Владимирович,

доктор биологических наук, профессор,

профессор департамента ветеринарной медицины РУДН

(подпись)

Автор _____

(подпись)

г. Москва

2020г.

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский университет дружбы народов»**

**АННОТАЦИЯ
выпускной квалификационной работы
УЛЫБИНОЙ ЕКАТЕРИНЫ АЛЕКСАНДРОВНЫ**

(фамилия, имя, отчество)

на тему: **«Эпизоотология заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми»**

В работе приводятся актуальные статистические и эпизоотологические данные по эмерджентным заболеваниям, ассоциированным с рукокрылыми. Выявлены основные закономерности развития и появления эпидемий, обоснованы механизмы борьбы с ними.

Были сформулированы следующие основные задачи:

- Выяснить и обосновать свойства отряда рукокрылых, которые являются движущими в процессах экологии системы вирус-резервуар;
- Определить, опираясь на научные и публицистические источники, синантропизацию рукокрылых;
- Ряд заболеваний, которые связаны с рукокрылыми; разобрать, какие из заболеваний считать приоритетными для выполнения анализа, а какие разобрать обзорно;
- Разобрать, какие есть пути заражения от представителей рукокрылых;
- Собрать данные о случаях вспышек заболеваний, единичных случаях заболевания человека и животных после контакта с летучей мышью
- Оформить наглядные графики, из которых сделать вывод о распространённости, частоте и регулярности вспышек.
- Оформить общие выводы, включив возможности защиты и профилактики заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми.

В результате проведенного анализа были сделаны соответствующие выводы об особенностях эпизоотического процесса эмерджентных заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми:

- Рукокрылые обладают рядом особенностей, отличающих их организм от других представителей млекопитающих (иммунитет, машущий полёт, общественность и др.), что делает их подходящим резервуаром и распространителем вирусов.
- Рукокрылые успешно приспосабливаются к жизни в синантропной среде.
- Сформулирован список заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми, появление и вспышки каждого заболевания подробно рассмотрены как с эпизоотологической стороны, так и с экологической.
- Регулярность появления новых заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми, растёт, как и частота возникновения вспышек заболеваний, уже известных науке.
- Оформлены общие выводы, включающие важные аспекты профилактики распространения болезней и возникновения новых.

Автор ВКР

(подпись)

Улыбина. Е.А.

(ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	7
Актуальность темы.	7
Степень разработанности темы.	8
Цель исследования	8
Научная новизна.....	9
Научная, прикладная и теоретическая значимость работы.	9
Методология и методы исследования.....	9
Объём и структура дипломной работы.	10
Материалы и методы.	10
Личный вклад в выполнение работы.	10
Основные положения, выносимые на защиту.....	11
2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	12
2.1. Общие данные о рукокрылых и их свойства, важные для эпизоотического процесса.....	12
2.2. Синантропизация рукокрылых и контакт с человеком и домашними животными.	19
Задачи, вытекающие из вышеизложенного.....	23
3. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	24
3.1. Заболевания, ассоциированные рукокрылыми.	24
3.2. Вирус Эбола.....	24
3.3. Вирус Марбург	30
3.4. Вирус Хендра.....	33
3.5. Вирус Нипах	41
3.6. Вирус SARS-CoV	46
3.7 Вирус MERS-CoV	54
3.8 Пандемия COVID-19.....	57
Заключение	61
Источники	64

1. ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы.

За последние 50 лет человечество столкнулось с несколькими чрезвычайно опасными пандемиями (ВИЧ, тяжелый респираторный синдром, Эбола, COVID-19), которые унесли десятки тысяч жизней, сильно повлияли на экономику, а некоторые до сих пор наносят большой ущерб целым странам. Большинство пандемий вызвано новыми, неизвестными организму человека вирусами, которые долго существовали в условиях природных очагов. Из-за экологических, социально-экономических и поведенческих изменений человеческой популяции они получили возможность заражать новые организмы, в том числе человека, который в современном мире с развитой глобализацией является максимально эффективным переносчиком и распространителем вирусных инфекций. Несмотря на возможности современной науки, молекулярные и генетические технологии, обширные знания в эпизоотологии, не удалось предсказать ни одну пандемию до заражения первого человека. До сих пор важнейшими задачами эпизоотического мониторинга остаются наблюдения за различными членами экосистем, отслеживание динамики численности и структуры популяции животных, являющихся резервуарными хозяевами инфекций, их переносчиками. [11, 12, 13, 47]

В подавляющем большинстве новые патогены имеют зоогенное происхождение от диких животных. В их числе рукокрылые, которые занимают второе место по численности в классе млекопитающих после грызунов, однако изучены намного хуже во всех аспектах. И долгое время ученые отвергали любую возможность переноса летучими мышами заболеваний, аргументируя это экологической изолированностью группы. Однако сегодня относительно этого вопроса не может быть двух мнений. Высокая численность, разнообразие и особенности физиологии и экологии делают рукокрылых идеальным резервуаром для переноса микро и макропаразитов. На момент 2017 года от различных представителей этого отряда были выделены вирусы более 15 семейств, некоторые штаммы которых стали виновниками самых «ярких» вспышек неизвестных науке до

этого или мало изученных заболеваний. Кроме того, несколько видов патогенных бактерий и грибов также являются опасностью, исходящей от рукокрылых. [2, 13, 19, 60, 61]

Степень разработанности темы.

Мировое научное сообщество не раз обращалось к данной теме. За последние 20 лет почти каждая сильная вспышка эболавирусной инфекции, появление болезней Хендра в Австралии и Нипах в Малайзии сопровождалось исследованиями и публикациями, которые связывали возбудителей данных заболеваний с рукокрылыми. [WHO, 2008; 2016; FAO 2016; OIE Terrestrial Animal Health Code 2018]. Но по какой-то причине каждый раз это происходило с катастрофической задержкой, последствия которой отражены в количестве пострадавших и погибших людей. В отечественной литературе недостаточно освещены свойства организма рукокрылых, которые делают их наиболее подходящим резервуаром инфекции, а саму инфекцию столь опасной. Соответственно, без освещения этих пунктов не сделаны и выводы о том, как бороться и предотвращать исходящие от них эпидемии эмерджентных заболеваний. Кроме этого, полностью разработанной эта тема являться не может до тех пор, пока появляются провокационные сообщения об искусственном создании вирусов, о запланированных правительствами отдельных стран пандемиях. Такая информация, широко освещаемая в СМИ, ведёт к ложным представлениям, сильно тормозит процесс изучения и борьбы с распространением заболеваний. Чем больше научной информации, и чем она достовернее и доступнее, тем быстрее будет происходить мобилизация сил человечества. [5, 19, 21, 27]

Цель исследования.

Целью данной работы является получение объективной эпизоотологической характеристики глобальной картины распространения заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми, выраженной в категориях эпизоотологической методологии, на основе всестороннего анализа статистических данных, мировых баз данных организаций, ведущих борьбу с распространением заболеваний человека

(ВОЗ), животных (МЭБ, ФАО) и других, хранящих архивы сообщений о заболевании людей и животных, реакции общественности и государств.

Научная новизна.

Полученные в ходе исследования международных ресурсов сведения (количественные, эпизоотические, зоогеографические и др.), а также анализ связей вспышек заболеваемости с климатическими и антропологическими явлениями послужат новыми научными данными, характеризующие специфику эмерджентных заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми.

Научная, прикладная и теоретическая значимость работы.

Работа отражает современное положение рукокрылых в антропогенных экосистемах, их связь с эмерджентными заболеваниями. Представлены данные о важнейших свойствах отряда. Проведён аналитический анализ баз данных по вспышкам эмерджентных заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми, на основе которого сформированы выводы и инфографики. Прикладное значение – выявление в процессе обобщённого анализа эмерджентных заболеваний наиболее актуальных ветеринарно-эпизоотологических проблем, и формулировка научно-практических рекомендаций по их решению. Количественные и графические характеристики, полученные в результате данного исследования, отражают текущее состояние эпизоотологического и эпидемического процессов эмерджентных заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми.

Методология и методы исследования.

Методологическая основа данного исследования – научные публикации отечественных и зарубежных авторов, анализ принятых в борьбе с эмерджентными заболеваниями мер, их результативность. Результаты исследования получены с использованием аналитических, статистических и экспериментальных методов исследования. Особенностью работы является сочетание ретроспективного и перспективного анализа в условиях наблюдения за современным развитием событий, касающихся пандемии COVID-19. [Макаров В.В., Святковский А.В., Кузьмин В.А.,

Сухарев О.И. Эпизоотологический метод исследования. ISBN 978-5-8114-0903-7 изд. СПб.: Издательство: Лань, 2009.]

Объём и структура дипломной работы.

Дипломная работа включает традиционные разделы: Введение, Обзор литературы, Собственные исследования, Заключение. Список литературы. Содержит 70 страниц машинописного текста. Иллюстрирована рисунками и таблицами. Список используемой литературы состоит из 73 источников, в том числе 29 отечественных.

Материалы и методы.

Исследования проведены с декабря 2019 по апрель 2020 в департаменте ветеринарной медицины РУДН под руководством научного руководителя, доктора биологических наук, профессора Макарова Владимира Владимировича. Объектом исследования послужили архивные данные (WHO¹, WANIS OIE², FAO³, CDC⁴, ProMED⁵) о вспышках эмерджентных заболеваниях (сообщения о заболевших, погибших людях и животных) и эпизоотический процесс развития пандемии COVID-19.

Личный вклад в выполнение работы.

Автором лично выполнен поиск и систематизация статистических и архивных данных по борьбе с эпидемиями. Проведен их количественный, эпизоографический

¹ WHO – ВОЗ – учреждение Организации Объединённых Наций, занимающееся решением международных проблем здравоохранения человечества.

² WANIS OIE – МЭБ – Всемирная организация по охране здоровья животных - межправительственная организация, решающая вопросы здоровья животных.

³ Food and Agriculture Organization, FAO – продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Основная задача – борьба с голодом населения.

⁴ Centers for Disease Control and Prevention (CDC) - Центры по контролю и профилактике заболеваний США федеральное агентство министерства здравоохранения США

⁵ Program for Monitoring Emerging Diseases - одна из крупнейших систем отчетности о вспышках болезней в мире. Главной целью организации является содействие коммуникации внутри международного сообщества ученых, врачей, ветеринаров, эпидемиологов, специалистов общественного здравоохранения и других заинтересованных в инфекционных заболеваниях в глобальном масштабе.

и ретроспективный анализ. Сформировано заключение и практические рекомендации. Дипломная работа оформлена, написана и напечатана лично автором.

Автор приносит глубокую благодарность научному руководителю, доктору биологических наук, профессору Макарову Владимиру Владимировичу за огромный вклад в работу, техническую и консультативную помощь.

Основные положения, выносимые на защиту

На защиту выносятся следующие научные положения:

Ветеринарная биоэкология отряда Рукокрылых (Chiroptera)

Ветеринарно-эпидемиологическая ситуация по эмерджентным заболеваниям, ассоциированным с рукокрылыми

Основные характеристики современной эпизоотологии эмерджентных заболеваний – закономерности, мировые горячие точки, прогнозы в связи с глобализацией и изменением климата.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Общие данные о рукокрылых и их свойства, важные для эпизоотического процесса.

Отряд рукокрылых до сих пор оставляет много открытых вопросов для учёных. Высказывались разнообразные теории, как связывающие рукокрылых с древними планирующими животными, так и приписывающие летучим мышам собственный путь развития. (рис.1) Старые научные труды относят рукокрылых к близкой приматам группе, а по последним генетико-молекулярным анализам рукокрылых относят к кладе Scrotifera, который объединяет в себе рукокрылых (Chiroptera), Хищников (Carnivora), Панголинов (Pholidota), Непарнокопытных (Perissodactyla) и Парнокопытных (Cetartiodactyla). Останки, а именно зубы, свидетельствуют о близости их с примитивными насекомоядными млекопитающими. Уникальной чертой эволюции этого отряда является то, что вначале они эволюционировали максимально быстро, а примерно с нижнего эоцена темп снизился до той степени, что план строения тела (на уровне семейства) практически не отличим от современных представителей. [17, 22, 24]

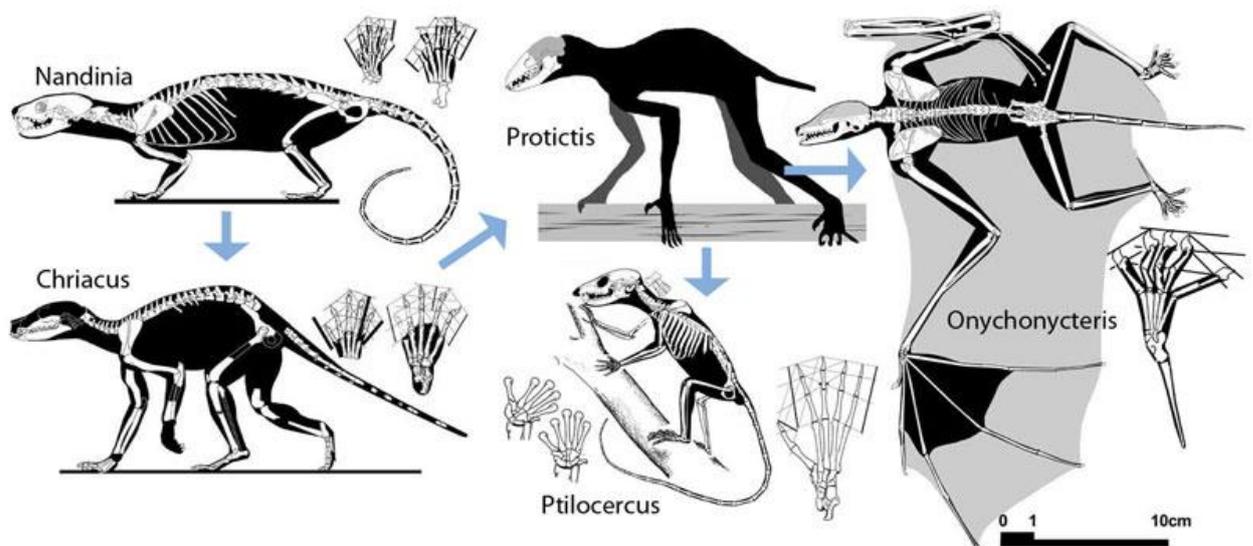


Рисунок 1. Происхождение рукокрылых [Antropogenez.ru]

Рукокрылые на определённом этапе развития начали сильно зависеть от пещер и ночного образа жизни. Об этом свидетельствуют останки древнейших представителей. Полёт возник раньше эхолокации, приспособления для которой

сейчас сильнее всего развиты среди подотряда летучих мышей (Microchiroptera). И сейчас многие виды проживают в колониях в пещерах, чердаках, заменивших их. [2, 3]

В определённый момент изучения этого таксона была выдвинута идея о том, что второй подотряд рукокрылых, крыланы (Megachiroptera) произошёл от древнейших представителей приматов. Это бы объясняло агрессивность вирусов, переносчиками которых они являются, по отношению к человеку. Но в 1991 году эту теорию опровергли генетики, по данным которых рукокрылые всё же монофильная группа. Поэтому причины столь активного заражения нужно искать среди других их особенностей.

Всё же филогенетический путь рукокрылых сделал их весьма эволюционно успешным отрядом. Они заселили все континенты, кроме полюсов, достигли огромного видового разнообразия и численности за счёт некоторых свойств, которые так же важны для данного исследования. Во-первых, летучие мыши – социальные животные с сильно развитым общественным инстинктом. Они переживают дневное время и зимуют в ограниченных пространствах (пещерах, под крышами жилых домов), сбиваясь в группы, зачастую соседствуя с другими видами рукокрылых. При этом у них сильно развиты связи с сородичами, известны даже случаи подкармливания старых животных, которые не способны сами добывать пищу. Условия замкнутого пространства и скученности особей идеальны для обмена вирусами, паразитами. Среднестатистическая колония летучих мышей (на примере позднего кожана) «занимает» территорию 50 кв. км. При радиусе ареала кормления 7.5 км (всего 176 кв. км.) нередки «перекрывания» диапазонов разных колоний. Из чего можно сделать вывод, что разные виды летучих мышей часто контактируют между собой как во время охоты, так и во время отдыха и зимовки. [3, 9, 14]

Настоящий машущий полёт – уникальный для млекопитающих, является огромным преимуществом для этой группы животных. Полёт позволяет свободнее перемещаться в поисках убежища или пищи. Даже оседлые виды летучих мышей совершают небольшие кочевки к местам зимовки и более благоприятным местам кормёжки (рис. 2) Перелётные же виды способны преодолевать расстояния от 300 до

1000 км, преодолевая водные пространства, до мест зимнего пребывания. Этот факт делает летучих мышей ещё и максимально подходящим вектором распространения патогенов. С путями их миграции регистрируются случаи заражения болезнями, для которых они являются носителями, в том числе бешенства (Франция, США, Канада). Так как во время длительных миграций - колонии рукокрылых нередко смешиваются, даже с другими видами отряда, происходит разнообразный обмен возбудителями – внутривидовой среди одной колонии, внутривидовой среди перелётных видов и межвидовой среди перелётных и оседлых, так как во время миграции группы рукокрылых могут занимать убежища, в которых на постоянной основе проживает местный вид. По типу spill over⁶ могут заражаться все восприимчивые животные на пути миграции колоний.

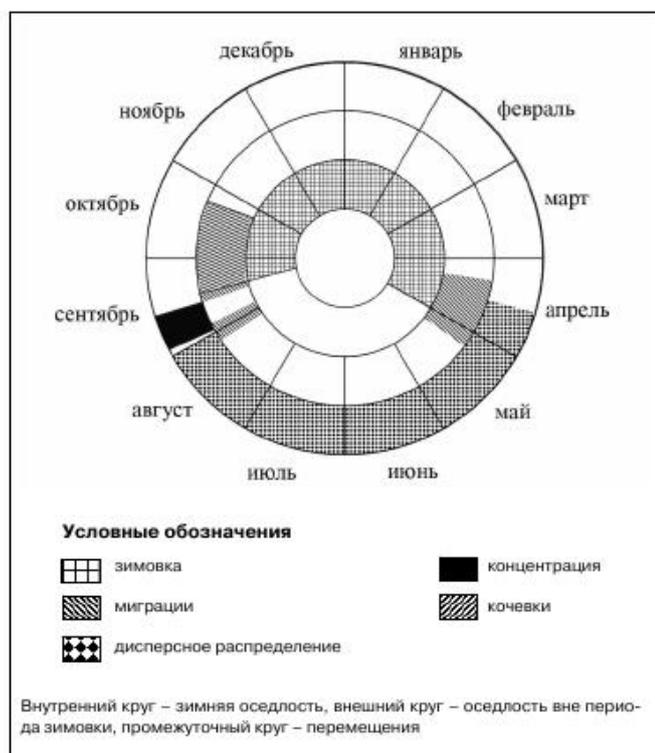


Рисунок 2. Годовой цикл пространственной структуры популяции прудовой ночницы Ленинградской области. Ковалев Д.Н. Попов И.Ю. Труды Карельского научного центра Российской академии наук 2011 [9]

Рукокрылые выгодно отличаются от соразмерных животных продолжительностью жизни, уступая разве что голым землекопам – абсолютным

⁶ заболеваемость типа spillover (англ. переливание через край) – внесистемная, «выпадающая», случайная заболеваемость нерезервуарных животных и человека

рекордсменам среди млекопитающих схожих размеров (рис.3). В отличие от других единичных видов, почти всех представителей отряда Рукокрылых можно назвать долгожителями. Как сообщают учёные, одна из самых небольших представителей с длиной тела не больше 14 сантиметров, массой 16-40 граммов, Большая ночница (*Myotis myotis*), могут доживать до 37 лет. Пока точно не известно каким образом они этого добились, но было открыто несколько любопытных механизмов, которые также могут быть интересны с точки зрения эпизоотологии вирусных заболеваний, которые они переносят. Из-за того, что представители рукокрылых приносят одного, редко двух детёнышей в год, смена поголовья в стае происходит за 8-9 лет, то есть нет резких перемен. Выделены следующие признаки, важные для экологии паразитарных систем и распространения зоонозов. [30, 47, 59]

- Большая продолжительность жизни – на генетическом уровне. Увеличение количества генов репарации ДНК (гены SETX и ATM, присущи только роду ночниц), сохранение их экспрессии на протяжении всей жизни. Из-за их постоянного надзора теломеры почти не укорачиваются, что сегодня считается главной причиной старения. Эта же особенность не даёт развиваться в их организме раковым заболеваниям. [59]
- Возрастание со временем активности генов, связанных с контролем и остановкой деления клеток, что скорее всего тоже является противоопухолевым механизмом. Однако не стоит забывать, что вирусы «предпочитают» для своего размножения именно активно делящиеся клетки. Возможно, таким образом вирусные частицы «замуровываются» в организме летучих мышей.
- Изменённые трансмембранные рецепторы к гормону роста (GHR^7) и инсулиноподобному фактору роста ($IGF1R^8$), из-за которых клетки менее активно реагируют на гормон роста.

⁷ GHR - Growth hormone receptor – трансмембранный белок, кодируемый одноимённым геном, рецептор гормона роста.

⁸ Insulin-like growth factor 1 receptor – трансмембранный белок, рецептор инсулиноподобного гормона роста.

- Сравнительно более активная аутофагия, позволяющая поддерживать в клетках работоспособность органелл. Вместо того, чтобы «убить» клетку, которая начинает плохо работать, в том числе из-за поражения вирусами, запускается механизм обновления органелл.
- Не замечено увеличения экспрессии генов, связанных у млекопитающих с воспалительными процессами. Эти гены у подавляющего большинства животных начинают «включаться» во второй половине жизни, в ответ на накопление в организме различных «поломок» и отходов обменных процессов. То, что у летучих мышей не работает механизм защиты от этого, может косвенно свидетельствовать о том, что такие процессы в их организме просто не происходят. Однако есть мнения, что они, возможно, приспособились к решению таких возрастных проблем иначе, и учёные пока не нашли этот механизм. [39]
- Из «генов долголетия» (около двухсот генов, так или иначе у млекопитающих, связанных со старением и долгой жизнью), девятая часть у летучих мышей работает противоположным образом (например активный у представителей рода *Myotis* ген PTEN (Phosphatase and tensin homolog супрессор опухолевого роста), подавляющий деление клетки, и почти полностью подавленный онкоген MYC). Как видно из приведённой схемы на рисунке 3, почти все представители Chiroptera «выбиваются» из стандартного соотношения вес-продолжительность жизни.
- Как и у всех млекопитающих иммунным ответом на вирусы у представителей отряда рукокрылых являются интерфероны. Однако, если у человека и других представителей этого класса интерфероны выделяются клеткой в ответ на размножение в ней вируса, чтобы «предупредить» соседние клетки, то у летучих мышей гены, кодирующие интерфероны, активны всегда. Это не даёт возможности попавшему в организм вирусу покинуть границы клеток-мишеней. [42]
- С другой стороны, чтобы не стать жертвой собственного сверхактивного иммунитета, у рукокрылых в ходе эволюции исчезли молекулы, ответственные

за распознавание чужеродных ДНК и РНК в цитоплазме клеток. Таким образом активный, зачастую разрушительный, иммунный ответ не включается, нейтрализация чужеродных агентов происходит на белковом уровне, без привлечения в процесс иммунных клеток. Этот же механизм предотвращает возникновение аутоиммунных заболеваний. [39]

- Во время машущего полёта из-за работы мышц летучие мыши нагреваются выше 40 градусов (до 48). Такая температура в организме прочих млекопитающих приспособлена для уничтожения вторгнувшейся угрозы – вируса. Получается, что вирусы, выжившие в организме летучих мышей, становятся «неуязвимыми» для защитных реакций организма человека.
- Так же как приспособление к полёту, у рукокрылых активнее работает система антиоксидантов. В том числе мелатонин, вырабатываемый только в темноте, у летучих мышей (ночных), вырабатывается в бóльших количествах, так как они активны ночью, а день проводят в тёмных укрытиях. [65]

Важно также отметить особенность вирусов, научившихся жить в паразитарной системе с рукокрылыми. Они преодолевают видовые барьеры за счёт использования древних и наименее специализированных молекулярных систем в организмах млекопитающих. Так, например, вирусы Марбург и Эбола для проникновения в макрофаги и дендритные клетки используют белки-лектины, универсальные в животном мире компоненты. Этим объясняется широкий диапазон восприимчивых животных. [26]

Обобщая, можно утверждать, что генетика, устройство иммунитета и полёт сделали рукокрылых идеальным резервуаром для накопления и агрессивной эволюции вирусов, долгосрочным переносчиком заболеваний на большие расстояния и при этом долгоживущим и устойчивым к ним. В их организме вирусы эволюционируют, становятся более патогенными, способными подавлять интерфероны и выживать при температуре лихорадки. Такие свойства делают их неуязвимыми для защитных реакций организма человека и домашних животных. Но летучие мыши (за исключением вампиров) не нападают на человека, зачастую не контактируют с ним напрямую. Тогда как происходит заражение? [18, 48 71]

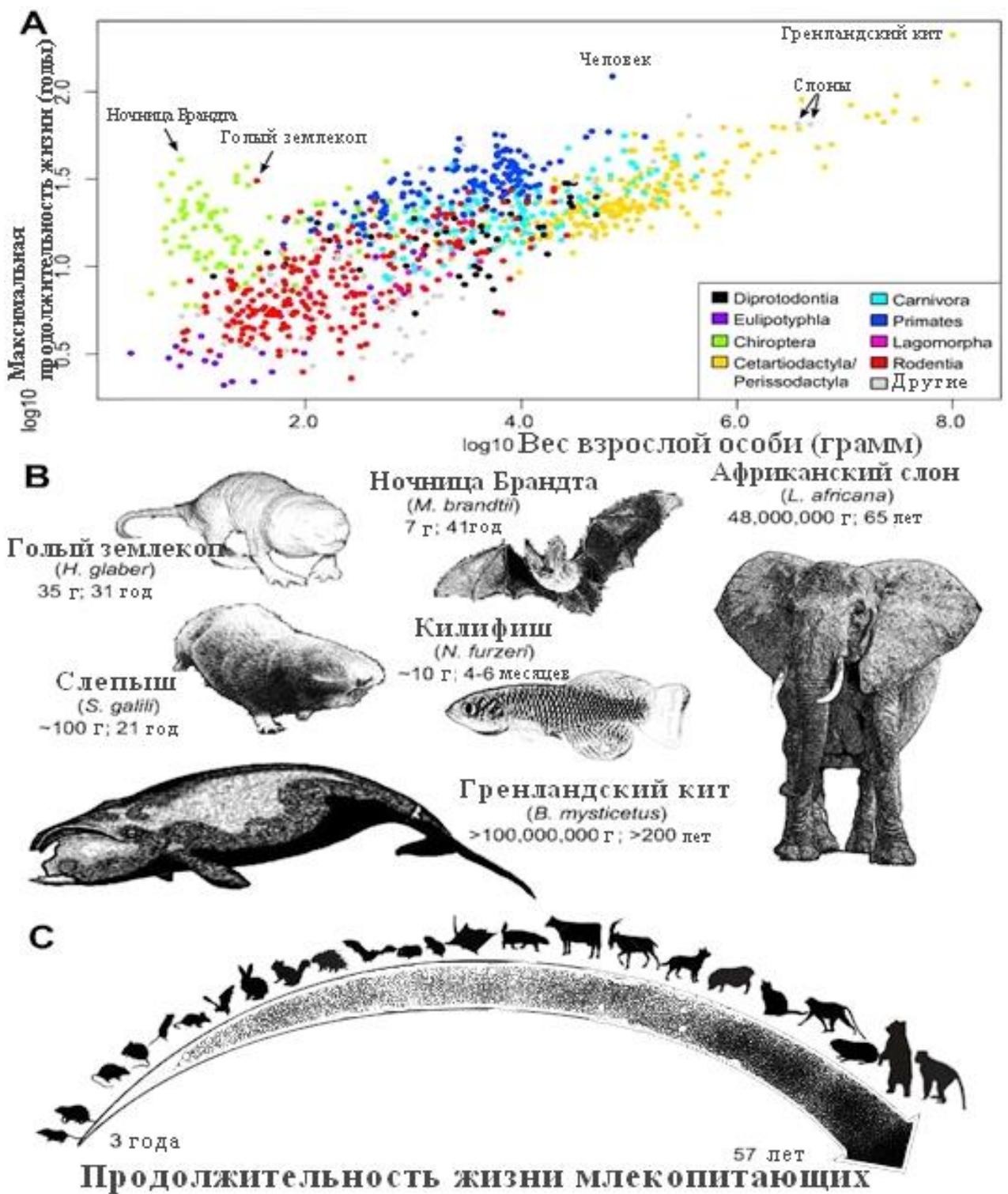


Рисунок 3. Схема сравнительной длительности жизни различных животных. [A] Максимальная длительность жизни, взятая по отношению к массе взрослой особи; [B] примеры видов-долгожителей; [C] сравнительное расположение некоторых видов млекопитающих по отношению к средней продолжительности жизни [62]

2.2. Синантропизация рукокрылых и контакт с человеком и домашними животными.

За последние годы сообщалось о расширении ареала многих животных, в том числе представителей рукокрылых, из-за изменений климата в сторону его потепления. Более мягкие зимы и долгие периоды межсезонья – хорошие условия для развития организмов, являющихся кормовой базой для летучих мышей. Кроме того, тёплая зима – гарантия того, что выживет больше особей, соответственно в будущем они смогут продвинуться севернее. [6, 10, 23]

Другие исследования говорят о том, что летучие мыши многих видов «стремятся» к городам и уже потеряли связь с изначальными местами обитания (для Саратовской области, например, 10 из 12 видов - ночницы степная и прудовая, нетопырь-карлик, нетопыри малый и средиземноморский, кожаны поздний и двухцветный и др.). Скорее всего это связано с тем, что в урбанистических убежищах рукокрылые меньше подвергаются нападениям хищников, находят богатые источники пищи и облегчают себе её добычу (охота на насекомых легче, когда они кружатся на одном месте под фонарём). Главной причиной учёные называют коммунальное отопление – зимующие колонии выбирают многоэтажные застройки, так как там стабильно поддерживается оптимальная для них температура. [8, 16]

Кроме температуры, растёт и уровень урбанизации и субурбанизации⁹ городов. Ещё в 2015 году было выдвинуто предположение, что расширению ареала нетопыря Кули способствует активная высотная застройка, начавшаяся на изначальной территории его обитания, и плавно распространяющаяся на север. В результате анализа, можно считать субурбанизацию даже более важным процессом, чем появление одиночных массивов многоквартирных зданий в отдалённых точках. Расширение городских границ и уплотнение застройки на местах бывшей деревни – «открытые ворота» для рукокрылых. Из лесов они начинают переселяться в ближайшие многоэтажные постройки с идеальными условиями для выводковых и зимующих колоний, осваивают жизнь в черте города и вскоре теряют всякую

⁹ Урбанизация – развитие городов, вплоть до мегаполисов. Субурбанизация – связанное с этим развитие прилегающих территорий (пригородов) [wikipedia.org/wiki].

необходимость в естественных условиях, и могут спокойно перемещаться глубже в мегаполис. [1, 2, 4, 8, 14]

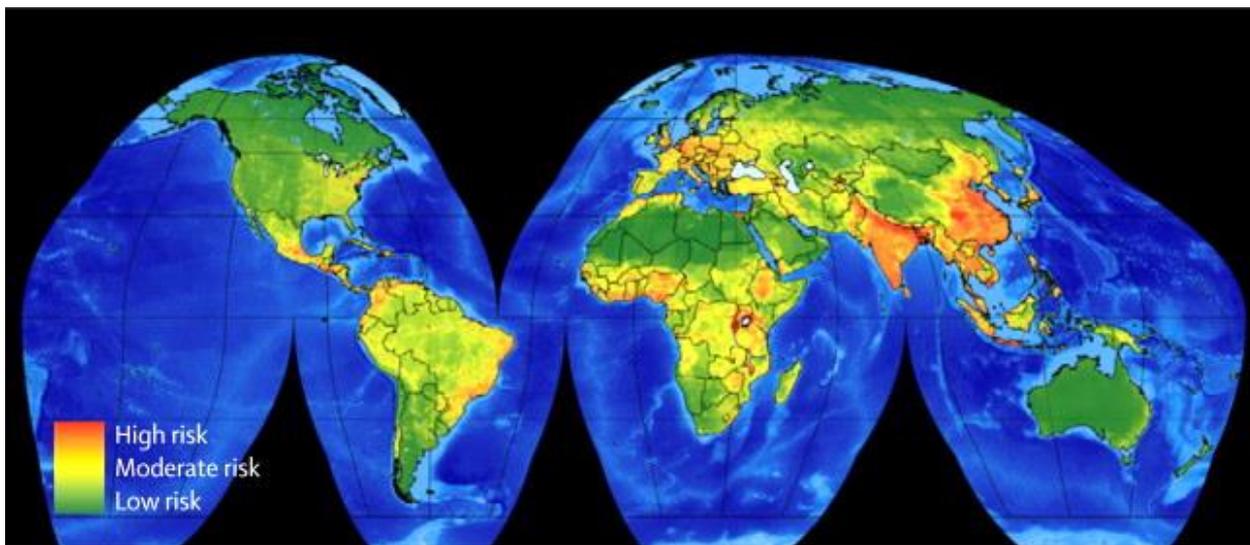


Рисунок 4 Всемирные "опасные" точки для развития природноочаговых болезней [Morse et al., 2012: The Lancet.]

Что касается южных очагов заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми, то также важным фактором является вырубка лесов под выращивание масличных пальм или фруктовых деревьев, которыми питаются крыланы. В условиях агроценозов они чаще контактируют с домашними животными и людьми, увеличивая шансы вирусов на распространение. В самых отдалённых от цивилизации районах сильны ещё влияния культурных и религиозных верований, культов, тесно связанных с животными, в том числе дикими, что может провоцировать укоренение и распространение «cultural related diseases». Но и рост технологий в обществе, отказавшемся от таких предрассудков, не всегда является благом. Именно с новыми, не обоснованными и не проверенными должным образом технологиями производства кормов связаны «production system related diseases». Также надо отметить рост социальной мобильности человечества, с ним связана группа болезней, обозначаемая ВОЗ «movement/trade associated diseases». Климатические изменения вместе с урбанизацией и расширением границ антропогенного влияния влияют на синантропных животных, приводя к изменению

лоймопотенциала¹⁰ очагов инфекции, судя по опыту последних эпидемий, в сторону увеличения интенсивности передачи инфекции. (рис. 4) [11, 20, 63]

Можно было бы закрыть на это глаза, если бы не исследования последних лет, сообщающие, что на рукокрылых паразитируют гамазовые клещи, паразитирующие в основном на грызунах, зайцеобразных и насекомоядных, которые ведут себя на урбанистическом поле более активно, тем самым ещё больше приближая вирусные агенты к «новым» потенциальным жертвам. Данный инфраотряд членистоногих, а именно паразитические виды, связывают с распространением и резервацией многих природноочаговых зооантропонозных инфекций, таких как клещевой энцефалит, боррелиоз Лайма, бабезиоз собак, риккетсиозы, туляремия. Человек не является для них основной мишенью, но в местах их скоплений, они способны нападать на него, и передать со слюной возбудителей опасных болезней. [15, 49, 60]

Всё чаще рукокрылые перестают быть скрытными дикими животными, и буквально оккупируют гуманизированные территории. Так в 2013 году австралийский город Чартер Тауэрс столкнулся с 80-ти тысячной стаей летучих мышей. [ТАСС] А в декабре 2019 года в Украине 2-х тысячная стая летучих мышей была обнаружена на балконе жилого дома (рис.5). [СМИ, Facebook]



Рисунок 5. Запись с фотографиями зимующих животных на балконе жилого дома в социальной сети. [СМИ]

¹⁰Лоймопотенциал - эпидемический потенциал природного очага.

Из вышерассмотренного можно сделать вывод, что рукокрылые в большинстве успешно приспосабливаются к урбанизации и жизни бок о бок с человеком. И именно этот факт делает их потенциальными источниками эмерджентных инфекций и точкой отсчета следующих пандемий (рис. 6)

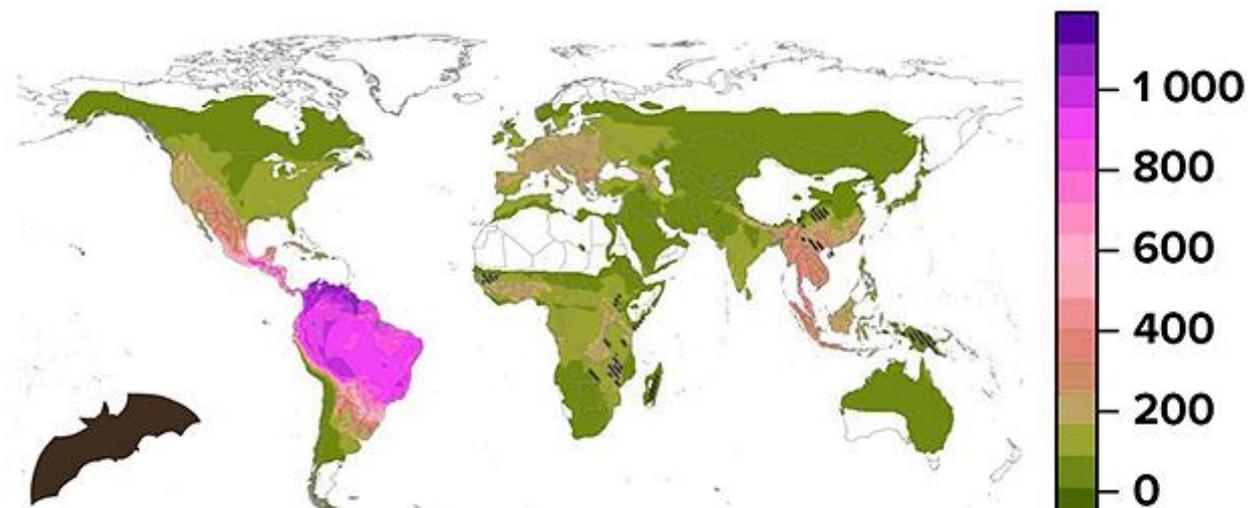


Рисунок 6. Прогноз возникновения новых зооантропонозов, ассоциированных с летучими мышами по данным Kevin J. Olival et al., 2017 [51]

Шкала показывает уровень опасности в случаях заболевания на единицу населения.

Задачи, вытекающие из вышеизложенного.

- Выяснить и обосновать свойства отряда рукокрылых, которые являются движущими в процессах экологии системы вирус-резервуар;
- Охарактеризовать, опираясь на научные и публицистические источники, синантропизацию рукокрылых;
- Определить ряд заболеваний, которые связаны с рукокрылыми; разобрать, какие из заболеваний считать приоритетными для выполнения анализа, а какие разобрать обзорно;
- Определить, пути передачи инфекции от представителей рукокрылых;
- Собрать данные о вспышках заболеваний, единичных случаях заболевания человека и животных после контактов с рукокрылыми;
- Оформить наглядные графики, из которых сделать вывод о распространённости, частоте и регулярности вспышек;
- Оформить общие выводы, включив возможности защиты и профилактики заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми.

3. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.

3.1. Заболевания, ассоциированные рукокрылыми.

Следующий раздел содержит данные, полученные в результате статистического и эпизоотологического анализа как числовых показателей, так и действий общественности и реакций государств на эпидемии заболеваний, ассоциированных с рукокрылыми. Приведены уникальные совмещённые карты ареалов животных-резервуаров, животных-амплификаторов, эмерджентных вспышек заболеваний и природных катаклизмов. Также приведена основная и новейшая информация о каждом вирусе и заболевании, которое тот вызывает. [33]

Хронологически первые вспышки bat-borne¹¹ заболеваний расположены в следующем порядке:

- Филовирусы (Центральная Африка)
 - марбургвирусная болезнь 1967 год
 - эболавирусная болезнь 1976 год
- Парамиксовирусы
 - болезнь Хендра 1994 год (Австралия)
 - болезнь Нипах 1998 год (Малайзия)
 - хенипавирусная инфекция 2001 год (Индия и Бангладеш)
- Коронавирусы
 - тяжёлый острый респираторный синдром (ТОРС, SARS 2002-2003 год, Южная часть Китая, с возможным распространением по миру)
 - ближневосточный острый респираторный синдром (БВРС, MERS 2012 год, ОАЭ и другие страны Ближневосточного региона)
 - COVID-19 (2019 год, восток Китая и впоследствии весь мир)

Именно эти вирусные эмерджентные инфекции выделены в данной работе, как самые важные для изучения.

3.2. Вирус Эбола

¹¹bat-borne - Англ. обозначение болезней, ассоциированных с рукокрылыми.

Таксономия.

Riboviria › Orthornavirae › Negarnaviricota › Narploviricotina › Monjiviricetes › Mononegavirales › Filoviridae › Ebolavirus

Вирус Эбола вызывает геморрагическую лихорадку, поражая макрофаги и дендритные клетки, оказывает разрушительное действие на клетки кровеносных сосудов человека. Ученые отмечают сходство вируса Эбола с корью. [26]

За последние годы пристального исследования вируса Эбола было выявлено несколько его подвидов, названных по местам их первичного распространения: Заир, Судан, Бундибуджио, Таи Форест, Бомбали и Рестон. Последний был выделен не в Африке, а в Америке, от макак, привезённых с Филиппин, где в 2008 году были обнаружены свиньи, с положительным результатом на вирус Рестон. [7]

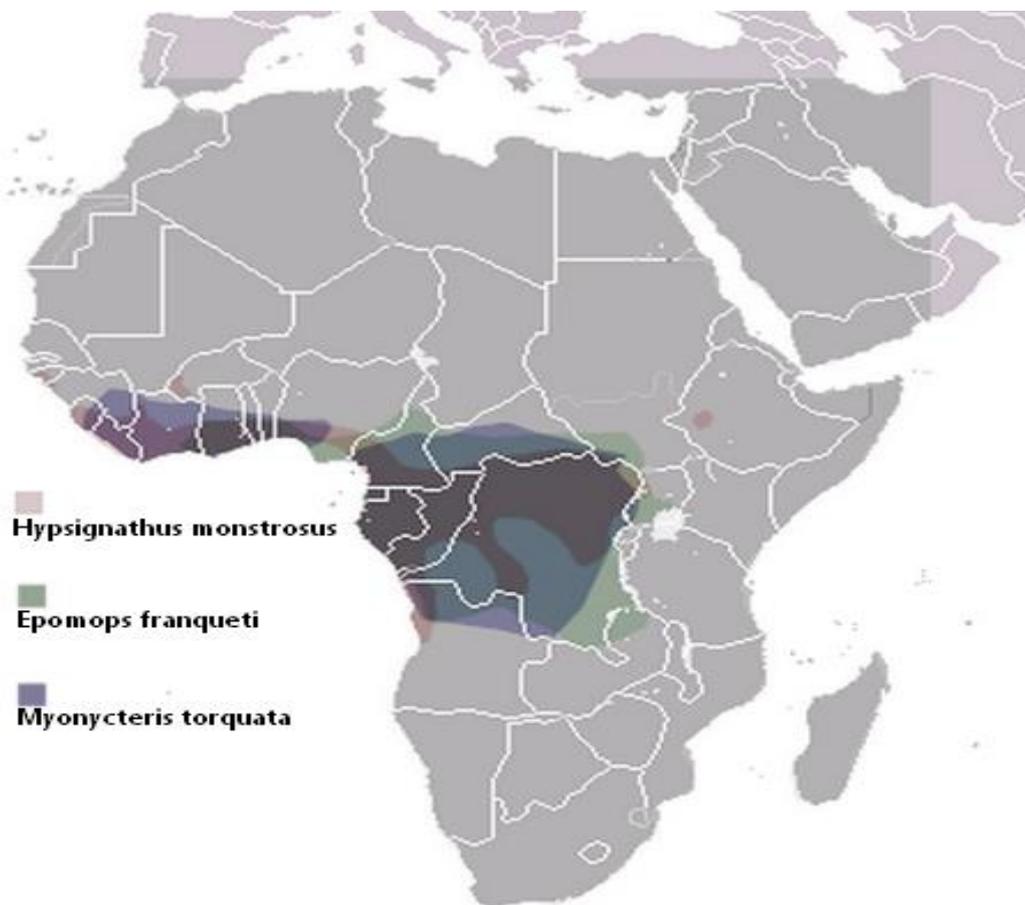


Рисунок 7. Совмещённые ареалы резервуарных для вируса Эбола видов. [По IUCN Red List of Threatened Species]

Природным резервуаром вируса Эбола считают рукокрылых трёх видов крыланов: молотоголовый крылан (*Hypsignathus monstrosus*), эполетовый крылан Франке (*Eromops franqueti*), ошейниковый крылан (*Myonycteris torquata*). Их ареалы

пересекаются почти на 80%, что видно на совмещённой карте (рис. 7), составленной на основе данных IUCN Red List of Threatened Species.¹²

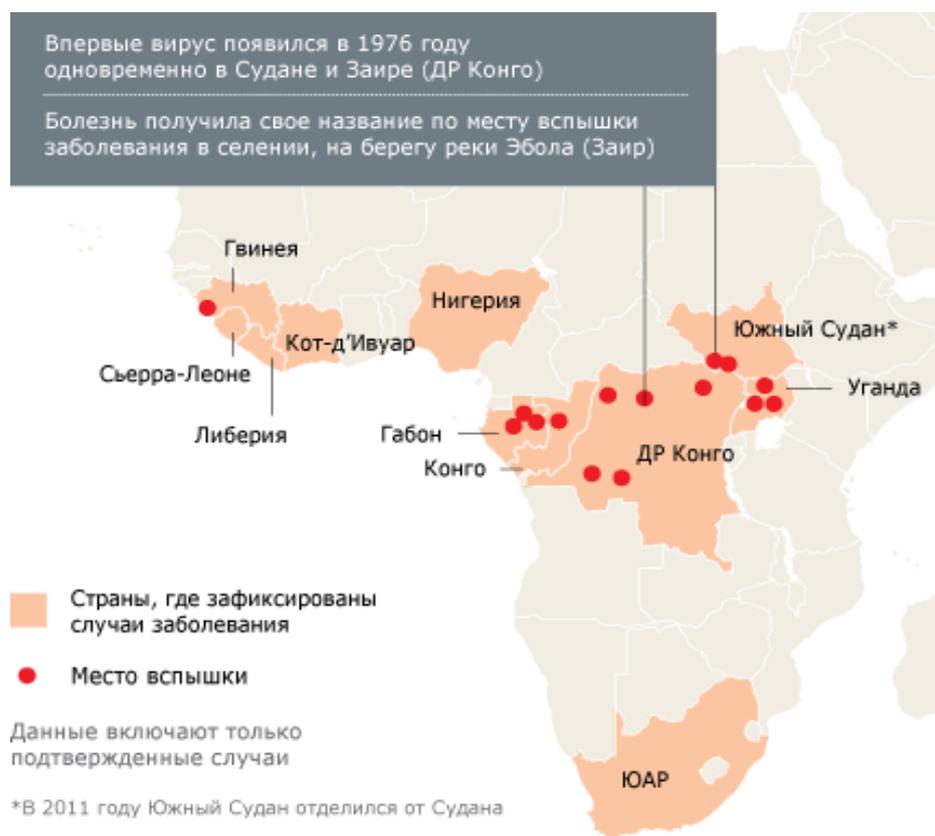


Рисунок 8. Распространение вспышек на карте Африки. [ИТАРТАСС]

Сопоставляя совмещённую карту ареалов видов-резервуаров и вспышек заболеваний, хорошо видно, что большинство вспышек находится именно на пересечении всех трёх зон обитания рукокрылых (рис. 8).

Если к анализу добавить карту распространения основных амплификаторов (шимпанзе, гориллы и карликовые антилопы), становится ясно, что скорее всего большую роль в передаче заболевания играют приматы (рис. 9).

Из-за экологической, точнее биотопической близости пострадали больше гориллы в центральной части Африки – более 5000 (90% популяции) животных погибло от эболовирусной болезни. Также лабораторные эксперименты подтвердили возможность заражения свиней, нашли антитела к вирусу в крови домашних собак.

¹² Красный список угрожаемых видов – наиболее полный список биологических видов, база их глобального статуса сохранения. Содержит наиболее актуальную информацию об ареалах животных, их численности и охранном статусе.

Но ОИЕ не придаёт домашним животным какой-либо роли в распространении эболавирусной болезни. [56]

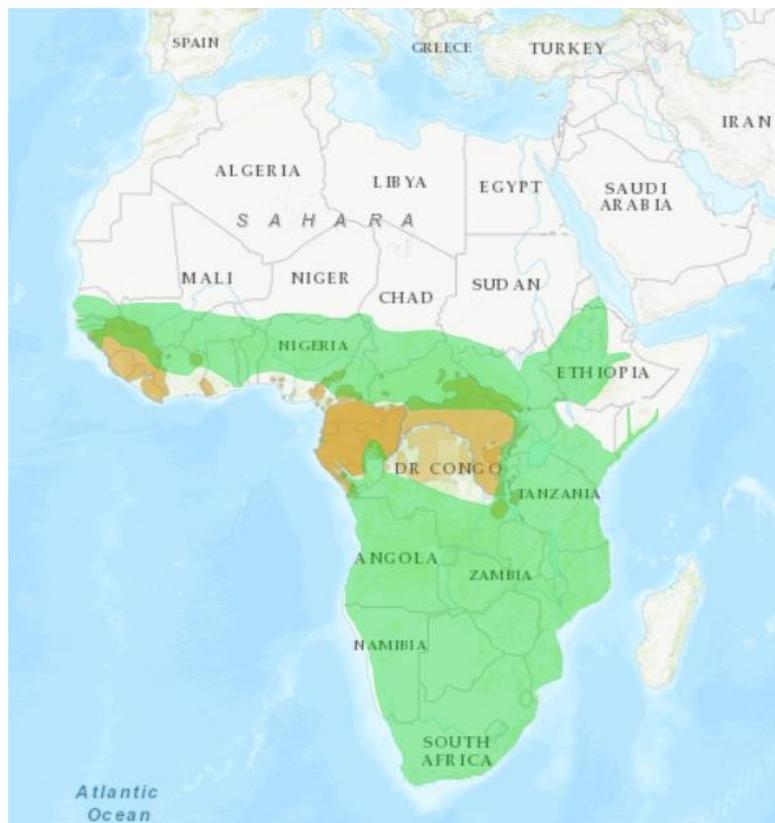


Рисунок 9. Распространение приматов-амплификаторов (рыжий) и копытных (зелёный) [По IUCN Red List of Threatened Species]

Основным фактором передачи вируса от животных человеку остаётся охота (как непосредственно на рукокрылых, так и на животных-амплификаторов) и употребление в пищу фруктов, загрязнённых их выделениями.

На составленной в ходе статистического анализа гистограмме, представленной на рисунке 10, линии тренда показывают потенциал вируса. Несмотря на все принятые меры увеличиваются случаи заражения и смертности.

Пример прогноза на 2015 год ВОЗ и CDC, опубликованный в виде инфографики ТАСС, приведён на рисунке 11.

Прогноз не сбывся, вместо минимальных предсказанных 550 тысяч заболевших с момента октября 2014, было не более 30 тысяч. Но вполне возможно, что такая

разница была достигнута вовремя принятыми мерами и поддержкой мирового сообщества. [38]

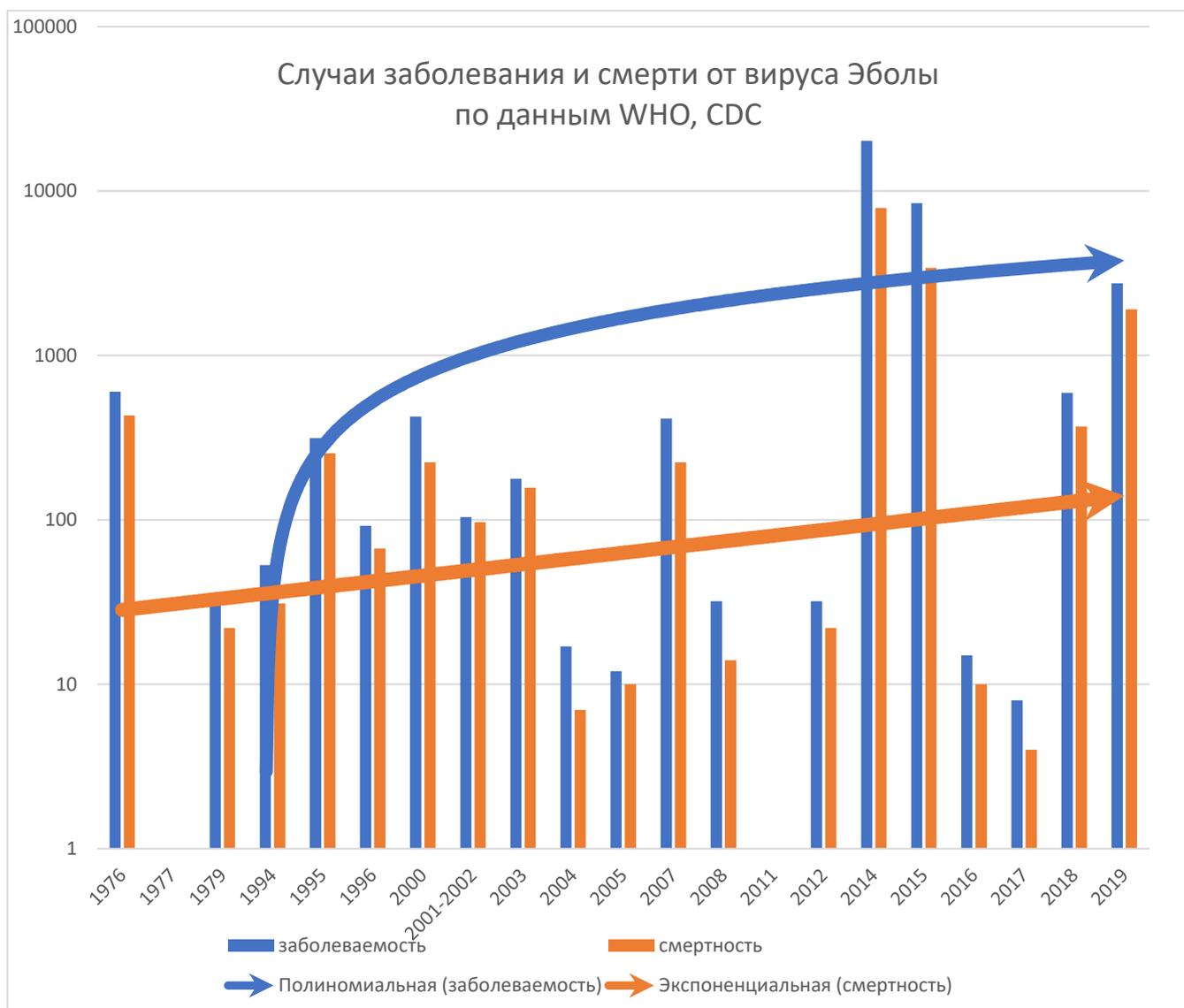


Рисунок 10. Результаты статистического анализа [по WHO, CDC]

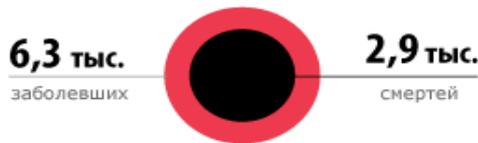
В октябре 2019 года был опубликован следующий, более далёкий прогноз. [38] Следующая большая вспышка предполагается учёными через 40 лет. Способствующие факторы: растущее в западной и восточной части Африки перенаселение, явления глобального потепления и общее увеличение нагрузки на экосистемы (факторы, отмеченные в работе выше). Из 20 тысяч просчитанных моделей результаты с самыми плачевными последствиями были в случае большого подъёма температуры среды и отсутствия кооперации между сопредельными странами. Результаты статистического анализа подтверждают данный прогноз,

показывая увеличение вирулентности и летальности инфекций, вызываемых вирусами группы Эбола. [38]

Лихорадка Эбола: прогноз до 2015 года

По данным Центра по контролю и профилактике заболеваний США, в Либерии и Сьерра-Леоне до января 2015 года лихорадкой Эбола могут заболеть от 550 тыс. до 1,4 млн человек, если не будут приняты меры для сдерживания распространения эпидемии

Общее число известных случаев заболевания
по данным на 25 сентября



Период, за который число заболевших удваивается



Инкубационный период заболевания – 21 день

Прогноз количества случаев заболевания
20 тыс. подтвержденных и вероятных случаев к ноябрю 2014 года



70,8% летальность заболевания

летальность заболевания

200 чел. умирают ежедневно

умирают ежедневно

Распространение заболевания

● Случаев заболевания не зафиксировано в течение 21 дня

● Новые случаи

Численность населения млн чел.

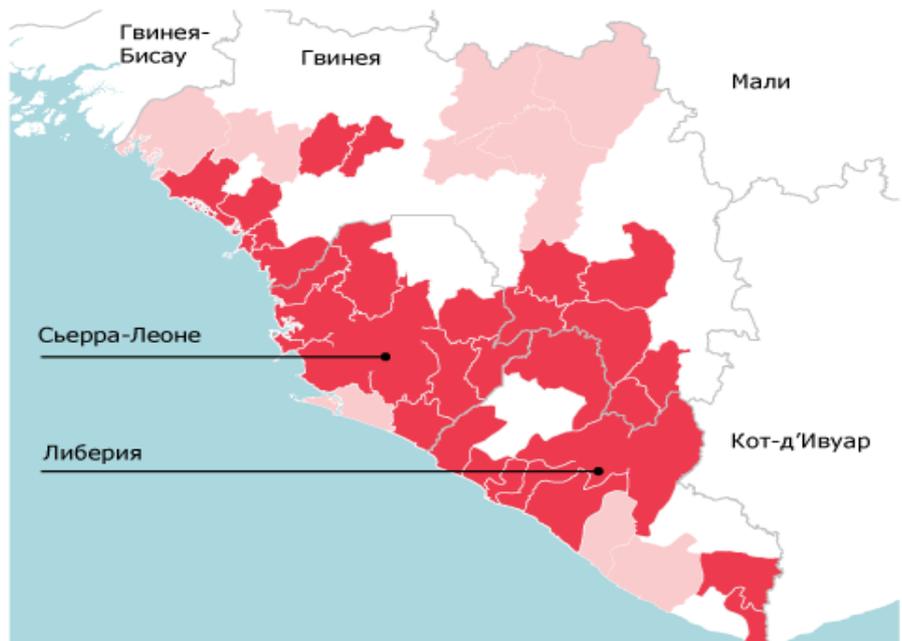


Рисунок 11. Пример прогноза ВОЗ и CDC в инфографике [ТАСС]

3.3. Вирус Марбург

Таксономия.

Riboviria › Orthornavirae › Negarnaviricota › Narploviricotina › Monjiviricetes › Mononegavirales › Filoviridae › Marburgvirus › Marburg Marburgvirus

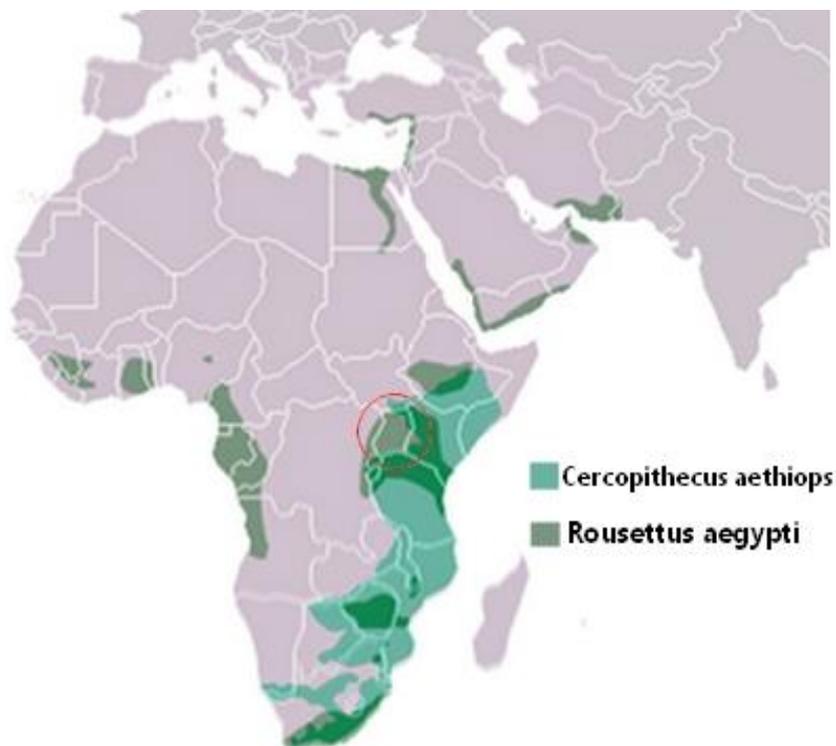


Рисунок 12. Сравнение ареалов резервуара и амплификатора вируса Марбург, красным выделен район, откуда были вывезены животные амплификаторы. [По IUCN Red List of Threatened Species]

Марбургвирусная болезнь для человека является тяжелым, летальным заболеванием. Резервуар инфекции – египетская летучая собака (*Rousettus aegypti*). Передаётся напрямую от животного к животному и от человека к человеку через любые выделения, контакт с трупом, органами. Летальность геморрагической лихорадки достигала во время разных вспышек от 24% до 88%. Вирус был идентифицирован в 1967 году после того, как марбургская болезнь покинула пределы Африки, и первые случаи геморрагической лихорадки были зафиксированы в Европе (Марбург, Франкфурт, Германия, Белград, Сербия) (рис. 13). Вирус занесён с животными амплификаторами (верветки *Cercopithecus aethiops*). Чтобы определить пересечение ареалов двух вышеназванных видов животных, были взяты наглядные

карты и путём наложения выявлены территории пересечения. На рисунке 12 видно, что Уганда находится вне зон пересечения.

Из этого можно сделать предположения:

- летучие собаки имеют более широкий ареал в силу того, что постоянно совершают миграции в поисках корма;
- верветки имеют более широкий ареал;
- карты ареалов устарели.



Рисунок 13. Предыдущие вспышки марбургвирусной болезни [ВОЗ 2014]

Как уже было замечено в обзоре литературы, ареал рукокрылых – это скорее та местность, на которой колонии проводят большую часть года. Обладая свободным полётом, летучие собаки постоянно перемещаются и могут быть замечены вне привычного ареала. Скорее всего верветки были отловлены на границе их ареала обитания, как раз пересекающегося с ареалом летучих собак. Остальные вспышки происходили больше на территориях, занимаемых колониями летучих собак, что подтверждает их роль в резервации инфекции.

Учитывая, что по данным ВОЗ свиньи являются чувствительными к вирусу Марбург и могут выступать в роли амплификатора, любые свинофермы на территории распространения египетских летучих собак можно считать «горячей точкой».

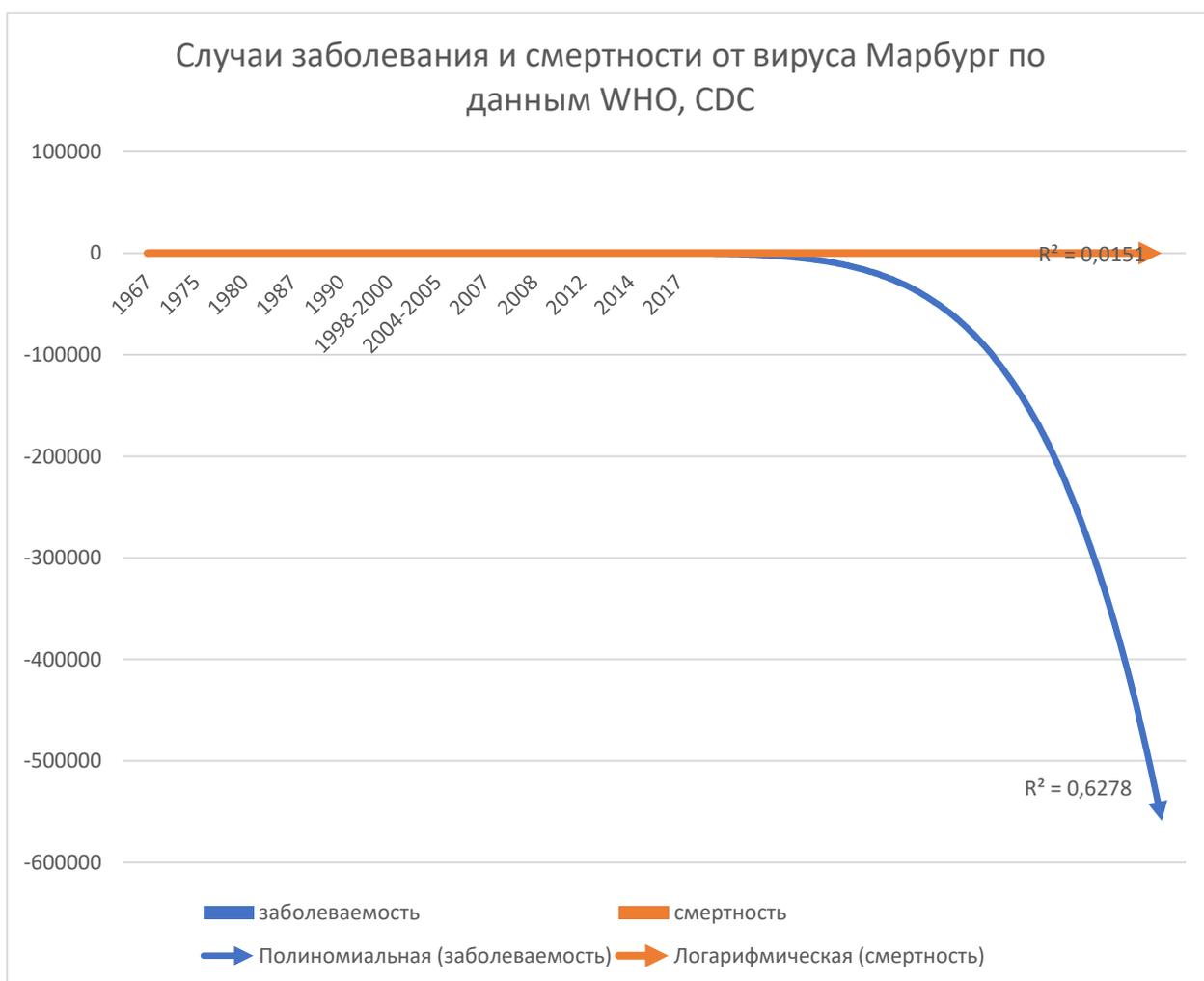


Рисунок 14. Гистограмма заболеваемости и смертности от вируса Марбург [по данным ВОЗ, CDC]

На распространение этой болезни большое влияние оказали религиозные ритуалы народов южной и центральной Африки, предполагающий тесный контакт с умершим. Вирус Марбург передаётся со всеми физиологическими жидкостями и через любые предметы, покрытые ими. Также известны случаи прямой передачи, при посещении плотно населённых рукокрылыми пещер (аспирационный тип). [ВОЗ]

Проведенный статистический анализ данных по заболевшим и погибшим за всё время изучения болезни показывает снижение потенциала вируса. Скорее всего он не выдерживает конкуренцию с более вирулентными родственниками – вирусами ряда Эбола, постепенно вытесняющим его.

3.4. Вирус Хендра

Таксономия.

Riboviria › Orthornavirae › Negarnaviricota › Narploviricotina › Monjiviricetes › Mononegavirales › Paramyxoviridae › Orthoparamyxovirinae › Henipavirus › Hendra henipavirus

Летальность для человека составляет 60%, лошадей 75%. Назван вирус Хендра в честь пригорода Брисбена, города на востоке Австралии. Впервые описан в 1994 году. Заболевание, вызванное вирусом Хендра, имеет высокий уровень смертности, из-за его внезапной вспышки привлекло внимание общественности. Возможно поэтому быстро было взято под контроль. Естественным резервуаром вируса оказались все четыре вида летающих лисиц, обитающих на территории Австралии и Новой Гвинеи. Вирус выделяется со слюной животных, с их экскрементами уже через неделю после того, как вирус попадает в организм рукокрылого. Лошади заражались при поедании корма, контаминированного продуктами жизнедеятельности рукокрылых. Самый высокий титр вируса обнаруживается в почках, поэтому скорее всего основной путь распространения – через их мочу. От лошади к лошади вирус передавался внутри одной популяции (стойла) через контаминированные предметы ухода, а также непосредственно человеком (через грязные руки, одежду). Не известно ни одного случая заражения от человека к человеку и от летучей лисицы непосредственно к человеку. И хотя ярче всего

заболевание протекало у лошадей и людей (персонал), было несколько случаев болезни собак, которые, впрочем, всегда выживали (одно животное уничтожили), болели либо скрыто, либо в лёгкой форме. Все случаи болезни собак связывают с непосредственным контактом животных с лошадьми (больными и павшими). Вирус у них обнаруживался тестами ELISA и реакцией нейтрализации (VNT). Лабораторным способом заражали кошек, морских свинок и домашних свиней. О случаях передачи вируса от других животных (кроме лошадей) человеку неизвестно. На рисунках 15 и 16 отмечены все вспышки заболевания. [46]

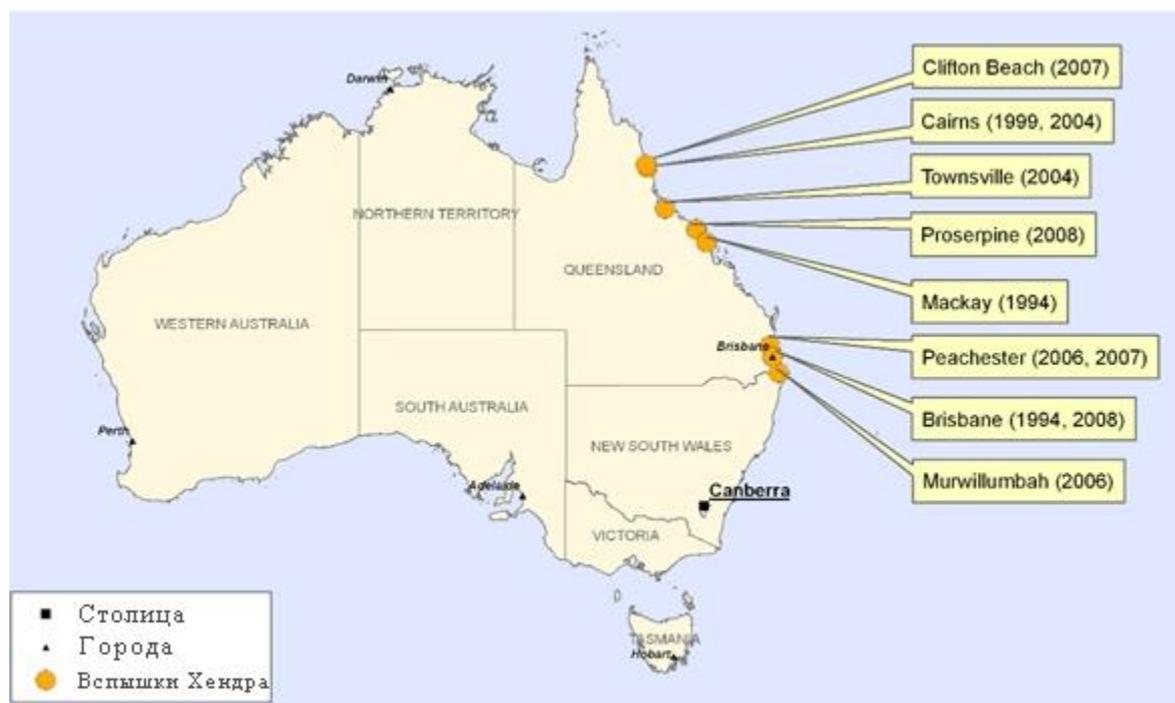


Рисунок 15 расположение вспышек заболевания вирусом Хендра в Австралии [по ВОЗ 2008]

Инкубационный период у лошадей длился от 10 до 14 дней. У животных-амплификаторов поражаются лёгкие, размножение вируса вызывает субплевральный отёк, петехии, острую интерстициальную пневмонию, истечения из носовой полости. При гистологическом исследовании обнаруживается фибринозный экссудат и кровоизлияния, во многих других органах васкулит капилляров. В некоторых случаях развивается отёк ЦНС, приводящий к энцефалиту. У человека протекает как похожее на ОРВИ заболевание, с поражением лёгких и почек.

Вирус очень чувствителен к дезинфицирующим средствам, поэтому даже самые простые методы очистки инвентаря и помещений помогают снизить риск

распространения инфекции среди лошадей. Это также объясняет быстрое взятие ситуации со вспышками под контроль. [72]

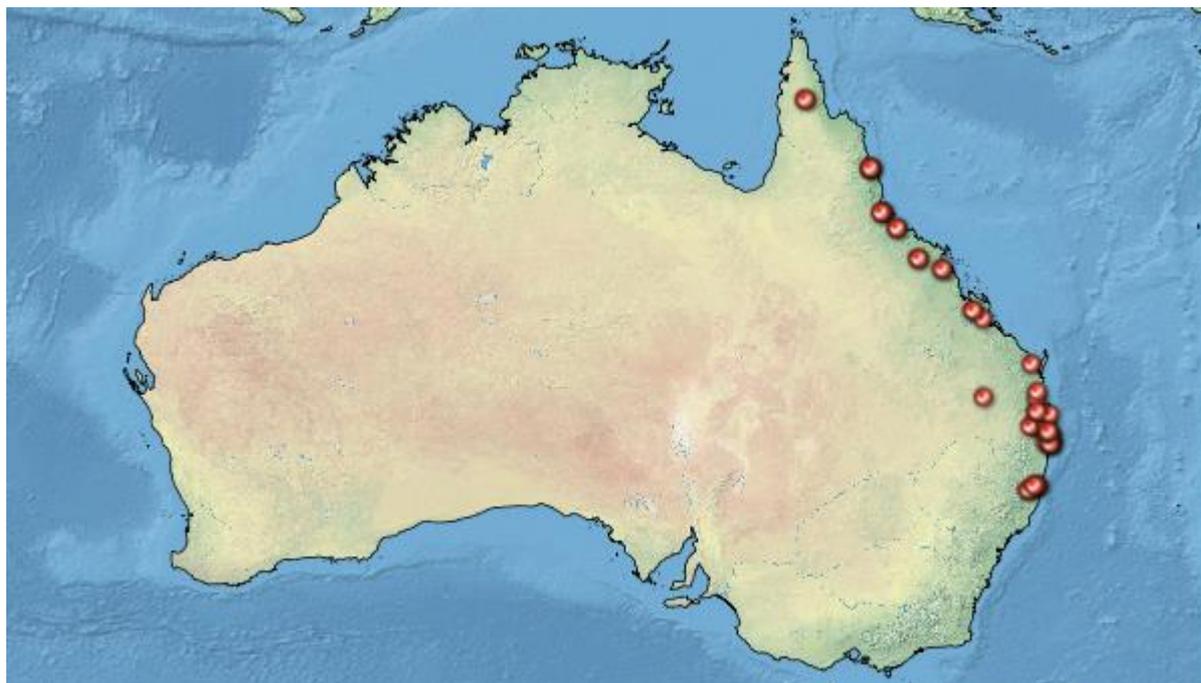


Рисунок 16. Карта подтверждённых случаев болезни Хендра у Лошадей и собак 2020. [FAO]

Основные методы контроля данной эмерджентной инфекции, которые принимаются до сих пор логичны и истекают из путей распространения вируса. [OIE]

- Ограничение контакта животных-резервуаров с возможными животными амплификаторами.
- Тщательная проверка кормов и воды. Заготовка в условиях изоляции от летучих лисиц.

Проведённый статистический анализ данных по заболеваемости и смертности среди людей и лошадей показывает снижение потенциала вируса (рис 17).

Несмотря на то, что относительно других эмерджентных заболеваний, Хендра не столь значима по количеству жертв и распространению, заболевание стоит очень тщательно рассмотреть. Во-первых, отметить быстрое реагирование властей, принятие всех мер предосторожности и огромные масштабы развернувшихся исследований. В приведённой таблице представлены данные из статьи

австралийских учёных, посвящённой сбору проб мочи летучих лисиц на всей территории Австралии с целью определения носителей вируса Хендра. [46]

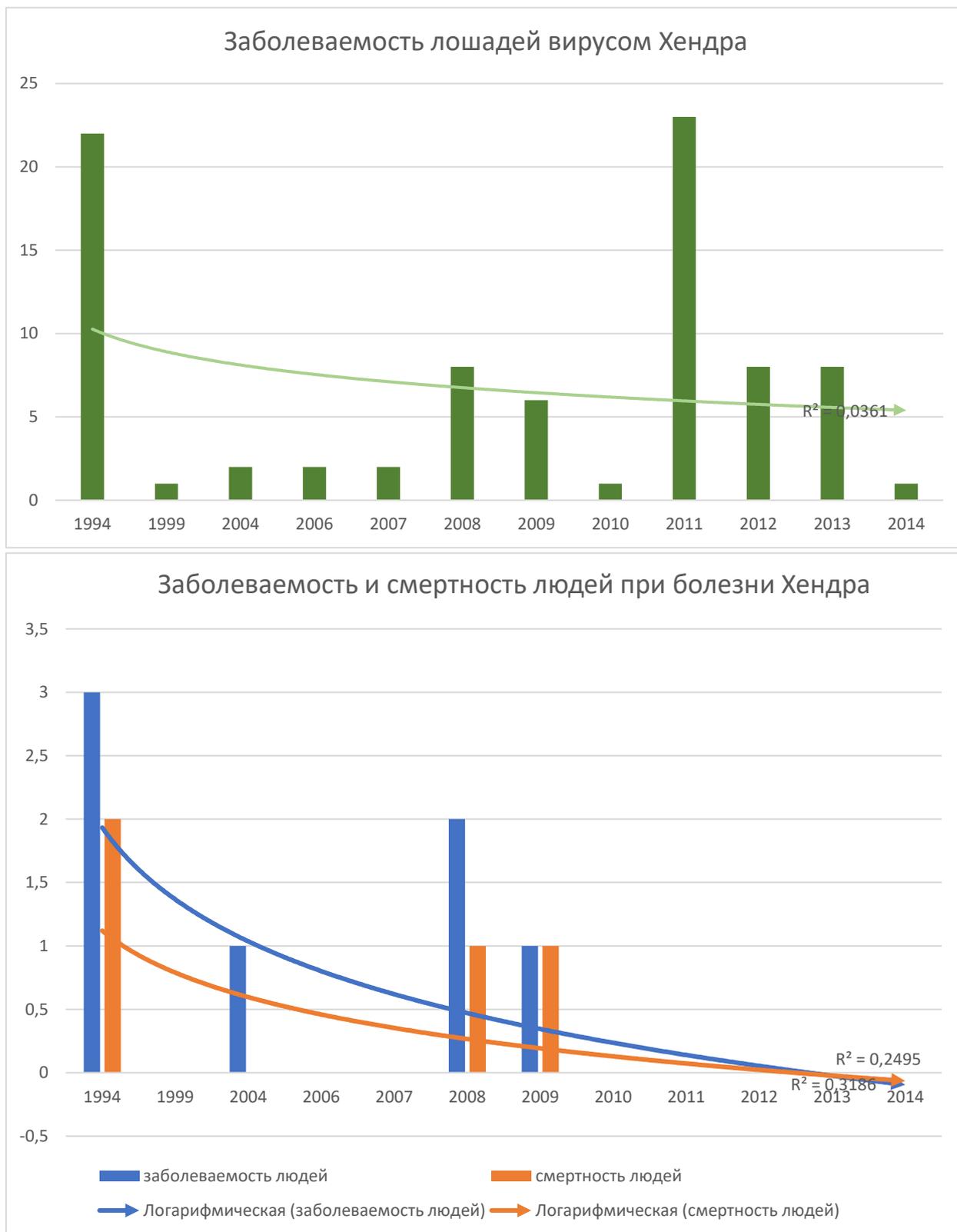


Рисунок 17. Гистограммы заболееваемости и смертности от вируса Хендра [по FAO, EMPRESS]

Таблица 1. Результаты взятия и исследования проб у различных видов летучих лисиц. Серым выделены периоды особо частого нахождения животных.

Дата	Виды	Количество собранный проб	Количество (%) Позитивных проб
30-июл	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	20	
08.авг	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	18	
17.сен	<i>P. polio</i> .	4	
20.ноя	<i>P. consp.</i>	20	3 (15.0)
28.ноя	<i>P. alecto</i> , <i>P. polio</i> . & <i>P. scap.</i>	6	
16.дек	<i>P. alecto</i> & <i>P. scap.</i>	17	
18.дек	<i>P. consp.</i>	21	
06.фев	<i>P. alecto</i>	20	
12.фев	<i>P. alecto</i>, <i>P. polio</i>. & <i>P. scap.</i>	20	1 (5.0)
25.фев	<i>P. alecto</i> , <i>P. polio</i> . & <i>P. scap.</i>	21	
06.мар	<i>P. alecto</i> , <i>P. polio</i> . & <i>P. scap.</i>	18	
24.мар	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	20	
25.мар	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	15	
26.мар	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	18	
27.мар	<i>P. alecto</i>	14	
09.апр	<i>P. polio</i> .	20	
17.апр	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	13	
12.июн	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i>.	13	1 (7.7%)
23.июн	<i>P. consp.</i>	13	
07.июл	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	18	
15.июл	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	13	
05.авг	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i>.	30	2 (6.7)
24.авг	<i>P. consp.</i> & <i>P. scap.</i>	30	2 (6.7)
25.сен	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i>.	36	12 (33.3)
02.окт	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i>.	45	2 (4.4)
09.окт.03	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i>.	17	2 (11.8)
20.окт.03	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i>.	32	4 (12.5)
22.окт	<i>P. consp.</i>	35	2 (5.7)
08.дек	<i>P. alecto</i>	30	
19.фев	<i>P. alecto</i> & <i>P. scap.</i>	28	
25.мар	<i>P. alecto</i> & <i>P. scap.</i>	34	1 (2.9)
07.апр	<i>P. alecto</i>	30	
30.апр	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	30	
10.июн	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	23	
25.июн	<i>P. alecto</i> & <i>P. polio</i> .	34	
06.июл	<i>P. consp.</i>	30	2 (6.7)
08.июл	<i>P. alecto</i>	23	

30.июл	<i>P. alecto & P. polio.</i>	32	
15.авг	<i>P. consp. & P. scap.</i>	33	
31.авг	<i>P. alecto & P. polio.</i>	22	
08.сен	<i>P. alecto & P. polio.</i>	31	
16.сен	<i>P. consp.</i>	32	
19.сен	<i>P. alecto</i>	25	
06.окт	<i>P. alecto & P. polio.</i>	28	
23.окт	<i>P. scap.</i>	34	
27.окт	<i>P. consp.</i>	32	
10-нояб	<i>P. alecto & P. polio.</i>	32	
11-нояб	<i>P. alecto, P. polio. & P. scap.</i>	34	
27-нояб	<i>P. alecto & P. scap.</i>	35	
01.дек	<i>P. alecto & P. polio.</i>	24	
05.январь	<i>P. alecto</i>	30	1 (3.3)
18.январь	<i>P. alecto & P. scap.</i>	30	
01.февраль	<i>P. alecto & P. polio.</i>	31	2 (6.5)
10.февраль	<i>P. alecto & P. polio.</i>	32	1 (3.1)
18.фев.03	<i>P. alecto & P. polio.</i>	31	
24.февраль	<i>P. alecto & P. polio.</i>	24	1 (4.2)
10.март	<i>P. alecto & P. polio.</i>	30	
25.март	<i>P. alecto & P. polio.</i>	28	1 (3.6)
01.апрель	<i>P. alecto & P. polio.</i>	22	
08.апрель	<i>P. alecto</i>	18	
13.апрель	<i>P. alecto</i>	28	
14.апрель	<i>P. scap.</i>	26	
16.апрель	<i>P. consp.</i>	30	
12.май	<i>P. alecto</i>	20	2 (10.0)
25.май	<i>P. alecto</i>	26	
28.май	<i>P. consp.</i>	30	2 (6.7)
03.июнь	<i>P. alecto & P. polio.</i>	13	1 (7.7)
		1672	45 (2.7%)

В настоящей работе был проведён анализ данных, приведённых в таблице. В результате были получены следующие результаты: наиболее часто исследователям попадались летучие лисицы вида чёрная летучая лисица (*Pteropus alecto*), они же чаще всего являлась носителем вируса Хендра. На втором месте по данным критериям стоит сероголовая летучая лисица *Pteropus poliocephalus* (рис. 18). [46]

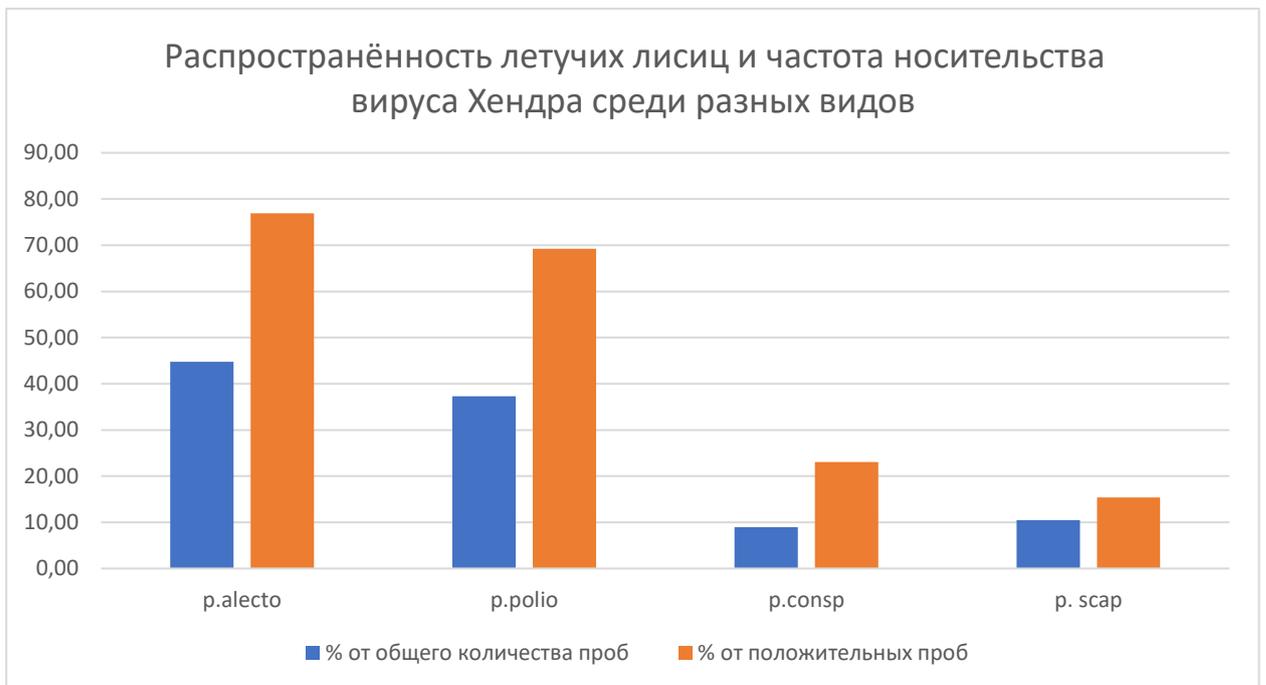


Рисунок 18. Гистограмма распространённости видов летучих лисиц и частоты носительства вируса Хендра [46]

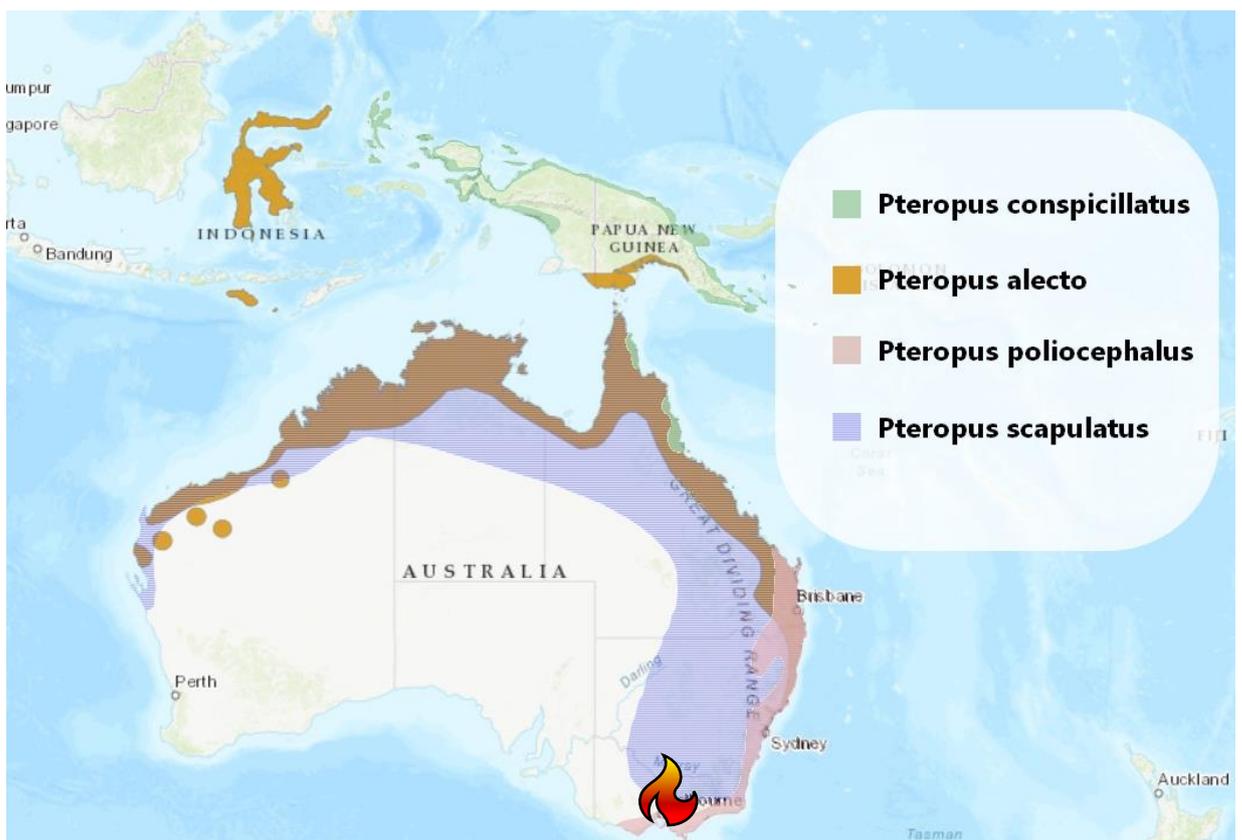


Рисунок 19. Совмещённая карта ареалов летучих лисиц Австралии. [По IUCN Red List of Threatened Species]

Обратим внимание на распространённость этих видов (рис. 19).

На совмещённой карте ареалов видно, что два вышеупомянутых вида больше распределены на северном и восточном побережье континента, почти не встречаясь в центральной части.

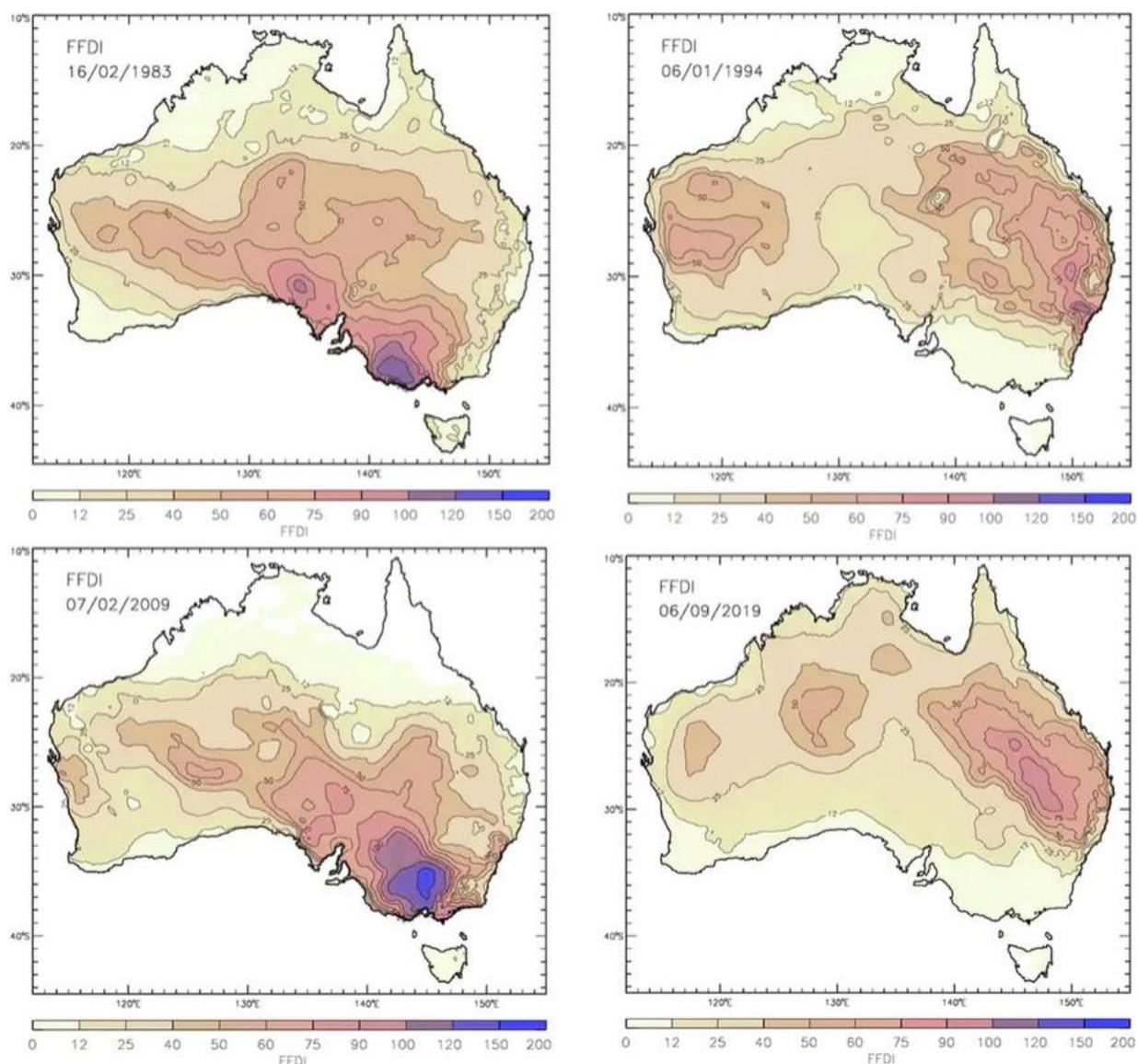


Рисунок 20. Значения индекса опасности лесных пожаров на территории Австралии. [Dr Andrew Dowdy, Australian Government Bureau of Meteorology]

Выше было упомянуто, как сильно на появление вспышек эмерджентных заболеваний влияют природные факторы – глобальное потепление, катаклизмы. Обратившись к архивным данным, в ходе исследования было обнаружено, что в 1994 году было очень мало осадков, что привело к сильнейшим пожарам (рис. 20). Следующий рекорд силы пожары побьют в 2008, и 2019 годах, что в свою очередь свидетельствует об учащении природных катаклизмов. Больше всего в 1994 году пострадал штат Новый Южный Уэльс, находящийся на юго-востоке континента. Из

этого мы делаем вывод, что пострадала естественная среда обитания летучих лисиц. Спасаясь от пожаров и в поисках пропитания в условиях засухи животные начали мигрировать, стали продвигаться выше, пересекаясь с другими колониями рукокрылых и в итоге достигли защищаемых от пожаров территорий, занятых людьми. По аналогии с другими известными вирусными заболеваниями животных (например, вирусные ринотрахеиты КРС и кошек) можно предположить, что и выделение вируса Хендра в стрессовых условиях будет увеличиваться. Таким образом, совпадение всех этих факторов и привело к первой вспышке в 1994 году. Вторая большая вспышка произошла в 2008-2009 году, тоже совпадая с аномальной засухой и пожарами. [5, 46, 64, 66]

Рассматривая идею связи климата и появления вспышек эмерджентных заболеваний ещё глубже, важно упомянуть климатический феномен Эль-Ниньо - Южная осцилляция Тихого океана. Именно эти климатические колебания регулируют количество осадков в Австралии (каждому континенту и части мира соответствуют свои глобальные атмосферные явления, например Диполь Индийского океана для стран, окружающих бассейн Индийского океана). В связи с поднятием средней температуры атмосферы Земли, колебания «маятника» увеличиваются, всё больше выходя за границы нормы, приводя к рекордам температуры и минимальным осадкам. [58, 67]

3.5. Вирус Нипах

Таксономия.

Riboviria › Orthornavirae › Negarnaviricota › Narploviricotina › Monjiviricetes › Mononegavirales › Paramyxoviridae › Orthoparamyxovirinae › Henipavirus › Nipah henipavirus

При первой вспышке заболевания в Малайзии, вызванного вирусом Нипах, его приняли за японский энцефалит. Первое сообщение в прессе 23 ноября 1998 года о вспышке предполагаемого заболевания среди фермеров, работающих со свиньями, подчёркивает, что свиньи не являются опасностью и их мясо распространяют без

ограничения. Причем против японского энцефалита существует вакцина, и, конечно, уже через пару дней после опубликования информации о вспышке, начали призывать прививаться людей, живущих поблизости и работающих на фермах. 7 января 1999 года уже появляется сообщение о массовом заболевании в Камбодже. [32]

Сначала уничтожение свиней не рассматривалось как путь борьбы с болезнью, говорилось о том, что уничтожение не исключит заражение людей, но только минимизирует количество заболевших. Поскольку вирус японского энцефалита не передавался при поедании мяса свиней, предлагалось следить за популяцией на фермах, прививать животных и людей и следить за поддержанием чистоты.

Тем временем власти Малайзии начинают контролировать информацию о вспышке, оправдываясь тем, что не хотят вызвать панику и снизить приток туристов. Но люди начинают замечать нестыковки: болеют в основном взрослые (японский энцефалит характерен тем, что заражаются дети и подростки) и тесты не подтверждают наличие вируса японского энцефалита. Причём из 13 умерших за время с начала вспышки до января 1999 года шестеро были вакцинированы.

Только 1 марта 1999 года было принято решение об уничтожении более 20000 свиней. Также провакцинировали примерно 2 миллиона животных в радиусе 2 км от места вспышек. Причем долго упускался факт болезни животных. Уже позднее ученые описали протекание заболевания у свиней, упоминая кашель, трудности дыхания и неврологический синдром.

И только к апрелю 1999 года, когда уже в четырех областях (штатах) Малайзии были вспышки, стало очевидно, что заболевание, вспыхнувшее в ноябре вызвано абсолютно другим вирусом. Когда врачи получили тест-систему, позволяющую определять носительство среди животных, началась настоящая работа. Положительные тесты получали от кошек, собак и лошадей. За 35 дней было уничтожено 901 934 свиньи (больных и контактировавших с больными). К исследованиям активно подключилась Австралия. 19 мая 1999 года впервые заговорили о возможной причастности летучих лисиц. В австралийской лаборатории

здоровья животных показали, что вирус передается человеку посредством слизи из носовой полости инфицированных свиней. 11 августа 1999 года полученные результаты тестов от диких представителей рукокрылых наконец позволили назвать их резервуаром для инфекции. Только через год эта информация окончательно подтвердилась, когда вирус выделили из мочи летучих лисиц, что помогло составить схему предотвращения переноса инфекции животными-амплификаторам. [32]

В этот же период в Бангладеш, в 17 км от границы с Индией появляется вспышка похожего на Нипах и Хендра заболевания (26 апреля - 26 мая 2001 года, 27 заболевших 9 погибших). В период 11-28 января 2003 года обнаружено заболевание, сопровождаемое энцефалитом, 106 заболевших, 8 погибших. Среди выздоровевших в некоторых случаях обнаруживались антитела к вирусу Нипах. Однако информации об этих вспышках намного меньше, не изучен путь заражения, не нашли второе звено (как в случае со свиньями) и лишь предполагали, что заражение могло происходить от больных коров.

Всего эта вспышка поразила 34 человека, 26 из которых погибли. CDC подтвердило, что в 16 случаях был виновен Нипах. Позднее, когда удалось выделить геном вируса, лаборатории CDC уточнили, что данная вспышка вызвана изменённым примерно на 5% вирусом Нипах. Распространяли её беременные летучие лисицы (период с ноября по апрель) и подтвердилась возможность заражения через фрукты и пальмовый сок. В 2005 году при новой вспышке уже явно обнаружилась передача от человека к человеку. [40]

В 2015 году вирус обнаружили у летучих лисиц в Новой Каледонии (после чего животных уничтожили). Несмотря на высокий риск (местные жители питаются летучими лисицами) ни одного случая заболевания людей задокументировано не было. Но само появление вируса Нипах так далеко от первых вспышек лишней раз подтверждает, что носителем являются летучие лисицы и подчёркивает эмерджентность ассоциированных с ними заболеваний. На рисунке 21 представлены ареалы летучих лисиц и география распространения хенипавирусных заболеваний. [32]

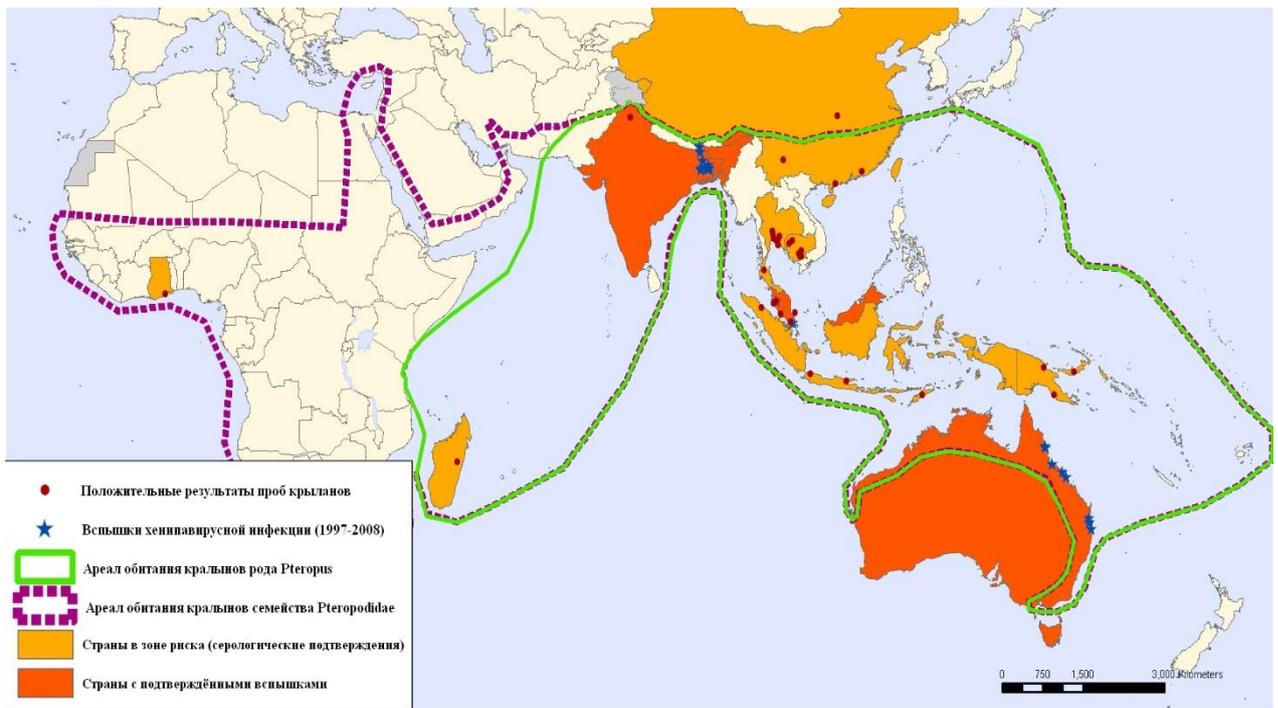


Рисунок 21. География распространения хенипавирусной инфекции (Нипах, Хендра) и ареала обитания летучих лисиц рода Pteropus 2008. [по ВОЗ]

На составленной по архивным данным диаграмме отмечены основные события и продвижения в изучении вируса Нипах. Линии тренда показывают снижение потенциала вируса.

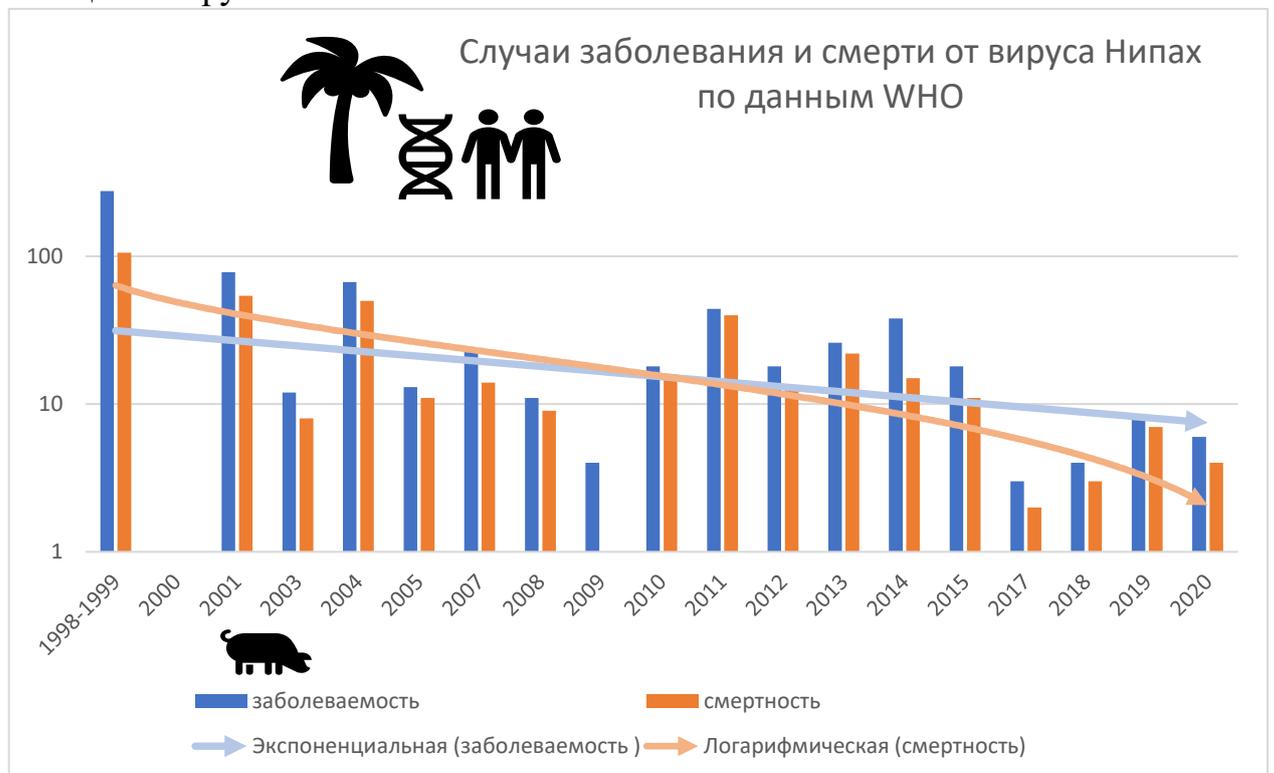


Рисунок 22. Гистограмма заболеваемости и смертности от вируса Нипах [по ВОЗ]

Подводя итог анализа действий правительственных структур во время вспышки этого эмерджентного заболевания, следует отметить, что было совершено много

ошибок, которые сейчас кажутся очевидными скорее всего из-за большого количества материалов, связанных с рукокрылыми. Однако главным вопросом остаётся почему так долго утверждалось, что болезнь вызвана другим вирусом, если были явные отличия (и заражение, и жертвы не совпадали). Хотя, всего за пять лет до вспышки в Малайзии, Австралия пережила первую вспышку заболевания Хендра, родственного вируса и уже успешно работала с пресечением распространения и заболеваемости среди домашних животных и людей. Во многих докладах сообщалось, что ни в Малайзии, ни в Бангладеш не было лаборатории, которая могла бы себе позволить сложные исследования с определением генома вируса из образцов больных. Конечно, в итоге специалистов из Австралии привлекли к работе, но очевидно, что это было сделано слишком поздно. Это лишний раз подчёркивает важность кооперации между государствами. Необходимо создать единую систему борьбы с эмерджентными болезнями, базу знаний по всем известным ассоциированным с рукокрылыми вирусам. [32]

Позитивным явлением можно считать то, что вспышка в Индии уже никого не заставила сомневаться так долго, и, возможно, именно ранняя диагностика позволила избежать большого количества жертв. Потому что именно со вспышкой в Керале обнаруживается способность вируса активно передаваться от человека к человеку [ProMed].

Отдельно нужно подчеркнуть, что вирус за 3-4 года изменил геном на 5%, что, скорее всего, и сделало возможным его передачу не через животное, а через продукты питания общие для человека и летучей лисицы. Ещё одним интересным фактом является утверждение, что вирус распространяют беременные рукокрылые (указание на определённый период вспышек, обнаружение в образцах тканей беременных животных). Скорее всего это связано с перестройкой работы иммунитета во время вынашивания плода, что позволяет подавленному вирусу пусть не вызвать болезнь, но размножиться в достаточном объеме для контаминации фруктов и пальмового сока. Такое видовое разнообразие «жертв» вируса объясняется тем, что для

проникновения в клетку он использует молекулы ephrinB2/B3¹³, весьма консервативную систему в классе млекопитающих. [32, 40, 53]

Заболевание, вызываемое вирусом Нипах, находится в списке, ежегодно составляемым МЭБ, перечисляющем болезни животных, подлежащие уведомлению. [25]

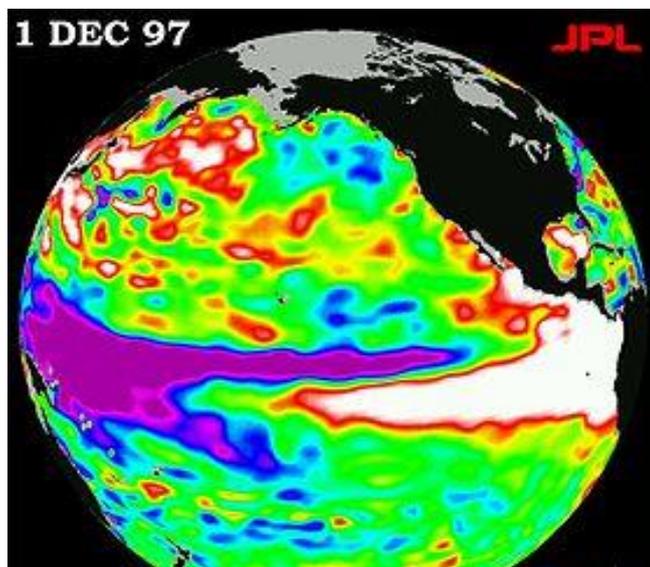


Рисунок 23 Эль-Ниньо 1997 года [ТОРЕХ]

Возможной причиной возникновения вспышки именно в Малайзии и именно в 1998 году, можно также считать экстремальные колебания Эль-Ниньо (Южная осцилляция) в Тихом океане, которые привели к засухам и лесным пожарам, которые, в свою очередь, привели к массовой миграции летучих лисиц на фермы Малайзии (рис. 23). [36]

3.6. Вирус SARS-CoV

Таксономия.

Riboviria › Orthornavirae › Pisuviricota › Pisoniviricetes › Nidovirales ›
Cornidovirineae › Coronaviridae › Orthocoronavirinae › Betacoronavirus › Sarbecovirus ›
Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus

¹³ ephrinB2/B3 - большая группа поверхностных клеточных рецепторов, участвующих в процессах как эмбрионального развития, так и во взрослом состоянии

По структуре генома и филогенетическому анализу коронавирусов семейства Coronaviridae можно разделить на четыре рода: α , β , γ и δ . Коронавирусы родов α и β обычно заражают млекопитающих и человека, в то время как коронавирусы родов γ и δ в основном заражают птиц. [31] На рисунке 24 наглядно видна степень родства изученных типов SARS вирусов.



Рисунок 24. Схема родства SARS вирусов. [Bats Are Natural Reservoirs of SARS-Like Coronaviruses. Li et al. 2005]

Атипичной пневмонией называют группу заболеваний, вызываемую различными агентами. Симптомы её и течение отличаются от типичной пневмококковой инфекции. Так же назвали и вспышку пневмонии в 2002 году в Китае. SARS – тяжелый острый респираторный синдром, контагиозное заболевание человека, с летальностью примерно 9,6% (процент летальных случаев увеличивается в группе возрастом старше 40 лет до 40%). [43]

Вспышка началась в ноябре 2002 года. Заболеть начали люди, обрабатывающие пищевые продукты и работники так называемых «мокрых рынков», где был представлен широкий ассортимент живых диких животных [CDC]. Понятие «мокрый рынок» пришло из английского языка, где «wet market» означает рынок различных продуктов, в том числе овощей, фруктов, различных продуктов животного происхождения. Отличием китайских рынков является изобилие живых животных, которых убивают и готовят там же, при заказе, в том числе и диких представителей фауны Китая и других стран. Скорее всего понятие «влажности» пошло от тающего льда, которым посыпаны прилавки с рыбой и мясом. В феврале 2003 появилась информация, что пневмонию вызывают микоплазмы, позже –

хламидии [ProMed]. На момент 20 февраля 2003 года сообщалось о 305 случаях, 5 смертельных. 20 февраля 2003 наконец пришли к выводу, что заболевание вызвано вирусом. Через день было уже 345 случаев, 7 смертельных. 12 марта 2003 года идентифицированные случаи заражения за границами Китая, в том числе 16 медработников во Вьетнаме, после поступления пациента из Гонконга. Это свидетельствовало о высокой контагиозности и о том, что медицинский аппарат не готов к поступлению пациентов с SARS. После этого ВОЗ выпускает глобальное предупреждение. Уже 14 марта SARS зарегистрирован в Канаде, 15 марта в Индонезии, Филиппинах, Сингапуре, Таиланде и Вьетнаме.

В марте ВОЗ сообщила о возможной связи с болезнями Нипах и Хендра, упоминая вспышки заболеваний, вызванных этими вирусами в своих докладах. Таким образом начали появляться первые параллели между заболеваниями, ассоциированными с рукокрылыми (ещё до определения животного-резервуара). Это привело к тому, что ситуация была воспринята серьёзно, намечен план действий по аналогии с прошедшими эпидемиями. Главным отличием этой группы заболеваний было и остаётся то, что коронавирусы передаются воздушно-капельным путём и первые их симптомы очень похожи на банальный грипп. В отличие от геморрагических лихорадок (Эбола, Марбург) и заболеваний с характерным или даже молниеносным (Хендра) течением, коронавирусная пневмония «маскируется» под повседневную простуду, которую в современном мире принято переживать «на ногах». Таким образом вирус получил вектор для распространения, способствующий перемещению между государствами и континентами. [68]

Созданная ранее (в 1997 году министерством здравоохранения Канады) специализированная система поиска, постоянно сканирующая интернет ресурсы на предмет новых случаев заражения или любой новой информации GPHIN¹⁴ послужила мощным инструментом в борьбе с распространением заболевания [ВОЗ].

¹⁴ Global Public Health Intelligence Network - Глобальная интеллектуальная сеть общественного здравоохранения (GPHIN) - это электронная система раннего предупреждения. Эта система отслеживает интернет-СМИ на девяти языках, чтобы помочь выявлять и сообщать о потенциальных вспышках заболеваний или других угрозах здоровью по всему миру.

22 марта 2003 года вирус был изолирован в департаменте микробиологии университета Гонконга, после чего запущено производство тест-систем.

В апреле обнаружили высокую способность вируса к мутациям. Однако МЭБ ещё отрицала связь SARS с животными. Но в июне, когда в Генетическом банке было уже 18 полных последовательностей генома коронавируса SARS, можно было делать обоснованные выводы. 17 из 18 изолятов имели 29-нуклеотидную делецию, подобную последовательности генома коронавируса вируса цивет, по крайней мере двух видов. Подобные SARS-CoV вирусы были обнаружены у енотовидных собак и китайских барсуков. На рисунке 25 показаны разные виды коронавируса, их животные носители и амплификаторы.

Доктор Дэвид Хейманн, исполнительный директор ВОЗ по инфекционным заболеваниям, сказал: SARS научил нас, что единственный случай заболевания может привести ко вспышке. Главной задачей врачей и правительственного аппарата становится отслеживание связей заболевших людей, карантин и прерывание цепи передачи вируса.

Осенью 2004 года, после ряда исследований запрещают продажу цивет на рынках. [ProMed] При этом выращивание их на фермах продолжается. Особо нужно подчеркнуть, что множество ферм, снабжающих крупные рынки диких животных в провинции Гуанджоу и по всему Китаю не проходят ветеринарно-санитарных проверок. Во время взятия проб для исследования, было выявлено, что каждая ферма содержит не более 100 животных, условия жизни которых не доведены до ветеринарно-санитарных стандартов. Для выращивания и продажи как живых животных, так и их мяса не требуется сопроводительных документов и должным образом не осуществляется ветеринарно-санитарный надзор. [70]

Осенью 2005 года учёные со всего мира подтверждают, что китайские подковоносые летучие мыши (*Rhinolophus*) – естественный резервуар. А они также были представлены на прилавках рынков, как в живом, так и в мёртвом виде. В 2017 году выходит крупное исследование об одной смешанной колонии, проживающей на территории провинции Юньнань в которой удалось найти все «кирпичики» SARS-CoV. В ней постоянно происходит обмен вирусом между особями. Особенно

выделяют роль вида *Rhinolophus sinicus*. Его представители оказались наиболее частыми носителями почти полноценного генома SARS-CoV. [31, 34, 54]

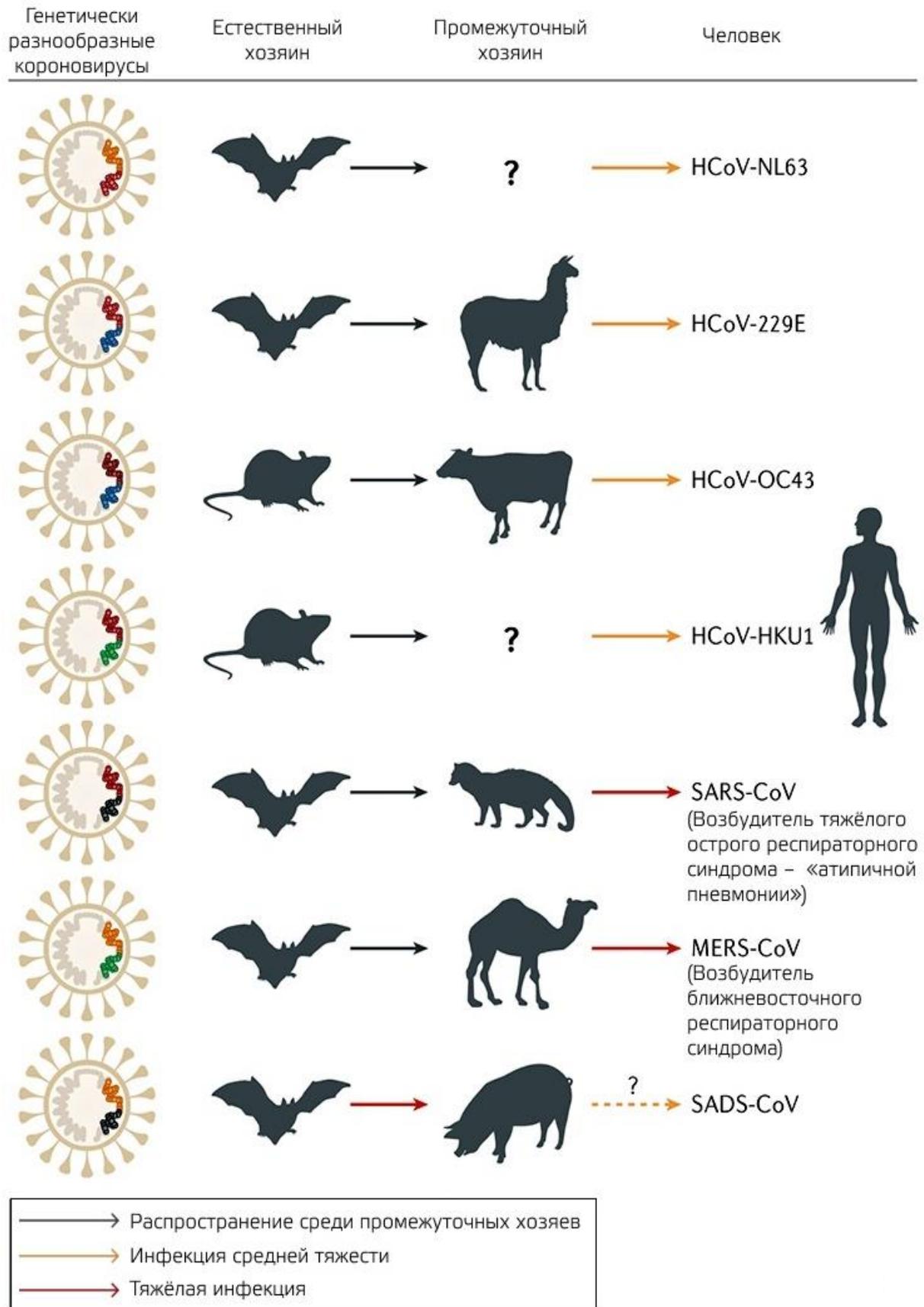


Рисунок 25. Схема передачи различных коронавирусов. [по Jie Cui, Fang Li et al. 2018]

Соответственно, в зоогеографическом анализе с целью определения пересечений в естественной среде в данной дипломной работе были рассмотрены следующие виды животных.

- Циветы (*Paguma larvata*) – хищное животное из рода виверровых, размером с небольшую собаку. Ведут ночной образ жизни, диета состоит из фруктов, мелких животных.
- Свиной (китайский) барсук (*Arctonyx collaris*) – хищник из семейства куньих размером с кошку. Ведет ночной образ жизни, питается мелкими животными, плодами.
- Енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides*) часто заселяет норы барсуков и лисиц, ведёт ночной образ жизни. Всеядна, в диету входят опавшие плоды. Впадает в спячку на зимний период. Из-за смягчения зим начинает осваивать новые территории, продвигаясь вглубь континента.
- Летучие мыши рода *Rhinolopus*, (*Rhinolophus sinicus*). Гнездятся и отдыхают днём в пещерах, питаются мотыльками и жуками. [52]

На совмещённой карте ареалов (рис. 26) отмечены также место вспышки атипичной пневмонии в 2002 году и провинция Юньнань, в которой обнаружили колонию-резервуар коронавируса ассоциированного с SARS человека. При таком методе анализа становится ясно, как сильно пересекаются ареалы животных всех вышеназванных видов. Учитывая их описанные повадки, они должны довольно часто пересекаться в дикой природе. Но пока сложно говорить о зараженности диких цивет, барсуков и енотовидных собак коронавирусом, так как отлов этих животных в диких условиях является непростой задачей.

Что касается климатических условий в 2002 году, то Гидрометцентр России отмечает, что весна 2002 года была очень холодной, а лето был самым жарким за последние 100 лет. Центральная часть Китая страдает от засухи, а восток от проливных дождей и наводнений. Можно снова предположить о миграции животных и стрессовых условиях, в которых вирусы получают больше шансов на распространение. [28]

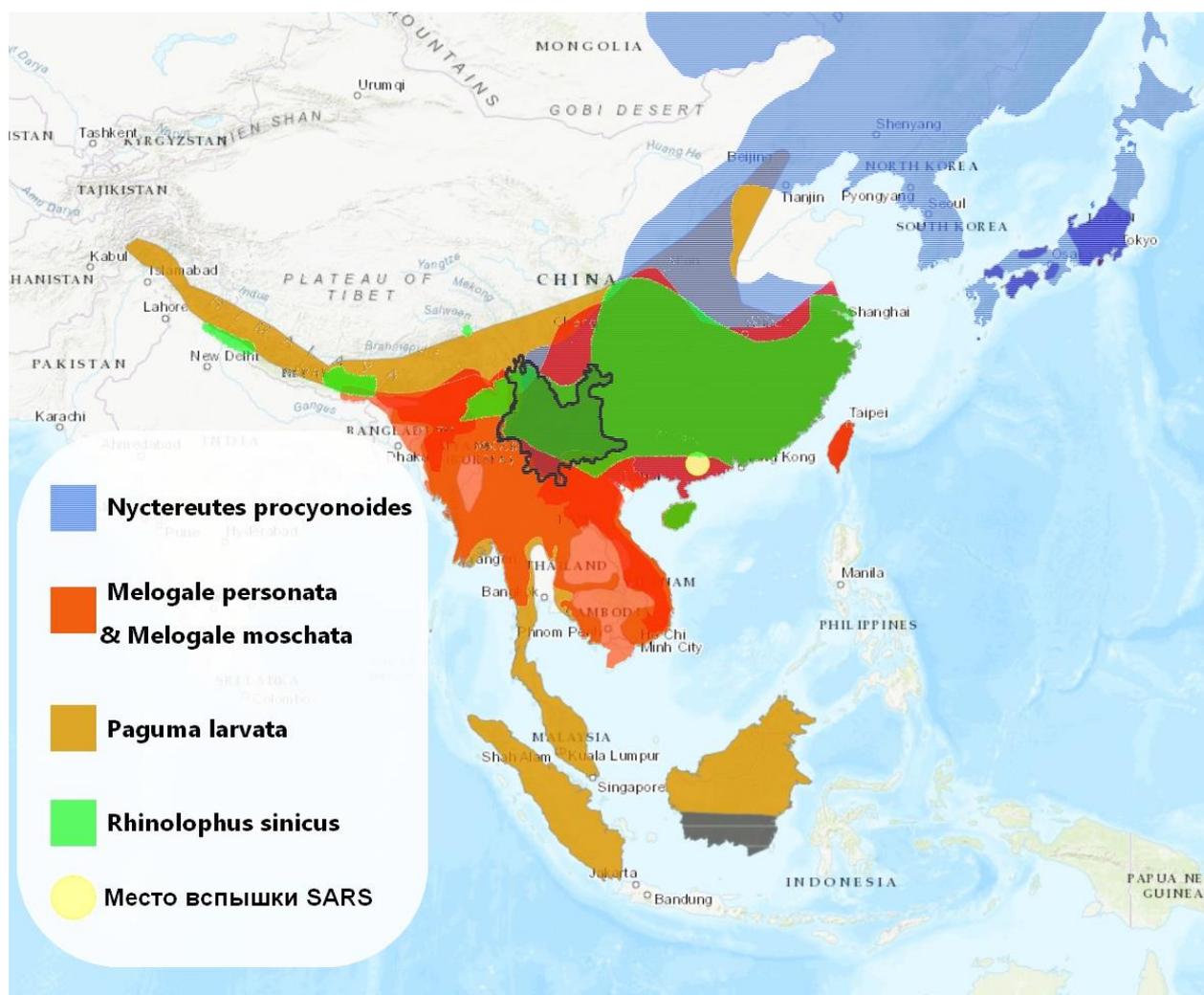


Рисунок 26. Совмещённая карта ареалов животных-амплификаторов и резервуаров вируса SARS-CoV. [По IUCN Red List of Threatened Species]

Но тут стоит учитывать исследование 2004 года, в котором были взяты образцы от цивет, живущих на фермах и животных с рынков. [35] Среди образцов с ферм было выявлено только 3 носителя вируса (все с одной фермы), из рыночных образцов – 80% зараженных. Так как эти животные поступают на рынки с ферм, можно с уверенностью утверждать, что заражение происходит именно на рынках, в условиях скученности, стресса и контакта с большим количеством других видов животных. [41]

В результате статистического анализа стала видна кривая заболеваемости. После роста и достижения пика кривая заболеваемости опускается вниз.

Ретроспективный анализ действия общественности показывает ускорение принятия мер, кооперации государств и ученых. Опыт предотвращения возможной пандемии SARS продемонстрировал необходимость развития и финансовой

поддержки высокоуровневых исследований, которые создадут научную основу для вынесения рекомендаций по рациональным мерам борьбы с распространением заболевания.

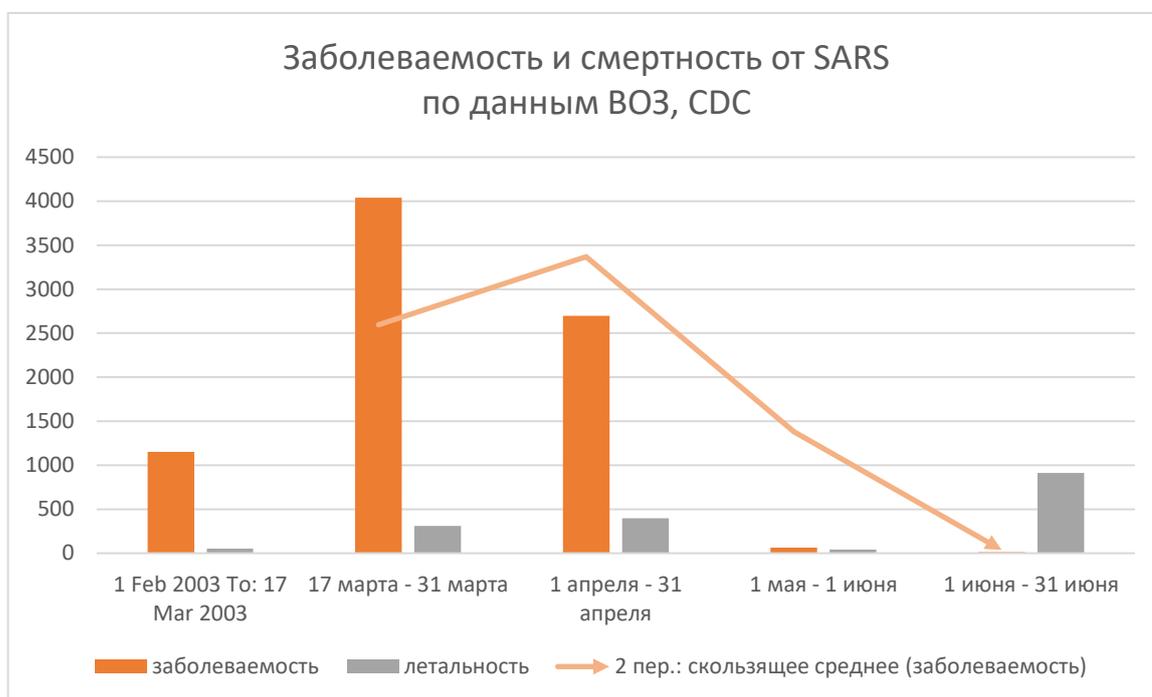


Рисунок 27. Гистограмма заболевания и смертности от вируса SARS-CoV-1

Лучше всего рассматривать успешную борьбу с пандемией развивающейся страны на примере Вьетнама. Сильная политическая поддержка, открытая информация о заражениях и вовремя запрошенная и принятая помощь являются основными ступенями к оздоровлению населения. Все рекомендации ВОЗ об осуществлении быстрого выявления заболевших, их немедленная изоляция с соблюдением всех правил безопасности для персонала и отслеживание контактов были выполнены, и страна справилась с эпидемией с минимальными затратами и пострадавшими относительно соседа и источника инфекции – Китая.

Во всём мире эта «не случившаяся пандемия» показала, как страх может распространяться быстрее вируса, и как сильно паника может помешать решению проблемы и нанести дополнительный экономический вред. А вызвана паника чаще всего сокрытием либо не полным доступом к информации о ситуации. Она касается не только страха перед вирусом, но и необоснованной дискриминации (раса, факт заболевания). На рисунке 28 видно, что вирус распространялся независимо от расы и

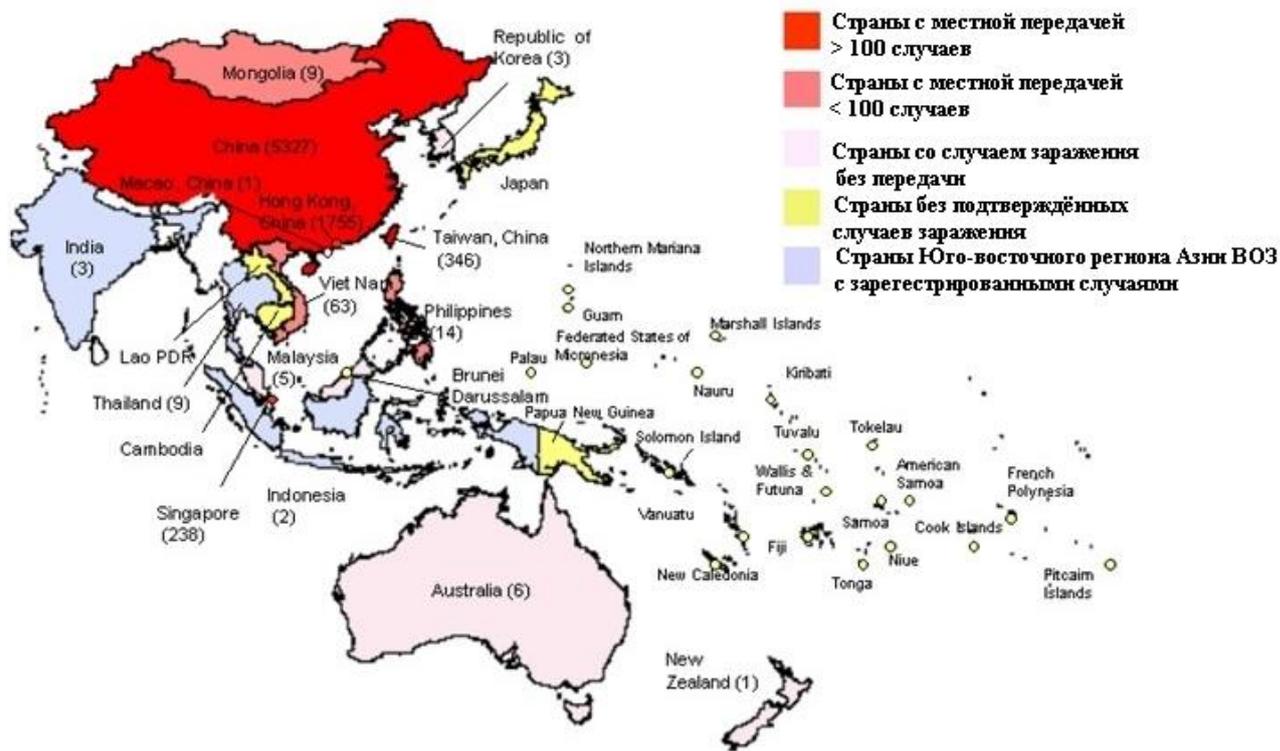


Рисунок 28. Совокупные вероятные случаи заболевания в западной части Тихого океана (ноябрь 2002 года-июль 2003 года) [ВОЗ]

3.7 Вирус MERS-CoV

Таксономия.

Riboviria › Orthornavirae › Pisuviricota › Pisoniviricetes › Nidovirales ›
 Cornidovirineae › Coronaviridae › Orthocoronavirinae › Betacoronavirus › Merbecovirus ›
 Middle East respiratory syndrome-related coronavirus

MERS-CoV - зоонозный вирус с потенциалом пандемии. Также, как SARS-CoV вызывает респираторное заболевание с высоким заявленным уровнем летальности 35%, который, впрочем, может быть завышен в связи с большим количеством бессимптомных больных и людей со слабо выраженными симптомами болезни. Первые случаи заражения происходили при контакте с одnogорбыми верблюдами, являющимися животными-амплификаторами, хотя большинство случаев заражения всё-таки произошли из-за контакта врачей с зараженным человеком. Сравнивая вирулентность MERS-CoV с вышерассмотренным SARS-CoV-1 необходимо отметить, что ближневосточный коронавирус распространяется не так быстро и только при очень близком контакте, например при осмотре у врача

без соблюдения мер безопасности. На рисунке 29 видно географическое распространение вируса в популяции одногорбых верблюдов.

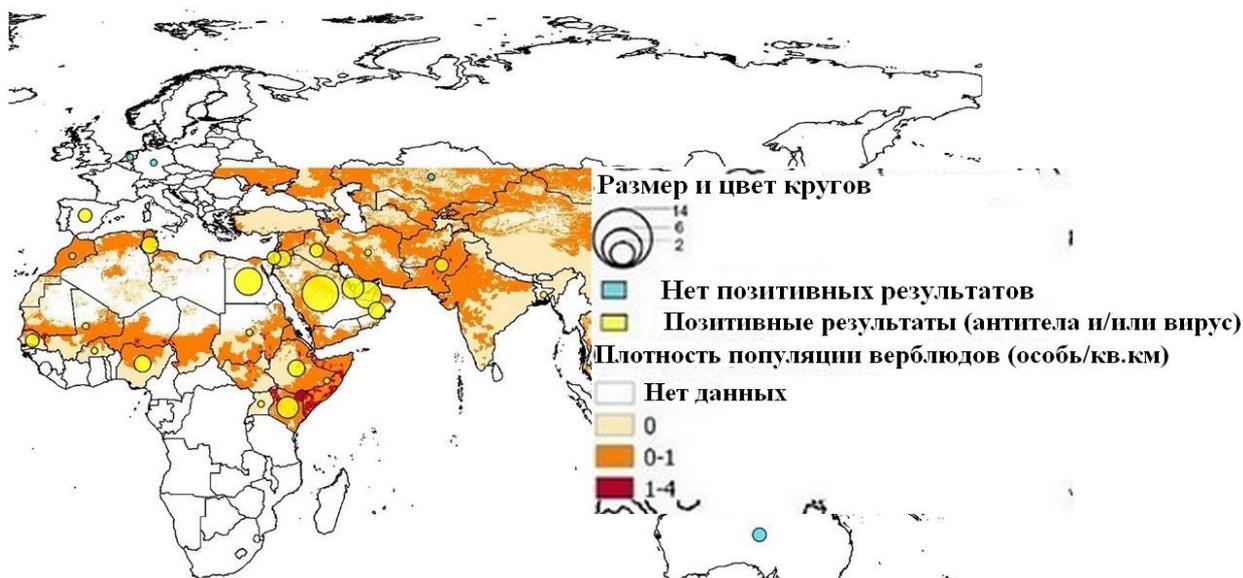


Рисунок 29. Распределение вируса MERS-CoV в популяции одногорбых верблюдов. [FAO]

В результате статистического анализа была получена интересная тенденция. Когда вирус впервые перешёл к человеку в сентябре 2012 года, пострадало минимальное количество людей. Это можно объяснить тем, что начальная точка отсчёта – почти конец года, девятый месяц. Тем не менее максимальных масштабов эпидемия достигла спустя два года, в 2014 году. После чего количество заболевших держалось примерно на одном уровне, но в последний год снова начало расти (рис. 30).

Это может быть связано с тем, что амплификатором выступает важное для хозяйства животное – одногорбый верблюд, который обеспечивает местное население мясом, молоком и другими материалами. Столетиями складывающаяся традиция содержания верблюдов создала культурный и экономический фундаменты государств, от которых невозможно легко отказаться. Ситуация в данном случае напоминает вышеупомянутые вирусы Эбола и Марбург, эпидемии которых до сих пор уносят несколько тысяч жизней ежегодно. Невозможно запретить местному населению охоту на животных-переносчиков вирусов, или огородить их от контакта с дикими очагами инфекции, поэтому до изобретения вакцины и повсеместной

переведён в Медицинский Центр Samsung, где подтвердился MERS. Правительственные структуры долго не сообщали о сложившейся ситуации, что только ухудшило процесс. [45, 57]

Уроки, вынесенные из эпидемии MERS в Южной Корее, которые необходимо принять как рекомендации к действию в случае следующей эпидемии эмерджентного заболевания:

- Достаточно одного нулевого пациента, чтобы спровоцировать вспышку заболевания.
- Первая линия обороны – это не столько проверка пассажиров в аэропорту, сколько подготовка и обеспечение необходимыми средствами защиты медиков в общественных клиниках и больницах.
- Невозможно никакое сокрытие информации о заболевших. Чем раньше будут приняты меры и чем яснее будет картина происходящего в мире – тем быстрее вспышку получится ликвидировать.
- Чрезвычайно важными являются раннее обнаружение заболевших, выявление связей и изоляция.
- Может оказаться необходимой агрессивная стратегия карантина, и все государственные службы должны быть подготовлены к такому сценарию, должны быть прописаны указания и гарантии для населения.

3.8 Пандемия COVID-19

31 декабря офис ВОЗ в Китае был оповещён о 44 случаях атипичной пневмонии в Ухане (провинция Хубей) с неизвестным возбудителем. 7 января был изолирован новый коронавирус, генетическая последовательность которого была предоставлена в общее пользование для скорейшего производства тест-систем. 12 января Национальная комиссия здравоохранения Китая сообщила, что все случаи заболевания связаны с рынком морепродуктов в Ухане. 13 января был зафиксирован первый случай заболевания вне Китая – в Таиланде. 15 января вирус уже был в Японии, 20 января – в Южной Корее. Все эти кейсы связаны с людьми, приехавшими из Уханя. 23 января – первые случаи заболевания в США. Власти по рекомендациям

ВОЗ закрывают Ухань на строгий карантин (продлился до 25 марта). Организованы бригады медиков, строится мобильный госпиталь, осуществляется доставка продуктов людям в изоляции. 28 января Российская Федерация закрывает границы для въезда организованных групп из Китая, 31 числа границы полностью закрываются. За февраль количество вовлечённых стран увеличивается до 25, почти вся западная Европа поражена. В середине марта, когда Италия опередила Китай по количеству зараженных, власти решают закрыть границы. К 4 апреля первое место по количеству заболевших занимает США.

В РФ первый лабораторно подтверждённый случай больного с COVID-19 зафиксирован 31 января (гражданин КНР), 2 марта заболел первый человек в Москве (турист из Италии). После этого вводятся карантинные меры, особенно тщательные в детских учреждениях. 11 марта – серьёзное ограничение авиасообщения с ЕС, но с сохранением полётов в главные столицы Европы. С 30 марта до 30 апреля (а впоследствии и до 31 мая) объявлены «нерабочие дни с сохранением зарплаты». Несмотря на все принятые меры, к 16 апреля не остаётся ни одного региона, в котором не было бы выявлено случаев заражения.

Расшифровав генетическую структуру нового вируса, ученые быстро нашли сходство с SARS-CoV-1 (94.6%) и с ближайшим родственным коронавирусом летучих мышей Bat-CoV (RaTG13) (96%), [67] отсылая к исследованию 2017 года о нахождении в провинции Юньнань пещеры с природным очагом коронавирусной инфекции. О животном-амплификаторе пока нет достоверной информации, которая была бы доступна на ВОЗ, CDC или OIE. Изначально говорилось о змеях, широко представленных на рынке морских продуктов в Ухане, но нужного сходства найдено не было. Затем на пресс-конференции китайские ученые Yongyi Shen и Lihua Xiao предположили, что вторым звеном может быть панголин (*Pholidota*) – животное на грани вымирания, которым, однако, чаще всего торгуют в мире [The Guardian]. В Китае его роговые чешуи используют в традиционной медицине, а мясо употребляют в пищу. Несмотря на то, что ранее уже появлялась информация, что эти животные являются носителями коронавирусов (очевидно не патогенных для человека), до сих пор (на момент написания дипломной работы май 2020) от этих авторов не

появлялось актуальной информацией по этому вопросу. Но подхватили эту идею их коллеги из Калифорнии. 17 марта 2020 года вышла статья, освещающая возможные пути вируса от резервуара – летучей мыши к человеку. Рассматривалось две стратегии. Первая предполагала более раннее попадание в организм человека вируса-предшественника SARS-CoV-2. В таком случае предполагается мутация вируса уже внутри организма человека. Второй вариант включает участие панголинов. [37] Коронавирус, носителем которого они являются, имеет комбинации, схожие с человеческим вариантом вируса. Предполагается, что вирус от летучей мыши, не имеющий нужного механизма для успешного проникновения в клетки человека, встретился с вирусом панголина, который не способен вызывать болезнь. Способные к рекомбинации вирусы произвели обмен участком генома, после чего «родился» новый вирус SARS-CoV-2. Как и в истории с эпидемией SARS, важную роль сыграл рынок с большим количеством диких (как показала нынешняя история) и контрабандных животных, которые находятся в состоянии стресса. Скорее всего, как и с рынками в Гуанджо, в Ухане не было ветеринарно-санитарного контроля, не были приняты меры безопасности. Несмотря на то, что рынок закрыли и вновь заговорили об отказе от продуктов, полученных от диких животных, риск повторения распространения вирусов с рыночного прилавка всё ещё велик. [29, 50, 55, 69]

В результате статистического анализа были получены линии заболеваемости (количество новых кейсов в неделю) и летальности (количество новых зарегистрированных смертей в неделю) (рис. 31). До сих пор оба показателя показывают небольшой прирост. Какие-то обоснованные выводы можно будет сделать только после окончания пандемии.

Необходимо отметить, что по данным ОИЕ домашние кошки и собаки дают положительные тесты на COVID-19, поэтому рекомендуется уменьшить контакты больных с животными.

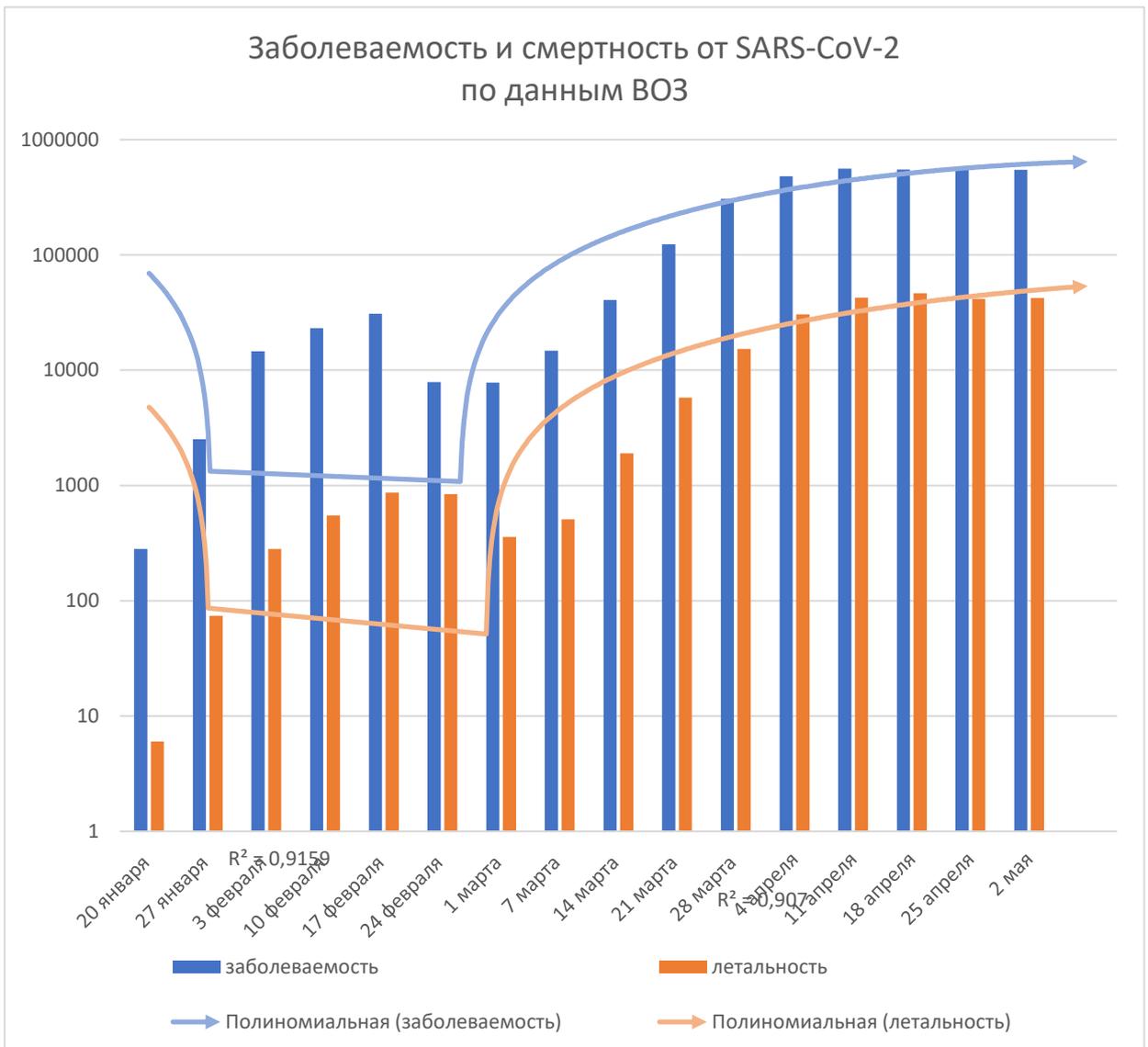


Рисунок 31. Гистограмма заболеваемости и смертности от вируса SARS-CoV-2 [по ВОЗ]

Заклучение

В результате проведённой работы были выяснены и обоснованы уникальные свойства рукокрылых, которые являются движущими в процессах резервации и переноса вирусов. Научные источники и открытые социальные сети показали, что рукокрылые активно синантропизируются (стадия 1 на рисунке 32).



Рисунок 32 стадии развития и распространения эмерджентных заболеваний Stephen S Morse. Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis. 2012 Lancet

Подробно были рассмотрены эмерджентные заболевания, ассоциированные с рукокрыльями. По данным ВОЗ, CDC, OIE, были созданы уникальные графики, позволяющие рассмотреть тенденции развития различных эпидемий, проводить сравнительный анализ. Собраны эпизоотологические данные об актуальной обстановке в условиях пандемии.

Крайне важно сохранить собранные знания и понимание о природном распределении хозяев (резервуаров), взаимодействии природы и человека, климатических особенностях и изменениях в генетической структуре таксономии вирусов, их особенностях. Необходимо создать систему осознанного природопользования. Таким образом, просчитывая риски, обращая внимание на глобальные природные явления и изменения внутри экологии природных очагов, человечество сможет огородить себя от новых вспышек эмерджентных заболеваний.

Распространение болезней во многом зависит от плотности населения и уровня здравоохранения. Поэтому так важна кооперация между странами и всеобщая система борьбы с эмерджентными заболеваниями.

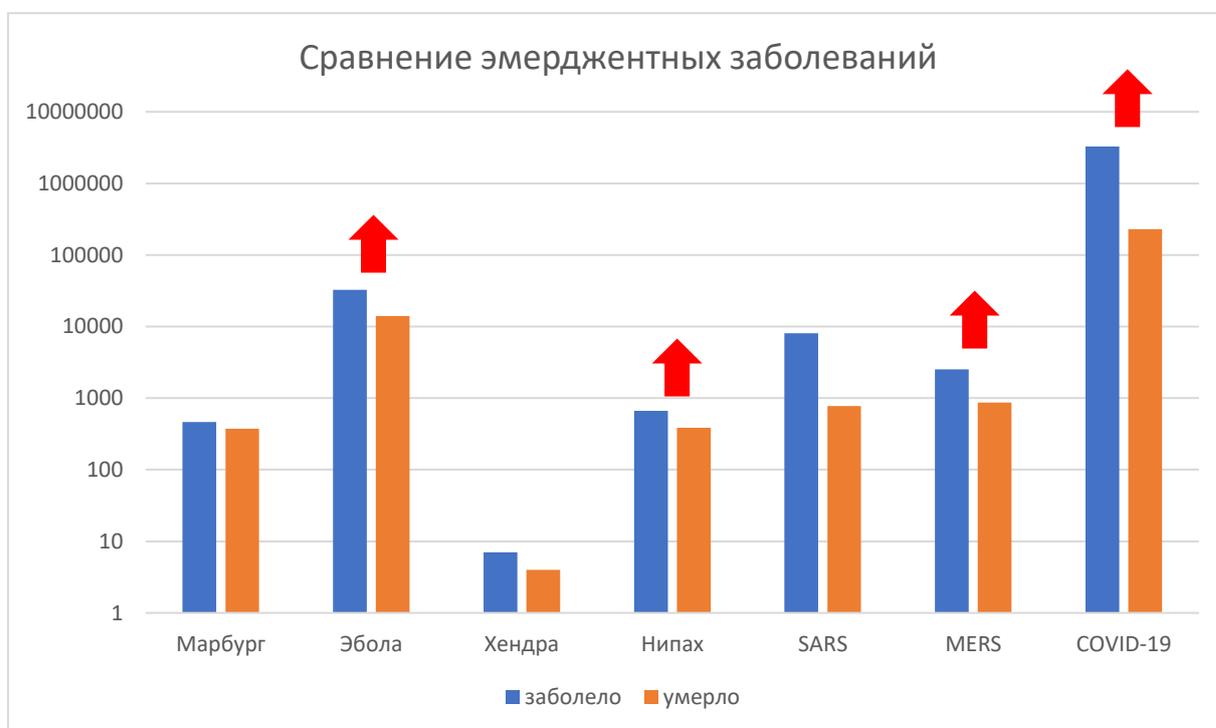


Рисунок 33. Гистограмма сравнительного анализа эмерджентных заболеваний по количеству заболевших и погибших людей.

На данной диаграмме (рис. 33) был проведён сравнительный анализ суммарных количеств заболевших и погибших людей во время каждого эмерджентного заболевания. Важно отметить, что случаи заболевания и смерти от некоторых заболеваний продолжают продолжаться (отмечены красными стрелками). Пандемия 2020 года унесла уже больше жизней, чем Эбола. Это показатель того, что несмотря на то, что уже есть примеры успешной борьбы с эпидемиями зоонозных эмерджентных заболеваний, человечеству ещё есть чему научиться. И времени на это обучение не много.

Источники

1. Ануфриев А. И. Зимовка летучих мышей в Якутии // Наука и техника в Якутии. 2015. №1 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zimovka-letuchih-myshey-v-yakutii> (дата обращения: 22.03.2020).
2. Ботвинкин А.Д., Беликов Д.С., Казаков Д.В., и др. Разнообразие и относительное обилие рукокрылых в южном Прибайкалье в местообитаниях с различной степенью урбанизации. 2016. — Байкальский зоологический журнал, 19: 101-106. <http://zmmu.msu.ru/bats/biblio/sbaikal.pdf>
3. Васеньков Д.А., Сидорчук Н.В., Хохряков В.Р. «Летнее» и «мигрирующее» население рукокрылых национального парка «Смоленское Поозерье». —2017 (2018). Plecotus et al., 20: 54-67. <http://zmmu.msu.ru/bats/biblio/plec20/poozerie.pdf>
4. Дальше только хуже // nplus1 URL: <https://nplus1.ru/material/2020/01/17/australia-in-fire> (дата обращения: 20.04.20).
5. Денисова Е. В. Позвоночные как естественные враги рукокрылых // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2004. №2 (56). <https://cyberleninka.ru/article/n/pozvonochnye-kak-estestvennye-vragi-rukokrylyh>
6. Емцев А. А., Берников К. А., Акопян Э. К. О расширении границ ареалов некоторых видов животных в северной части Западной Сибири // МНКО. 2012. №6. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-rasshirenii-granits-arealov-nekotoryh-vidov-zhivotnyh-v-severnoy-chasti-zapadnoy-sibiri>

7. Жданов К.В., Захаренко С.М., Коваленко А.Н., Семенов А.В., Фисун А.Я. Геморрагическая лихорадка Эбола: этиология, эпидемиология, патогенез и клинические проявления // Клиническая медицина. 2015. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gemorragicheskaya-lihoradka-ebola-etilogiya-epidemiologiya-patogenez-i-klinicheskie-proyavleniya> (дата обращения: 06.05.2020).
8. Ковалев Д. Н. Попов И. Ю. Годовой цикл пространственной структуры и численность популяции прудовой ночницы (*Myotis dasycneme*) Санкт-Петербурга и Ленинградской области // ТРУДЫ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК. 2011. №1. С. 68-81. <https://elibrary.ru/item.asp?id=16364888>
9. Кутыркин А. В. Влияние урбаногенной трансформации среды обитания на кровососущих эктопаразитов мелких млекопитающих // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2009. №2. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-urbanogennoy-transformatsii-sredy-obitaniya-na-krovososuschih-ektoparazitov-melkih-mlekoopitayuschih>
10. Макаров В.В. Лозовой Д.А. Вирусы и рукокрылые. Эпидемиологические особенности восприимчивости // Пест-Менеджмент 2017. №4 (104). с 13-22., ISSN: 2076-8462, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32636155&>
11. Макаров В.В., Лозовой Д.А. Инфекции, ассоциированные с рукокрылыми. Нетривиальны эпидемиологические явления // Пест-менеджмент. 2017. №2 ISSN: 2076-8462 <https://readera.org/infekcii-associirovannye-s-rukokrylymi-netrivialnye-jepidemiologicheskie-143161753>

12. Макаров В.В., Лозовой Д.А. Коронавирусные зоонозы, ассоциированные с рукокрылыми // Ветеринария сегодня. 2016. №2 (17). С. 66-70.
<https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/news/smi/veterinary/veterinary-17-2016.pdf>
13. Миноранский В.А., Малиновкин А.В. Нетопырь Куля (*Pipistrellus kuhlii* Kuhl.) в Ростовской области // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2015. №2 (186). <https://cyberleninka.ru/article/n/netopyr-kulya-pipistrellus-kuhlii-kuhl-v-rostovskoy-oblasti>
14. На Алтае "воскресла" енотовидная собака, вымершая полвека назад // РИА новости URL: <https://ria.ru/20080116/97035678.html> (дата обращения: 12.03.2020).
15. Никулина Н. А. Эпизоологическая и эпидемиологическая значимость гамазовых клещей (сем. Haemogamasidae 1926, P. Haemogamasus Berl., 1889) мелких млекопитающих на территории Прибайкалья // Acta Biomedica Scientifica. 2006. №2. <https://cyberleninka.ru/article/n/epizoologicheskaya-i-epidemiologicheskaya-znachimost-gamazovyh-kleschey-sem-haemogamasidae-oudms-1926-r-haemogamasus-berl-1889-melkih>
16. Новичкова О. В., Завьялов Е. В. Сравнительный анализ степени синантропизации рукокрылых (Chiroptera, Mammalia) на территории Саратовской области // Вестник МГУ. 2009. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-stepeni-sinantropizatsii-rukokrylyh-chiroptera-mammalia-na-territorii-saratovskoy-oblasti>
17. Попов И. Ю. Загадка теории эволюции - происхождение рукокрылых // В тени дарвинизма. Альтернативные теории эволюции в XX веке. СПб.: Ясный день, 2003. С. 158-175.

18. Поршаков А. М., Кононова Ю.В., Локтев В.Б., Воiго М.И. Рукокрылые как возможный резервуар опасных для человека вирусов на территории Гвинейской Республики. Часть 2 // Проблемы особо опасных инфекций. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rukokrylye-kak-vozmozhnyy-rezervuar-opasnyh-dlya-cheloveka-virusov-na-territorii-gvineyskoy-respubliki-chast-2>
19. Россолимо О. Л. / Разнообразие млекопитающих / Россолимо О. Л., И. Я. Павлинов, С. В. Крускоп, А. А. Лисовский, Н. Н. Спаская, А. В. Борисенко, А. А. Панютина, Под ред. О. Л. Россолимо. ISBN 5–87317–098–3 изд. М.: КМК, 2004. 950 с.
20. Рукокрылые в аспекте биобезопасности // ПостНаука URL: <https://postnauka.ru/video/99636>
21. Саварин А.А., Китель Д.А. О находке *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774) в погадках ушастой совы (*Asio otus*) на юго-западе Белорусского Полесья. 2016. — *Plecotus et al.*, 19: 51-55.
22. Скоростная эволюция: тениодонты и рукокрылые // Антропогенез.ру URL: <http://antropogenez.ru/zveno-single/512/> (дата обращения: 17.01.2020).
23. Собанский Г. Г.; отв. ред. д. б. н., проф. Максимов А. А. Промысловые звери Горного Алтая . Новосибирск : Наука. Сибирское отд-ние: 1988. ISBN 5-02-028898-5
24. Соколов В. Е. Пятиязычный словарь названий животных. Млекопитающие. Латинский, русский, английский, немецкий, французский. / под общей редакцией акад. В. Е. Соколова. — М.: Рус. яз., 1984. — С. 55—57
25. Список заболеваний // МЭБ URL: <https://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/oie-listed-diseases-2020/> (дата обращения: 21.02.2020).
26. Телесманич Н.Р., Микашинович З.И., Ломаковский Н.С., Лосева Т.Д., Чайка С.О. Биохимия вируса Эбола и молекулярные аспекты биологической защиты // Журнал фундаментальной медицины и биологии. 2015. №3. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/biohimiya-virusa-ebola-i-molekulyarnye-aspekty-biologicheskoy-zaschity>

27. Гранквилевский Д. В., Жуков В.И., Царенко В.А. Вероятность заражения населения возбудителями, ассоциированными с рукокрылыми, в Российской Федерации // ЗНиСО. 2018. №3 (300). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/beroyatnost-zarazheniya-naseleniya-vozbuditelyami-assotsirovannymi-s-rukokrylymi-v-rossiyskoy-federatsii>
28. 2002 год // Гидрометцентр России URL: <https://meteoinfo.ru/categ-articles/39-climate-cat/clim-var/severnoe-polusharie/--2002-> (дата обращения: 20.04.20).
29. Andersen, K.G., Rambaut, A., Lipkin, W.I. et al. The proximal origin of SARS-CoV-2. Nat Med 26, 450–452 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0820-9>
<https://www.nature.com/articles/s41591-020-0820-9>
30. Andrej J. Podlutsky, Alexander M. Khritankov, Nikolai D. Ovodov, Steven N. Austad A New Field Record for Bat Longevity // The Journals of Gerontology. 2005. №60(11), серия A. С. 1366–1368. DOI: 10.1093/gerona/60.11.1366. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16339320>
31. Ben Hu , Lei-Ping Zeng , Xing-Lou Yang et. al. Discovery of a rich gene pool of bat SARS-related coronaviruses provides new insights into the origin of SARS coronavirus // Plos pathogens. November 30, 2017 . №<https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006698>, <https://journals.plos.org/plospathogens/article?id=10.1371/journal.ppat.1006698>
32. Brenda S. P. Ang, Tchoyoson C. C. Lim, Linfa Wang Nipah Virus Infection // Journal of Clinical Microbiology. Май 25, 2018. DOI: 10.1128/JCM.01875-17. <https://jcm.asm.org/content/56/6/e01875-17>
33. Cara E. Brook, Andrew P. Dobson Bats as ‘special’ reservoirs for emerging zoonotic pathogens // Trends in Microbiology. 2015 Март. №23 (3). С. 172-180. DOI: 10.1016/j.tim.2014.12.004 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25572882/>

34. Centers for Disease Control and Prevention Prevalence of IgG antibody to SARS-associated coronavirus in animal traders—Guangdong Province, China, 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2003;52:986–7
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14561956>
35. Changchun Tu, Gary Cramer, Xiangang Kong et. al. Antibodies to SARS Coronavirus in Civets // *Emerg Infect Dis.* 2004 Dec. №10(12): 2244–2248. doi: 10.3201/eid1012.040520; PMID: 15663874
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3323399/>
36. Chua KB, Chua BH, Wang CW Anthropogenic deforestation, El Nino and the emergence of Nipah virus in Malaysia. // *Malaysian J Pathol.* 2002. №24(1). C. 15–21.
https://www.mjpath.org.my/past_issue/MJP2002.1/anthropogenic-deforestation.pdf
37. David Cyranoski Did pangolins spread the China coronavirus to people? // *Nature.* 2020. №07 February 2020 doi: 10.1038/d41586-020-00364-2
<https://www.nature.com/articles/d41586-020-00364-2>
38. David W. Redding, Peter M. Atkinson, Andrew A. Cunningham, Gianni Lo Iacono, Lina M. Moses, James L. N. Wood, Kate E. Jones Impacts of environmental and socio-economic factors on emergence and epidemic potential of Ebola in Africa // *Nature Communications.* 2019. №10. C. 4531. DOI: 10.1038/s41467-019-12967-z.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31729359>
39. E.Randolph, Luis B.Barreiro Holy Immune Tolerance, Batman! // *Immunity* № 48(6) 19 ИЮНЯ 2018, с 1074-1076. DOI: 10.1016/j.immuni.2018.05.016
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29924972>
40. F. Enchéry, B. Horvat Understanding the interaction between henipaviruses and their natural host, fruit bats: Paving the way toward control of highly lethal infection in humans // *International Reviews of Immunology.* 2017 март. №36(2). C. 108-121. DOI: 10.1080/08830185.2016.1255883.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28060559>

41. FAO/OIE/WHO Joint Scientific Consultation, 27-29 april 2010, Verona (Italy)
https://extranet.who.int/iris/restricted/bitstream/handle/10665/44591/9789241564243_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
42. Fensterl V., Sen G. C. Interferons and viral infections // Biofactors. — 2009. — T. 35, № 1. C. 14—20. DOI: 10.1002/biof.6.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19319841>
43. Georgia G. Pitsiou, Ioannis P. Kioumis. Severe acute respiratory syndrome (SARS) // BMJ Best Practices. — BMJ Publishing Group, 2020.
<https://bestpractice.bmj.com/topics/en-gb/904/pdf/904/Severe%20acute%20respiratory%20syndrome%20%28SARS%29.pdf>
44. Guangwen Lu, Di Liu SARS-like virus in the Middle East: A truly bat-related coronavirus causing human diseases // Protein & Cell volume 3, pages803–805. 2012. №volume 3, pages803–805, <https://doi.org/10.1007/s13238-012-2811-1>
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13238-012-2811-1>
45. H.-J. Kim, J.-S. Choi, H.-M. Nam, H.-E. Kang Absence of MERS-CoV in domestic camels, Republic of Korea, 2015 // International journal of infectious diseases. 2016 Dec №53: 127. doi: 10.1016/j.ijid.2016.11.315; PMID: PMC7128490;
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7128490/>
46. Hume Field, Carol de Jong, Deb Melville, Craig Smith, Hendra Virus Infection Dynamics in Australian Fruit Bats // Plos one. 9 Декабрь 2011. № <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028678>.
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0028678>
47. Ina Smith, Lin-Fa Wang Bats and their virome: an important source of emerging viruses capable of infecting humans // Current Opinion in Virology. 2013 февраль. №3, no. 1. C.84-91. DOI:10.1016/j.coviro.2012.11.006
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23265969>
48. James O. Lloyd-Smith Predictions of virus spillover across species // Nature. 2017. №546. C. 603–604. <https://www.nature.com/articles/nature23088>

49. Jason D. Beck, Amanda D. Loftis, Jennifer L. Daly, Will K. Reeves, Mapria V. Orlova
First record of *Chiroderma improvisum* Baker & Genoways, 1976 (Chiroptera:
Phyllostomidae) // Check list. 2016. №12(2). C. 1-4. DOI: 10.15560/12.2.1854.
[https://www.researchgate.net/publication/298192640_First_record_of_Chiroderma_i
mprovisum_Baker_Genoways_1976_Chiroptera_Phyllostomidae_from_Saint_Kitts
Lesser_Antilles](https://www.researchgate.net/publication/298192640_First_record_of_Chiroderma_improvisum_Baker_Genoways_1976_Chiroptera_Phyllostomidae_from_Saint_Kitts_Lesser_Antilles)
50. Ji W., Wang W., Zhao X., Zai J., Li X. Cross-species transmission of the newly
identified coronavirus 2019-nCoV. J Med Virol. 2020; 92: 433– 440.
<https://doi.org/10.1002/jmv.25682>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jmv.25682>
51. Kevin J. Olival, Parvies R. Hosseini, Carlos Zambrana-Torrel, Noam Ross, Tiffany L.
Bogich, Peter Daszak Host and viral traits predict zoonotic spillover from mammals //
Nature. 2017. №546. C. 646-650. DOI: 10.1038/nature22975.
[https://www.nature.com/articles/nature22975?error=cookies_not_supported&code=c9
b06db1-5e2e-456a-8203-26d94f3c143f](https://www.nature.com/articles/nature22975?error=cookies_not_supported&code=c9b06db1-5e2e-456a-8203-26d94f3c143f)
52. Larivière S. & Jennings A. P. (2009): Family Mustelidae (Weasels and Relatives). In:
Wilson, D. E., Mittermeier, R. A., (Hrsg.): Handbook of the Mammals of the World.
Volume 1: Carnivores. Lynx Edicions, 2009. ISBN 978-84-96553-49-1
53. Lederberg J., Shope R., Oakes S. Emerging infections: microbial threats to health in the
United States // Washington DC: Institute of Medicine, National Academy Press. 1992.
C. 294 . ISBN-10: 0-309-04741-2 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234855/>
54. Li W., Shi Z., Yu M., Ren W., и др Bats are natural reservoirs of SARS-like
coronaviruses. // Science. 2005. №310(5748):676-9. DOI:10.1126/science.1118391
[https://pdfs.semanticscholar.org/f270/438ddc983d3b61976fb24e7833e7cadd1ad8.pdf?
_ga=2.245133708.801777936.1584199771-1243911542.1580145841](https://pdfs.semanticscholar.org/f270/438ddc983d3b61976fb24e7833e7cadd1ad8.pdf?_ga=2.245133708.801777936.1584199771-1243911542.1580145841)

55. Liu P., Chen W., Chen J.-P. Viral Metagenomics Revealed Sendai Virus and Coronavirus Infection of Malayan Pangolins (*Manis javanica*). *Viruses* 2019, 11, 979.
<https://doi.org/10.3390/v11110979> <https://www.mdpi.com/1999-4915/11/11/979#cite>
56. Magdalena Bermejo, José Domingo Rodríguez-Tejreiro, Germán Illera, Alex Barroso. Ebola Outbreak Killed 5000 Gorillas// *Science*. 08 Декабрь 2006. №Vol. 314, Issue 5805, pp. 1564. DOI: 10.1126/science.1133105,
<https://science.sciencemag.org/content/314/5805/1564.abstract>
57. Myoung-don Oh, Wan Beom Park, Sang-Won Park et.al Middle East respiratory syndrome: what we learned from the 2015 outbreak in the Republic of Korea // *Korean J Intern Med.* 2018 Mar; 33(2): 233–246. . №doi: 10.3904/kjim.2018.031; PMID: PMC5840604 PMID: 29506344;
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5840604/>
58. NASA Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS) - Data captured from <https://worldview.earthdata.nasa.gov>
59. Nicole M. Foley¹, Graham M. Hughes¹, et.al. Growing old, yet staying young: The role of telomeres in bats' exceptional longevity // *Science Advances* . 2018 февраль. №4, no. 2. C. 2. DOI: 10.1126/sciadv.aao0926
<https://advances.sciencemag.org/content/4/2/eaao0926>
60. Orlova M. V. and Zhigalin A. V. Three New Bat Ectoparasite Species of the Genus *Macronyssus* from Western Siberia (with an Identification Key for Females of the Genus *Macronyssus* from the Palearctic Boreal Zone) // *Journal of Parasitology*. 2015. №101(3). C. 314-319. DOI: 10.1645/14-609.1.
https://www.researchgate.net/publication/272188117_Three_New_Bat_Ectoparasite_Species_of_the_Genus_Macronyssus_from_Western_Siberia_with_an_Identification_Key_for_Females_of_the_Genus_Macronyssus_from_the_Palearctic_Boreal_Zone

61. Rabies - Bulletin - Europe Rabies Information System of the WHO URL: <https://who-rabies-bulletin.org/site-page/queries> (дата обращения: 11.03.2020).
62. Siming Ma, Vadim N. Gladyshev Molecular signatures of longevity: insights from cross-species comparative studies // Seminars in Cell & Developmental Biology. 2017. №70. С. 190-203. DOI: 10.1016/j.semcdb.2017.08.007. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28800931>
63. Stephen S. Morse, Jonna AK. Mazet, Marchk Woolhouse, et.al. Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis // The Lancet. Декабрь 2012. №380 (9857). С. 1956-1965. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61684-5. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(12\)61684-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(12)61684-5/fulltext)
64. Toni Fleischer, Jutta Gampe, Alexander Scheuerlein, Gerald Kerth Rare catastrophic events drive population dynamics in a bat species with negligible senescence // International Reviews of Immunology . 2017. №7. С. 7370. DOI: 10.1038/s41598-017-06392-9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28779071>
65. Tony Schountz, Michelle L. Baker, John Butler, Vincent Munster Immunological Control of Viral Infections in Bats and the Emergence of Viruses Highly Pathogenic to Humans // Frontiers in immunology. 11 сентября 2017. №8:1098. DOI: 10.3389/fimmu.2017.01098 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28959255>
66. Twenty years on since the 1994 fires - Seven News Flashback // www.rfs.nsw.gov.au URL: <https://www.rfs.nsw.gov.au/about-us/our-districts/mia/photovideo-gallery/2014-photovideo-gallery/twenty-years-on-since-the-1994-fires-seven-news-flashback> (дата обращения: 20.04.20).
67. Watching for the Next El Niño // NASA URL: <https://sealevel.jpl.nasa.gov/newsroom/pressreleases/index.cfm?Fuseaction=ShowNews&NewsID=219> (дата обращения: 14.03.2020).

68. World Health Organization Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003. Geneva: The Organization; 2003 Sep 26
http://www.who.int/csr/sars/country/table2003_09_23/en/
69. Yang P., Wang X. COVID-19: a new challenge for human beings. *Cell Mol Immunol* 17, 555–557 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41423-020-0407-x>
<https://www.nature.com/articles/s41423-020-0407-x#citeas>
70. Zhou P. et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature* 579, 270–273 (2020) <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>
https://www.nature.com/articles/s41586-020-2012-7?error=cookies_not_supported&code=5fd539ef-483b-4a02-acb4-a660489d0921#citeas
71. Zixia Huang, Conor V. Whelan, Nicole M. Foley, David Jebb, Frédéric Touzalin, Eric J. Petit, Sébastien J. Puechmaille & Emma C. Teeling Longitudinal comparative transcriptomics reveals unique mechanisms underlying extended healthspan in bats // *Nature Ecology & Evolution* . 2019. №3. C. 1110–1120.
72. Marsh GA, Todd S, Foord A, Hansson E, et.al. Genome Sequence Conservation of Hendra Virus Isolates during Spillover to Horses, Australia // *Emerg Infect Dis*. 2010. №16(11). C. 1767-9. DOI:10.3201/eid1611.100501.
https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/16/11/10-0501_article