

ОБЗОРЫ

УДК 616:616.988:595

doi: 10.30766/2072-9081.2018.66.5.04-17

Векторы трансмиссивных вирусных болезней животных

О.А. Бурова, А.А. Блохин, О.И. Захарова, И.В. Яшин, Е.А. Лискова,
Н.А. Гладкова

Нижегородский научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал
Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный
исследовательский центр вирусологии и микробиологии», г. Нижний Новгород,
Российская Федерация

В статье обобщены данные отечественной и зарубежной литературы по проблеме распространения трансмиссивных инфекций животных, таких как заразный узелковый дерматит, лихорадка долины Рифт, блютанг, описаны эпидемиология болезней и географическое распределение их переносчиков, рассмотрены наиболее вероятные причины расширения ареалов распространения указанных инфекций. Насекомые и клещи служат не только переносчиками, но и полноценными резервуарами и амплификаторами многих возбудителей трансмиссивных инфекций человека и животных. Большое эпизоотологическое значение имеет способность некоторых видов переносчиков к вертикальной передаче возбудителей от инфицированных самок их потомству. Важную роль в эпидемиологии трансмиссивных инфекций играют следующие кровососущие насекомые – комары (*Culicidae*), москиты (*Phlebotomidae*), мошки (*Simuliidae*), мокрецы (*Heleidae*), настоящие мухи (*Muscidae*). Интродукция заразного узелкового дерматита на новые территории в последние годы связана с кровососущими клещами и летающими насекомыми отряда *Diptera* (*Stomoxys calcitrans*; *Culicoides punctatus*; *Anopheles stephensi*; *Culex quinquefasciatus*). Вирус лихорадки долины Рифт передается через укусы комаров родов *Aedes*, *Anopheles*, *Coquillettia*, *Culex*, *Eretmopodites*, *Eunelanismia*, *Mansonia*, *Neomelaniconion*, *Ochlerotatus*, *Stegomyia*. Широкий круг прокормителей комаров и возможность некоторых видов последовательно питаться на птицах и млекопитающих позволили этой группе насекомых стать важнейшими переносчиками многих зоонозов. Основными переносчиками вируса блютанга являются представители кровососущих мокрецов рода *Culicoides* (*Diptera: Ceratopogonidae*), насчитывающих около 1350 распространенных во всем мире видов (около 117 в Европе). В статье обобщены данные по видовому составу *Culicoides* в мире и Российской Федерации и их компетенция в трансмиссии вируса блютанга. К основным переносчикам вируса блютанга в Африке, на Ближнем Востоке и юге Европы относятся представители вида *C. imicola*, в Северной Америке – *C. sonorensis*, в Австралии – *C. brevitarsis*. В Европе векторы вируса блютанга – мокрецы из комплексов *obsoletus* и *pulicaris*.

Ключевые слова: трансграничные инфекции, насекомые, клещи, вирусы, трансмиссия, животные, заразный узелковый дерматит, лихорадка долины Рифт, блютанг

Глобализация инфекций в связи с расширением логистических связей, миграцией населения, этническими конфликтами и изменением климата угрожает экономике и безопасности стран мира, в том числе и России. Весомый вклад в дестабилизацию эпидемиологической обстановки вносят инфекции, которые ранее считались экзотическими для России и стран Европейского союза и были аборигенными для африканского континента. К таким инфекционным болезням относятся лихорадка долины Рифт (ЛДР), блютанг, заразный узелковый дерматит (ЗУД) и другие. В последние годы они заняли лидирующие позиции в нозологическом профиле популяций животных стран Ближнего Востока. Существующие меры контроля не позволяют в полной мере ограничить распространение болезней, и теперь это представляет угрозу биологической безопасности для стран Европы и Российской Федерации [1, 2]. Некоторые исследователи связывают

это с нестабильной геополитической ситуацией в странах Ближнего Востока, которая привела к ухудшению ветеринарного обслуживания, что вкупе с отсутствием эффективных вакцин, перемещением беженцев и невакцинированных домашних жвачных животных стало движущей силой интродукции болезней на новые территории [3].

Наряду с геополитической нестабильностью, изменение климата в сторону глобального потепления также оказывает свое влияние на эпидемиологию трансмиссивных инфекций, ареал которых обычно выходит за границы области обитания хозяев возбудителя, но он меньше ареала распространения переносчика. Это связано с тем, что для развития возбудителя в организме переносчика, как правило, требуется более высокая температура, чем для жизнедеятельности переносчика. Вспышки, выявляемые за пределами области распространения переносчиков их возбудителей, все-

гда являются завозными для этих территорий. Характерной особенностью эпидемиологии трансмиссивных болезней является их строгая сезонность, совпадающая с сезоном высокой численности и активности переносчиков, а также температурой воздуха, достаточной для развития и размножения возбудителя в теле переносчика. В умеренном поясе сезонность менее выражена и наряду с температурой окружающей среды определяется также наличием осадков [4].

Роль инфекционных паразитарных систем, исторически сложившихся на африканском континенте, в возникновении трансмиссивных инфекций у домашних животных имеет большое значение, поскольку эмерджентные инфекции возникают во всем мире все чаще. Наибольшим вниманием пользуются коренные африканские патогены с трансграничным потенциалом, такие как вирусы ЛДР, ЗУД, блютанга, африканской чумы лошадей, африканской чумы свиней [5].

Возможна ли ликвидация трансграничных болезней животных подобно чуме крупного рогатого скота? Этим вопросом озадачены ученые многих стран мира. Например, была разработана матричная система, помогающая рассчитывать возможность искоренения трансграничных болезней животных, которая включала оценку трех основных критериев – эффективности управления заболеванием, эпиднадзора и эпидемиологических факторов – каждый из которых состоял из нескольких элементов (всего 17). Данная система предлагает объективный метод для оценки технической ликвидации трансграничных болезней животных, она важна не полученными расчетами и предполагаемыми результатами, а системным подходом к изучению данной проблемы для дальнейшего развития и оценки [6].

Проблема эмерджентных инфекций, по мнению В. В. Макарова с соавторами, требует изучения векторной трансмиссии, как ключевого этапа и одной из основных движущих сил подобных явлений [7]. Основными параметрами трансмиссии для переносчиков вирусных инфекций являются векторная компетентность видов и векторная способность популяций переносчиков:

- векторная компетентность – это врожденная видовая способность воспринимать патоген, сохранять его и успешно передавать восприимчивому позвоночному хозяину;

- векторная способность – относительная мера векторной компетентности – это

трансмиссивный потенциал локальной популяции насекомых, определяемый экологическими, поведенческими и иными факторами, связывающими переносчиков и позвоночных хозяев, их количеством/плотностью, меняющимся биоклиматическим состоянием окружающей среды [7].

Ярким примером эмерджентности трансмиссивных инфекций является **заразный узелковый (нодулярный) дерматит** (кожная бугорчатка, узелковая экзантема, англ. lumpy skin disease (LSD)) – инфекционная болезнь крупного рогатого скота, сопровождающаяся персистентной лихорадкой, отеком подкожной соединительной ткани с образованием подкожных узелков, поражением глаз, слизистых оболочек дыхательного и пищеварительного трактов. Летальность при ЗУД крупного рогатого скота не превышает 10%. В то же время заболевание приводит к потере молочной и мясной продуктивности, снижению качества кожевенного сырья, нарушению половых циклов и провоцирует аборт у коров и временную половую стерильность у быков [8, 9, 10, 11].

Возбудителем ЗУД является вирус из рода *Capripoxvirus* семейства *Poxviridae*. Видовой спектр восприимчивых животных включает крупный рогатый скот, зебу и азиатских буйволов, инкубационный период составляет в среднем 28 дней [8, 9].

Широкое и быстрое распространение болезни связано с кровососущими клещами (семейство *Ixodidae*) и летающими насекомыми отряда *Diptera*, что обуславливает сезонность эпизоотий [12]. Наиболее изучены такие виды отряда *Diptera*, как *Stomoxys calcitrans*, *Culicoides punctatus*, *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* [13, 14]. Механизмы передачи вируса ЗУД посредством насекомых-переносчиков изучены недостаточно. Известно, что он обладает способностью переживать зиму в клещах, относящихся к семейству *Ixodidae* [15, 16]. Доказана трансвариальная и интрастадиальная передача вируса ЗУД от взрослых особей клещей *Amblyomma hebraeum* личинкам с последующей передачей восприимчивым животным [17, 18]. Данные факты свидетельствуют об эволюционно сформированной паразитарной системе, обеспечивающей эффективное закрепление вируса ЗУД в природе. Это предопределяет способность вируса к длительному сохранению на территории и, при наличии подходящих видов-переносчиков, интродукции на новые территории, что обуславливает высокие риски станов-

ления эндемичности и стационарного неблагополучия.

Заразный узелковый дерматит не является антропоозоонозом, но при этом он включен в список болезней, подлежащих нотификации международным эпизоотическим бюро (МЭБ) по причине большого экономического значения [19]. Например, в Турции, по данным О.В. Инсе и соавторов, общий экономический ущерб, связанный с этим заболеванием, составил 242,0 млн долларов США [20]. Поэтому МЭБ относит болезнь к карантинным [9].

Контроль распространения болезни в настоящее время осуществляется путем депопуляции восприимчивых животных и с помощью вакцинации и иммунопрофилактики [21]. При этом эксперты European Food Safety Authority (EFSA) настоятельно рекомендуют проведение вакцинации всей восприимчивой популяции в неблагополучных регионах и территориях, подверженных риску интродукции вируса ЗУД. Это должно способствовать минимизации количества вспышек и экономического ущерба от болезни [22, 23].

Вакцинация способствует сдерживанию распространения ЗУД и минимизации экономических потерь успешнее, нежели политика stamping-out. Согласно математической модели, эффективность вакцинации достигается при охвате 75% восприимчивых животных на 95% ферм, расположенных на угрожаемых территориях [22].

Вирусы рода *Capripoxvirus* индуцируют становление перекрестного напряженного иммунитета против представителей своего рода. Поэтому для вакцинации крупного рогатого скота от ЗУД широко используются как вакцины на основе вируса ЗУД, так и родственного вируса оспы овец [24, 25, 26, 27, 28]. В связи с угрозой дальнейшей интродукции болезни необходима разработка новых и более эффективных вакцинных штаммов [29, 30].

Географический ареал распространения заразного узелкового дерматита исторически был ограничен Африканским континентом. ЗУД является эндемичным для стран Южной Африки [31] – Зимбабве [32, 33], Намибии [23], а также Эфиопии [34, 35] и Египта [36, 37].

В некоторых странах Азии зафиксированы одиночные вспышки ЗУД, например, в Израиле в 1989, 2006-2007 годах [38], в Омане в 2009 году [39]. Вспышки в Израиле происходили параллельно с тяжелой вспышкой в Египте, и Klausner Z. с соавторами в своих исследованиях [40] подтвердили предположение

о том, что вирус ЗУД передается из Египта в Израиль посредством распространения зараженных насекомых-переносчиков на довольно большие расстояния. Но с 2012 года болезнь распространяется в необычайно больших масштабах во всех ближневосточных странах: 2012 г. – повторно в Израиле [24, 38], 2013 г. – в Иордании [29, 41], Ираке [42], Турции [20, 43], 2014 г. – в Азербайджане [44].

В последние годы ЗУД неуклонно расширяет ареал своего распространения. В 2015 году болезнь была впервые зарегистрирована в странах Европейского союза – Греции, Болгарии и Македонии [2, 45, 46], в июле того же года – в Российской Федерации [8]. По данным EFSA, в 2015 году масштаб эпизоотии ЗУД в странах Восточной Европы и Балканского полуострова составил более 7600 вспышек с охватом 12800 голов крупного рогатого скота. Большинство вспышек произошло в период с мая по август в связи с обилием векторов-переносчиков. Чаще всего распространение болезни происходит на относительно небольшом расстоянии, приблизительно от 10 до 20 км, а скорость распространения оценивается в основном на 2 км/день, что согласуется с векторной картиной инфекции [2, 46].

Проникновение ЗУД на Евразийский континент показано на рисунке 1. Дальнейшее распространение болезни в страны Восточной Европы и Балканского полуострова было замедлено тотальной вакцинацией всей популяции восприимчивых животных [2]. Данные по вспышкам болезни в странах Центральной Азии отсутствуют. На территории Российской Федерации наблюдается активная интродукция болезни с продвижением на север, что, вероятно, связано с низкой эффективностью вакцинации, обусловленной неполным охватом поголовья и недостаточным для выработки напряженного иммунитета иммунным фоном популяций крупного рогатого скота [47, 48, 49]. Необходимо предотвратить дальнейшее продвижение ЗУД на территорию Российской Федерации, уделив особое внимание вакцинации восприимчивых животных и повышению их иммунного статуса путем применения иммунотропных средств в регионах с высоким риском распространения заболевания.

По данным Россельхознадзора [8], к концу 2017 года в Российской Федерации зарегистрировано 43 неблагополучных пункта, в т.ч. в Саратовской области – 24, Оренбургской – 11, Самарской – 3, Волгоградской – 3, Ульяновской – 1, в Республике Башкортостан – 1 неблагополучный пункт (рис. 2).

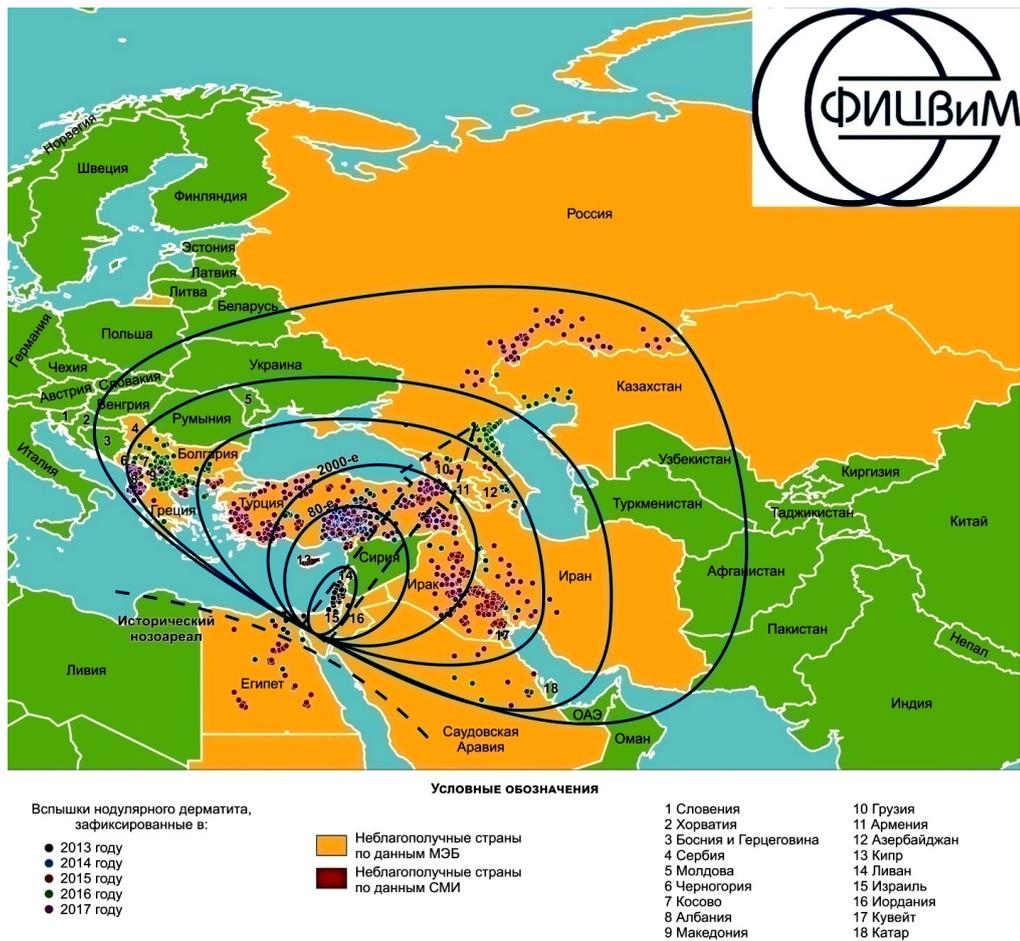


Рис. 1. Векторная схема-модель распространения заразного узелкового дерматита в странах Ближнего и Среднего Востока, Европы и Российской Федерации (2013-2017 гг.)

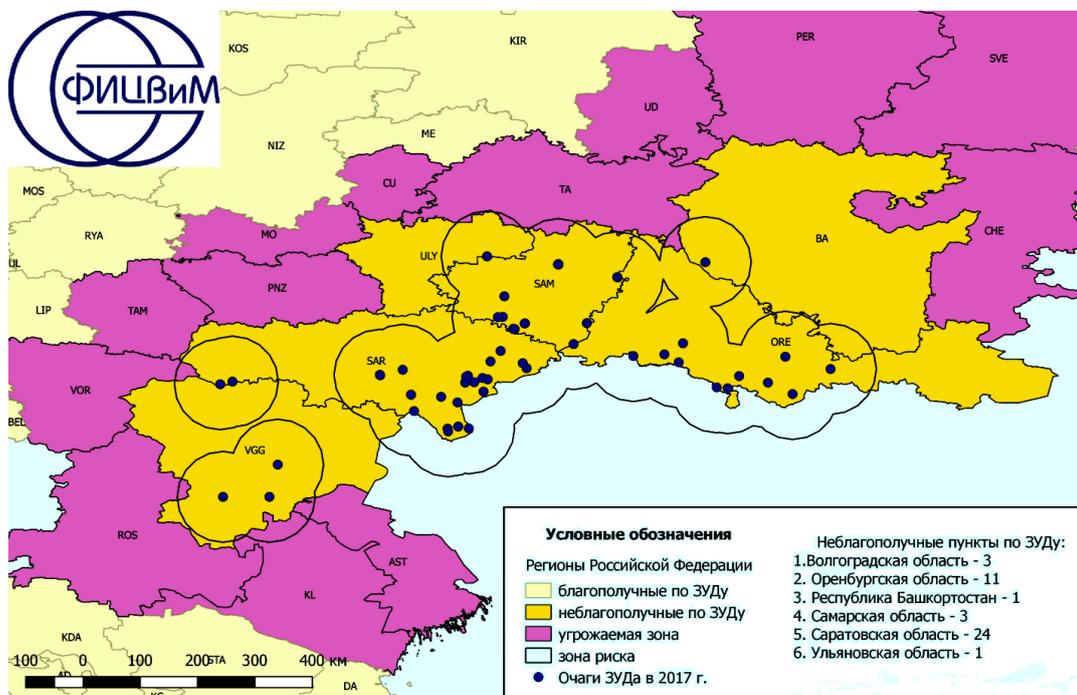


Рис. 2. Распространение заразного узелкового дерматита в Российской Федерации в 2017 г.

Лихорадка долины Рифт (энзоотический гепатит рогатого скота, англ. Rift Valley Fever, (RVF)) – остро протекающая вирусная болезнь мелкого и крупного рогатого скота, передающаяся членистоногими. Обычно поражает животных, однако, возможна передача вируса и человеку. Характеризуется лихорадкой, некротическим гепатитом, гастроэнтеритом, геморрагическим диатезом и высокой летальностью у ягнят и телят. У взрослых животных болезнь вызывает аборт [8].

Возбудитель ЛДР – вирус рода *Phlebovirus* семейства *Bunyaviridae*. Он передается через укусы комаров, при контакте с тканями и кровью заболевших животных, а также воздушно-капельным путем [8]. Инкубационный период составляет 14 дней. У взрослого крупного рогатого скота болезнь протекает обычно бессимптомно, но в некоторых случаях, спровоцированных факторами иммунокомпрометации, может развиваться манифестная форма болезни. В этом случае болезнь длится 10-20 дней и сопровождается лихорадкой, симптомокомплексом поражения аппарата пищеварения и респираторного тракта. У стельных коров наблюдаются аборт. Вируснейтрализующие антитела у домашних жвачных появляются на 4-5 день после инфицирования, у потомства иммунных самок может сохраняться пассивный материнский иммунитет в течение первых 3-4 месяцев жизни [8, 9].

Первоначально болезнь была зарегистрирована в восточной и южной частях Африки, но постепенно распространилась по всему континенту, на остров Мадагаскар и Аравийский полуостров [50]. В конце 1980-х годов было сообщено о появлении вируса ЛДР в Афганистане, в нозоареал были вовлечены Турция (1987) и Португалия (1993) [51]. В 2016 году ЛДР, по данным МЭБ, зарегистрирована в Нигере и Уганде, в 2017 году – Мали и Нигерии [9]. В Российской Федерации заболевание не регистрировалось [8].

Заражение происходит в результате укусов инфицированными комарами родов *Aedes*, *Anopheles*, *Coquillettidia*, *Culex*, *Eretmopodites*, *Eunelanyomyia*, *Mansonia*, *Neomelaniclion*, *Ochlerotatus*, *Stegomyia* [52].

Выживаемость вируса поддерживается вертикальной передачей: самка комара (род *Aedes*, *Culex*) способна передавать вирус своему потомству через откладываемые яйца, из которых появляются новые поколения инфи-

цированных комаров [53, 54]. Яйца комаров могут сохранять свою жизнеспособность в сухих условиях в течение нескольких лет, этим объясняется непрерывное присутствие вируса ЛДР в энзоотических очагах. Во время вспышки в первичных очагах заболевание может распространиться на вторичные очаги с передвижением скота или пассивной миграцией комаров. Теплая погода и выпадение обильных осадков приводят к быстрому росту численности насекомых, а это, в свою очередь, приводит к распространению вируса среди животных, кровью которых они питаются [55].

Климатические факторы играют доминирующую роль в распространении ЛДР, поскольку почти все исторические вспышки связаны с циклическими закономерностями явления Эль-Ниньо. Термин «Эль-Ниньо» используют применительно к ситуациям, когда аномально теплые поверхностные воды занимают не только прибрежную область возле Южной Америки, но и большую часть тропической зоны Тихого океана вплоть до 180 меридиана [56]. Эль-Ниньо носит циклический характер и повторяется с разной силой два-три раза в десятилетие. За последние 20 лет XX века отмечены пять активных циклов Эль-Ниньо: 1982-1983, 1986-1987, 1991-1993, 1994-1995 и 1997-1998 гг. В XXI веке активность явления зафиксирована в 2002-2003, 2006-2007, 2009-2010 и 2015-2016 гг. Оно приносит экстремальную погоду, одним из последствий которой являются эпидемии малярии, лихорадки денге и другие трансмиссивные болезни, передаваемые чаще всего комарами [50].

Векторы ЛДР многочисленны, и они меняются в зависимости от задействованных экосистем. Потенциальные переносчики вируса – комары *Ae. v. arabiensis*, *Cx. poicilipes*, *Cx. tritaeniorhynchus*, *M. uniformis*, *Ae. caspius*, *Cx. antennatus*, *Cx. perexiguus*, *Cx. zombaensis* и *Cx. quinquefasciatus* [54, 57].

Блютанг (катаральная лихорадка овец) – вирусная трансмиссивная инфекция домашних и диких жвачных животных, преимущественно овец, характеризующаяся лихорадочным состоянием, воспалительно-некротическим поражением ротовой полости, особенно языка, пищеварительного тракта, эпителия венчика и основы кожи копыт, а также дегенеративными изменениями скелетных мышц [8]. Возбудитель блютанга – РНК-вирус рода *Orbivirus* семейства *Reoviridae*. Блютанг не конта-

гиозен, так как вирус не выделяется из больного организма в окружающую среду, прямого контактного заражения не происходит, распространение вируса обусловлено присутствием биологических переносчиков [58].

Инкубационный период острого течения инфекции у жвачных всех видов составляет 6-9 дней [9]. Поражение вирусом вызывает образование защежных язв в ротовой полости, воспаление коронарных связок, мышечные некрозы, сопровождающиеся лицевыми и пульмонарными отеками, плевральными и перикардальными выпотами. Клиническое течение болезни наиболее злокачественно, с фатальным исходом, отмечается главным образом у овец отдельных пород и оленей некоторых видов. Инфекция у КРС протекает субклинически из-за межвидовых различий в чувствительности к вирусу, исключение составляет повышенная вирулентность для КРС северо-западного европейского вируса ВБТ-8 [59, 60, 61].

Блютанг у овец проявляется в abortивной, острой и подострой форме. У других видов жвачных обычно протекает бессимптомно с незначительным повышением температуры, при этом они являются резервуаром инфекции. В настоящее время болезнь зарегистрирована на всех континентах, наблюдается тенденция ее распространения в более северные регионы. При возникновении блютанга на ранее благополучных территориях заболеваемость достигает 90%, летальность 70-90%, возможно возникновение стационарных очагов. Профилактика основана на недопущении заноса вируса блютанга на территорию страны. Разработаны аттенуированные и инактивированные вакцины, при использовании которых вырабатывается иммунитет только к гомологичному серотипу вируса [8].

Распространение блютанга традиционно наблюдалось в географической полосе между широтами 40° N и 35° S, местообитания его основного вектора *C. imicola*. Мягкий теплый климат Африки, юга Европы и Юго-Восточной Азии способствует активности *Culicoides* в течение всего года, что обеспечивает перезимовку вируса блютанга. В течение последних 20 лет распространение блютанга существенно изменилось в Европе. Глобальное изменение климата повлияло на появление разных серотипов вируса в географических районах выше 50° N [62].

Векторная передача возбудителей блютанга обуславливает сезонность инфекций. В годы с благоприятными погодными условиями (влажность, температура, инсоляция) отмечается увеличение активности переносчиков возбудителя за счет роста популяции и расширения ареала. Насекомые могут пассивно переноситься на большие расстояния, несколько сотен километров, теплыми влажными ветрами на низкой высоте над уровнем моря и с низкой скоростью (10-40 км/ч) в составе аэропланктона, что важно с точки зрения территориальной трансмиссии инфекций [63].

Впервые блютанг был зарегистрирован в Южной Африке в 1876 году, и в начале XX века эту проблему считали актуальной только для стран африканского континента [8]. Вирус присутствует везде, где есть *Culicoides* spp. – его биологические переносчики (Африка, Америка, Австралия, многие страны Южной Азии и Океании). В клинически выраженной форме инфекция стационарно наблюдается только в отдельных странах (США, некоторые африканские страны) [58].

Однако в последние годы 20 века нозоареал блютанга существенно расширился за счет стран Южной Европы вдоль 40-й параллели, находящихся в достаточной географической близости к энзоотичным регионам африканского севера. С 1998 по 2006 год пять серотипов вируса были изолированы в 12 странах, где эпизоотии блютанга сопровождалась гибелью миллионов голов овец и крупного рогатого скота. Летом 2006 года блютанг неожиданно возник и распространился в несвойственном регионе – северо-западной Европе. В течение нескольких недель эпизоотия охватила пограничную зону между Бельгией, Нидерландами, Германией, Люксембургом, Францией радиусом 200 км [61].

В настоящее время болезнь зарегистрирована на всех континентах, наблюдается тенденция ее распространения в более северные регионы [8]. В 2014 году вспышки блютанга наблюдались в Албании, Болгарии, Боснии и Герцеговине, Ботсване, Венгрии, Греции, Италии, Македонии, Румынии, Сербии, Турции, Хорватии, Черногории, на Кипре [9]. В 2015 году болезнь зарегистрирована в Австралии, Австрии, Албании, Боснии и Герцеговине, Венгрии, Греции, Италии, Канаде, Македонии, Румынии, Словении, Турции, Франции, Хорватии, Черногории [9]. В 2016 году

блютанг зафиксирован в Австрии, Бразилии, Боснии и Герцеговине, Ботсване, Греции, Италии, Румынии, Сербии, Словении, Тунисе, Франции, Хорватии, Черногории, Эквадоре, на Кипре [9]. В 2017 году вспышки блютанга наблюдались в Греции, Италии и Швейцарии [9]. В Российской Федерации в настоящее время блютанг отсутствует, последняя вспышка была в 2012 году [8].

Основными переносчиками вируса блютанга являются представители кровососущих мокрецов рода *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) следующих видов: в Африке, на Ближнем Востоке и юге Европы – *C. imicola*, в Северной Америке – *C. sonorensis*, в Австралии – *C. brevitarsis*. Африканский тропический вид *C. imicola* присутствует в семи странах Европейского союза (Португалия, Испания, Франция, Италия, Греция, Мальта, Кипр) [64]. В Европе векторы вируса блютанга – мокрецы из комплексов *obsoletus* и *pulicaris* [65].

К переносчикам вируса блютанга также относятся четыре вида иксодовых клещей: *Ixodes ricinus*, *Ixodes hexagonus*, *Dermacentor reticulatus*, *Rhipicephalus bursa*, а также и аргасовые клещи *Ornithodoros savignyi* [66].

Помимо арбовирусных болезней, в частности, блютанга, мокрецы рода *Culicoides* являются переносчиками ЗУД, ЛДР и других инфекций. Обнаружение вируса ЗУД в *Culicoides punctatus* позволяет считать их переносчиками этого заболевания [67].

Выводы.

1. Трансмиссия вируса заразного узелкового дерматита на новые территории связана с клещами (*Ixodidae*) и насекомыми отряда Diptera (*Stomoxys calcitrans*; *Culicoides punctatus*; *Anopheles stephensi*; *Culex quinquefasciatus*).

2. Вирус лихорадки долины Рифт передается через укусы комаров родов *Aedes*, *Anopheles*, *Coquillettidia*, *Culex*, *Eretmopodites*, *Eunelanyia*, *Mansonia*, *Neomelanimon*, *Ochlerotatus*, *Stegomyia*.

3. Основными переносчиками вируса блютанга являются мокрецы рода *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). В Африке, на Ближнем Востоке и юге Европы вирус блютанга переносят представители вида *C. imicola*, в Европе – мокрецы из комплексов *obsoletus* и *pulicaris*.

4. Наиболее опасными векторами трансмиссивных болезней животных в связи с ши-

ротой распространения, подвижностью и доказанной универсальной векторной компетентностью ко многим патогенам следует считать комаров родов *Aedes*, *Culex*, и *Anopheles*, а также мокрецов рода *Culicoides*.

5. Контроль распространения заболеваний должен осуществляться, в первую очередь, путем тотальной вакцинации восприимчивых животных. При этом следует уделить внимание предварительной коррекции иммунного статуса животных.

Список литературы

1. Beard P.M. EDITORIAL Lumpy skin disease: a direct threat to Europe // Veterinary Record. 2016. May. Vol. 178. № 22. P. 557-558. DOI: 10.1136/vr.i2800.
2. European Food Safety Authority (EFSA). Lumpy skin disease: I. Data collection and analysis // Efsa Journal. 2017. Vol. 15. № 4. 54 p. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4773.
3. Tuppurainen E., Oura C. EDITORIAL Lumpy skin disease: an African cattle disease getting closer to the EU // Veterinary Record. 2014. Sep. Vol. 175, № 12. P. 300-301. DOI: 10.1136/vr.g5808.
4. Трансмиссивные инфекции [Электронный ресурс] <http://4gdkp.by/informatsija/250-transmissivnye-infektsii> (дата обращения: 10.04.2018).
5. Van Vuuren M., Penzhorn B.L. Geographic range of vector-borne infections and their vectors: the role of African wildlife // Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties. 2015. Apr. Vol. 34. № 1. P. 139-149.
6. Thomson G.R., Fosgate G.T., Penrith M.L. Eradication of Transboundary Animal Diseases: Can the Rinderpest Success Story be Repeated? // Transboundary and Emerging Diseases. 2017. Apr. Vol. 64. № 2. Pp. 459-475. DOI: 10.1111/tbed.12664.
7. Макаров В.В., Василевич Ф.И., Гулюкин М.И. Векторная компетентность и способность насекомых – переносчиков инфекций // Российский паразитологический журнал. 2014. № 3(29). С. 38-47.
8. Россельхознадзор. Эпизоотическая ситуация. [Электронный ресурс] <http://www.fsvps.ru/fsvps/iac/messages/> (дата обращения: 15.02.2018).
9. The World Organisation for Animal Health (OIE) [Электронный ресурс] <http://www.oie.int/> (дата обращения: 20.03.2018).
10. Annandale C.H., Holm D.E., Ebersohn K., Venter E.H. Seminal Transmission of Lumpy Skin Disease Virus in Heifers // Transboundary and Emerging Diseases. 2014. Oct. Vol. 61. № 5. P. 443-448. DOI: 10.1111/tbed.12045.
11. Rouby S., Aboulsoud E. Evidence of intrauterine transmission of lumpy skin disease virus // Veterinary Journal. 2016. Mar. Vol. 209. P. 193-195. DOI: 10.1016/j.tvjl.2015.11.010.

12. Tuppurainen E.S.M., Venter E.H., Shisler J.L., Gari G., Mekonnen G.A., Juleff N., Lyons N.A., De Clercq K., Upton C., Bowden T.R., Babiuk S., Babiuk L.A. Review: Capripoxvirus Diseases: Current Status and Opportunities for Control // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2017. Jun. Vol. 64. № 3. P. 729-745. DOI: 10.1111/tbed.12444.
13. Kahana-Sutin E., Klement E., Lensky I., Gottlieb Y. High relative abundance of the stable fly *Stomoxys calcitrans* is associated with lumpy skin disease outbreaks in Israeli dairy farms // *Medical and Veterinary Entomology*. 2017. Jun. Vol. 31. № 2. P. 150-160. DOI: 10.1111/mve.12217.
14. Chihota C.M., Rennie L.F., Kitching R.P., Mellor P.S. Attempted mechanical transmission of lumpy skin disease virus by biting insects // *Medical and Veterinary Entomology*. 2003. Sep. Vol. 17(3). P. 294-300. DOI: org/10.1046/j.1365-2915.2003.00445.x.
15. Lubinga J.C., Clift S.J., Tuppurainen E.S.M., Stoltz W.H., Babiuk S., Coetzer J.A.W., Venter E.H. Demonstration of lumpy skin disease virus infection in *Amblyomma hebraeum* and *Rhipicephalus appendiculatus* ticks using immunohistochemistry // *Ticks and Tick-Borne Diseases*. 2014. Vol. 5. № 2. P. 113-120. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2013.09.010.
16. Lubinga J.C., Tuppurainen E.S.M., Coetzer J.A.W., Stoltz W.H., Venter E.H. Evidence of lumpy skin disease virus over-wintering by transstadial persistence in *Amblyomma hebraeum* and transovarial persistence in *Rhipicephalus decoloratus* ticks // *Experimental and Applied Acarology*. 2014. Jan. Vol. 62. № 1. P. 77-90. DOI: 10.1007/s10493-013-9721-7.
17. Lubinga J.C., Tuppurainen E.S.M., Mahlare R., Coetzer J.A.W., Stoltz W.H., Venter E.H. Evidence of Transstadial and Mechanical Transmission of Lumpy Skin Disease Virus by *Amblyomma hebraeum* Ticks // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2015. Apr. Vol. 62, № 2. P. 174-182. DOI: 10.1111/tbed.12102.
18. Lubinga J.C., Tuppurainen E.S.M., Coetzer J.A.W., Stoltz W.H., Venter E. H. Transovarial passage and transmission of LSDV by *Amblyomma hebraeum*, *Rhipicephalus appendiculatus* and *Rhipicephalus decoloratus* // *Experimental and Applied Acarology*. 2014. Jan. Vol. 62. № 1. P. 67-75. DOI: 10.1007/s10493-013-9722-6.
19. Vidanovic D., Sekler M., Petrovic T., Debeljak Z., Vaskovic N., Matovic K., Hoffmann B. Real-time PCR assays for the specific detection of field Balkan strains of Lumpy skin disease virus // *Acta Veterinaria-Beograd*. 2016. Dec. Vol. 66. № 4. P. 444-454. DOI: 10.1515/acve-2016-0038.
20. Ince O.B., Cakir S., Dereli M.A. Risk analysis of lumpy skin disease in Turkey // *Indian Journal of Animal Research*. 2016. Dec. V. 50. № 6. P. 1013-1017. DOI: 10.18805/ijar.9370.
21. Swiswa S., Masocha M., Pfukenyi D.M., Dhliwayo S., Chikerema S.M. Long-term changes in the spatial distribution of lumpy skin disease hotspots in Zimbabwe // *Tropical Animal Health and Production*. 2017. Jan. Vol. 49. № 1. P. 195-199. DOI: 10.1007/s11250-016-1180-9.
22. Miranda M.A., Stegeman J.A., Bicout D., Botner A., Butterworth A., Calistri P., Depner K., Edwards S., Garin-Bastuji B., Good M., Schmidt C.G., Michel V., More S., Raj M., Nielsen S.S., Sihvonen L., Spoolder H., Thulke H.H., Velarde A., Willeberg P., Winckler C., Welf E.P.A.H. Urgent advice on lumpy skin disease EFSA Panel on Animal Health and Welfare // *Efsa Journal*. 2016. Aug. Vol. 14. № 8. P. 1-27. DOI: 10.2903/j.efsa.2016.4573.
23. Pascucci I., Monaco F., Maseke A., Khaib S., Molini U., Scacchia M. Lumpy Skin Disease an emerging threat to Europe: description of symptoms and lesions shown in outbreaks in Namibia // *Large Animal Review*. 2017. Jun. Vol. 23. № 3. P. 83-86.
24. Ben-Gera J., Klement E., Khinich E., Stram Y., Shpigel N.Y. Comparison of the efficacy of Neethling lumpy skin disease virus and x10RM65 sheep-pox live attenuated vaccines for the prevention of lumpy skin disease – The results of a randomized controlled field study // *Vaccine*. 2015. Sep. Vol. 33. № 38. P. 4837-4842. DOI: 10.1016/j.vaccine.2015.07.071.
25. Bumbarov V., Golender N., Erster O., Khinich Y. Detection and isolation of Bluetongue virus from commercial vaccine batches // *Vaccine*. 2016. Jun. Vol. 34. № 28. P. 3317-3323. DOI: 10.1016/j.vaccine.2016.03.097.
26. Cetre-Sossah C., Dickmu S., Kwiatak O., Albina E. A G-protein-coupled chemokine receptor: A putative insertion site for a multi-pathogen recombinant capripoxvirus vaccine strategy // *Journal of Immunological Methods*. 2017. Sep. Vol. 448. P. 112-115. DOI: 10.1016/j.jim.2017.05.007.
27. Gari G., Abie G., Gizaw D., Wubete A., Kidane M., Asgedom H., Bayissa B., Ayelet G., Oura C.A.L., Roger F., Tuppurainen E.S.M. Evaluation of the safety, immunogenicity and efficacy of three capripoxvirus vaccine strains against lumpy skin disease virus // *Vaccine*. 2015. Jun. Vol. 33. № 28. P. 3256-3261. DOI: 10.1016/j.vaccine.2015.01.035.
28. Tuppurainen E.S. M., Pearson C.R., Bachanek-Bankowska K., Knowles N.J., Amarene C.R., Frost L., Henstock M.R., Lamien C.E., Diallo A., Mertens P.P.C. Characterization of sheep pox virus vaccine for cattle against lumpy skin disease virus // *Antiviral Research*. 2014. Sep. Vol. 109. P. 1-6. DOI: 10.1016/j.antiviral.2014.06.009.
29. Abutarbush S.M., Hananeh W.M., Ramadan W., Al Sheyab O.M., Alnajjar A.R., Al Zoubi I.G., Knowles N.J., Bachanek-Bankowska K., Tuppurainen E.S.M. Adverse Reactions to Field Vaccination Against Lumpy Skin Disease in Jordan // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2016. Apr. Vol. 63. № 2. P. E213-E219. DOI: 10.1111/tbed.12257.
30. Gelaye E., Belay A., Ayelet G., Jenberie S., Yami M., Loitsch A., Tuppurainen E., Grabherr R., Diallo A., Lamien C.E. Capripox disease in Ethiopia: Genetic differences between field isolates and vaccine strain, and implications for vaccination failure

// *Antiviral Research*. 2015. Jul. Vol. 119. P. 28-35. DOI: 10.1016/j.antiviral.2015.04.008.

31. Fagbo S., Coetzer J.A.W., Venter E.H. Seroprevalence of Rift Valley fever and lumpy skin disease in African buffalo (*Syncerus caffer*) in the Kruger National Park and Hluhluwe-iMfolozi Park, South Africa // *Journal of the South African Veterinary Association*. 2014. Oct. Vol. 85. № 1. P. 1-7. DOI: 10.4102/jsava.v85i1.1075.

32. Gomo C., Kanonhuwa K., Godobo F., Tada O., Makuza S.M. Temporal and spatial distribution of lumpy skin disease (LSD) outbreaks in Mashonaland West Province of Zimbabwe from 2000 to 2013 // *Tropical Animal Health and Production*. 2017. Mar. Vol. 49. № 3. P. 509-514. DOI: 10.1007/s11250-017-1222-y.

33. Mafirakureva P., Saidi B., Mbangi J. Incidence and molecular characterisation of lumpy skin disease virus in Zimbabwe using the P32 gene // *Tropical Animal Health and Production*. 2017. Jan. Vol. 49. № 1. P. 47-54. DOI: 10.1007/s11250-016-1156-9.

34. Abera Z., Degefu H., Gari G., Kidane M. Sero-prevalence of lumpy skin disease in selected districts of West Wollega zone, Ethiopia // *Bmc Veterinary Research*. 2015. Jun. Vol. 11. P. 2-9. DOI: 10.1186/s12917-015-0432-7.

35. Aye G., Haftu R., Jemberie S., Belay A., Gelaye E., Sibhat B., Skjerve E., Asmare K. Lumpy skin disease in cattle in central Ethiopia: outbreak investigation and isolation and molecular detection of the virus // *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties*. 2014. Dec. Vol. 33. № 3. P. 877-887.

36. Neamat-Allah A.N.F. Immunological, hematological, biochemical, and histopathological studies on cows naturally infected with lumpy skin disease // *Veterinary World*. 2015. Sep. Vol. 8. № 9. P. 1131-1136. DOI: 10.14202/vetworld.2015.1131-1136.

37. Elhaig M.M., Selim A., Mahmoud M. Lumpy skin disease in cattle: Frequency of occurrence in a dairy farm and a preliminary assessment of its possible impact on Egyptian buffaloes // *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 2017. Mar. Vol. 84. № 1. P. 1-6. DOI: 10.4102/ojvr.v84i1.1393.

38. Menasherow S., Rubinstein-Giuni M., Kovtunen A., Eyngor Y., Fridgut O., Rotenberg D., Khinich Y., Stram Y. Development of an assay to differentiate between virulent and vaccine strains of lumpy skin disease virus (LSDV) // *Journal of Virological Methods*. 2014. Apr. Vol. 199. P. 95-101. DOI: 10.1016/j.jviromet.2013.12.013.

39. Tageldin M.H., Wallace D.B., Gerdes G.H., Putterill J.F., Greyling R.R., Phosiwa M.N., Al Busaidy R.M., Al Ismaaily S.I. Lumpy skin disease of cattle: an emerging problem in the Sultanate of Oman // *Tropical Animal Health and Production*. 2014. Jan. Vol. 46. № 1. P. 241-246. DOI: 10.1007/s11250-013-0483-3.

40. Klausner Z., Fattal E., Klement E. Using Synoptic Systems' Typical Wind Trajectories for the Analysis of Potential Atmospheric Long-Distance Dispersal

of Lumpy Skin Disease Virus // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2017. Apr. Vol. 64. № 2. P. 398-410. DOI: 10.1111/tbed.12378.

41. Abutarbush S.M., Ababneh M.M., Al Zoubi I.G., Al Sheyab O.M., Al Zoubi M.G., Alekish M.O., Al Gharabat R.J. Lumpy Skin Disease in Jordan: Disease Emergence, Clinical Signs, Complications and Preliminary-associated Economic Losses // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2015. Oct. Vol. 62. № 5. P. 549-554. DOI: 10.1111/tbed.12177.

42. Al-Salihi K.A., Hassan I.Q. Lumpy Skin Disease in Iraq: Study of the Disease Emergence // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2015. Oct. Vol. 62. № 5. P. 457-462. DOI: 10.1111/tbed.12386.

43. Gurcay M., Sait A., Parmaksiz A., Kilic A. The Detection of Lumpy Skin Disease Virus Infection by Clinical Findings and PCR Method in Turkey // *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. 2015. May-Jun. Vol. 2. № 3. P. 417-420. DOI: 10.9775/kvfd.2014.12364.

44. Zeynalova S., Asadov K., Guliyev F., Vatanli M., Aliyev V. Epizootology and Molecular Diagnosis of Lumpy Skin Disease among Livestock in Azerbaijan // *Frontiers in Microbiology*. 2016. Jun. P. 7. DOI: 10.3389/fmicb.2016.01022.

45. Agianniotaki E.I., Tasioudi K.E., Chaintoutis S.C., Iliadou P., Mangana-Vougiouka O., Kirtzalidou A., Alexandropoulos T., Sachpatzidis A., Plevraki E., Dovas C.I., Chondrokouki E. Lumpy skin disease outbreaks in Greece during 2015-16, implementation of emergency immunization and genetic differentiation between field isolates and vaccine virus strains // *Veterinary Microbiology*. 2017. Mar. Vol. 201. P. 78-84. DOI: 10.1016/j.vetmic.2016.12.037.

46. Tasioudi K.E., Antoniou S.E., Iliadou P., Sachpatzidis A., Plevraki E., Agianniotaki E.I., Fouki C., Mangana-Vougiouka O., Chondrokouki E., Dile C. Emergence of Lumpy Skin Disease in Greece, 2015 // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2016. Jun. Vol. 63. № 3. P. 260-265. DOI: 10.1111/tbed.12497.

47. Блохин А.А. Апоптоз, иммунодефицит, сепсис – три слагаемых оппортунистических инфекций животных: монография. Нижний Новгород: изд-во Гладкова О.В., 2014. 218 с.

48. Блохин А.А., Молев А.И. Экосистемная концепция факторной патологии животных // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2012. № 4/2. С. 61-70.

49. Бурова О.А., Блохин А.А. Мониторинг популяционного здоровья крупного рогатого скота // *Ветеринария Кубани*. 2017. № 6. С. 10-13.

50. Gachohi J.M., Njenga M.K., Kitale P., Bett B. Correction. Modelling Vaccination Strategies against Rift Valley Fever in Livestock in Kenya // *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 2016. Dec. Vol. 10. № 12: e 0005316. DOI.org/10.1371/journal.pntd.0005049.

51. Маркин В.А. Лихорадка долины Рифт // *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. 2015. № 3. С. 25-31.

52. Red Gems. Rift Valley Fever. [Электронный ресурс]. <http://redgems.sedoo.fr/spip.php?rubrique6> (дата обращения: 16.05.2018).
53. Seufi A.M, Galal F.H. Role of *Culex* and *Anopheles* mosquito species as potential vectors of rift valley fever virus in Sudan outbreak, 2007. BMC Infect Dis. 2010, 10-65. DOI: 10.1186/1471-2334-10-65.
54. Biteye B., Fall A.G., Ciss M., Seck M.T., Apolloni A., Fall M., Tran A., Gimonneau G. Ecological distribution and population dynamics of Rift Valley fever virus mosquito vectors (*Diptera, Culicidae*) in Senegal. // Parasites & Vectors (JAN. 2018). Vol. 11:27. DOI: 10.1186/s13071-017-2591-9.
55. Лихорадка Рифт-Валли. Информационный бюллетень № 207 // Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs207/ru/ (дата обращения: 26.04.2018).
56. Примпогода. [Электронный ресурс] https://primpogoda.ru/articles/prosto_o_pogode (Дата обращения: 26.04.2018).
57. Sang R., Lutomiah J., Said M., Makio A., Koka H., Koskei E., Nyunja A., Owaka S., Matoke-Muhia D., Bukachi S., Lindahl J., Grace D., Bett B. Effects of Irrigation and Rainfall on the Population Dynamics of Rift Valley Fever and Other Arbovirus Mosquito Vectors in the Epidemic-Prone Tana River County, Kenya // Journal of Medical Entomology. 2016. Dec. P. 1-11. DOI: 10.1093/jme/tjw206.
58. Макаров В.В., Василевич Ф.И., Сухарев О.И. Мокрецы рода *Culicoides* – эмерджентные векторы блютанга в Европе // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. 2014. № 2. С. 29-35.
59. Bluetongue in northern Europe. / Ed. by C. Saegerman et al. – WOAH (OIE), Paris a. DIPD FVM, Univ. Liege. 2008. 88 p.
60. Bluetongue vectors and insecticides. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and welfare // EFSA J. 2008. №. 735. 70 p.
61. Макаров В.В. Трансмиссивные экзотические инфекции животных на эндемичных территориях // Пест-менеджмент. 2012. № 2. С. 17-30.
62. Djuric S., Simeunovic P., Mirilovic M., Stevanovic J., Glavinic U., Vejnovic B., Stanimirovic Z. Retrospective analysis of the bluetongue outbreak in Serbia // Macedonian veterinary review. Vol. 40. P. 21-27. DOI: 10.1515/macvetrev-2016-0094.
63. Спрыгин А.В., Федорова О.А., Бабин Ю.Ю., Кононов А.В., Караулов А.К. Мокрецы рода *Culicoides* (*Diptera: Ceratopogonidae*) и их роль в распространении Блютанга и болезни Шмалленберга в России (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 2. С. 183-197. DOI: 10.15389/agrobiol.2015.2.183rus.
64. EFSA AHAW Panel (*EFSA Panel on Animal Health and Welfare*), 2017. Scientific opinion on bluetongue: control, surveillance and safe movement of animals. EFSA Journal. 2017. Vol. 15(3): 4698. 126 p. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4698.
65. Purse B.V., Mellor P.S., Rogers D.J., Samuel A.R., Mertens P.P., Baylis M. Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. Nat. Rev. Microbiol. 2005. Vol. 3 (2). P. 171-181. DOI: 10.1038/nrmicro1090.
66. Bouwknecht C., van Rijn P.A., Schipper J.J.M. et al. Potential role of ticks as vectors of bluetongue virus // Experimental and applied acarology. 2010. Vol. 52 (2). P. 183-192.
67. Sevik M., Dogan M. Epidemiological and Molecular Studies on Lumpy Skin Disease Outbreaks in Turkey during 2014-2015 // Transboundary and Emerging Diseases. 2017. Aug. Vol. 64. № 4. P. 1268-1279. DOI: 10.1111/tbed.12501.

Сведения об авторах:

Бурова Ольга Александровна, научный сотрудник,
 Блохин Андрей Александрович, кандидат ветеринарных наук,
 Захарова Ольга Игоревна, научный сотрудник,
 Яшин Иван Вячеславович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,
 Лискова Елена Афанасьевна, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник,
 Гладкова Надежда Алексеевна, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник

Нижегородский научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», ул. Ветеринарная, д. 3, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 606034, e-mail nnovgorod@vniivvim.ru

Vectors of vector-borne viral diseases of animals (review)**O.A. Burova, A.A. Blokhin, O.I. Zakharova, E.A. Liskova, I.V. Yashin, a N.A. Gladkov***Nizhny Novgorod Research Veterinary Institution - Branch Federal Research Center for Virology and Microbiology, Nizhny Novgorod, Russian Federation*

The article reviews the data of Russian and foreign literature sources concerning the spread of vector-borne animal infectious diseases such as lumpy skin disease (LSD), *Rift Valley fever* (RVF), bluetongue. Epidemiology, spread of diseases as well as geographical distribution of their vectors are described, the most probable reasons for expanding the areas of vector-borne infections are considered. Insects and ticks serve not only as vectors, but also as reservoirs and amplifying agents of many pathogens of natural focal infections of human and animals. Of great epidemiological importance is the ability of some vectors to transmit vertically the pathogens from infected females to their offspring. An important role in the epidemiology of vector-borne infections belongs to the following blood-sucking insects – mosquitoes (family *Culicidae*), sandflies (family *Phlebotomidae*), midges (family *Simuliidae*), biting midges (family *Heleidae*), flies (family *Muscidae*). Spread of lumpy skin disease to the new territories in recent years is associated with blood-sucking ticks and flying biting insects of the order *Diptera* (*Muscidae* – *Stomoxys calcitrans*; *Culicoides* – *C. Punctatus*; *Anopheles* – *An. stephensi*; *Culex*, – *Cx. quinquefasciatus*). *Rift Valley fever* virus is transmitted through the bites of infected mosquitoes of the genera *Aedes*, *Anopheles*, *Coquillettidia*, *Culex*, *Eretmopodites*, *Eunelanismia*, *Mansonia*, *Neomelanimon*, *Ochlerotatus*, *Stegomyia*. A wide range of mosquitoes' feeders and the ability of some species to feed consistently on birds and mammals allowed these insects to become the most important vectors of many zoonoses. The major vectors of the bluetongue virus are representatives of blood-sucking biting midges of the genus *Culicoides* (*Diptera: Ceratopogonidae*), numbering about 1350 species distributed throughout the world (about 117 species in Europe). This article summarizes data on species composition *Culicoides* in the world and in the Russian Federation and their competence in the transmission of the bluetongue virus. The major vectors of the bluetongue virus in Africa include representatives of the species *C. imicola*, in North America – *C. sonorensis*, in Australia – *C. brevitarsis*. In Europe the bluetongue virus is transmitted by biting midges from the complex *obsoletus* and *pulicaris*.

Key words: transboundary infections, insects, ticks, viruses, transmission, animals, lumpy skin disease, Rift Valley fever, bluetongue

References

1. Beard P.M. EDITORIAL Lumpy skin disease: a direct threat to Europe. *Veterinary Record*. 2016. May. Vol. 178. no. 22. pp. 557-558. DOI: 10.1136/vr.i2800.
2. European Food Safety Authority (EFSA). Lumpy skin disease: I. Data collection and analysis. *Efsa Journal*. 2017. Vol. 15. no. 4. 54 p. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4773.
3. Tuppurainen E., Oura C. EDITORIAL Lumpy skin disease: an African cattle disease getting closer to the EU. *Veterinary Record*. 2014. Sep. Vol. 175. no. 12. pp. 300-301. DOI: 10.1136/vr.g5808.
4. *Transmissivnye infektsii*. [Vector-borne infections]. Available at: <http://4gdkp.by/informatsija/250-transmissivnye-infektsii> (accessed 10.04.2018).
5. Van Vuuren M., Penzhorn B.L. Geographic range of vector-borne infections and their vectors: the role of African wildlife. *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties*. 2015. Apr. Vol. 34. no. 1. pp. 139-149.
6. Thomson G.R., Fosgate G.T., Penrith M.L. Eradication of Transboundary Animal Diseases: Can the Rinderpest Success Story be Repeat-ed? *Transboundary and Emerging Diseases*. 2017. Apr. Vol. 64. no. 2. pp. 459-475. DOI: 10.1111/tbed12664.
7. Makarov V.V., Vasilevich F.I., Gulyukin M.I. *Vektornaya kompetentnost' i sposobnost' nasekomykh – perenoschikov infektsiy*. [Vector competence and insect capacity of infection transmission]. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal*. 2014. no. 3(29). pp. 38-47.
8. *Rossel'khoznadzor. Epizooticheskaya situatsiya*. [Rosselkhoznadzor. Epizootic situation]. Available at: <http://www.fsvps.ru/fsvps/iac/messages/> (accessed 15.02.2018).
9. The World Organisation for Animal Health (OIE). Available at: <http://www.oie.int/> (accessed 20.03.2018).
10. Annandale C.H., Holm D.E., Ebersohn K., Venter E.H. Seminal Transmission of Lumpy Skin Disease Virus in Heifers. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2014. Oct. Vol. 61. no. 5. pp. 443-448. DOI: 10.1111/tbed.12045.
11. Rouby S., Aboulsoud E. Evidence of intrauterine transmission of lumpy skin disease virus. *Veterinary Journal*. 2016. Mar. Vol. 209. pp. 193-195. DOI: 10.1016/j.tvjl.2015.11.010.
12. Tuppurainen E.S.M., Venter E.H., Shisler J.L., Gari G., Mekonnen G.A., Juleff N., Lyons N.A., De Clercq K., Upton C., Bowden T.R., Babiuk S., Babiuk L.A. Review: Capripoxvirus Diseases: Current Status and Opportunities for Control. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2017. Jun. Vol. 64. no. 3. pp. 729-745. DOI: 10.1111/tbed.12444.
13. Kahana-Sutin E., Klement E., Lensky I., Gottlieb Y. High relative abundance of the stable fly *Stomoxys calcitrans* is associated with lumpy skin dis-

- ease outbreaks in Israeli dairy farms. *Medical and Veterinary Entomology*. 2017. Jun. Vol. 31. no. 2. pp. 150-160. DOI: 10.1111/mve.12217.
14. Chihota C.M., Rennie L.F., Kitching R.P., Mellor P.S. Attempted mechanical transmission of lumpy skin disease virus by biting insects. *Medical and Veterinary Entomology*. 2003. Sep. Vol. 17(3). pp. 294-300. DOI: org/10.1046/j.1365-2915.2003.00445.x.
15. Lubinga J.C., Clift S.J., Tuppurainen E.S.M., Stoltz W.H., Babiuk S., Coetzer J.A.W., Venter E.H. Demonstration of lumpy skin disease virus infection in *Amblyomma hebraeum* and *Rhipicephalus appendiculatus* ticks using immunohistochemistry. *Ticks and Tick-Borne Diseases*. 2014. Vol. 5. no. 2. pp. 113-120. DOI: 10.1016/j.tbd.2013.09.010.
16. Lubinga J.C., Tuppurainen E.S.M., Coetzer J.A.W., Stoltz W.H., Venter E.H. Evidence of lumpy skin disease virus over-wintering by transstadial persistence in *Amblyomma hebraeum* and transovarial persistence in *Rhipicephalus decoloratus* ticks. *Experimental and Applied Acarology*. 2014. Jan. Vol. 62. no. 1. pp. 77-90. DOI: 10.1007/s10493-013-9721-7.
17. Lubinga J.C., Tuppurainen E.S.M., Mahlare R., Coetzer J.A.W., Stoltz W.H., Venter E.H. Evidence of Transstadial and Mechanical Transmission of Lumpy Skin Disease Virus by *Amblyomma hebraeum* Ticks // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2015. Apr. Vol. 62. no. 2. pp. 174-182. DOI: 10.1111/tbed.12102.
18. Lubinga J.C., Tuppurainen E.S.M., Coetzer J.A.W., Stoltz W.H., Venter E. H. Transovarial passage and transmission of LSDV by *Amblyomma hebraeum*, *Rhipicephalus appendiculatus* and *Rhipicephalus decoloratus*. *Experimental and Applied Acarology*. 2014. Jan. Vol. 62. no. 1. pp. 67-75. DOI: 10.1007/s10493-013-9722-6.
19. Vidanovic D., Sekler M., Petrovic T., Debeljak Z., Vaskovic N., Matovic K., Hoffmann B. Real-time PCR assays for the specific detection of field Balkan strains of Lumpy skin disease virus. *Acta Veterinaria-Beograd*. 2016. Dec. Vol. 66. no. 4. pp. 444-454. DOI: 10.1515/acve-2016-0038.
20. Ince O.B., Cakir S., Dereli M.A. Risk analysis of lumpy skin disease in Turkey // *Indian Journal of Animal Research*. 2016. Dec. V. 50. № 6. pp. 1013-1017. DOI: 10.18805/ijar.9370.
21. Swiswa S., Masocha M., Pfukenyi D.M., Dhliwayo S., Chikerema S.M. Long-term changes in the spatial distribution of lumpy skin disease hotspots in Zimbabwe. *Tropical Animal Health and Production*. 2017. Jan. Vol. 49. no. 1. pp. 195-199. DOI: 10.1007/s11250-016-1180-9.
22. Miranda M.A., Stegeman J.A., Bicout D., Botner A., Butterworth A., Calistri P., Depner K., Edwards S., Garin-Bastuji B., Good M., Schmidt C.G., Michel V., More S., Raj M., Nielsen S.S., Sihvonon L., Spooler H., Thulke H.H., Velarde A., Willeberg P., Winckler C., Welf E.P.A.H. Urgent advice on lumpy skin disease EFSA Panel on Animal Health and Welfare. *Efsa Journal*. 2016. Aug. Vol. 14. no.8. pp. 1-27. DOI: 10.2903/j.efsa.2016.4573.
23. Pascucci I., Monaco F., Maseke A., Khaiseb S., Molini U., Scacchia M. Lumpy Skin Disease an emerging threat to Europe: description of symptoms and lesions shown in outbreaks in Namibia. *Large Animal Review*. 2017. Jun. Vol. 23. no. 3. pp. 83-86.
24. Ben-Gera J., Klement E., Khinich E., Stram Y., Shpigel N.Y. Comparison of the efficacy of Neethling lumpy skin disease virus and x10RM65 sheep-pox live attenuated vaccines for the prevention of lumpy skin disease – The results of a randomized controlled field study. *Vaccine*. 2015. Sep. Vol. 33. no. 38. pp. 4837-4842. DOI: 10.1016/j.vaccine.2015.07.071.
25. Bumbarov V., Golender N., Erster O., Khinich Y. Detection and isolation of Bluetongue virus from commercial vaccine batches. *Vaccine*. 2016. Jun. Vol. 34. no. 28. pp. 3317-3323. DOI: 10.1016/j.vaccine.2016.03.097.
26. Cetre-Sossah C., Dickmu S., Kwiatak O., Albina E. A G-protein-coupled chemokine receptor: A putative insertion site for a multi-pathogen recombinant capripoxvirus vaccine strategy. *Journal of Immunological Methods*. 2017. Sep. Vol. 448. pp. 112-115. DOI: 10.1016/j.jim.2017.05.007.
27. Gari G., Abie G., Gizaw D., Wubete A., Kidane M., Asgedom H., Bayissa B., Ayelet G., Oura C.A.L., Roger F., Tuppurainen E.S.M. Evaluation of the safety, immunogenicity and efficacy of three capripoxvirus vaccine strains against lumpy skin disease virus. *Vaccine*. 2015. Jun. Vol. 33. no. 28. pp. 3256-3261. DOI: 10.1016/j.vaccine.2015.01.035.
28. Tuppurainen E.S. M., Pearson C.R., Bachanek-Bankowska K., Knowles N.J., Amareen S., Frost L., Henstock M.R., Lamien C.E., Diallo A., Mertens P.P.C. Characterization of sheep pox virus vaccine for cattle against lumpy skin disease virus. *Antiviral Research*. 2014. Sep. Vol. 109. pp. 1-6. DOI: 10.1016/j.antiviral.2014.06.009.
29. Abutarbush S.M., Hananeh W.M., Ramadan W., Al Sheyab O.M., Alnajjar A.R., Al Zoubi I.G., Knowles N.J., Bachanek-Bankowska K., Tuppurainen E.S.M. Adverse Reactions to Field Vaccination Against Lumpy Skin Disease in Jordan. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2016. Apr. Vol. 63. no. 2. pp. E213-E219. DOI: 10.1111/tbed.12257.
30. Gelaye E., Belay A., Ayelet G., Jenberie S., Yami M., Loitsch A., Tuppurainen E., Grabherr R., Diallo A., Lamien C.E. Capripox disease in Ethiopia: Genetic differences between field isolates and vaccine strain, and implications for vaccination failure. *Antiviral Research*. 2015. Jul. Vol. 119. pp. 28-35. DOI: 10.1016/j.antiviral.2015.04.008.
31. Fagbo S., Coetzer J.A.W., Venter E.H. Seroprevalence of Rift Valley fever and lumpy skin disease in African buffalo (*Syncerus caffer*) in the Kruger National Park and Hluhluwe-iMfolozi Park, South Africa. *Journal of the South African Veterinary Association*. 2014. Oct. Vol. 85. no. 1. pp. 1-7. DOI: 10.4102/jsava.v85i1.1075.
32. Gomo C., Kanonhuwa K., Godobo F., Tada O., Makuza S.M. Temporal and spatial distribution of

lumpy skin disease (LSD) outbreaks in Mashonaland West Province of Zimbabwe from 2000 to 2013. *Tropical Animal Health and Production*. 2017. Mar. Vol. 49. no. 3. pp. 509-514. DOI: 10.1007/s11250-017-1222-y.

33. Mafirakureva P., Saidi B., Mbanga J. Incidence and molecular characterisation of lumpy skin disease virus in Zimbabwe using the P32 gene. *Tropical Animal Health and Production*. 2017. Jan. Vol. 49. no. 1. pp. 47-54. DOI: 10.1007/s11250-016-1156-9.

34. Abera Z., Degefu H., Gari G., Kidane M. Sero-prevalence of lumpy skin disease in selected districts of West Wollega zone, Ethiopia. *Bmc Veterinarian Research*. 2015. Jun. Vol. 11. pp. 2-9. DOI: 10.1186/s12917-015-0432-7.

35. Aye G., Haftu R., Jemberie S., Belay A., Gelaye E., Sibhat B., Skjerve E., Asmare K. Lumpy skin disease in cattle in central Ethiopia: outbreak investigation and isolation and molecular detection of the virus. *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties*. 2014. Dec. Vol. 33. no. 3. pp. 877-887.

36. Neamat-Allah A.N.F. Immunological, hematological, biochemical, and histopathological studies on cows naturally infected with lumpy skin disease. *Veterinary World*. 2015. Sep. Vol. 8. no. 9. pp. 1131-1136. DOI: 10.14202/vetworld.2015.1131-1136.

37. Elhaig M.M., Selim A., Mahmoud M. Lumpy skin disease in cattle: Frequency of occurrence in a dairy farm and a preliminary assessment of its possible impact on Egyptian buffaloes. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 2017. Mar. Vol. 84. no. 1. pp. 1-6. DOI: 10.4102/ojvr.v84i1.1393.

38. Menasherow S., Rubinstein-Giuni M., Kovtunen A., Eyngor Y., Fridgut O., Rotenberg D., Khinich Y., Stram Y. Development of an assay to differentiate between virulent and vaccine strains of lumpy skin disease virus (LSDV). *Journal of Virological Methods*. 2014. Apr. Vol. 199. pp. 95-101. DOI: 10.1016/j.jviromet.2013.12.013.

39. Tageldin M.H., Wallace D.B., Gerdes G.H., Putterill J.F., Greyling R.R., Phosiwa M.N., Al Busaidy R.M., Al Ismaaily S.I. Lumpy skin disease of cattle: an emerging problem in the Sultanate of Oman. *Tropical Animal Health and Production*. 2014. Jan. Vol. 46. no. 1. pp. 241-246. DOI: 10.1007/s11250-013-0483-3.

40. Klausner Z., Fattal E., Klement E. Using Synoptic Systems' Typical Wind Trajectories for the Analysis of Potential Atmospheric Long-Distance Dispersal of Lumpy Skin Disease Virus. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2017. Apr. Vol. 64. no. 2. pp. 398-410. DOI: 10.1111/tbed.12378.

41. Abutarbush S.M., Ababneh M.M., Al Zoubi I.G., Al Sheyab O.M., Al Zoubi M.G., Alekish M.O., Al Gharabat R.J. Lumpy Skin Disease in Jordan: Disease Emergence, Clinical Signs, Complications and Preliminary-associated Economic Losses. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2015. Oct. Vol. 62. no. 5. pp. 549-554. DOI: 10.1111/tbed.12177.

42. Al-Salihi K.A., Hassan I.Q. Lumpy Skin Disease in Iraq: Study of the Disease Emergence.

Transboundary and Emerging Diseases. 2015. Oct. Vol. 62. no. 5. pp. 457-462. DOI: 10.1111/tbed.12386.

43. Gurcay M., Sait A., Parmaksiz A., Kilic A. The Detection of Lumpy Skin Disease Virus Infection by Clinical Findings and PCR Method in Turkey. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. 2015. May-Jun. Vol. 2. no. 3. pp. 417-420. DOI: 10.9775/kvfd.2014.12364.

44. Zeynalova S., Asadov K., Guliyev F., Vatani M., Aliyev V. Epizootology and Molecular Diagnosis of Lumpy Skin Disease among Live-stock in Azerbaijan. *Frontiers in Microbiology*. 2016. Jun. p. 7. DOI: 10.3389/fmicb.2016.01022.

45. Agianniotaki E.I., Tasioudi K.E., Chaintoutis S.C., Iliadou P., Mangana-Vougiouka O., Kirtzalidou A., Alexandropoulos T., Sachpatzidis A., Plevraki E., Dovas C.I., Chondrokouki E. Lumpy skin disease outbreaks in Greece during 2015-16, implementation of emergency immunization and genetic differentiation between field isolates and vaccine virus strains. *Veterinary Microbiology*. 2017. Mar. Vol. 201. pp. 78-84. DOI: 10.1016/j.vetmic.2016.12.037.

46. Tasioudi K.E., Antoniou S.E., Iliadou P., Sachpatzidis A., Plevraki E., Agianniotaki E.I., Fouki C., Mangana-Vougiouka O., Chondrokouki E., Dile C. Emergence of Lumpy Skin Disease in Greece, 2015. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2016. Jun. Vol. 63. no. 3. pp. 260-265. DOI: 10.1111/tbed.12497.

47. Blokhin A.A. *Apoptoz, immunodefitsit, sepsis – tri slagaemykh opportunisticheskikh infektsiy zhivotnykh: monografiya*. [Apoptosis, immunodeficiency, sepsis – three components of pathogenesis of opportunistic infections (Review). Monography]. Nizhny Novgorod: *izd. Gladkova O.V.*, 2014. 218 p.

48. Blokhin A.A., Molev A.I. *Ekosistemnaya kontseptsiya faktornoy patologii zhivotnykh*. [Ecosystemic concept of the pathology of animals]. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. 2012. no. 4/2. pp. 61-70.

49. Burova O.A., Blokhin A.A. *Monitoring populyatsionnogo zdorov'ya krupnogo rogatogo skota*. [Monitoring of health status within cattle population]. *Veterinariya Kubani*. 2017. no. 6. pp. 10-13.

50. Gachohi J.M., Njenga M.K., Kitale P., Bett B. Correction. Modelling Vaccination Strategies against Rift Valley Fever in Livestock in Kenya. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 2016. Dec. Vol. 10. no. 12: e 0005316. DOI.org/10.1371/journal.pntd.0005049.

51. Markin V.A. *Likhoradka doliny Rift*. [Rift Valley fever]. *Infektsionnye bolezni: novosti, mneniya, obuchenie*. 2015. no. 3. pp. 25-31.

52. Red Gems. Rift Valley Fever. Available at: <http://redgems.sedoo.fr/spip.php?rubrique6> (accessed: 16.05.2018).

53. Seufi A.M., Galal F.H. Role of *Culex* and *Anopheles* mosquito species as potential vectors of rift valley fever virus in Sudan outbreak, 2007. *BMC Infect Dis*. 2010, 10-65. DOI: 10.1186/1471-2334-10-65.

54. Biteye B., Fall A.G., Ciss M., Seck M.T., Apolloni A., Fall M., Tran A., Gimonneau G. Ecological distribution and population dynamics of Rift Valley fever virus mosquito vectors (Diptera, Culicidae) in Senegal. *Parasites & Vectors* (JAN. 2018). Vol.11:27 DOI: 10.1186/s13071-017-2591-9.
55. *Likhoradka Rift-Valli. Informatsionnyy byulleten' № 207*. [Rift Valley fever. Newsletter №207]. *Vsemirnaya organizatsiya zdravookhraneniya*. Available at: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs207/ru/ (accessed: 26.04.2018).
56. *Primopogoda*. [The code.]. Available at: https://primopogoda.ru/articles/prosto_o_pogode (accessed: 26.04.2018).
57. Sang R., Lutomiah J., Said M., Makio A., Koka H., Koskei E., Nyunja A., Owaka S., Matoke-Muhia D., Bukachi S., Lindahl J., Grace D., Bett B. Effects of Irrigation and Rainfall on the Population Dynamics of Rift Valley Fever and Other Arbovirus Mosquito Vectors in the Epidemic-Prone Tana River County, Kenya. *Journal of Medical Entomology*. 2016. Dec. pp. 1-11. DOI: 10.1093/jme/tjw206.
58. Makarov V.V., Vasilevich F.I., Sukharev O.I. *Mokretsy roda Culicoides – emerdzhentnye vektory blyutanga v Evrope*. [Culicoides as emergent vectors for bluetongue in Europe]. *Rossiyskiy veterinarnyy zhurnal, Sel'skokhozyaystvennye zhivotnye*. 2014. no. 2. pp. 29-35.
59. Bluetongue in northern Europe. Ed. by C. Saegerman et al. – WOA (OIE), Paris a. DIPD FVM, Univ. Liege. 2008. 88 p.
60. Bluetongue vectors and insecticides. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and welfare. EFSA J. 2008. no. 735. 70 p.
61. Makarov V.V. *Transmissivnye ekzoticheskie infektsii zhivotnykh na neendemichnykh territoriyakh*. [Transmissible exotic animal infections in nonendemic areas]. *Pest-menedzhment*. 2012. no. 2. pp. 17-30.
62. Djuric, S., Simeunovic, P., Mirilovic, M., Stevanovic, J., Glavinic, U., Vejnovic, B., Stanimirovic, Z. Retrospective analysis of the bluetongue outbreak in Serbia. *Macedonian veterinary review*. Vol. 40. pp. 21-27. DOI: 10.1515/macvetrev-2016-0094.
63. Sprygin A.V., Fedorova O.A., Babin Yu.Yu., Kononov A.V., Karaulov A.K. *Mokretsy roda Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) i ikh rol' v rasprostraneni Byutanga i bolezni Shmallenberga v Rossii (obzor)*. [Blood-sucking midges from the genus culicoides (diptera: ceratopogonidae) act as filed vectors of bluetongue and Schmallenberg diseases in Russia (review)]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2015. Vol. 50. no. 2. pp. 183-197. DOI: 10.15389/agrobiologiya.2015.2.183rus.
64. EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare), 2017. Scientific opinion on bluetongue: control, surveillance and safe movement of animals. *EFSA Journal*. 2017. Vol. 15(3): 4698. 126 p. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4698.
65. Purse B.V., Mellor P.S., Rogers D.J., Samuel A.R., Mertens P.P., Baylis M. Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. *Nat. Rev. Microbiol*. 2005. Vol. 3 (2). pp. 171-181. DOI: 10.1038/nrmicro1090.
66. Bouwknegt C., van Rijn P.A., Schipper J.J.M. et al. Potential role of ticks as vectors of bluetongue virus. *Experimental and applied acarology*. 2010. Vol. 52 (2). pp. 183-192.
67. Sevik M., Dogan M. Epidemiological and Molecular Studies on Lumpy Skin Disease Outbreaks in Turkey during 2014-2015. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2017. Aug. Vol. 64. no 4. pp. 1268-1279. DOI: 10.1111/tbed.12501.

Information about the authors:

O.A. Burova, researcher,
 A.A. Blokhin., PhD in Veterinary sciences, leading researcher,
 O.I. Zakharova, researcher,
 E.A. Liskova, PhD in Veterinary sciences, leading researcher,
 I.V. Yashin, PhD in Biology, leading researcher,
 N.A. Gladkova, PhD in Veterinary sciences, leading researcher

Nizhny Novgorod Research Veterinary Institution - Branch Federal Research Center for Virology and Microbiology, Veterinarnaya Street, bldg.3, Nizhny Novgorod City, Nizhny Novgorod Region, Russian Federation, 606034, e-mail: nnovgorog@vniivvim.ru