

Отдел экологии вирусов с Научно-практическим центром по экологии и эпидемиологии гриппа

Руководители отдела–

Львов Дмитрий Константинович (1969-2023 гг.);

Бурцева Елена Ивановна (с 2023 г. по настоящее время).

Отдел экологии вирусов (ОЭВ) с Научно-практическим центром по экологии и эпидемиологии гриппа (ЦЭЭГ) был организован в 1969 г. в рамках реализации Государственной программы исследований учреждённого «Всероссийского центра по экологии вирусов и особо опасных и слабоизученных инфекций» на базе Института вирусологии им.Д.И.Ивановского АМН СССР. Создателем и бессменным руководителем отдела на протяжении более 50 лет был академик РАН, профессор, доктор медицинских наук Дмитрий Константинович Львов (фото 1, 2).



Фото 1.

Создатель и руководитель отдела экологии вирусов (1969-2023 гг.), доктор медицинских наук, профессор, академик РАН Дмитрий Константинович Львов. Директор НИИ вирусологии им.Д.И.Ивановского (1987-2014 гг.). Почётный доктор Военно-медицинской ордена Ленина академии им.С.М.Кирова (2004 г.).



Фото 2.

Павловский Е.Н. в кругу преподавателей и слушателей VI курса возглавляемой им кафедры общей биологии и паразитологии Военно-медицинской ордена Ленина академии им.С.М.Кирова, 1955 г. (верхний ряд: Чичерин Ю.В., Горovenko А.А., Львов Д.К., Добровольский К.Ф., Карякин А.А.; средний ряд: Николаев Б.Н., Павловский Е.Н., Гуцевич А.В.; нижний ряд: Моторин В.Н., Неделько В.С., Ушаков Н.М., Шут В.И.).

Основной целью работы отдела было исследование биоразнообразия и распространения зоонозных вирусов и выявление угроз, которые они представляют для биобезопасности государства в качестве возбудителей новых и возвращающихся инфекций. Основные направления работы включали комплексное изучение экологических, позднее – и генетических, факторов формирования популяционных генофондов патогенных вирусов в природе, анализ механизмов преодоления вирусами межвидового-межтаксонного барьера, исследование причин появления и распространения новых и возвращающихся вирусных инфекций. Большое внимание в работе отдела также уделялось надзору за циркуляцией сезонных вирусов с респираторным путём передачи (ОРВИ) [1-3].

В состав ОЭВ входили первоклассные специалисты медицинского и биологического профиля: вирусологи и биологи с огромным опытом лабораторных, зоологических и арахно-энтомологических полевых исследований в природных очагах инфекций. В комплексных исследованиях активное участие принимали сотрудники

смежных лабораторий отделов клинической вирусологии, Государственной коллекции вирусов, прикладной вирусологии и иммунологии, арбовирусов, молекулярной вирусологии. В процессе работы отдел тесно сотрудничал с Институтом эпидемиологии и микробиологии им.Н.Ф.Гамалеи РАМН, Институтом биоорганической химии имени академиков М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова РАН, ВНИИ экспериментальной ветеринарии им.М.Р.Коваленко Минсельхоза России, Российским научно-исследовательским противочумным институтом «Микроб» Роспотребнадзора, Институтом молекулярной биологии им.В.А.Энгельгардта РАН, Центральным институтом эпидемиологии Роспотребнадзора, Институтом проблем экологии и эволюции им.А.Н.Северцева РАН и другими учреждениями санитарно-эпидемиологической и ветеринарной служб Советского Союза и РФ.

С 2014 г. ОЭВ с ЦЭЭГ функционирует в составе ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почётного академика Н.Ф.Гамалеи» Минздрава России. В настоящее время в состав отдела входят: лаборатория этиологии и эпидемиологии гриппа (руководитель – доктор медицинских наук Е.И.Бурцева, фото 3), лаборатория биотехнологии (руководитель – доктор биологических наук, член-корреспондент РАН С.В.Альховский, фото 4), лаборатория экологии вирусов (руководитель – кандидат биологических наук И. Т.Федякина, фото 5).

Работа ОЭВ связана с созданием и развитием академиком РАН Д.К.Львовым нового научного направления в вирусологии – экологии (молекулярной) вирусов. В процессе работы использовали экологический подход и математические методы



Фото 3.

Бурцева Е.И., доктор медицинских наук, руководитель отдела экологии вирусов с 2023 г., руководитель лаборатории этиологии и эпидемиологии гриппа.

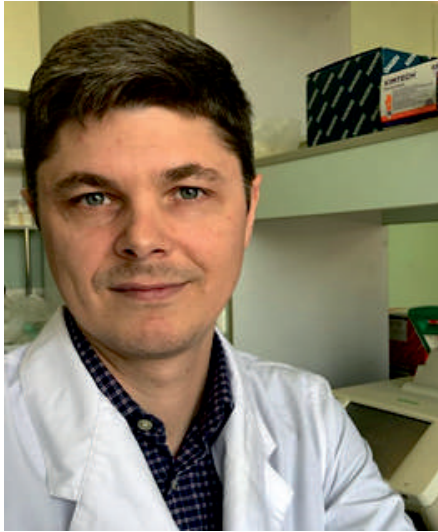


Фото 4.

Альховский С.В., доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, руководитель лаборатории биотехнологии отдела экологии вирусов.



Фото 5.

Федякина И.Т., кандидат биологических наук, руководитель лаборатории экологии вирусов отдела экологии вирусов.

многофакторного анализа для создания новой научной концепции закономерностей циркуляции вирусов в различных ландшафтно-климатических поясах Северной Евразии. Для этого был разработан и использован уникальный метод эколого-вирусологического зондирования территории Северной Евразии и прогнозирования эпидемических (эпизоотических) ситуаций в различных ландшафтно-климатичес-

ких поясах на территории Советского Союза и сопредельных стран Евразии [4-12] (рис.6).

В результате этой крупномасштабной работы были изолированы более 2 тысяч штаммов вирусов 8 семейств, 17 родов, экологически связанных с различными видами членистоногих переносчиков и позвоночных хозяев. Многие из них

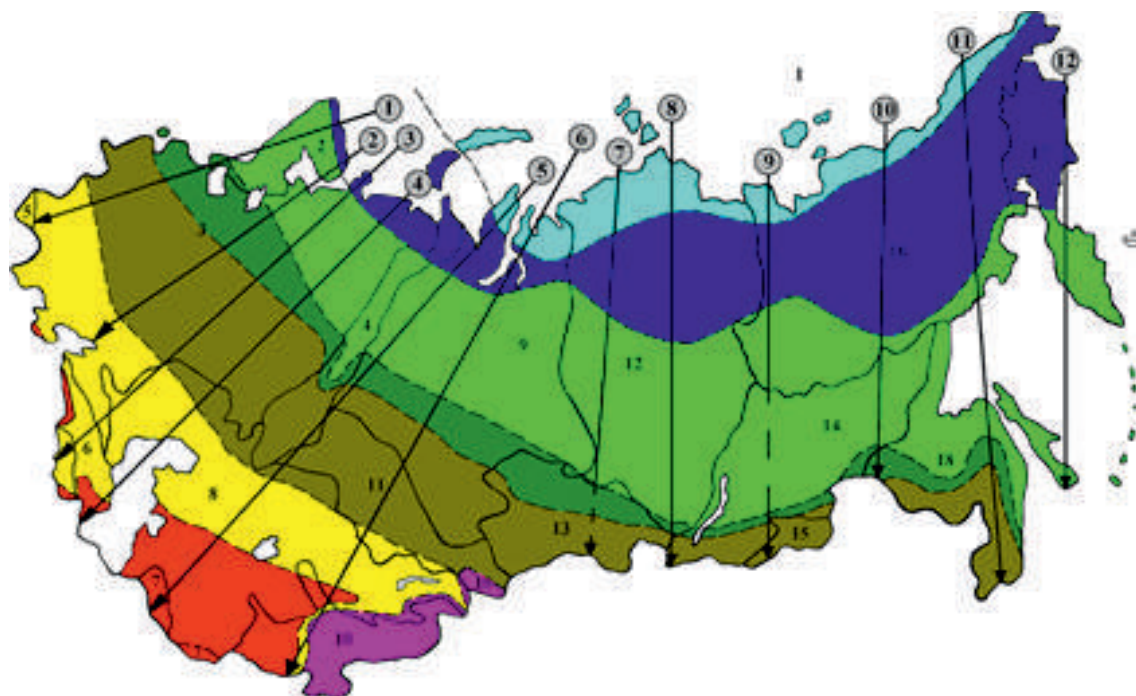


Рис. 6.

Меридиональное зондирование территории СССР – исследования по выявлению биологического вирусного фона, подобного радиационному.

были зарегистрированы в международных каталогах в качестве новых для науки. Изучена роль выделенных вирусов в патологии человека, описаны новые зоонозные инфекции, разработаны диагностические препараты. Показано повсеместное распространение в ландшафтных зонах тундры, тайги и лиственных лесов вирусов, переносимых комарами, включая вирусы группы Калифорнийского энцефалита (вид *California encephalitis orthobunyavirus*) и группы вируса Батаи (вид *Bunyamwera orthobunyavirus*) рода *Orthobunyavirus*, семейства *Peribunyaviridae* (рис.7). Впервые была показана и изучена циркуляция и значение в патологии человека и животных на территории СССР, Финляндии и Швеции вируса Синдбис – возбудителя Карельской лихорадки и вируса Гета из рода *Alphavirus*, семейства *Togaviridae* (рис.8, 9).

Новые вирусы были открыты при обследовании территории Центральной Азии и Закавказья. Впервые описан вирус лихорадки Иссык-Куль (Nairoviridae: Orthonairoviruses), ассоциированный с летучими мышами и их аргасовыми клещами

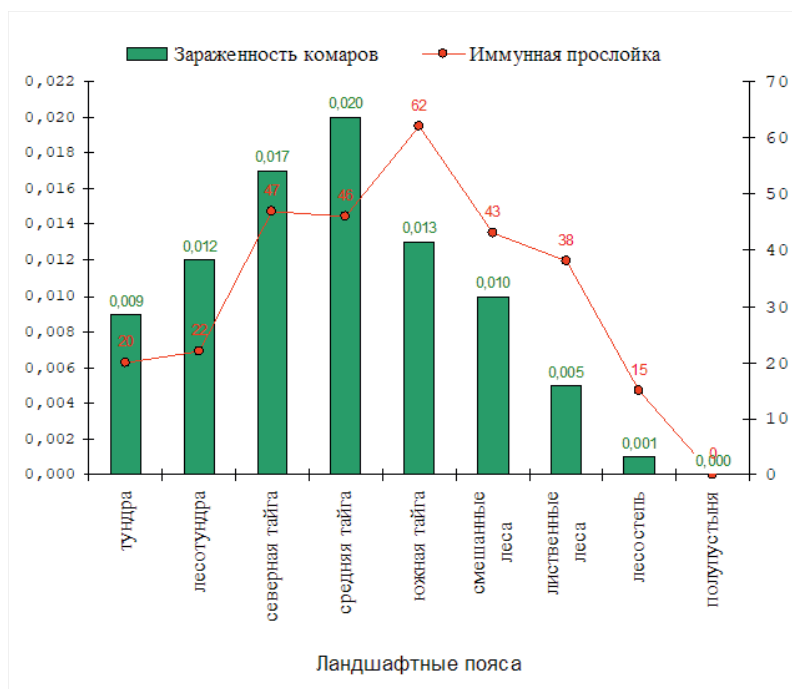


Рис. 7.

Заражённость комаров и иммунная прослойка среди населения к вирусам серогруппы Калифорнийского энцефалита.



Рис. 8.

Распространение вируса Синдбис – возбудителя Карельской лихорадки (лихорадка Окельбо, болезнь Погоста) (Togaviridae: Alphavirus).



Рис. 9.

Места изоляции вируса Гета (Togaviridae: Alphavirus) в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Монголии.

(рис.10). Новые вирусы лихорадок Тамды и Бурана (Nairoviridae: Orthonairovirus), лихорадки Сырдарьи (Picornaviridae: Cardiovirus) были изолированы от иксодовых клещей, собранных на козах и коровах в пустынных биоценозах. Несколько новых вирусов (Арташат, Чим, Герань) были впервые изолированы от аргасовых клещей, собранных в норах грызунов. Вышеперечисленные вирусы были классифицированы как разные виды рода Orthonairovirus семейства Nairoviridae. Впервые изолированный из аргасовых клещей вирус Карши (Flaviviridae: Flavivirus), родственный вирусу Ройял-Фарм (Афганистан), относится к комплексу КЭ и вызывает спорадические случаи лихорадочного заболевания у людей. В Средней Азии был впервые изолирован новый флавивирус Сокулук, экологически связанный с летучими мышами и родственный вирусу летучих мышей Энтеббе из Африки. В Киргизии из аргасовых клещей, собранных в гнездовых норах птиц, изолирован новый вирус Тюлек, позднее отнесенный к роду Qarajavirus семейства Orthomyxoviridae.

В рамках отдельной подпрограммы проведены эколого-вирусологические исследования системы «клещи *Ixodes (Ceratiixodes) uriae* – колониальные морские

птицы» в Заполярье. В 1969-1974 гг. сотни штаммов были изолированы от клещей *Ix. uriae*, собранных в колониях морских птиц на побережьях Охотского, Берингова и

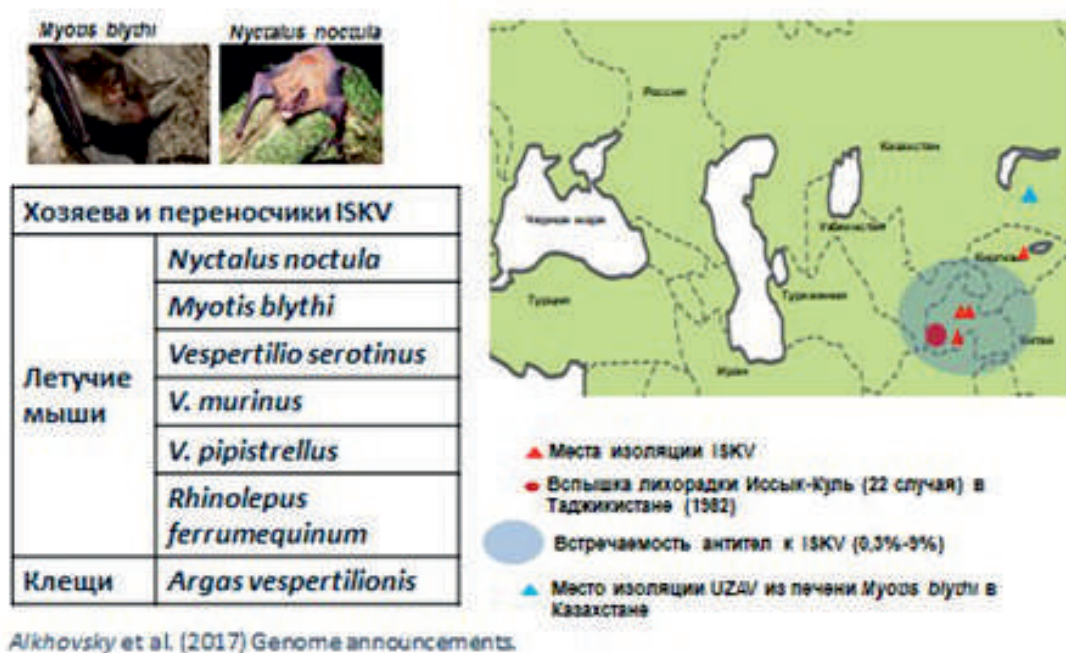


Рис. 10.

Новые наировирусы (Nairovirus), ассоциированные с летучими мышами. Вирусы Иссик-Куль (ISKV) и Узун-Агач (UZAV).

Баренцева морей. С 1 кв. м поверхности гнездовья удавалось собрать до 7 тыс. клещей (все фазы метаморфоза – личинки, нимфы, имаго), из которых выделяли до 100 штаммов различных вирусов, в том числе – генетически родственных вирусам клещевого энцефалита и ККГЛ (рис.11, 12). Установлено циркумпольное распространение природных очагов в Северном и Южном полушариях. Изолированные штаммы были в основном классифицированы как новые для науки буньявирусы, флавивирусы и орбивирусы, часто только на основе морфологии вириона, поскольку их антигенные связи с другими вирусами не были в то время выявлены. Среди них впервые открытые буньявирусы Сахалин и Парамушир, которые позднее сформировали вид *Sakhalin orthonairovirus* рода *Orthonairovirus*, семейства *Nairoviridae*. Несколько новых вирусов (Залив Терпения, Командоры, Рукутама) были описаны и позднее отнесены к виду *Uukuniemi phlebovirus* рода *Phlebovirus*, семейства *Phenuiviridae*.

Новый флавивирус Тюлений и близкий к нему вирус Кама из Татарстана были впервые изолированы и позднее стали типовыми представителями группы клещевых

флавивирусов морских птиц (род *Flavivirus*, семейство *Flaviviridae*). Распространение и экологические особенности вирусов Охотский и Анива, двух впервые описанных вирусов вида *Great Island virus* (род *Orbivirus*, семейство *Reoviridae*), были изуче-



Рис. 11.

Клещи *Ixodes uriae* (о. Тюлений в Охотском море).



Рис. 12.

Гнездовые колонии тонкоклювых кайр (*Uria aalge*) на Командорских островах.

ны в деталях [13-17].

Проведены генетические исследования вновь выделенных штаммов вирусов Крымской-Конго геморрагической лихорадки (Nairoviridae: Orthonairovirus) и лихорадки Западного Нила (ЛЗН) (Flaviviridae: Flavivirus), вызвавших обширные эпидемические вспышки с высокой смертностью в 1999-2002 гг. на юге России. Показана идентичность вирусов ЛЗН в данный период в России и США. Установлены круглогодичные популяционные взаимоотношения вируса ЛЗН с переносчиками (комары, клещи) и позвоночными в дельте р.Волги (рис.13) [18-20]. Это краткий список наиболее примечательных новых вирусов, открытых в результате реализации программы исследований; главные результаты обобщены в «Атласе распространения природно-очаговых инфекций в Российской Федерации», изданном в 2001 г., и ряде других книг. За эти достижения сотрудники ОЭВ и сотрудничающих организаций в 1999 г. удостоены Государственной премии РФ в области науки и техники, а руководителю работ

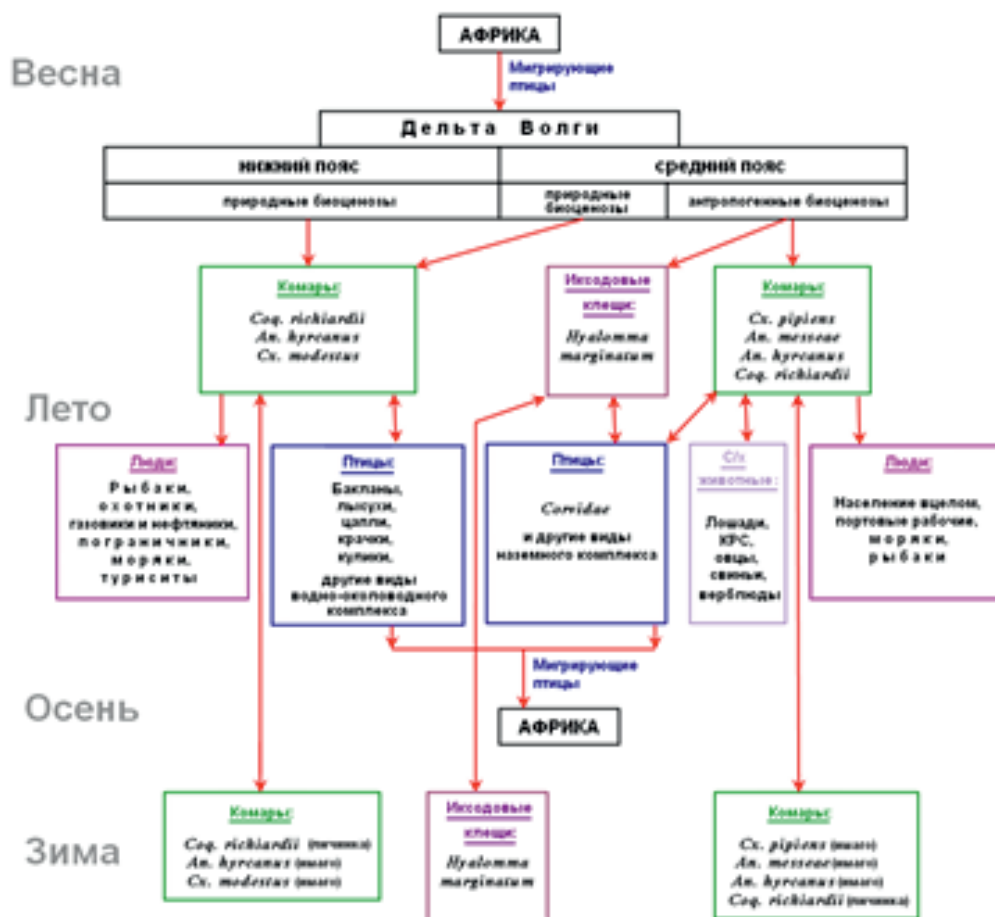


Рис. 13.

Популяционные взаимодействия вируса ЗН с членистоногими переносчиками и позвоночными хозяевами.

академику РАН Д.К.Львову присвоена высшая награда Советского Союза – Орден Ленина (последний в истории) (рис. 14) [21].

Заключительная стадия этих исследований состояла в определении генетических характеристик и таксономии изолированных вирусов с использованием современных методов анализа геномов на основе высокопроизводительного секвенирования (NGS). В результате внедрения этих современных методов на базе входящей в отдел лаборатории биотехнологии, начиная с 2012 г., были генетически охарактеризованы около 200 ранее неклассифицированных штаммов, из них более 20 штаммов



Рис. 14.

Лауреаты Государственной премии по науке и технике (1999 г.).

были описаны как новые для науки виды вирусов и сформированы 2 новых рода. Всего на данный момент установлены более 80 видов зоонозных вирусов, принадлежащих 18 различным семействам, циркулирующих на территории Северной Евразии. Сделан прогноз формирования популяционного генофонда потенциально угрожающих биобезопасности зоонозных вирусов с респираторной передачей (поксовирусы, ортомиксовирусы, коронавирусы и др.). Данные учтены в последнем международном издании таксономии вирусов.

В 1990-2000 гг. проведены масштабные эпидемиологические и молекулярно-

генетические исследования «ласкового убийцы» – возбудителя вирусного гепатита С (Flaviviridae: Hepacivirus). В результате мониторинга распространения в России различных его генотипов установлено повсеместное доминирование на период наблюдения наиболее патогенного генотипа 1b и описан новый генотип 2k. Даны рекомендации по обследованию и лечению больных. Изучены причины высокого уровня заболеваемости населения вирусными гепатитами А (Picornaviridae: Hepatovirus), В (Hepadnaviridae: Orthohepadnavirus) и Е (Hepadnaviridae: Heperevirus) в Средней Азии [22-26].

Большое внимание в работе ОЭВ уделялось изучению различных аспектов экологии и эпидемиологии гриппа. По результатам проведённых исследований выявлена ведущая роль птиц в эволюции вирусов гриппа А, что позволяет рассценивать грипп А как зооантропоноз (рис.15, 16). Установлена активная циркуляция 15 из 17 известных в мире субтипов вируса гриппа А (Orthomyxoviridae: Alphainfluenzavirus) в природных биоценозах Северной Евразии, в том числе – генетических вариантов, которые рассматриваются в качестве возможных предшественников новых пандемических вирусов (рис.17) [27-31]. Изучены причины и последствия заноса птичьего гриппа H5N1 в Северную Евразию и глобальные последствия этого процесса (рис.18). Один из выделенных штаммов был использован для производства гриппозной вакцины гриппа птиц «ФЛУ ПРОТЕКТ Н5» [32-35].

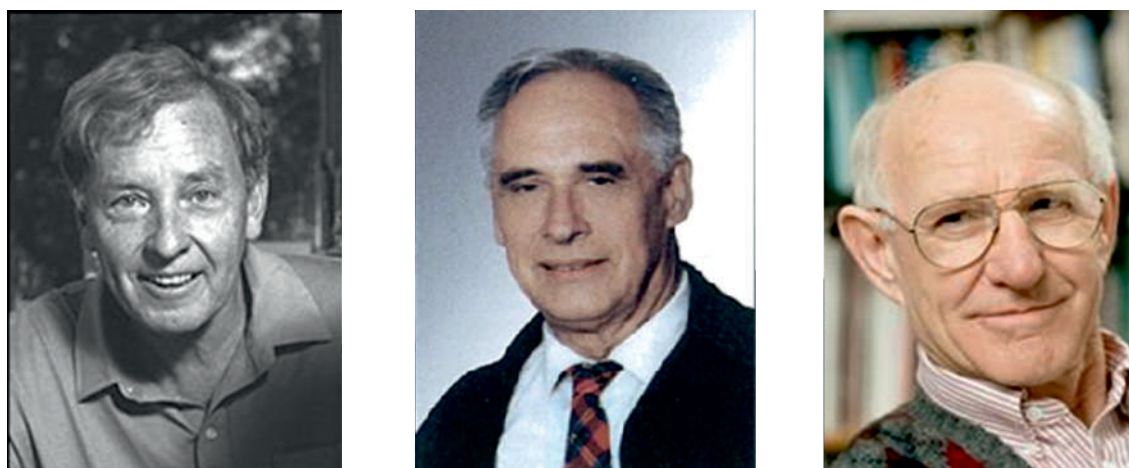


Рис. 15.

Основоположники концепции природной очаговости вирусов гриппа А (Orthomyxoviridae, Influenza A virus). Слева направо: Грэм Лавер (Австралия), Дмитрий Львов (СССР), Роберт Вебстер (США).

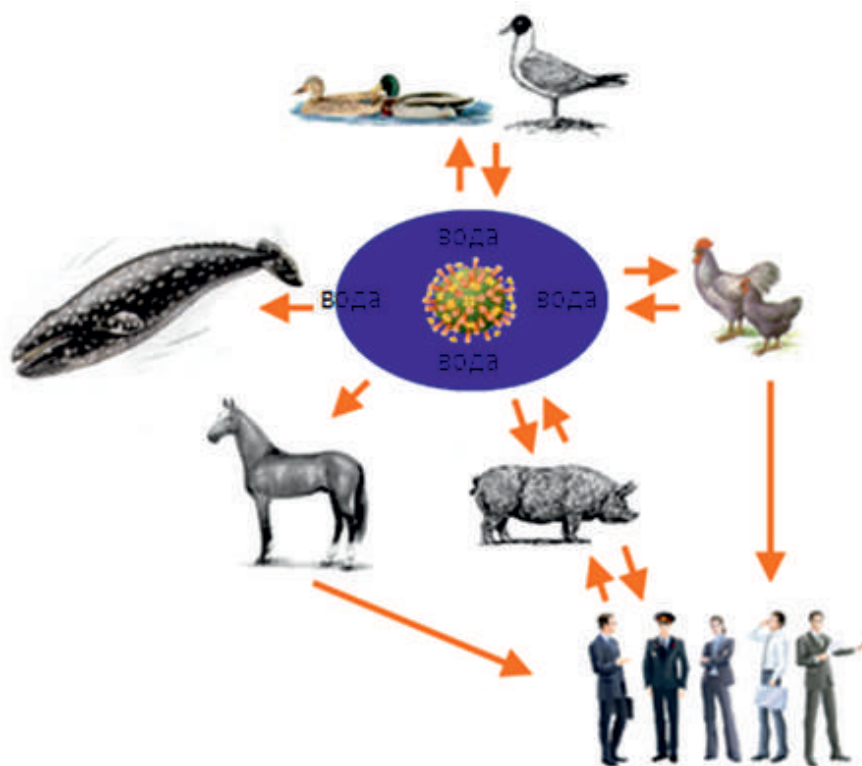


Рис. 16.

Вирусы гриппа А в биосфере.

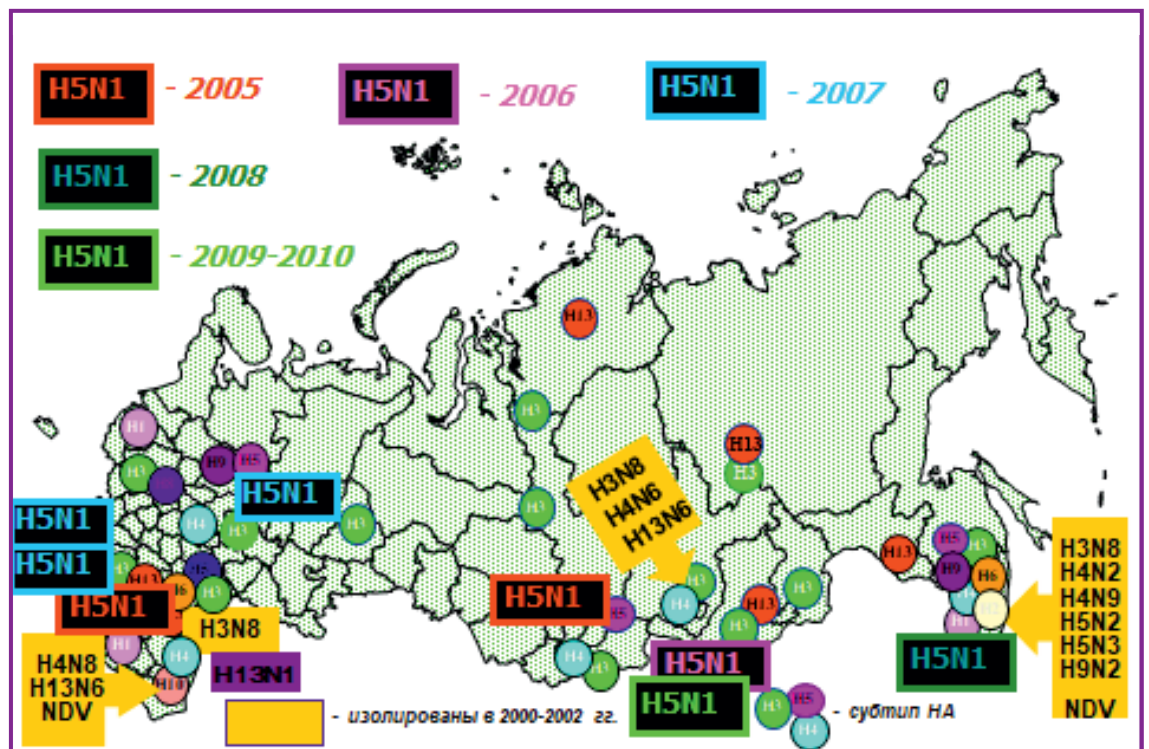


Рис. 17.

Изоляция штаммов вируса гриппа А в Северной Евразии (1962-2011 гг.).

На базе ОЭВ функционируют Центр экологии и эпидемиологии гриппа (ЦЭЭГ) и Национальный центр по гриппу (НЦГ), сотрудничающий с ВОЗ (руководитель – академик РАН Д.К.Львов, заместитель руководителя – доктор медицинских наук Е.И.Бурцева). ЦЭЭГ курирует 10 сотрудничающих опорных баз центров гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора в Европейской части РФ (Великий Новгород, Липецк, Владимир, Ярославль, Пенза, Чебоксары), на Урале (Оренбург), в Сибири (Томск) и на Дальнем Востоке (Владивосток, Биробиджан). Созданная система проводит мониторинг циркуляции РНК- и ДНК-содержащих вирусов, вызывающих



Рис. 18.

Причины и последствия проникновения НРАI / H5N1 в Северную Евразию (осень 2005 г.).

ОРВИ (рис.19). Еженедельные отчёты ЦЭЭГ, содержащие информацию по эпидемиологическим, вирусологическим, антигенным и биологическим свойствам возбудителей, направляются в Министерство здравоохранения РФ, Роспотребнадзор и ВОЗ. В рамках этой работы на базе отдела осуществляется круглогодичный мониторинг циркуляции вирусов гриппа в рамках выполнения задач ЦЭЭГ и НЦГ ВОЗ. Первый в России штамм пандемического вируса гриппа A(H1N1)pdm09 был выде-

лен и изучен сотрудниками отдела в мае 2009 г. Проведено изучение заноса и распространения вируса гриппа А(Н1N1)pdm09 на территории нашей страны. Впервые в России были определены молекулярные факторы развития первичной вирусной пневмонии с высокой летальностью – мутации в сайте связывания рецептора гемагглютинина HA1 с заменой аспарагиновой кислоты (D) на глицин (G) или аспарагин (N) в позиции 222. Данные замены ведут к изменению рецепторной специфичности вируса с повышением его способности инфицировать эпителиальные клетки нижних отделов респираторного тракта с 70% летальным исходом. Вакцинация и раннее применение этиотропных препаратов (ингибиторы нейраминидазы) предотвращают формирование особо опасных мутантов [36-38].

После возникновения пандемии COVID-19 в лабораториях ОЭВ начаты активные исследования по диагностике и мониторингу заболеваемости вирусом SARS-CoV-2 в России. Совместно с другими отделами Центра проводятся исследования генетической изменчивости циркулирующих вариантов SARS-CoV-2. Другое направление работы связано с изучением механизмов появления в природе новых, патогенных для человека коронавирусов (Coronaviridae: Betacoronavirus). Проводится обследование территории России и сопредельных стран на наличие циркуляции зоонозных коронавирусов в природных резервуарах, изучаются их биологические

Семейство	Род	Типы и группы
Orthomyxoviridae, РНК	Influenza virus А, В, С	Вирусы гриппа А (вирусы гриппа человека и птиц), В и С
Paramyxoviridae, РНК	Rubulavirus/ Respirovirus Pneumovirus Metapneumovirus	Вирусы парагриппа типов 1, 2, 3, 4А и 4В (HPIV) Респираторно-синцитиальный вирус, 2 группы – А и В (HRsV) Метапневмовирус, 2 группы – А и В (HMPV)
Picornoviridae, РНК	Enterovirus	Риновирусы, 3 вида (А,В,С) - 170 серотипов (HRV)
Coronaviridae, РНК	Alphacoronavirus Betacoronavirus	Коронавирусы сезонные SARS-CoV-2
Parvoviridae, ДНК	Bocavirus	Бокавирус, 4 типа (HBoV 1-4)
Adenoviridae, ДНК	Mastadenovirus	Аденовирусы – (AdV), 7 типов / 88 серотипов: А(3), В(10), С(5), D(50), Е(1), F(2), G(1)

Рис. 19.

Характеристика возбудителей сезонных острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ).

свойства и патогенный потенциал. В 2020 г. впервые на территории России были выявлены и охарактеризованы коронавирусы летучих мышей рода *Rhinolophus* (вирусы Хоста-1 и Хоста-2), родственные вирусу SARS-CoV-2 (рис.20) [39-41].

С 2023 года ОЭВ руководит доктор медицинских наук Е.И.Бурцева. В отделе продолжают активные исследования экологических, биологических и генетических свойств вирусов, циркулирующих на территории России и представляющих опасность как возбудители новых и возвращающихся инфекций. Большое внимание уделяется обеспечению нужд практического здравоохранения в области диагностики, профилактики и лечения вирусных инфекций (преимущественно – ОРВИ). Ведётся постоянный мониторинг циркуляции вирусов гриппа, SARS-CoV-2 и других ОРВИ, проводятся регистрационные испытания новых диагностических тест-систем, разрабатываются государственные стандартные образцы штаммов респира-

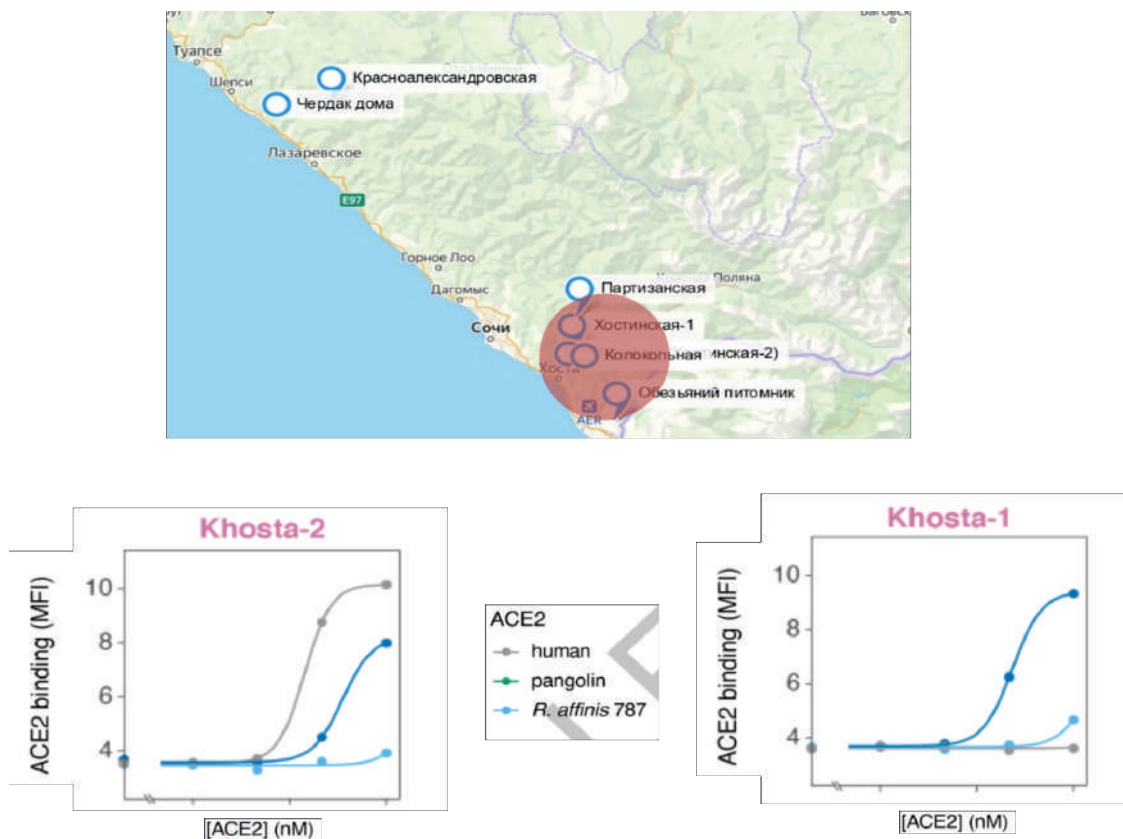


Рис. 20.

Обнаружение циркуляции коронавирусов летучих мышей (Хоста-1 и Хоста-2), родственных вирусу SARS-CoV, на юге России (северное побережье Чёрного моря) в 2020 г. Выявленные вирусы способны связывать рецептор ACE2 летучих мышей, вирус Хоста-2 также эффективно связывается с рецептором ACE2 человека и может использовать его для инфицирования клетки.

торных вирусов, проводятся испытания противовирусных лечебных и профилактических препаратов *in vitro* и *in vivo*. Коллекции вирусов, хранящиеся в лабораториях отдела, включают сотни охарактеризованных штаммов.

Сотрудниками ОЭВ проделана огромная научно-координационная работа в подготовке кадров для научных учреждений, расположенных на всей территории СССР, а позднее – Российской Федерации. Международные связи ОЭВ реализовывались на региональных совещаниях, симпозиумах по арбовирусам и вирусным гепатитам, 100-летнем Юбилее вирусологии. Деятельность ОЭВ на протяжении более 50 лет была направлена на проведение комплексных крупномасштабных исследований по проблемам особо опасных (арбовирусных) и социально значимых (грипп и другие ОРВИ, парентеральные гепатиты) инфекций с приоритетом результатов на мировом уровне. Мировое признание заслуг деятельности отдела выразилось в избрании академика РАН Д.К.Львова международным советником Американского национального Комитета по арбовирусам, членом международного Комитета по изучению вирусов в высоких широтах, членом таксономической группы по буньявирусам и тогавирусам международного Комитета по таксономии вирусов, куратором исследований по гриппу в рамках российско-американского сотрудничества по проблемам гриппа, руководителем Национального центра по гриппу ВОЗ, председателем Комитета по медицинской науке и здравоохранению Тихоокеанской научной ассоциации, членом редколлегии двух международных журналов.

Таким образом, в интересах национальной биобезопасности страны деятельность ОЭВ на протяжении 50 лет была направлена на проведение комплексных крупномасштабных исследований по проблемам особо опасных (арбовирусных) и социально значимых (грипп и другие ОРВИ, парентеральные гепатиты) с приоритетом результатов на мировом уровне. Достижения ОЭВ достойно отражены в ряде изданий, включая 2-томную международную монографию «History of Arbovirology: Memories from the Fields» (Издательство Springer Nature Switzerland AG, 2023), которая включает главу по изучению арбовирусов в Северной Евразии (авторы Д.К.Львов и С.В.Альховский) [43].

Публикации.

1. Львов Д.К., Лебедев А.Д. Экология арбовирусов. Москва: Медицина; 1974. 184 с.
2. Цилинский Я.Я., Львов Д.К. Популяционная генетика вирусов позвоночных. Москва: Медицина; 1977. 192 с.
3. Жданов В.М., Львов Д.К. Экология возбудителей инфекций. Москва: Медицина; 1984. 263 с.
4. Львов Д.К., Мошкин А.В., Пузаченко Ю. Информационный анализ ареалов арбовирусов. Вестник МГУ. Географическая секция. 1967; №3; с.78-86.
5. Львов Д.К., Клименко С.М., Гайдамович С.Я. Арбовирусы и арбовирусные инфекции. Москва: Медицина; 1989. 335 с.
6. Lvov D.K. Ecological sounding of the USSR territory for natural foci of arboviruses. In: Sov. Med. Rev. Ser. E: Virology Reviews. USA: Harwood Ac. Publ. GmbH; 1993; p.31-47.
7. Lvov D.K. Arboviral zoonoses of Northern Eurasia (Eastern Europe and the commonwealth of independent states). In: Beran G.W., editor. Handbook of zoonoses Sec. ed. Section B: Viral. London – Tokyo: CRC Press. Boca Raton AMArbar; 1994; p.237-260.
8. Львов Д.К. Экология вирусов. Вестник Акад. Мед. Наук СССР. 1983; №12; с.71-82.
9. Львов Д.К. Значение новых и возвращающихся инфекций для биобезопасности. Вопросы вирусологии. 2002; том 47, №5; с.4-7.
10. Львов Д.К. Рождение и развитие вирусологии – история изучения новых и возвращающихся инфекций. Вопросы вирусологии. Приложение 1. 2012; с.5-20.
11. Львов Д.К., Гулюкин М.И., Забережный А.Д., Гулюкин А.М. Формирование популяционного генофонда потенциально угрожающих биобезопасности зоонозных вирусов. Вопросы вирусологии. 2020; том 65, №5; с.243-258.
12. Львов Д.К. (ред.). Организация эколого-эпидемиологического мониторинга территорий Российской Федерации с целью противоэпидемической защиты населения и войск. (Методические рекомендации). Федеральное управление медико-биологических и экстремальных проблем, НИИ вирусол. Москва: МЗ РФ, Федеральное управление медико-биологических и экстремальных проблем, НИИ вирусологии им. Д.И.Ивановского РАМН; 1993. 128 с.
13. Львов Д.К. (ред.). Медицинская вирусология. М.: МИА; 2008. 655 с.
14. Львов Д.К. (ред.). Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции

ции человека и животных. М.: МИА; 2013. 1197 с.

15. Lvov D.K., Shchelkanov M.Y., Alkhovsky S.V., Deryabin P.G. Zoonotic viruses of Northern Eurasia: Taxonomy and ecology. London: Academic Press. Elsevier; 2015; p.1-440.

16. Львов Д.К., Альховский С.В. Отряд Bunyavirales. Проблемы особо опасных инфекций. 2018; №4; с.15-19.

17. Львов Д.К., Борисевич С.В., Альховский С.В., Бурцева Е.И. Актуальные подходы к анализу вирусных геномов в интересах биобезопасности. Инфекционные болезни. Новости. Лечение. Обучение. 2019; №2; с.96-101.

18. Львов Д.К., Писарев В.Б., Петров В.А. и др. Лихорадка Западного Нила по материалам вспышек в Волгоградской области в 1999-2002 гг. Волгоград; 2004. 102 с.

19. Львов Д.К., Ковтунов А.И., Яшкулов К.Б. и др. Циркуляция вируса Западного Нила (Flaviviridae, Flavivirus) в экосистемах дельты Волги, Волго-Ахтубинской поймы и сопредельных ландшафтах (2000-2002). Вопросы вирусологии. 2004; том 49; №3; с.45-51.

20. Lvov D.K., Butenko A.M., Gromashevsky V.L., Kovtunov A.I., Prilipov A.G., Kinney R. et al. West Nile virus and other zoonotic viruses in Russia: examples of emerging-reemerging situations. Arch. Virol. Suppl. 2004; Vol.18; p.85-96.

21. Львов Д.К., Дерябин П.Г., Аристова В.Л., Бутенко А.В., Галкина И.В., Громашевский В.Л. Атлас распространения возбудителей природно-очаговых вирусных инфекций по территории Российской Федерации. Москва, издательство НППЦ ТМГ МЗ РФ, 2001. 193 с.

22. Lvov D.K. Viral Hepatitis. In: Man against viruses. Venice: UNESCO.Venice; 1994; p.159-205.

23. Львов Д.К., Миширо С., Селиванов Н.А. и др. Распространение генотипов вируса гепатита С, циркулирующих на территории С.-З. и Ц. частей России. Вопросы вирусологии. 1995; №6; с.251-253.

24. Львов Д.К. Вирусный гепатит С – «ласковый убийца». Рос. гастроэнтерол. журнал. 1995; №1; с.4-6.

25. Lvov D.K., Samokhvalov E.I., Tsuda F., Selivanov N.A., Okamoto H., Stakhanova V.M. et al. Prevalence of hepatitis C virus and distribution of its genotypes in Northern Eurasia. Arch. Virol. 1996; Vol.141; N9; p.1613-1622.

26. Львов Д.К. Вирусные гепатиты. Вестник АМН. 1996; №6; с.25-31.

27. Львов Д.К. Ильичёв В.Д. Миграция птиц и перенос возбудителей инфекции.

Москва: Наука; 1979. 270 с.

28. Lvov D.K. Circulation of influenza virus in natural biocenosis. In: Kurstak E., Maramorosh K. (eds). *Viruses and Environment*. New York – San Francisco – London: Academic Press; 1978; p.351-80.

29. Львов Д.К. Эволюция возбудителей новых и возвращающихся инфекций в Северной Евразии – глобальные последствия. В кн.: Львов Д.К., Урываев Л.В. (ред.). *Изучение эволюции вирусов в рамках проблемы биобезопасности и социально-значимых инфекций*. М. 2001; с.5-16.

30. Lvov D.K. Influenza A virus – a sum of populations with a common protected gene pool. In: *Sov. Med. Rev. Ser. E: Virology Reviews*. Glasgow: Harwood Ac. Publ. GmbH; 1987; p.15-37.

31. Львов Д.К., Ямникова С.С., Федякина И.Т. Экология и эволюция вирусов гриппа в России (1979-2002). *Вопросы вирусологии*. 2004; том 49; №3; с.17-24.

32. Львов Д.К. Популяционные взаимодействия в биологической системе: вирус гриппа А – домашние животные – человек; причины и последствия проникновения на территорию России высоковирулентного вируса гриппа А/Н5N1. *ЖМЭИ*. 2006; №3; с.96-100.

33. Lvov D.K., Kaverin N.V. Avian influenza in Northern Eurasia. In: Klenk H.D., Matrosovich M.N., editors. *Avian Influenza*. Basel: Karger; 2008; p.41-58.

34. Львов Д.К., Алипер Т.И., Дерябин П.Г., Забережный А.Д., Гребенникова Т.В., Сергеев В.А. Вакцина против гриппа птиц инактивированная эмульгированная ФЛУ ПРОТЕКТ Н5 и способ профилактики гриппа птиц. Патент РФ №23503350. 2009.

35. Lvov D.K., Shchelkanov M. Y., Prilipov A.G. et al. Evolution of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus in natural ecosystems of northern Eurasia (2005-08). *Avian Dis*. 2010; Vol.54; 1 Suppl; p.483-495.

36. Львов Д.К. Грипп и другие новые и возвращающиеся инфекции Северной Евразии: глобальные последствия. *Федеральный справочник «Здравоохранение России»*. 2010; вып. 11; с.209-219.

37. Львов Д.К., Щелканов М.Ю., Бовин Н.В. и др. Корреляция между рецепторной специфичностью штаммов пандемического вируса гриппа А(Н1N1)pdm09, изолированных в 2009-2011 гг., структурой рецепторсвязывающего сайта и вероятностью развития летальной первичной вирусной пневмонии. *Вопросы вирусологии*. 2012; том 57; №1; с.14-20.

38. Львов Д.К., Бурцева Е.И., Колобухина Л.В. и др. Особенности циркуляции вирусов гриппа и ОРВИ в эпидемическом сезоне 2019-2020 в отдельных регионах России. Вопросы вирусологии. 2020; том 65; №6; с.335-349.

39. Львов Д.К., Альховский С.В., Колобухина Л.В., Бурцева Е.И. Этиология эпидемической вспышки COVID-19 в г.Ухань (провинция Хубэй, Китайская Народная Республика), ассоциированной с вирусом 2019-nCoV (Nidovirales, Coronaviridae, Coronavirinae, Betacoronavirus, подрод Sarbecovirus): уроки эпидемии SARS-CoV. Вопросы вирусологии. 2020; том 65; №1; с.6-16.

40. Львов Д.К., Альховский С.В. Истоки пандемии COVID-19: экология и генетика коронавирусов (Betacoronavirus: Coronaviridae) SARS-CoV, SARS-CoV-2 (подрод Sarbecovirus), MERS-CoV (подрод Merbecovirus). Вопросы вирусологии. 2020; том 65; №2; с.62-70.

41. Alkhovsky S.V., Lenshin S., Romashin A., Vishnevskay E.T., Vishnevsky O., Bulicheva Y., Lvov D., Gitelman A. SARS-like coronavirus in horseshoe bats (*Rhinolophus* spp) in Russia, 2020. Viruses. 2022; Vol.14; p.10-17.

42. Аглетдинов Э.Ф., Бурцева Е.И., Вавилова Т.В., Винокуров А.С., Долгих Т.И., Калинина О.В., Лагуткин Д.А., Панова А.Е., Стуколова О.А., Тарасенко О.А., Шульгина М.В. Этиологическая диагностика новой коронавирусной инфекции (COVID 19). Методические рекомендации ассоциации «Федерация лабораторной медицины», Общероссийская общественная организация «Российское общество фтизиатров». 2021. 121 с.

43. Lvov D.K., Alkhovsky S.V. A brief historical overview of the discovery of arboviruses in the USSR and Russia. In: History of Arbovirology: Memories from the Fields, Volume II. Vasilakis N. and Kramer L.D. (eds.). Switzerland: Springer Nature Switzerland AG. 2023; p.119-146.

Материал подготовлен академиком РАН Д.К.Львовым с участием члена-корреспондента РАН С.В.Альховского и доктора медицинских наук Е.И.Бурцевой.

Вёрстка М.С.Сатиной.