

DOI: 10.21055/0370-1069-2018-3-16-24

УДК 614.4:628.1/9

И.Г. Карнаухов, И.Н. Шарова, Е.С. Казакова, К.М. Морозов, С.А. Щербакова, В.В. Кутырев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ЗА РУБЕЖОМ И В РОССИИ: РЕАЛИИ СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ*ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Российская Федерация*

Проведен анализ имеющейся информации о наличии и использовании мобильных лабораторий биологического профиля в целях осуществления индикации и идентификации патогенных биологических агентов в зарубежных странах и Российской Федерации. Выделены основные типы мобильных лабораторий, имеющих за рубежом и в России. Представлены основные этапы эволюции создания и применения мобильных лабораторий в системе противочумных учреждений Роспотребнадзора, показано расширение спектра направлений их использования в России. Проанализировано практическое применение российских мобильных лабораторий в России и за рубежом для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия при проведении массовых мероприятий, ликвидации последствий стихийных бедствий, реагировании на эпидемические проявления особо опасных инфекционных болезней. Выделены основные направления использования мобильных лабораторий биологического профиля в России. Освещено их использование в ходе выполнения Российской Федерацией различных программ оказания содействия странам-партнерам по вопросам реализации Международных медико-санитарных правил (2005), борьбы с опасными инфекционными болезнями. Представлены новейшие разработки – модернизированный мобильный комплекс СПЭБ второго поколения, мобильная лаборатория мониторинга и диагностики, аэромобильный противоэпидемический комплекс.

Ключевые слова: мобильные лаборатории биологического профиля, чрезвычайные ситуации санитарно-эпидемиологического характера, инфекционные болезни, система противочумных учреждений Роспотребнадзора.

Корреспондирующий автор: Карнаухов Игорь Геннадиевич, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

Для цитирования: Карнаухов И.Г., Шарова И.Н., Казакова Е.С., Морозов К.М., Щербакова С.А., Кутырев В.В. Использование мобильных лабораторий биологического профиля за рубежом и в России: реалии сегодняшнего дня и перспективы. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2018; 3:16–24. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-3-16-24

I.G. Karnaukhov, I.N. Sharova, E.S. Kazakova, K.M. Morozov, S.A. Shcherbakova, V.V. Kutyrev

Usage of Mobile Laboratories of Biological Expertise Abroad and in Russia: Present Day Realities and Prospects*Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”, Saratov, Russian Federation*

Abstract. We analyzed the data on availability and usage of mobile laboratories of biological expertise for indication and identification of pathogenic biological agents in foreign countries and in the Russian Federation. We outlined the major types of mobile units that exist abroad and in Russia. Key stages of evolution in design and deployment of mobile laboratories in the network of plague control institutions of the Rospotrebnadzor were described, as well as the broadening of the range of their use in Russia. We assessed operational use of the Russian mobile laboratories, both in Russia and abroad, in the provision of sanitary-epidemiological welfare during mass events, disaster management, and response to epidemic manifestations of particularly dangerous infectious diseases. Major trends in implementation of mobile units of biological expertise in Russia were identified. We addressed their usage in various State Programs on assistance to partner-countries in the matters of International Health Regulations (2005) implementation, control over dangerous infectious diseases. Advanced inventions – Second generation modernized mobile complex of the specialized anti-epidemic teams, mobile laboratory for monitoring and diagnostics, and airmobile anti-epidemic complex – were discussed.

Key words: mobile laboratories of biological expertise, emergency situations of sanitary-epidemiological character, infectious diseases, Rospotrebnadzor plague control institutions network.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Corresponding author: Igor G. Karnaukhov, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

Citation: Karnaukhov I.G., Sharova I.N., Kazakova E.S., Morozov K.M., Shcherbakova S.A., Kutyrev V.V. Usage of Mobile Laboratories of Biological Expertise Abroad and in Russia: Present Day Realities and Prospects. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2018; 3:16–24. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2018-3-16-24

Received 20.07.18. *Accepted* 22.08.18.

В настоящее время практически всеми развитыми странами производится и используются мобильные лаборатории биологического профиля, предназначенные для индикации и идентификации патогенных биологических агентов (ПБА) и биологических токсинов [14, 17, 19, 22].

Это могут быть сборно-разборные модульные (перемещаемые любыми видами транспортных средств) и мобильные (смонтированные на базе автошасси) комплексы.

Зарубежные образцы специализированных автолабораторий представлены универсальными ав-

толабораториями РХБ-разведки (радиационной, химической, биологической) [13, 15, 21], а также специализированными машинами биологической разведки. Автолаборатории находятся на вооружении специальных подразделений силовых министерств и ведомств и предназначены для установления фактов преднамеренного применения патогенных биологических агентов [10, 16, 20].

Широкое распространение на современном этапе получили и мобильные лаборатории биологического профиля гражданских ведомств, предназначенные для индикации и идентификации возбудителей опасных инфекционных болезней при возникновении эпидемий.

Мобильные автолаборатории биологического профиля в США. Имеется информация о мобильной РХБ-лаборатории «ALS» (Analytical Laboratory System) на шасси грузового автомобиля GMC 500 производства корпорации «Дженерал моторс», используемой группами быстрого реагирования национальной гвардии сухопутных войск США при применении оружия массового поражения [9].

Для обнаружения ПБА в лаборатории «ALS» используются флюоресцентный микроскоп; прибор для проведения иммунологических исследований М1М американской фирмы «BioVeris»; два бокса микробиологической безопасности третьего класса защиты, универсальный диагностический комплект «JBAIDS» (Joint Biological Agent Identification and Diagnostic System) для идентификации биологических поражающих агентов с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Лаборатория также укомплектована оборудованием для обнаружения химических веществ на основе масс-спектрометрического анализа.

Известно и о мобильных РХБ-лабораториях «CALS2» (Common Analytical Laboratory System). Для министерства обороны и гражданских силовых структур США создано несколько типов РХБ-лабораторий: на шасси грузового автомобиля M1078 фирмы «Stewart & Stevenson»; на базе двухстороннего контейнера переменного объема; на базе двухосного прицепа, буксируемого седельным тягачом [9].

Мобильными РХБ-лабораториями на шасси грузового фургона «GMC» оснащена служба реагирования на чрезвычайные ситуации с применением опасных химических веществ и биологических агентов CBIRF (Chemical and Biological Incident Response Force) морской пехоты США. Лаборатория оборудована дизель-генератором мощностью 6 кВт, хромато-, масс-, гамма- и ИК-спектрометрами, укладкой для обнаружения БПА, микробиологическим боксом, амплификатором для детекции нуклеиновых кислот с помощью полимеразной цепной реакции и другой аппаратурой [3].

Мобильные лаборатории различного предназначения производит американская компания «Germfree» (USA). Выбор платформ для постройки лабораторий достаточно широк. К их числу отно-

сятся трейлеры, грузовики и транспортные контейнеры. Платформы для мобильных лабораторий соответствуют III уровню биологической безопасности. Лаборатории оснащены автономными системами энергоснабжения, фильтровентиляционными системами с HEPA-фильтрами.

Мобильные автолаборатории биологического профиля в Европе. Вооруженные силы Германии, Швеции и Швейцарии используют мобильную РХБ-лабораторию производства немецкой фирмы «Rheinmetall Land System» [18]. Она включает в себя четыре отдельных модуля (химический, биологический, радиометрический и управления), которые могут прибывать в зону заражения своим ходом или доставляться авиационным транспортом. Модули смонтированы на шасси 5-т грузовиков фирмы «Daimler AG».

Биологический модуль представляет собой лабораторию с уровнем биологической безопасности BSL-3, оснащенную газовым хроматографом, боксом микробиологической безопасности, масс-спектрометром, пробоотборником, микроскопами (люминесцентный, инвертированный и стереоскопический), набором питательных сред, центрифугами, миксерами; автоклавом, фотометром, комплектом для проведения ПЦР-диагностики «Smart Cycler» и аппаратурой для проведения иммуноферментного анализа, а также средствами связи (УКВ-радиостанция, аппаратура цифровой и спутниковой связи) [9].

Научно-техническим центром Министерства обороны Финляндии и фирмой «Инвайроникс» разработана химико-биологическая лаборатория на базе буксируемого четырехосного автомобильного прицепа. Лаборатория может транспортироваться наземным, железнодорожным и воздушным транспортом. Запасы расходного имущества и материалов обеспечивают ее непрерывную эксплуатацию в течение 72 ч.

Лаборатория включает в себя три модуля – биологический, химический и радиологический. Первый из них укомплектован укладкой для проведения полимеразной цепной реакции «Real-time PCR 7300» («Applied Biosystems», США), аппаратурой для идентификации ПБА «Рапид» («Idaho Technologies», США), прибором для проведения иммунологических исследований М1М, а также боксом микробиологической безопасности III класса защиты [9].

Итальянская фирма «CRISTANINI S.p.A» производит автономные лаборатории различного профиля на базе контейнеров, которые могут транспортироваться железнодорожным, воздушным, морским, автомобильным транспортом.

Итальянской фирмой «CRISTANINI S.p.A», совместно с «BioTrace Microsafe», разработана биологическая лаборатория B-LAB/1104, выполненная на базе цельнометаллического контейнера из нержавеющей стали (размер 6,1×2,4×2,4 м).

Лаборатория имеет автономное энергообеспечение, высокий уровень биологической защиты, обеспечиваемый наличием фильтровентиляционных систем, автономную систему водоснабжения с двумя резервуарами для чистой и загрязненной воды по 300 л. Работы можно проводить в автономном режиме в течение 72 ч. Масса полностью снаряженного контейнера 8 т.

В состав специального оборудования биологической лаборатории входят: бокс микробиологической безопасности третьего класса защиты, автоклав, холодильная установка, прибор для проведения иммунологических исследований, универсальный диагностический комплект «JBAIDS» для идентификации ПБА с помощью ПЦР. Стоимость одной такой лаборатории 6 млн долларов США [11].

На оснащении итальянской армии и противопожарной службы находятся автолаборатории на базе автошасси, разработанные фирмой Biotrace Microsafe (Италия) по техническому заданию армии Италии и логистического агентства НАТО [16]. Лаборатории оснащены всеми необходимыми системами жизнеобеспечения, позволяющими работать в автономном режиме, и оборудованием для проведения анализов.

Итальянское отделение организации Красный Крест оснащено мобильными лабораториями контейнерного типа производства фирмы «R.I. SpA - Modular Building System» (Италия) [17]. Основное назначение лабораторий – проведение различных диагностических тестов (клинических, биологических и др.) у больных непосредственно в зоне ЧС. В их оснащении реализован принцип «laboratory in a cartridge» – используются автоматические анализаторы, выдающие результат в режиме реального времени при исследовании 100 мкл крови, сыворотки или плазмы.

Для сил гражданской обороны ФРГ, КНР и Республики Корея специалисты германской фирмы «Gimax-Schmitz» разработали мобильную РХБ-лабораторию.

Для проведения биологического анализа в состав специального оборудования лаборатории включены: комплект отбора биологических проб, перчаточный бокс, автоклав, ламинарный шкаф и комплект для проведения ПЦР-диагностики «Light Cycler».

Имеются также отсек для проведения специальной обработки защитной одежды, средства индивидуальной и коллективной защиты, электрогенератор, компрессор, резервуары для чистой и загрязненной воды, холодильная установка для хранения образцов и реагентов [9].

Разработке мобильных лабораторий различного типа посвящен Европейский проект по мобильным лабораториям (European Mobile Laboratory, EMLab). Он финансировался Управлением по сотрудничеству Генерального директората Европейской комиссии по развитию и сотрудничеству (EuropeAid) и координировался Институтом тропической медицины им. Бернарда Нохта в Гамбурге (Германия).

В разработке мобильных лабораторий принимали участие ведущие научно-исследовательские учреждения здравоохранения стран Европейского союза: Великобритании (Служба общественного здравоохранения Англии, Портон-Даун), Германии (Институт микробиологии Вооруженных сил Германии, Мюнхен; Марбургский университет; Институт им. Роберта Коха, Берлин), Италии (Национальный институт инфекционных болезней им. Ладзаро Спалланцани, Рим), Франции (Лаборатория P4 Национального института здравоохранения и медицинских исследований (INSERM-P4); Институт Пастера, Лион), Швейцарии (Лаборатория г. Спиз), Словении (Люблянский университет) и Венгрии (Национальный центр эпидемиологии, Будапешт) [12].

Использовались мобильные лаборатории в основном двух типов – сборно-разборные модульные (перемещаемые любыми видами транспортных средств) и мобильные (смонтированные на базе автошасси) комплексы.

Сборно-разборные модульные комплексы в разобранном виде представляли собой 10–15 коробок весом 30 кг каждая, способные перемещаться пассажирским авиатранспортом или двумя грузовиками. Лаборатория разворачивается в специальной каркасной палатке и укомплектована необходимым современным оборудованием для проведения исследований (серологических и молекулярно-генетических).

Разработка мобильных лабораторий биологического профиля в Российской Федерации. На оснащении вооруженных сил Российской Федерации имеются мобильные лаборатории биологического профиля для проведения противоэпидемических мероприятий, в том числе индикации ПБА в объектах окружающей среды.

Войска РХБ-защиты снабжены мобильным комплексом «Сыч». Он включает в себя две лаборатории с уровнем биологической защиты BSL-3 и штабной модуль, смонтированные в специальных контейнерах, размещенных на автошасси автомашин КАМАЗ. Лаборатории предназначены для определения наличия в воздухе биологического аэрозоля, проведения индикации ПБА методами ПЦР и иммуноферментного анализа (ИФА). Оснащены боксами биологической безопасности III класса защиты (в одной лаборатории – 2 бокса, в другой – 1). В каждой лаборатории оборудовано по два рабочих места. Фильтровентиляционные системы лабораторий позволяют создавать в рабочих помещениях пониженное давление. Есть также возможность создания повышенного давления в случае необходимости прохождения очага биологического заражения. Лаборатории оборудованы шлюзовыми камерами для передачи материала и санпропускниками с душем. Имеются автономные электрогенераторы.

Штабной модуль оборудован системами связи, видеонаблюдения (видеокамеры смонтированы в помещениях лабораторий). Для личного состава имеются четыре спальных места.

В состав комплекса входит лаборатория эпидразведки и индикации на базе автомашины «Газель». Лаборатория укомплектована оборудованием для отбора проб из объектов окружающей среды (проб воздуха, воды, почвы). Имеется установленное на виброплатформе оборудование для проведения индикации методом ПЦР.

В то же время в гражданской сфере, после созданных в 1973 г. на шасси автомобиля ГАЗ-66 лабораторий АЛ-3 и АЛ-4, до 2006 г. ничего нового не разрабатывалось и мобильные лаборатории для диагностики возбудителей инфекционных болезней практически не использовались.

Разработка мобильных лабораторий биологического профиля в РосНИПЧИ «Микроб» Роспотребнадзора. В 2006 г. в РосНИПЧИ «Микроб», совместно с ЗАО «Радиян» (Саратов), на базе полноприводного автомобиля ГАЗ 2705 разработана и создана мобильная лаборатория эпидемиологической разведки и индикации. Разработка защищена патентом (Кутырев В.В. и соавт. Патент № 61209 «Мобильная лаборатория эпидразведки и индикации»). Лаборатория имела автономные системы энергообеспечения, вентиляции, отопления и кондиционирования, а также водоснабжения. Наличие бокса микробиологической безопасности III класса защиты, системы приточно-вытяжной вентиляции с фильтрами тонкой очистки высокой эффективности обеспечивали достаточно высокий уровень биологической безопасности. Лаборатория предназначалась для проведения исследований (индикации ПБА) с помощью методов экспресс и ускоренной диагностики: ПЦР, ИФА, метода флюоресцирующих антител (МФА) [2].

В 2007–2008 гг. в РосНИПЧИ «Микроб» впервые в мировой практике научно обоснован, разработан и, совместно с ООО «Автоспектр НН» (Нижний Новгород), создан комплекс мобильных лабораторий специализированной противоэпидемической бригады (СПЭБ) на базе автошасси КАМАЗ 43118 и спецавтоприцепов. Научная новизна инновационных разработок защищена шестью патентами Российской Федерации (Кутырев В.В. и соавт. Патент № 66723 «Мобильный противоэпидемический комплекс»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 65434 «Лаборатория санитарно-гигиенических исследований»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 65435 «Бактериологическая лаборатория»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 65436 «Лаборатория индикации»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 65437 «Лаборатория особо опасных инфекций»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 65833 «Блок поддержки бактериологических исследований»).

Комплекс включал шесть модулей: штабной модуль, лаборатории индикации, особо опасных инфекций, бактериологическую лабораторию, санитарно-гигиеническую лабораторию и блок поддержки бактериологических исследований. Структурно-функциональные и технические особенности лабораторий

мобильного комплекса рассмотрены ранее [6, 7].

В лабораториях мобильного комплекса обеспечен высокий уровень биологической безопасности – BSL-2-3 в соответствии с критериями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

В отличие от мобильных лабораторий на базе автошасси зарубежного производства, предназначенных, как правило, только для проведения индикации ПБА, мобильный комплекс СПЭБ позволял выполнить в автономных условиях весь комплекс исследований, необходимых для оценки эпидемиологической и санитарно-гигиенической обстановки в зоне ЧС с использованием практически всего комплекса современных методов лабораторного исследования: ПЦР, ИФА, МФА, иммуно-хроматографический анализ (ИХА), классический бактериологический метод, постановка биопроб с использованием лабораторных животных, использование микробиологических автоматических анализаторов, мультилокусное секвенирование. Лаборатории мобильного комплекса СПЭБ (МК СПЭБ) могут перемещаться в зону ЧС как своим ходом по автомагистралям, так и любыми видами транспорта, включая авиационный.

Таковыми комплексами в 2008–2009 гг. укомплектованы СПЭБ пяти противочумных институтов Роспотребнадзора.

В ходе разработки данного комплекса научно обоснованы 10 основных принципов разработки и создания мобильных лабораторий для осуществления лабораторной диагностики инфекционных болезней: соответствие структуры мобильной лаборатории тем функциям, которые она должна выполнять; автономность; мобильность; соответствие требованиям Технического регламента о безопасности колесных транспортных средств и требованиям Правил дорожного движения; высокая технологичность; биологическая безопасность; компактность и эргономичность; комфортность для персонала; экономическая целесообразность; пожарная безопасность [1].

Все вышеперечисленные принципы учтены при создании еще одной оригинальной разработки, проведенной в рамках реализации федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2014 гг.)». Научно обоснована и создана проектная документация на мобильную лабораторию индикации для осуществления эпизоотологического мониторинга особо опасных и других природно-очаговых инфекций.

Научная новизна данной разработки защищена патентами Российской Федерации (Кутырев В.В. и соавт. Патент № 112112 «Мобильная лаборатория для осуществления эпизоотологического мониторинга особо опасных и других природно-очаговых инфекций»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 98369 «Мобильная лаборатория для осуществления эпизоотологического мониторинга особо опасных и других природно-очаговых инфекций»).

Практический опыт использования мобильных лабораторий биологического профиля в России и за рубежом. Лаборатории МК СПЭБ Роспотребнадзора в последнее десятилетие неоднократно задействовались для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в ходе проведения массовых мероприятий. Это такие масштабные мероприятия, как XXVII Всемирная летняя универсиада 2013 г. в Казани, саммит «Группы двадцати» в Санкт-Петербурге (2013 г.), XXII Олимпийские и XI Паралимпийские зимние игры в Сочи в 2014 г., саммит стран ШОС и государств БРИКС в Уфе в 2015 г., XVI Чемпионат мира по водным видам спорта в Казани в 2015 г., Чемпионат мира по футболу 2018 г. При этом задействовались как МК СПЭБ в полном составе (Казань 2013, Сочи), так и отдельные модули из состава комплекса (Санкт-Петербург, Уфа, Казань 2015, Ростов-на-Дону 2018, Казань 2018) [4, 5].

Необходимо отметить, что СПЭБ противочумных институтов Роспотребнадзора имеют на оснащении и мобильные лаборатории на базе пневмокаркасных модулей, комплементарные по своему назначению и названию лабораториям МК СПЭБ. Данные лаборатории также были востребованы в практической работе СПЭБ, в частности – при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия в зоне вооруженного конфликта в Южной Осетии в 2008 г., при ликвидации последствий масштабного наводнения в Дальневосточном федеральном округе в 2013 г.

Наиболее наглядным примером востребованности мобильных лабораторий биологического профиля стало их широкое использование в 2014–2015 гг. в ходе ликвидации эпидемии болезни, вызванной вирусом Эбола (БВВЭ) в странах Западной Африки, в которых отсутствовала сеть собственных стационарных лабораторий с соответствующим уровнем биологической безопасности. Так, во Фритауне (Сьерра-Леоне) использовались мобильные лаборатории CDC Китая на базе автошасси. В Либерии находились две мобильные лаборатории центра медицинских исследований Военно-морских сил США (OIC NMRC); в Сьерра-Леоне – лаборатории Службы общественного здравоохранения Великобритании (PH England Mobile Lab). В Сьерра-Леоне и Либерию также направили три мобильные лаборатории, произведенные компанией Hospitainer по заказу Министерства иностранных дел Нидерландов. В Гвинее функционировала бельгийская мобильная лаборатория B-LiFE (Biological Light fieldable laboratory), оборудованная на базе контейнеров, которые могут доставляться к месту назначения различными видами транспорта.

В Гвинее также использовались мобильные лаборатории, предоставленные компанией K-Plan (Лион, Франция). Мобильный комплекс в разобранном виде транспортировался в Гвинею пассажирским авиатранспортом. Лабораторию собрали и установили на базе мини-фургона.

С начала эпидемии БВВЭ в странах Западной Африки функционировали мобильные лаборатории Управления Министерства обороны США по снижению угрозы (Сьерра-Леоне, округ Moyamba), Национального института биомедицинских исследований Демократической Республики Конго (Либерия, графство Bong), мобильная лаборатория Института Пастера в Лионе (Гвинея, Macenta).

В целом на территории пораженных стран Западной Африки было развернуто 26 мобильных комплексов.

В борьбе с эпидемией БВВЭ в Гвинейской Республике задействовали две лаборатории из состава мобильного комплекса СПЭБ Роспотребнадзора. Работа СПЭБ продолжалась в автономном режиме с 22.08.2014 г. по 22.01.2016 г. Вахтовым методом в Гвинее отработало более 40 специалистов Роспотребнадзора. За этот период проведено более 13 тыс. исследований на наличие возбудителя Эболы и широкий спектр других инфекционных болезней.

Впервые в новейшей истории Российской Федерации СПЭБ Роспотребнадзора принял участие в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия на территории зарубежного государства. Это стало возможным, в том числе, благодаря наличию мобильных лабораторных комплексов СПЭБ на базе автошасси.

Мобильные лаборатории СПЭБ Роспотребнадзора впервые прошли валидацию на международном уровне – ВОЗ включила их в международную систему ответных мер в борьбе с эпидемией лихорадки Эбола [8].

В дальнейшем две мобильные лаборатории из состава МК СПЭБ передали Российской Федерацией в дар Гвинейской Республике, которые и по настоящее время продолжают функционировать в рамках работы Российско-Гвинейского научно-исследовательского центра эпидемиологии и профилактики инфекционных болезней.

Разработка модернизированного мобильного комплекса СПЭБ второго поколения. С учетом опыта работы СПЭБ в Гвинейской Республике, в рамках реализации распоряжения Правительства Российской Федерации от 17.12.2015 г. № 2575-р, в РосНИПЧИ «Микроб» разработан модернизированный мобильный комплекс СПЭБ второго поколения. Объем финансирования составил 158 млн рублей. То есть стоимость одной автолаборатории из состава комплекса составила в среднем около 500 тыс. американских долларов, что в 12 раз меньше стоимости биологической лаборатории итальянского производства, упомянутой выше.

Разработка защищена шестью патентами Российской Федерации (Кутырев В.В. и соавт. Патент № 2623367 «Мобильный противоэпидемический комплекс»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 171529 «Индикационная лаборатория»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 171530 «Бактериологическая лаборатория»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 171531

«Лаборатория поддержки бактериологических исследований»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 171532 «Лаборатория особо опасных инфекций»; Кутырев В.В. и соавт. Патент № 171616 «Санитарно-микробиологическая лаборатория»).

Модернизированный МК СПЭБ включает: мобильный пункт управления и пять лабораторий различного профиля – особо опасных инфекций, индикации, санитарно-микробиологическую и бактериологическую лаборатории, а также блок поддержки бактериологических исследований с уровнем биологической защиты BSL- 3.

Модернизированный МК СПЭБ второго поколения обеспечивает:

1. снижение риска биологической опасности за счет расширения арсенала инженерно-технических средств, обеспечивающих высокий уровень биологической безопасности, соответствующий мировым стандартам в области биологической безопасности, в том числе использования модернизированных боксов микробиологической безопасности повышенного класса защиты; дополнительной установки автоклавов в рабочих помещениях лабораторий; автоматической системы поддержания отрицательного давления воздуха во всех лабораториях с визуализацией его величины; оснащения рабочих помещений лабораторий системой видеорегистрации;

2. работу персонала, лабораторного и высокотехнологичного оборудования в экстремальных климатических условиях за счет использования теплоизоляционных материалов с повышенными характеристиками и увеличения мощности кондиционеров в лабораториях;

3. улучшенные тактико-технические характеристики МК СПЭБ, а именно уменьшение времени развертывания мобильного комплекса СПЭБ за счет применения современных технических средств;

4. внедрение новейших и перспективных диагностических технологий, в том числе полногеномного секвенирования;

5. улучшенные эргономические характеристики.

Модернизированный мобильный комплекс СПЭБ второго поколения по своему инженерно-техническому уровню соответствует современным зарубежным мобильным лабораториям биологического профиля, а по спектру решаемых задач превосходит их.

В рамках реализации распоряжения Правительства РФ от 31.03.2018 г. № 562-р «О предоставлении материально-технической помощи Кыргызской Республике, Монголии, Республике Армения, Республике Узбекистан в 2018–2021 годах» планируется укомплектование всех противочумных институтов Роспотребнадзора модернизированными мобильными комплексами СПЭБ второго поколения.

Использование мобильных лабораторий в рамках оказания Российской Федерацией материально-технической поддержки странам-партнерам. В настоящее время дальнейшее развитие также полу-

чила разработка, связанная с лабораторией эпидразведки и индикации. В рамках исполнения в 2015–2016 гг. распоряжения Правительства РФ № 1965-р от 07.10.2014 г., касающегося оказания Российской Федерацией материально-технической и методической поддержки реализации Международных медико-санитарных правил (2005 г.) на территории государств-участников СНГ, разработана и создана микробиологическая лаборатория экспресс-диагностики на базе автомашины ГАЗ-33027 «ГАЗель Next» повышенной проходимости. Разработка защищена патентом РФ (Кутырев В.В. и соавт. Патент № 165046 «Микробиологическая лаборатория экспресс-диагностики»).

По своим функциям лаборатория аналогична лаборатории эпидразведки и индикации, но имеет ряд конструктивных особенностей – оснащена боксом микробиологической безопасности ИБ класса защиты, имеет санитарный пропускник, пониженное давление в рабочем помещении лаборатории, систему стабилизации лаборатории на местности.

В 2015–2016 гг. осуществлена поставка микробиологических лабораторий экспресс-диагностики на базе автошасси в пять стран СНГ (по две лаборатории в Беларусь, Казахстан, Армению, Кыргызстан, Таджикистан).

В рамках реализации распоряжения Правительства РФ от 26.05.2017 г. № 1060-р в 2017–2018 гг. осуществляются поставки четырех МЛЭД в страны СНГ (Казахстан, Узбекистан, Кыргызстан) и 1 – в Монголию.

В рамках реализации распоряжения Правительства РФ от 31.03.2018 г. № 562-р планируется разработка и создание новой, модернизированной лаборатории эпидразведки и индикации на базе автошасси, а также сборно-разборной лаборатории индикации на основе модульного комплекса.

Использование мобильных лабораторий в ходе эпидемиологического надзора за чумой. Разработка упомянутой выше мобильной лаборатории индикации для осуществления эпизоотологического мониторинга особо опасных и других природно-очаговых инфекций получила дальнейшее развитие в рамках реализации Распоряжения Правительства РФ от 05.09.2016 г. № 1864-р. Разработана и создана мобильная лаборатория мониторинга и диагностики на базе автошасси КАМАЗ 43118 (Кутырев В.В. и соавт. Патент № 180216 «Мобильная лаборатория мониторинга и диагностики особо опасных инфекций»).

Данная лаборатория, по сути, объединила в себе функции трех модулей из состава мобильного комплекса СПЭБ – лаборатории индикации, бактериологической лаборатории и блока поддержки бактериологических исследований. Лаборатория предназначена для укрепления противочумных станций (ПЧС) Роспотребнадзора, осуществляющих мониторинг трансграничных природных очагов чумы. В 2017 г. такие лаборатории установили в Астраханской, Алтайской и Тувинской ПЧС, в 2018 г. будут осна-

щены Читинская и Дагестанская ПЧС. Лаборатория, как и лаборатории МК СПЭБ, имеет все необходимые системы жизнеобеспечения и предназначена для проведения исследований полевого материала как с помощью индикационных методов (ПЦР, ИФА, МФА), так и с помощью бактериологического метода. Уровень биологической защиты лаборатории – BSL-2.

Разработка аэромобильного противоэпидемиологического комплекса. Последней, инновационной разработкой, связанной с мобильными лабораториями биологического профиля, стал проект аэромобильного противоэпидемиологического комплекса, представляющего собой вертолет типа Ка-226Т, оснащенный двумя съемными модулями: модуль 1 – для эпидемиологической разведки и индикации и модуль 2 – для медицинской эвакуации больного особо опасными инфекциями.

Модуль 1 предназначен для автономного проведения индикации патогенных биологических агентов и лабораторной диагностики особо опасных инфекционных болезней методами экспресс и ускоренной диагностики в зоне чрезвычайных ситуаций, непосредственно в очаге инфекционной болезни в труднодоступных районах. Он оснащен системой приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и кондиционированием приточного воздуха, с фильтрами тонкой очистки воздуха высокой эффективности, позволяющей создать пониженное давление в помещении лаборатории.

Модуль 2 предназначен для перевозки и доставки транспортировочного изолирующего бокса (переносного изолятора), персонала мобильной лаборатории к месту производства исследований и для эвакуации больного особо опасными инфекциями при ликвидации эпидемиологических последствий стихийных бедствий, техногенных катастроф и чрезвычайных биолого-социальных ситуаций. Разработка защищена тремя патентами РФ (Кутырев В.В. и соавт. Патент 2656137 «Аэромобильный противоэпидемиологический комплекс»; Кутырев В.В. и соавт. Патент на 176563 «Модуль вертолетный для эвакуации больного особо опасными инфекциями»; Кутырев В.В. и соавт. Патент 180617 «Модуль вертолетный эпидемиологической разведки и индикации»).

Заключение. Таким образом, проведенный анализ показывает, что на сегодняшний день в мире практически всеми развитыми странами широко используются мобильные лаборатории биологического профиля. Это могут быть сборно-разборные модульные комплексы, перемещаемые любыми видами транспортных средств, мобильные лаборатории на базе транспортируемых контейнеров или мобильные лаборатории, смонтированные на базе автошасси.

Мобильные лаборатории биологического профиля имеются как на оснащении военных ведомств стран, так и у гражданских структур противоэпидемиологического профиля. Они могут использоваться как для реагирования на масштабные чрезвычайные

ситуации санитарно-эпидемиологического характера внутри страны, для усиления территориальных противоэпидемиологических структур, так и для реагирования на чрезвычайные ситуации в области общественного здравоохранения международного значения в рамках реализации Международных медико-санитарных правил (2005) в составе международных сил реагирования.

В Российской Федерации, начиная с 2006 г., в рамках деятельности Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, активно велись инновационные разработки по проектированию и созданию различных мобильных лабораторий биологического профиля на базе автошасси. Разработаны и созданы мобильные комплексы СПЭБ первого и второго поколения, которые по своему инженерно-техническому уровню соответствуют современным зарубежным мобильным лабораториям биологического профиля, а по спектру решаемых задач превосходят их.

Научно обосновано десять основных принципов разработки и создания мобильных лабораторий на базе автошасси для осуществления лабораторной диагностики инфекционных болезней.

Разработан целый ряд автолабораторий, предназначенных для проведения эпидемиологической разведки, индикации ПБА, проведения эпизоотологического обследования природных очагов особо опасных инфекционных болезней. Создана инновационная концепция аэромобильного противоэпидемиологического комплекса. Все разработки защищены 20 патентами Российской Федерации.

Основными направлениями использования мобильных лабораторий биологического профиля в России являются:

- реагирование на чрезвычайные ситуации санитарно-эпидемиологического характера как в России, так и за рубежом;
- усиление территориальных служб санитарно-противоэпидемиологического профиля при проведении массовых мероприятий;
- проведение эпизоотологического обследования природных очагов инфекционных болезней;
- оказание материально-технической поддержки странам-партнерам Российской Федерации в области борьбы с инфекционными болезнями.

Имеющиеся на оснащении СПЭБ Роспотребнадзора мобильные лаборатории неоднократно использовались для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия на территории России в ходе проведения масштабных спортивных и общественно-политических массовых мероприятий. Мобильный комплекс СПЭБ задействовался в ходе ликвидации эпидемии Эбола в странах Западной Африки.

С 2018 г. мобильные лаборатории начали использоваться при осуществлении эпизоотологического обследования природных очагов чумы и других опасных инфекционных болезней.

Применение мобильных лабораторий для индикации и идентификации возбудителей инфекционных болезней в системе противочумных учреждений Роспотребнадзора позволило поднять на качественно новый уровень готовность к возникновению чрезвычайных ситуаций санитарно-эпидемиологического характера и значительно повысить эффективность мер реагирования. При этом мобильные лаборатории используются в работе как мобильных противозидемических формирований (СПЭБ Роспотребнадзора), так и стационарных противочумных учреждений (противочумные станции).

Описанные выше российские разработки активно используются в ходе реализации Российской Федерацией различных программ оказания содействия странам-партнерам по вопросам реализации Международных медико-санитарных правил (2005) и борьбы с опасными инфекционными болезнями.

В целом проводимая в Российской Федерации в рамках деятельности Роспотребнадзора работа по проектированию, созданию и использованию мобильных лабораторий биологического профиля полностью соответствует мировым тенденциям в этой области, согласуется с принципами, постулируемыми ВОЗ, Международными медико-санитарными правилами (2005) в отношении борьбы с инфекционными болезнями и реагирования на чрезвычайные ситуации санитарно-эпидемиологического характера, способствует целям укрепления международного сотрудничества и международного развития, повышению эффективности международных мер реагирования при ЧС в области общественного здравоохранения международного значения. На этом основании можно прогнозировать, что в перспективе в России будет расширяться спектр направлений использования мобильных лабораторий биологического профиля в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

Список литературы

- Карнаухов И.Г., Шарова И.Н., Казакова Е.С., Морозов К.М., Щербаклова С.А., Кутырев В.В. Основные принципы создания мобильных лабораторий на базе автошасси для индикации и идентификации возбудителей инфекционных болезней. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2016; 2:45–9. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-2-45-49.
- Кутырев В.В., Топорков А.В., Карнаухов И.Г. Применение мобильных лабораторий для противозидемического обеспечения населения в условиях ЧС. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2007; 1:27–9.
- Мидов К. Специальные подразделения МО США по борьбе с химическим и биологическим терроризмом (2006). Зарубежное военное обозрение. [Электронный ресурс]. URL: <http://pentagonus.ru/publ/3-1-0-43> (дата обращения 27.06.2018).
- Онищенко Г.Г., Куличенко А.Н., редакторы. XXII Олимпийские зимние игры и XI Паралимпийские зимние игры 2014 года в г. Сочи. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия. Тверь: ООО «Издательство «Триада»; 2015. 576 с.
- Онищенко Г.Г., Кутырев В.В., редакторы. XXVII Всемирная летняя универсиада 2013 года в Казани. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия. Тверь: ООО «Издательство «Триада»; 2013. 528 с.

- Онищенко Г.Г., Кутырев В.В., редакторы. Специализированные противозидемические бригады (СПЭБ): эволюция научной концепции и практического применения. ООО «Буква»; 2014. 572 с.

- Онищенко Г.Г., Кутырев В.В., Топорков А.В., Карнаухов И.Г. Обеспечение модернизации специализированных противозидемических бригад (СПЭБ) на современном этапе. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2009; 3:10–8.

- Попова А.Ю., Кутырев В.В., редакторы. Ликвидация эпидемии Эбола в Гвинейской Республике: опыт работы специализированной противозидемической бригады Роспотребнадзора. М.: ООО «Творческий информационно-издательский центр»; 2016. 354 с.

- Царев А. Мобильные радиационные, химические и биологические лаборатории зарубежных стран. Зарубежное военное обозрение. 2012; 9:41–8 [Электронный ресурс]. URL: <http://warfiles.ru/show-15947-mobilnye-radiacionnye-himicheskie-i-biologicheskie-laboratorii> (дата обращения 20.06.2018).

- Cardozo M., Oliveira V.G.M., Sousa R.B., de Paula R.L. Chemical and biological mobile laboratory: infrastructure employed by Brazilian Army in emergency response actions. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2018; 975:012003. DOI: 10.1088/1742-6596/975/1/012003.

- CBRN mobile laboratories and identification and recognition vehicles. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cristanini.it/eng/products/cbrn-decontamination/cbrn-mobile-laboratories-and-identification-and-recognition-vehicles> (дата обращения 21.06.2018).

- European Mobile Lab. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.emlab.eu/> (дата обращения 25.06.2018).

- Goudeau V., Daniel B., Dubot D.J. Mobile laboratories: An innovative and efficient solution for radiological characterization of sites under or after decommissioning. *J. Environ. Radioact.* 2017; pii: S0265-931X(17)30317-X. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2017.04.010.

- Hancock J.R., Jackson Lepage C.R., Lukacs M.J., Froese, D.S.W., Huelin S.D., Saunders A.S., Liu H.Z. The Development and Deployment of a Mobile Chemical Laboratory: A Contribution to Safety and Security at Major Events within Canada DRDC Suffield TR 2012-091; Defence R&D Canada – Suffield; September 2012. [Электронный ресурс]. URL: http://cradpdf.drcd-rddc.gc.ca/PDFs/unc255/p804800_A1b.pdf (дата обращения 21.06.2018)

- Inglis T.J. The lab without walls: a deployable approach to tropical infectious diseases. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2013; 88(4):614–8. DOI: 10.4269/ajtmh.12-0704.

- Mari G., Giraudi G., Bellino M., Paziienza M., Garibaldi C., Lancia C. CBRN mobile laboratories in Italy. *Proc. SPIE*. 2009; 73040W. DOI: 10.1117/12.819445.

- Mattacini S., Cortelazzo A., Foglietta G., Transerici M., Coltellaro A., Gemmellaro O., Tondolo M., Cosentino R., Tripodi R., Lupini G. Laboratory and diagnostic test mobile systems: critical issues and perspectives in the field of major disasters. *Biomedicine & Prevention*. 2017; 4:136, Special issue (Part 2). DOI: 10.19252/000000088.

- Mobile CBRN reconnaissance systems. [Электронный ресурс]. URL: https://www.rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall-defence/systems_and_products/nbc_reconnaissance_systems/index.ph (дата обращения 21.06.2018).

- Parsons A., Matero P., Adams M., Yeh K. Examining the utility and readiness of mobile and field transportable laboratories for biodefence and global health security-related purposes. *Global Security: Health, Science and Policy*. 2018; 3(1):1–13. DOI: 10.1080/23779497.2018.1480403.

- The Agilent Mobile Laboratory for Chemical and Biological Defense. Technical Overview. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agilent.com/cs/library/technicaloverviews/public/5988-9152-EN.pdf> (дата обращения 21.06.2018).

- Toader C., Epure G., Mosteanu D., Epure C., Iorga O., Florin I. Mobile deployable laboratory – chemical module. *International conference KNOWLEDGE-BASED ORGANIZATION*. 2016; 22(30):677–80. DOI: 10.1515/kbo-2016-0116.

- Wölfel R., Stoeker K., Fleischmann E., Gramsamer B., Wagner M., Molkenhuth P., Di Caro A., Glünther S., Ibrahim S., Genzel G.H., Ozin-Hofsäss A.J., Formenty P., Zöllner L. Mobile diagnostics in outbreak response, not only for Ebola: a blueprint for a modular and robust field laboratory. *Euro Surveill*. 2015; 20(44):pii=30055. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2015.20.44.30055.

References

- Karnaukhov I.G., Sharova I.N., Kazakova E.S., Morozov K.M., Shcherbakova S.A., Kutyrev V.V. [Basic principles of construction of mobile truck-mounted laboratories for indication and identification of infectious disease agents]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2016; 2:45–9. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-2-45-49.
- Kutyrev V.V., Toporkov A.V., Karnaukhov I.G. [The use of mobile laboratories for anti-epidemic protection of the population in emergency situations]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii*

[Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2007; 1:27–9.

3. Midov K. [Special units of US MoD for countering chemical and biological terrorist attacks (2006)]. Zarubezhnoe Voennoe Obozrenie. (Cited 27 Jun 2018). [Internet]. Available from: <http://pentagonus.ru/publ/3-1-0-43>.

4. Onishchenko G.G., Kulichenko A.N., editors. [XXII Winter Olympic Games and XI Paralympic Games in Sochi, 2014. Provision of Sanitary-Epidemiological Welfare]. Tver: "Triada" Ltd.; 2015. 576 p.

5. Onishchenko G.G., Kutuyev V.V., editors. [XXVII World Summer Universiade, 2013 in Kazan. Provision of Sanitary-Epidemiological Welfare]. Tver: "Triada" Ltd.; 2013. 528 p.

6. Onishchenko G.G., Kutuyev V.V., editors. [Specialized Anti-Epidemic Teams (SAETs): Evolution of Scientific Concept and Operational Deployment]. Saratov: "Bukva" Ltd.; 2014. 572 p.

7. Onishchenko G.G., Kutuyev V.V., Toporkov A.V., Karnaukhov I.G., Scherbakov D.A., Kazakova E.S., Scherbakova S.A. [Provision of specialized anti-epidemic teams (SAET) modernization at the present stage]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2000; 3:10–8.

8. Popova A.Yu., Kutuyev V.V., editors. [Eradication of Ebola Epidemic in the Republic of Guinea: Operational Experience of the Specialized Anti-Epidemic Team of the Rospotrebnadzor]. M.; 2016. 354 p.

9. Tsaraev A. [Mobile radiation, chemical, and biological laboratories of foreign countries]. Zarubezhnoe Voennoe Obozrenie. 2012; 9:41–8. (Cited 20 Jun 2018). [Internet]. Available from: <http://warfiles.ru/show-15947-mobilnye-radiacionnye-himicheskie-i-biologicheskie-laboratorii>.

10. Cardozo M., Oliveira V.G.M., Sousa R.B., de Paula R.L. Chemical and biological mobile laboratory: infrastructure employed by Brazilian Army in emergency response actions. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2018; 975:012003. DOI: 10.1088/1742-6596/975/1/012003.

11. CBRN mobile laboratories and identification and recognition vehicles. (Cited 21 Jun 2018). [Internet]. Available from: <http://www.cristanini.it/eng/products/cbrn-decontamination/cbrn-mobile-laboratories-and-identification-and-recognition-vehicles>.

12. European Mobile Lab. (Cited 25 Jun 2018). [Internet]. Available from: <http://www.emlab.eu/>.

13. Goudeau V., Daniel B., Dubot D.J. Mobile laboratories: An innovative and efficient solution for radiological characterization of sites under or after decommissioning. *J. Environ. Radioact.* 2017; pii: S0265-931X(17)30317-X. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2017.04.010.

14. Hancock J.R., Jackson Lepage C.R., Lukacs M.J., Froese, D.S.W., Huelin S.D., Saunders A.S., Liu H.Z. The Development and Deployment of a Mobile Chemical Laboratory: A Contribution to Safety and Security at Major Events within Canada DRDC Suffield TR 2012-091; Defence R&D Canada – Suffield; September 2012 (cited 21 Jun 2018). [Internet]. Available from: http://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc255/p804800_A1b.pdf.

15. Inglis T.J. The lab without walls: a deployable approach

to tropical infectious diseases. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2013; 88(4):614–8. DOI: 10.4269/ajtmh.12-0704.

16. Mari G., Giraudi G., Bellino M., Paziienza M., Garibaldi C., Lancia C. CBRN mobile laboratories in Italy. *Proc. SPIE.* 2009; 73040W. DOI: 10.1117/12.819445.

17. Mattaccini S., Cortelazzo A., Foglietta G., Tranterici M., Coltellarò A., Gemmellaro O., Tondolo M., Cosentino R., Tripodi R., Lupini G. Laboratory and diagnostic test mobile systems: critical issues and perspectives in the field of major disasters. *Biomedicine & Prevention.* 2017; 4:136, Special issue (Part 2). DOI: 10.19252/000000088.

18. Mobile CBRN reconnaissance systems. (Cited 21 Jun 2018.) [Internet]. Available from: https://www.rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall_defence/systems_and_products/nbc_reconnaissance_systems/index.ph.

19. Parsons A., Matero P., Adams M., Yeh K. Examining the utility and readiness of mobile and field transportable laboratories for biodefence and global health security-related purposes. *Global Security: Health, Science and Policy.* 2018; 3(1):1–13. DOI: 10.1080/23779497.2018.1480403.

20. The Agilent Mobile Laboratory for Chemical and Biological Defense. Technical Overview. (Cited 21 Jun 2018). [Internet]. Available from: <https://www.agilent.com/cs/library/technicaloverviews/public/5988-9152EN.pdf>.

21. Toader C., Epure G., Mosteanu D., Epure C., Iorga O., Florin I. Mobile deployable laboratory – chemical module. *International conference KNOWLEDGE-BASED ORGANIZATION.* 2016; 22(30):677–80. DOI: 10.1515/kbo-2016-0116.

22. Wölfel R., Stoeker K., Fleischmann E., Gramsamer B., Wagner M., Molkenhuth P., Di Caro A., Glünther S., Ibrahim S., Genzel G.H., Ozin-Hofsäss A.J., Formenty P., Zöller L. Mobile diagnostics in outbreak response, not only for Ebola: a blueprint for a modular and robust field laboratory. *Euro Surveill.* 2015; 20(44):pii=30055. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2015.20.44.30055.

Authors:

Karnaukhov I.G., Sharova I.N., Kazakova E.S., Morozov K.M., Shcherbakova S.A., Kutuyev V.V. Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe". 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russian Federation. E-mail: rusrapi@microbe.ru.

Об авторах:

Карнаухов И.Г., Шарова И.Н., Казакова Е.С., Морозов К.М., Щербаклова С.А., Кутуйев В.В. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». Российская Федерация, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrapi@microbe.ru.

Поступила 20.07.18.

Принята к публ. 22.08.18.