

Е.А.Тюрин, М.В.Храмов, И.А.Дятлов

**АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ***ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии», Оболensk, Российская Федерация*

Рассматриваются вопросы выполнения требований по обеспечению биологической безопасности на потенциально опасном биологическом объекте на примере Федерального бюджетного учреждения науки «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора. Определены необходимые и достаточные организационно-профилактические и контрольные мероприятия и процедуры по организации работы с микроорганизмами I–IV групп патогенности (опасности) в изолированных лабораториях Центра. Проанализированы вопросы, касающиеся эксплуатации инженерных систем биологической безопасности и оценки их защитной эффективности, вопросы организации медицинского сопровождения работ и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций биологического характера с привлечением врачей специализированной медико-санитарной части Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации, постоянно обслуживающей объект. Определены подходы и принципы формирования требований к системе биологической безопасности на потенциально опасном биологическом объекте с учетом всего спектра биологических рисков при работе с микроорганизмами. Эффективное решение проблемы в целом смогут обеспечить комплексный подход и реализация соответствующих необходимых мероприятий в области обеспечения биологической безопасности, создающие условия снижения биологического риска до приемлемого уровня при работе с использованием патогенных микроорганизмов.

Ключевые слова: потенциально опасный биологический объект, микроорганизмы, патогенный биологический агент, инженерные системы биологической безопасности.

Корреспондирующий автор: Тюрин Евгений Александрович, e-mail: turin@obolensk.org.

Для цитирования: Тюрин Е.А., Храмов М.В., Дятлов И.А. Анализ выполнения требований по обеспечению биологической безопасности на потенциально опасном объекте. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2018; 2:95–100. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-2-95-100

E.A.Tyurin, M.V.Khramov, I.A.Dyatlov

Analysis of Implementation of the Requirements for Provision of Biological Safety at a Potentially Hazardous Facility*State Scientific Center of Applied Microbiology and Biotechnology, Obolensk, Russian Federation*

Discussed are the problems of implementation of requirements for the provision of biological safety at a potentially hazardous biological facility by the example of Federal Budgetary Institution of Science “State Scientific Center of Applied Microbiology and Biotechnology” of the Rospotrebnadzor. Identified are the necessary and sufficient organizational-and-preventive and control measures and procedures on management of works with microorganisms of the I-IV groups of pathogenicity (hazard) in isolated labs of the Center. Issues associated with exploitation of biological safety engineering systems and assessment of their protective efficiency, problems of medical support of the activities and response to the emergency situations of biological character with the involvement of doctors from a specialized medical wing of the Federal Medical-Biological Agency of the Russian Federation, serving the facility on a constant basis, are analyzed. Determined have been approaches to and principles of establishing the requirements for the system of biological safety at a potentially hazardous biological facility taking into account all the range of biological risks when working with microorganisms. Complex approach and realization of appropriate necessary measures in the sphere of biological safety provision, creating an environment for the reduction of biological risks up to acceptable level while working with pathogenic microorganisms, can be an effective solution of the problem on the whole.

Key words: potentially hazardous biological facility, microorganisms, pathogenic biological agent, biosafety engineering systems.

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

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Corresponding author: Evgeny A. Tyurin, e-mail: turin@obolensk.org.

Citation: Tyurin E.A., Khramov M.V., Dyatlov I.A. Analysis of Implementation of the Requirements for Provision of Biological Safety at a Potentially Hazardous Facility. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2018; 2:95–100. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2018-2-95-100

Большой опыт, накопленный российскими и зарубежными специалистами в области организации труда персонала микробиологических лабораторий различных уровней защиты, позволяет говорить о наличии определенных тенденций и положений для обеспечения биологической безопасности и управления биологическими рисками в Российской Федерации

[2, 3, 6, 9, 11, 15]. Об этом свидетельствуют внедренные в практику санитарно-эпидемиологические правила и инструкции, регламентирующие работу с микроорганизмами: «Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней» (СП 1.3.2322-08), а также дополнения и изменения

№ 2 к ним (СП 1.3.2885-11); «Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности)» (СП 1.3.3118-13); участие и подписание нашей страной различных международных договоров и соглашений («Женевский протокол» 1925 г., «Конвенция о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического), и токсинного оружия и об их уничтожении» – КБТО 1972 г., Картахенский протокол по биобезопасности 2000 г.). Россия придерживается основных принципов «Практического руководства по биобезопасности», опубликованного впервые ВОЗ в 1983 г., «Рамочной стратегии действия по управлению лабораторными рисками BRMSFA 2012–2016 гг.» и введенных в действие «Международных медико-санитарных правил» (ММСП, 2005 г.).

В настоящее время актуальность проблемы повышается в связи с эпидемиологической значимостью некоторых микроорганизмов; ростом значимости технологий двойного назначения для биологической безопасности (создание производств лечебных и косметических препаратов на основе биологических и химических токсинов); проявлением устойчивой тенденции к появлению «новых» ранее не диагностированных (неизвестных) инфекционных заболеваний, возвращением заболеваний, до этого ликвидированных или подавленных ниже их эпидемиологических значений, а также других актуальных инфекционных болезней, которые приобретают новые свойства, что связано с необходимостью совершенствования мер предупреждения и контроля в отношении чрезвычайных ситуаций (ЧС) биологического характера, масштаб последствий которых сопоставим с угрозой национальной и международной безопасности [1–6, 8].

Известно, что только комплексный подход при разработке и реализации соответствующих необходимых мероприятий в области обеспечения биологической безопасности сможет гарантировать эффективное решение проблемы в целом [3, 4]. В настоящее время основными мероприятиями по обеспечению требований безопасности работ с микроорганизмами на потенциально опасном биологическом объекте (ПОБО) являются организационно-профилактические, медико-биологические, инженерно-технические и контрольные.

Для обеспечения их действенности и эффективности на ПОБО применяется комплекс факторов биологической безопасности, состоящий из «человеческого» и «инженерно-технического» компонентов [10]. Это позволяет проводить целенаправленную разработку защитных приемов, приспособлений и оборудования и дает объективные основания для исследования методов и средств защиты в полном соответствии с характером работы и уровнем опасности, создаваемым тем или иным патогенным микроорганизмом или их группой, о чем пишут отечественные и зарубежные авторы [1, 2, 4, 12–16].

Учреждения Роспотребнадзора, в частности ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» (ФБУН ГНЦ

ПМБ, п. Оболенск), осуществляющие диагностическую, научно-исследовательскую и производственную деятельность с использованием патогенных биологических агентов (ПБА), относят к опасным объектам [5, 7]. Это связано с их научной и производственной направленностью по изучению возбудителей инфекционных заболеваний I–IV групп патогенности (опасности), хранению и поддержанию государственных коллекций патогенных микроорганизмов.

ФБУН ГНЦ ПМБ является таким объектом. В Центре на протяжении длительного времени действует система мер обеспечения требований биологической безопасности и соблюдения правил противоэпидемического режима, осуществляемая при проведении работ с микроорганизмами I–IV групп патогенности бактериальной природы. Ее основными элементами являются:

- наличие нормативно-методических документов, утвержденных на федеральном уровне (санитарно-эпидемиологические правила, руководства, методические рекомендации, указания и разработанные на объекте инструкции по биологической безопасности и стандартные операционные процедуры (СОП) подготовки и проведения работ; лицензия на деятельность в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных I–IV групп патогенности и действующие санитарно-эпидемиологические заключения о соответствии условий государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам при выполнении работ с ПБА в лабораториях);

- постоянное медицинское обеспечение и сопровождение работ с ПБА;

- наличие постоянно действующих инженерных систем биологической безопасности;

- постоянное совершенствование знаний и практической подготовки персонала, поддержание навыков безопасной работы;

- постоянный мониторинг соблюдения требований биологической безопасности в лабораториях Центра.

Исходя из принятой концепции биологической безопасности [8] при проведении работ с микроорганизмами, в ФБУН ГНЦ ПМБ имеется пакет нормативно-методической и разрешительной документации. Все работы с микроорганизмами ведутся в специальном здании – первом корпусе (рис. 1). Это уникальное инженерно-техническое сооружение, в лабораториях которого можно вести диагностические, научно-исследовательские и производственные работы с использованием микроорганизмов I–IV групп патогенности бактериальной природы.

Уровень защиты соответствует уровню изолированных лабораторий или BSL3 (по международной классификации). Корпус оборудован всем комплексом инженерных систем биологической безопасности, которые работают в едином инженерно-технологическом комплексе. Работа систем настроена таким образом, что выход из строя одной из них (отказ или сбой в работе, разгерметизация, режим, не



Рис. 1. Первый корпус ФБУН ГНЦ ПМБ

Fig. 1. Building 1 of the FBIS SSC AMB

соответствующий штатному расписанию) не может привести к аварийной ситуации и несанкционированному выбросу микроорганизмов в окружающую среду. Гарантия этого заключается в том, что основные инженерные системы биологической безопасности (вентиляции с высокоэффективными фильтрами очистки воздуха, сбора и обеззараживания твердых и жидких отходов) продублированы. Комплексный подход к организации работ систем жизнеобеспечения и биологической безопасности сводят к минимуму возможность заражения ПБА как непосредственно работающих с микроорганизмами сотрудников, так и лиц, по роду своей деятельности не имеющих контакта с ними.

Кроме этого, корпус оснащен надежными инженерно-техническими средствами защиты от проникновения посторонних лиц, охранной и пожарной сигнализацией. Ежегодно их эффективность подтверждается соответствующими актами проверок и протоколами испытаний. Персонал объекта, работающий в лабораториях, имеет высокий уровень профессиональной и специальной подготовки по вопросам биологической безопасности, эпидемиологии инфекционных заболеваний и микробиологии особо опасных инфекций бактериальной природы. Сотрудники лабораторий регулярно проходят аттестацию и переподготовку на постоянно действующих курсах специализации и усовершенствования на базе отдела подготовки и усовершенствования специалистов ГНЦ ПМБ с получением удостоверений и дипломов государственного образца. Ежегодно сотрудники сдают зачет по правилам работ с микроорганизмами, проводятся тренировочные занятия в лабораториях по ликвидации последствий аварий с ПБА I–IV групп.

Индивидуальный («человеческий») фактор биологической безопасности, присутствующий при выполнении работ с микроорганизмами, играет важную роль при учете биологических рисков в создании безопасных условий работы [5, 10]. Благодаря действующему строгому контролю, высокой профессиональной и обязательной специальной подготовке, сотрудники ГНЦ ПМБ работают с полным пониманием важности вопросов биологической безопасности. Имеющийся у сотрудников

опыт по соблюдению требований биологической безопасности и контролю выполнения этих требований позволяет проводить исследования с микроорганизмами I–IV групп патогенности различного уровня сложности, эффективно защищать персонал и окружающую среду.

В каждом структурном подразделении разработаны инструкции по соблюдению требований биологической безопасности на операции и процедуры с ПБА. Разработаны планы ликвидации последствий аварий и аварийных ситуаций во время проведения работ с ПБА в лабораториях и отделах для различных аварийных ситуаций. Эти ситуации рассматриваются в лабораториях при подготовке тренировочных занятий и при разработке планов ликвидации последствий аварий.

Мониторинг соблюдения требований биологической безопасности сотрудниками лабораторий во время проведения работ с микроорганизмами в лабораториях и отделах ГНЦ ПМБ проводят сотрудники лаборатории биологической безопасности. Они постоянно ведут эту работу в подразделениях на рабочих местах, инструктируют и проверяют знания требований биологической безопасности у сотрудников независимо от их должностных обязанностей.

Особое внимание уделяется работам, проводящимся в подразделениях, в задачи которых входит решение спорных вопросов, а также проведение работ в качестве Референс-центров и Центров индикации и верификации диагностической деятельности по отдельным видам микроорганизмов (возбудители туляремии, лептоспирозов, клостридиозов и др.). Работы с этими микроорганизмами выполняют в рабочих помещениях изолированных лабораторий с применением боксов микробиологической безопасности II–III классов. Блок помещений такого уровня защиты используется и для работы с инфицированными экспериментальными животными, где проводят работы по заражению, вскрытию и содержанию мелких биопробных животных. Манипуляции по заражению и вскрытию лабораторных животных проводят сотрудники, имеющие высшее медицинское, биологическое или ветеринарное образование, прошедшие курсы работ с возбудителями особо опасных инфекций, допущенные к работе с ПБА I–IV групп приказом директора. Все операции и процедуры обеспечены нормативно-методическими документами (инструкциями, методиками, стандартными операционными процедурами), разработанными в ГНЦ ПМБ на основании документов федерального значения. В ряде подразделений сотрудники проводят работы в рамках Испытательного лабораторного центра, аккредитованного в системе Росаккредитации по стандарту ИСО 17025.

Работы с возбудителями инфекционных заболеваний I–II групп патогенности (опасности) проводятся в рабочих помещениях микробиологических лабораторий, оборудованных инженерными системами биологической безопасности на третьем этаже первого корпуса, в отдельных лабораторных блоках и виварии для содержания различных видов лабора-

торных животных.

Все помещения, относящиеся к «заразной» зоне в лабораториях, в том числе и в блоке для содержания и работы с экспериментальными лабораторными животными, расположенные на этаже, оборудованы барьерными инженерными системами биологической безопасности в соответствии с нормативно-методической документацией и включают в себя:

- ограждающие строительные конструкции (ОСК);

- принудительную электрическую механическую приточно-вытяжную вентиляцию с высокоэффективными фильтрами тонкой очистки воздуха не ниже класса Н14, смонтированными в вентиляционных камерах, воздухопроводы которых оборудованы гермоклапанами на входе и выходе воздушных масс;

- проходные барьерные устройства для термической обработки и обеззараживания твердых отходов, расположенные на границах «чистых» и «заразных» помещений (паровые стерилизаторы, дезинфекционные камеры);

- станцию тепловой обработки стоков (СТОС), включающую в себя установку непрерывной обработки стоков для термической обработки и обеззараживания жидких отходов и выдерживатель;

- санитарные пропускники с соответствующим набором помещений;

- укрывные защитные устройства (боксы микробиологической безопасности) для работы с ПБА II–III классов.

Принципы работы барьерных инженерных систем биологической безопасности основываются на:

- изоляции человека и объектов окружающей среды от источников возможного инфицирования и загрязнения ПБА;

- сдерживании ПБА в строго определенных и контролируемых физических границах систем, аппаратов и приборов;

- обеззараживании выходящих материальных потоков с целью деконтаминации от возбудителя в специальных установках и устройствах.

Весь инженерный комплекс обеспечения требований биологической безопасности при проведении работ с ПБА I–IV групп работает следующим образом:

- осуществляется зонирование рабочих помещений на «чистые» и «заразные» с герметизацией ограждающих строительных конструкций;

- проводится очистка всего удаляемого из «заразных» помещений общеобменного и технологического воздуха на высокоэффективных фильтр-элементах очистки не ниже класса Н14, смонтированных в вентиляционных камерах, установленных на вытяжных воздухопроводах и не ниже класса Н11 – на приточных.

- осуществляется поддержание направленности воздушных потоков и кратности воздухообмена в «заразных» помещениях лабораторий и блоках для работы и содержания лабораторных экспериментальных животных;

- осуществляется боксирование операций, проводимых с микроорганизмами в боксах биологиче-

ской безопасности различных классов, а также герметизация технологического оборудования;

- проводится обеззараживание жидких и твердых отходов, материалов и предметов на границах «заразной» и «чистой» зон, в паровых стерилизаторах, передаточных шлюзах, дезинфекционных камерах, станции тепловой обработки стоков;

- при работе с ПБА постоянно используется рабочая и защитная одежда (противочумный костюм 1–4 типа) со средствами индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующего типа (респиратор/полумаска «ШБ-1») третьего класса безопасности;

- проводится ежемесячная санитарная обработка персонала в гигиеническом душе после окончания работ с ПБА;

- осуществляется постоянное техническое обслуживание и поддержание в рабочем состоянии энергоемкого оборудования и инженерных систем биологической безопасности.

Все инженерные системы биологической безопасности находятся под постоянным круглосуточным наблюдением. Параметры работы систем, устройств и механизмов выведены в центральную диспетчерскую, где на регистрирующих приборах отображается весь процесс эксплуатации оборудования. Специально подготовленный инженерно-технический персонал сразу же фиксирует неполадки в случае сбоя, отказа в работе систем и направляется на место для устранения.

Для проведения ремонтно-профилактических и восстановительных работ все инженерные системы ежегодно, в третьем квартале, подвергают регламентному планово-предупредительному ремонту (ППР). План ППР готовят заранее и согласовывают со всеми службами и ведущими специалистами, в том числе и в области биологической безопасности. Новый цикл включения систем корпуса для работ в штатном режиме начинают только после рассмотрения всех документов (протоколы испытаний, акты на каждую систему в отдельности) на заседании комиссии по контролю соблюдения требований биологической безопасности ГНЦ ПМБ.

Все рабочие помещения «заразной» зоны лабораторий имеют естественное и искусственное освещение, создающее уровень освещенности не ниже 400 люкс. Бесперебойное снабжение электроэнергией первого корпуса ведется от независимых источников энергоснабжения с автоматическим переключением в случае необходимости одного ввода на другой. Кроме того, на территории научно-экспериментальной зоны (НЭЗ) размещена дизельная подстанция – дополнительный независимый источник электроэнергии с резервуарами суточного запаса топлива. Подстанцию ежегодно проверяют с последующим предоставлением акта о готовности к дальнейшей работе, а в случае необходимости проводят планово-предупредительный ремонт.

Обеспечение биологической безопасности в отношении отходов сформировано по принципу: «ничего из «заразной» в «чистую» зону без предварительного обеззараживания химическим или терми-

ческим способом не передается». Обеззараживание твердых отходов и стоков проводят регламентированными методами и средствами в соответствии с положениями санитарно-эпидемиологических правил. Емкости, содержащие ПБА из лаборатории после проведения работ, использованная посуда, отходы из блока для работы с инфицированными животными и прочие отходы собирают в специальные контейнеры и передают для дальнейшего обеззараживания в проходных паровых стерилизаторах. Для окончательного уничтожения твердых обеззараженных отходов и тушек животных используют мусоросжигательную печь, расположенную на территории НЭЗ.

Все стоки санитарных пропускников и блока для работы с животными, образовавшиеся при проведении работ с ПБА, обеззараживают на станции тепловой обработки стоков (СТОС) по утвержденным регламентам. Слив жидкостей в канализационную сеть без проведения процедуры обеззараживания не допускается. Эффективность работы СТОС проверяют ежеквартально бактериологическим методом с использованием спорных форм непатогенных микроорганизмов. Кроме того, контроль качества обеззараживания сточных вод проводят один раз в год после ППР.

Сотрудников ГНЦ ПМБ медико-биологического и инженерно-технического профиля допускают к работам с ПБА после углубленного медицинского осмотра и проведения необходимых профилактических прививок. Ежедневно перед началом работ с ПБА все допущенные сотрудники проходят входной медосмотр, который проводит медицинский работник прикрепленного медицинского учреждения: ФГБУЗ «Медико-санитарная часть № 164 Федерального медико-биологического агентства России» (ФГБУЗ МСЧ № 164 ФМБА России).

Медико-санитарная часть № 164 специально создана для сопровождения работ с микроорганизмами I–IV групп патогенности. Медсанчасть включает в себя несколько подразделений: поликлинику, стационар для соматических больных и противочумную станцию. Сотрудники противочумной станции совместно со специалистами лаборатории биологической безопасности ГНЦ ПМБ осуществляют выборочный мониторинг соблюдения требований биологической безопасности и правил противоэпидемического режима в подразделениях ГНЦ ПМБ, по предписаниям начальника территориального отдела межрегионального управления ФМБА РФ.

В случае подозрения заболевания сотрудника, независимо от причины, за ним устанавливают медицинское наблюдение. При возникновении аварийной ситуации или аварии сотрудника помещают в инфекционный изолятор, находящийся в первом корпусе. Изолятор оборудован в соответствии с требованиями биологической безопасности, а также укомплектован всем необходимым для проведения любых манипуляций, в том числе и реанимационных.

Работы в инфекционном изоляторе выполняются специалистами ФГБУЗ «МСЧ № 164 ФМБА России» на основании имеющихся лицензий на ме-

дицинскую деятельность и деятельность, связанную с ПБА I–IV групп. Между МСЧ № 164 и ГНЦ ПМБ заключено двухстороннее соглашение о взаимодействии в случае выявления пострадавшего или больного инфекционной болезнью и определены соответствующие действия сторон.

Специалистами ГНЦ ПМБ и МСЧ № 164 ежегодно проводятся совместные учения с привлечением сотрудников ЦМСЧ № 165 (Москва). Легенды, отрабатываемые во время учений, моделируют аварийные ситуации по выявлению пострадавшего и доставку его в изолятор.

На рис. 2. представлены действия аварийной бригады по обеззараживанию кабинета врача в поликлинике после выявления сотрудника, заболевшего инфекционной болезнью, а на рис. 3. показаны действия аварийной бригады по доставке пострадавшего, помещенного в специальный переносной изолятор, в стационарный инфекционный изолятор ГНЦ ПМБ. По результатам совместных учений проводится объединенная научно-практическая конференция с приглашением специалистов МСЧ, ГНЦ ПМБ и других заинтересованных лиц, на которой обсуждаются организация учений и полученный по итогам результат.

Таким образом, анализ выполнения требований по обеспечению биологической безопасности на потенциально опасном объекте показывает, что основными мероприятиями по обеспечению требований безопасности работ с микроорганизмами на потенциально опасном биологическом объекте являются: организационно-профилактические, медико-биологические, инженерно-технические и контрольные. Очевидно, что эффективное решение проблемы в целом смогут обеспечить комплексный подход и реализация соответствующих мероприятий в области обеспечения биологической безопасности, создающие необходимые и достаточные условия для снижения биологического риска до приемлемого уровня при работе с использованием патогенных микроорганизмов.

Выражаем искреннюю благодарность руководству ФГБУЗ «МСЧ № 164 ФМБА России» за пред-



Рис. 2. Действия аварийной бригады по обеззараживанию кабинета врача

Fig. 2. Activities of emergency response team on decontamination of the premises of a doctor's office



Рис. 3. Транспортировка пострадавшего с использованием специального изолятора

Fig. 3. Transportation of a patient using specialized isolating unit

ставленные фотоматериалы о проведении совместных учений.

Работа выполнена в рамках отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора.

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

Список литературы

1. Боровик Р.В., Дмитриев Г.А., Коломбет Л.В., Победимская Д.Д., Ремнев Ю.В., Тюрин Е.А., Федоров Н.А. Основы биологической безопасности: принципы и практика. Учебно-методическое пособие. М.: «Медицина для вас»; 2008: 303 с.
2. Дмитриева В.А., Боронин А.М., Дмитриев В.В., Доброхотский О.Н., Жариков Г.А., Коломбет Л.В., Наголкин А.В., Тюрин Е.А., Храмов М.В. Учебное пособие по биобезопасности. Тула: ТулГУ; 2013. 500 с.
3. Карниз А.Ф., Конышев И.С., Соболев В.Н., Железняк В.Н. Биологическая безопасность. Новые подходы к классификации современных биологических угроз. *Медицина катастроф*. 2011; 2:51–2.
4. Костюкова Т.А., Смоленский В.Ю., Ляпин М.Н. Разработка инструктивно-методической базы учреждения как элемента обеспечения биобезопасности работ с патогенными биологическими агентами. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2014; 3:25–29.
5. Ляпин М.Н., Кутырев В.В. Актуальные проблемы биобезопасности. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии*. 2013; 1:97–102.
6. Ляпин М.Н., Сухоногов И.Ю., Ежов И.Н., Топорков А.В., Топорков В.П., Чеснокова М.В., Косилко С.А., Захлебная О.Д. Управление эпидемиологической ситуацией на биологически опасном объекте. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2011; 3:18–23.
7. Онищенко Г.Г., Кутырев В.В., редакторы. Биологическая безопасность. Термины и определения. 2-е изд., испр. и доп. М.: ОАО «Издательство «Медицина»»; 2011. 152 с.
8. Онищенко Г.Г., Смоленский В.Ю., Ежлова Е.Б., Демина Ю.В., Топорков В.П., Топорков А.П., Ляпин М.Н., Кутырев В.В. Концептуальные основы биологической безопасности. Часть 1. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2013; 68(10):4–13. DOI: 10.15690/vramn.v68i10.781.
9. Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях. 3-е изд. Всемирная Организация Здравоохранения, Женева; 2004. 201 с.
10. Тюрин Е.А. Факторы биологической безопасности. *Биозащита и биобезопасность*. 2010; 2(3):34–9.
11. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 5th Edition. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention National Institutes of Health. HHS Publication No. (CDC) 21–1112; 2009. 360 p.
12. Blaine J.W. Establishing a National Biological Laboratory Safety and Security Monitoring Program. *Biosecur. Bioterror*. 2012; 10(4):396–400. DOI: 10.1089/bsp.2012.0054.
13. Colf L.A. Preparing for Nontraditional Biothreats. *Health Security*. 2016; 14(1):7–12. DOI: 10.1089/hs.2015.0045.
14. Homer L.C., Alderman T.S., Blair H.A., Brocard A.S., Broussard E.E., Ellis R.P., Frerotte J., Low E.W., McCarthy T.R., McCormick J.M., Newton J.M., Rogers F.C., Schlimgen R., Stabenow J.M., Stedman D., Warfield C., Ntiforo C.A., Whetstone C.T., Zimmerman D., Barkley E. Guidelines for biosafety training programs for workers assigned to BSL-3 research laboratories. *Biosecur. Bioterror*. 2013; 11(1):10–9. DOI: 10.1089/bsp.2012.0038.
15. Laboratory Biosafety Guidelines. 3-rd Edition. Canada; 2004. 113 p.
16. Pastorino B., Xavier de Lamballerie, Remi Charrel Biosafety and Biosecurity in European Containment Level 3 Laboratories: Focus on French recent progress and essential requirements. *Front Public Health*. 2017; 5:121. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00121.

- Broussard E.E., Ellis R.P., Frerotte J., Low E.W., McCarthy T.R., McCormick J.M., Newton J.M., Rogers F.C., Schlimgen R., Stabenow J.M., Stedman D., Warfield C., Ntiforo C.A., Whetstone C.T., Zimmerman D., Barkley E. Guidelines for Biosafety Training Programs for Workers Assigned to BSL-3 Research Laboratories. *Biosecur. Bioterror*. 2013; 11(1):10–9. DOI: 10.1089/bsp.2012.0038.
15. Laboratory Biosafety Guidelines. 3-rd Edition. Canada; 2004. 113 p.
16. Pastorino B., Xavier de Lamballerie, Remi Charrel Biosafety and Biosecurity in European Containment Level 3 Laboratories: Focus on French Recent Progress and Essential Requirements. *Front Public Health*. 2017; 5:121. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00121.

References

1. Borovik R.V., Dmitriev G.A., Kolombet L.V., Pobedimskaya D.D., Remnev Yu.V., Tyurin E.A., Fedorov N.A. [Basics of Biological Safety: Principles and Practice]. Educational and Methodological Guide. M.: “Meditsina dlya vas”; 2008. 303 p.
2. Dmitrieva V.A., Boronin A.M., Dmitriev V.V., Dobrokhotsky O.N., Zharikov G.A., Kolombet L.V., Nagolkin A.V., Tyurin E.A., Khramov M.V. [Study Guide on Biosafety]. Tula: “TulGU”; 2013. 500 p.
3. Karniz A.F., Konyshev I.S., Sobol’ V.N., Zheleznyak V.N. [Biological safety. New approaches to classification of modern biological threats]. *Meditsina Katastrof*. 2011; 2:51–2.
4. Kostyukova T.A., Smolensky V.Yu., Lyapin M.N. [Development of instruction and methodical data basis of the institution as an element of biosafety provision as regards works with pathogenic biological agents]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2014; 3:25–9.
5. Lyapin M.N., Kutyrev V.V. [Relevant problems of biosafety]. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii, i Immunobiologii*. 2013; 1:97–102.
6. Lyapin M.N., Sukhonosov I.Yu., Ezhov I.N., Toporkov A.V., Toporkov V.P., Chesnokova M.V., Kosilko S.A., Zakhlebnyaya O.D. [Epidemiological Situation Control at Biohazardous Facility]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2011; 3:18–23.
7. Onishchenko G.G., Kutyrev V.V., editors. [Biological Safety. Terms and Definitions]. 2nd Edition, revised and updated. M.: “Meditsina”; 2011. 152 p.
8. Onishchenko G.G., Smolensky V.Yu., Ezhlova E.B., Demina Yu.V., Toporkov V.P., Toporkov A.V., Lyapin M.N., Kutyrev V.V. [Conceptual framework of biological safety. Part 1.]. *Vestnik Rossijskoi Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2013; 68(10):4–13. DOI: 10.15690/vramn.v68i10.781.
9. [WHO Laboratory Biosafety Guidelines]. 3rd edition. World Health Organization, Geneva; 2004. 201 p.
10. Tyurin E.A. [Biological safety factors]. *Biozashchita i Biobezopasnost’*. 2010; 2(3):34–9.
11. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 5th Edition. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention National Institutes of Health. HHS Publication No. (CDC) 21–1112; 2009. 360 p.
12. Blaine J.W. Establishing a national biological laboratory safety and security monitoring program. *Biosecur. Bioterror*. 2012; 10(4):396–400. DOI: 10.1089/bsp.2012.0054.
13. Colf L.A. Preparing for Nontraditional Biothreats. *Health Security*. 2016; 14(1):7–12. DOI: 10.1089/hs.2015.0045.
14. Homer L.C., Alderman T.S., Blair H.A., Brocard A.S., Broussard E.E., Ellis R.P., Frerotte J., Low E.W., McCarthy T.R., McCormick J.M., Newton J.M., Rogers F.C., Schlimgen R., Stabenow J.M., Stedman D., Warfield C., Ntiforo C.A., Whetstone C.T., Zimmerman D., Barkley E. Guidelines for biosafety training programs for workers assigned to BSL-3 research laboratories. *Biosecur. Bioterror*. 2013; 11(1):10–9. DOI: 10.1089/bsp.2012.0038.
15. Laboratory Biosafety Guidelines. 3-rd Edition. Canada; 2004. 113 p.
16. Pastorino B., Xavier de Lamballerie, Remi Charrel Biosafety and Biosecurity in European Containment Level 3 Laboratories: Focus on French recent progress and essential requirements. *Front Public Health*. 2017; 5:121. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00121.

Authors:

Tyurin E.A., Khramov M.V., Dyatlov I.A. State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Obolensk, Moscow Region, 142279, Russian Federation. E-mail: info@obolensk.org.

Об авторах:

Тюрин Е.А., Храмов М.В., Дятлов И.А. Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии. Российская Федерация, 142279, Московская обл., п. Оболенск. E-mail: info@obolensk.org.

Поступила 15.03.18.

Отправлена на доработку 22.05.18.

Принята к публ. 18.06.18.