

# БОКСЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Бакулина Людмила Федоровна, научный сотрудник  
отдела Научно-методической подготовки персонала  
по работе с возбудителями ООИ

Развитие современных технологий и прогресс в различных областях науки и техники от фармацевтики и микробиологии до микроэлектроники и полупроводниковой промышленности определяют высокие требования к правильному оборудованию рабочего места в условиях работы в чистых зонах.

### Частицы, содержащиеся в воздухе:

- Неорганические частицы
  - Микрокапли
  - Простейшие
  - Грибы (дрожжи)
  - Бактерии
  - Вирусы
- } 0,01 – 20 мкм.

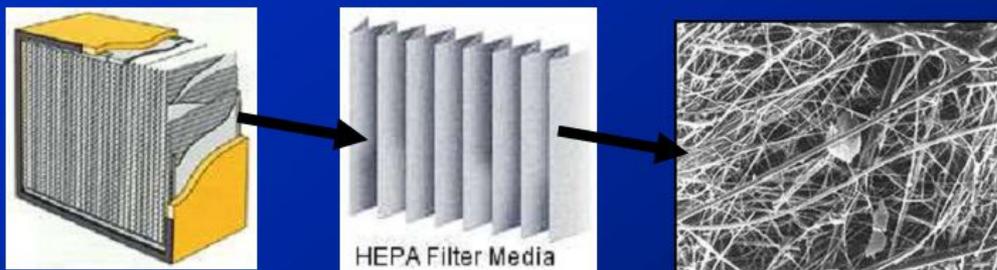
# Боксы биологической безопасности (БББ, ламинары)

Боксы биологической безопасности нашли свое применение практически во всех областях науки и промышленности. Используются для проведения исследований в биотехнологии, вирусологии и микробиологии, биохимии, молекулярной биологии, фармацевтике и медицине, электронной и пищевой промышленности.

Термин "боксы биологической безопасности" обозначает специальное оборудование, оснащенное HEPA фильтром/фильтрами и предназначенное для защиты оператора или одновременной защиты оператора и продукта от веществ, представляющих биологическую опасность. Этот термин может быть применим только к тому оборудованию, которое отвечает установленным требованиям для класса I, класса II или класса III, регламентирующими конструкцию, скорости и распределение воздушных потоков, системы вытяжки.

# Очистка воздуха в БББ

В ламинарных боксах и шкафах биологической безопасности используются HEPA фильтры класса H14



Особенности:

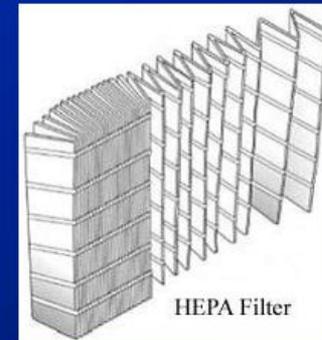
- Волокнистая структура
- Высокая удельная площадь

# Работа фильтра

## Как работает HEPA фильтр?

Фильтрация частиц происходит за счет:

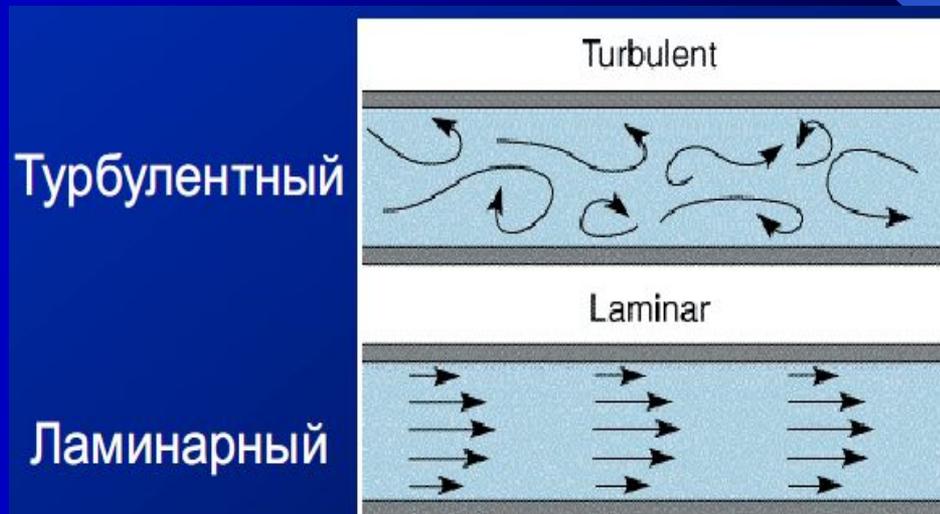
- Механического удерживания частиц волокнами фильтра
- Ван-дер-ваальсовых взаимодействий
- Электростатические взаимодействия



Основная характеристика фильтра - эффективность фильтрации



Термин «ламинар» появился от слова «ламинарный», т.е. «однородный», «без завихрений», поскольку основной чертой ламинаров является создание однородного потока очищенного воздуха, создающего в рабочем пространстве локальную зону для проведения стерильных работ.

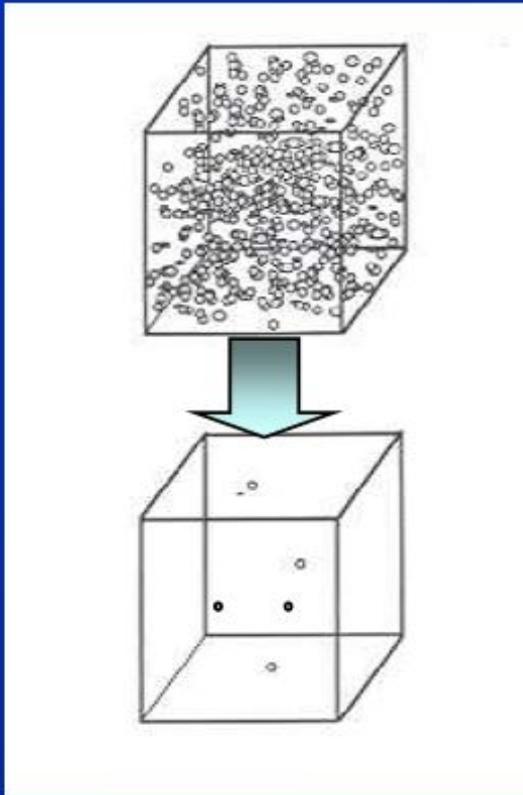


### Нагнетатель воздуха

Нагнетатель воздуха – должен обеспечивать ламинарный поток воздуха в рабочей зоне.



Согласно международному стандарту EN 1822-1, эффективность HEPA фильтров класса H14 составляет 99,995% для частиц 0,3 мкм



100 000 частиц  $d = 0,3$  мкм

5 частиц  $d = 0,3$  мкм

Широкий модельный ряд БББ включает в себя варианты от самых простых и недорогих до высокотехнологичных боксов со сложнейшей электроникой, моделей, целиком выполненных из нержавеющей стали, со специальным антимикробным покрытием на основе ионов серебра; модели с длиной рабочей поверхности от 60 см до 180 см; предлагает модели на одно или два рабочих места, а также модели, соединенные между собой в линию. Весь ряд сопровождается большим количеством аксессуаров и опций; можно заказать модель как в полной комплектации, включая подставку для ног и универсальные сервисные краны, так и в минимальной необходимой комплектации.

# Классификация и назначение ламинаров

Применение	Класс I защита оператора и окружающей среды	Класс II защита оператора, продукта и окружающей среды	Класс III защита оператора, продукта и окружающей среды	Открытые ламинарные шкафы, защита продукта
Микробиология	Х	Х	Х	
Вирусология	Х	Х	Х	
Молекулярная биология		Х		Х
ПЦР				Х
Культуральные работы		Х	Х	
Биотехнология		Х		Х

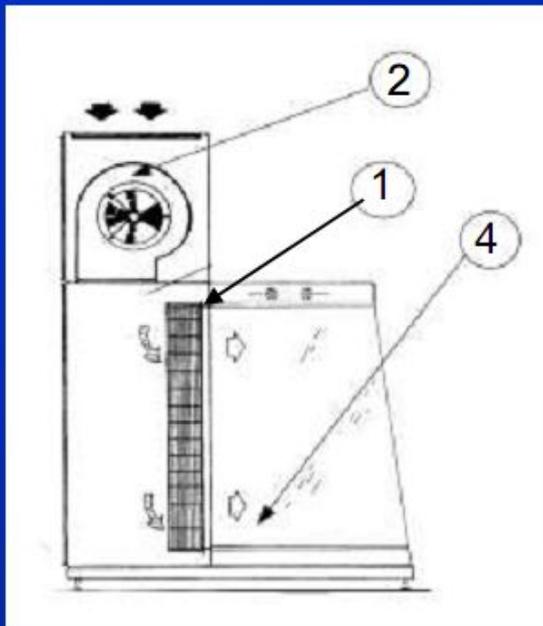
# Ламинарные шкафы

- **Главный принцип классификации лежит в определении, что необходимо защищать.** Если главная задача - защита продукта, то эту задачу выполняют **ламинарные шкафы**. Они используются для работы с безопасными для человека и окружающей среды непатогенными материалами. Например, для создания чистой зоны при манипуляции с полупроводниками, чипами для микроэлектроники, при фармацевтических процедурах.
- **Ламинарные шкафы** всегда имеют фильтр высокой очистки на входе. Подразделяются на ламинарные шкафы с вертикальным потоком воздуха и ламинарные шкафы с горизонтальным потоком воздуха. В настоящее время считается, что использование вертикального потока в ламинарных шкафах предпочтительнее использования горизонтального, так как в случае вертикального потока выходящий воздух не попадает в лицо оператору и создается меньше возможности создания локальных турбулентных зон при работе с крупногабаритным оборудованием.

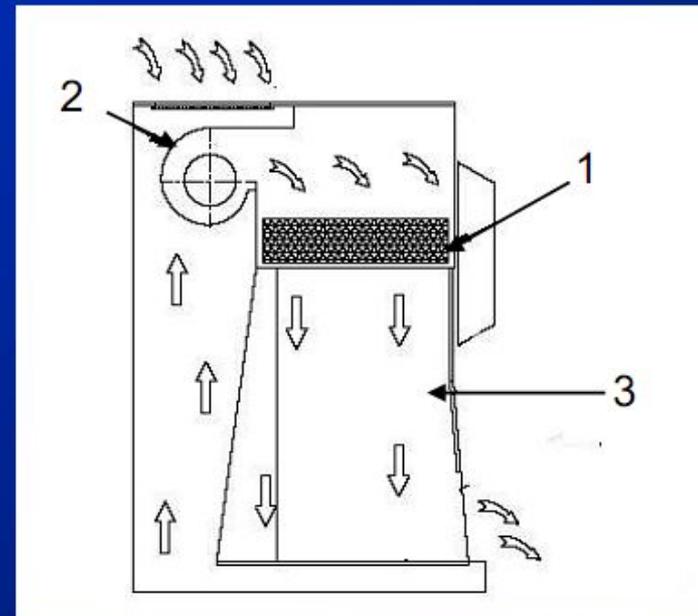
# Ламинарные шкафы

## Ламинарные боксы – защита образца

Ламинарный бокс с горизонтальным потоком



Ламинарный бокс с вертикальным потоком



1. HEPA H14 основной фильтр
2. Нагнетатель
3. Вертикальный ламинарный поток
4. Горизонтальный ламинарный потока

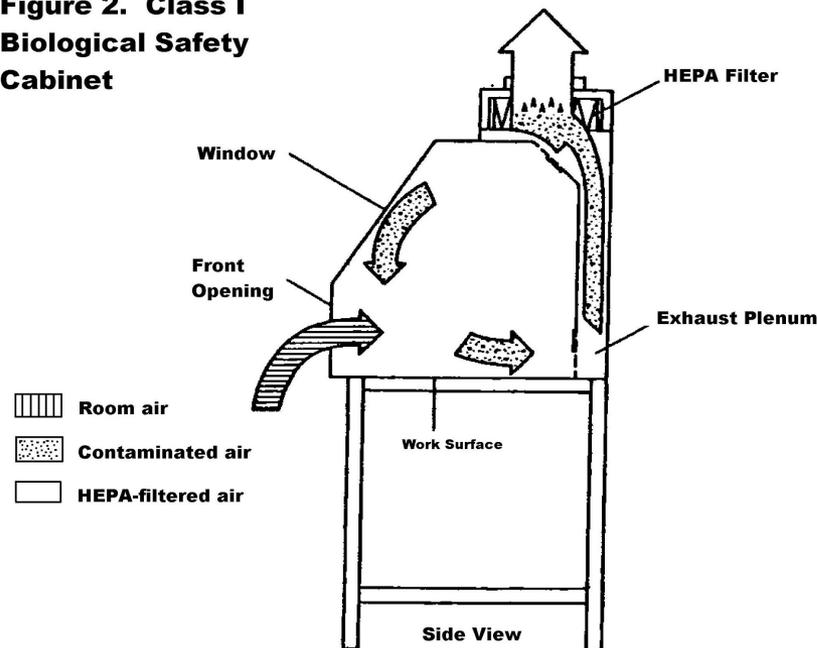
# Боксы биологической безопасности I класса

Боксы биологической безопасности I класса характеризуются наиболее простой конструкцией. В ходе проводимых микробиологических работ внутри рабочего пространства бокса образуется аэрозоль, содержащий потенциально опасные агенты. Этот аэрозоль захватывается воздушным потоком, поступающим в рабочую зону бокса, и проходит через специальную систему фильтрации. Таким образом, воздушный поток, выходящий из бокса, является очищенным от всех частиц. Система фильтрации обычно представляет собой комбинацию префильтра и HEPA (High Efficiently Particulate Air) фильтра.

**В боксах биологической безопасности первого класса не работают в стерильных условиях.** Такие боксы нужны в первую очередь там, где важна безопасность оператора. Типичный пример использования - работа с туберкулезной палочкой или повсеместное оснащение в недавнем прошлом почтовых служб при возникновении угрозы рассылки спор сибирской язвы по почте в конвертах. В подозрительных случаях все почтовые конверты вскрывались именно в боксах биологической безопасности первого класса.

Несмотря на то, что боксы биологической безопасности I класса эффективно защищают оператора и окружающую среду от агентов, представляющих биологическую опасность, они не защищают от загрязнения внешним воздухом продукт, с которым проводится работа в боксе. Таким образом, результаты исследования могут быть искажены возможной контаминацией и кросс-контаминацией, поэтому часто боксы биологической безопасности I класса считаются устаревшими. В настоящее время использование таких боксов ограничено.

**Figure 2. Class I Biological Safety Cabinet**



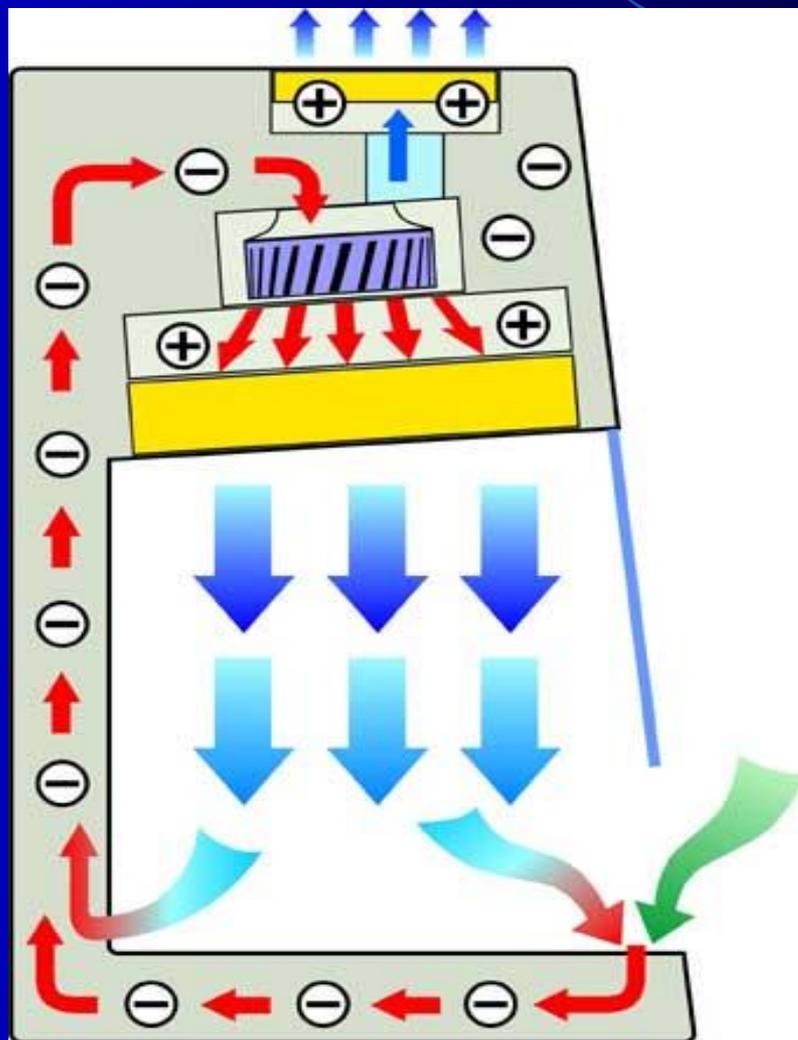
# Боксы биологической безопасности II класса

Боксы биологической безопасности II класса, как и боксы биологической безопасности I класса, характеризуются воздушным потоком, поступающим через открытое пространство перед рабочей зоной из окружающей среды. Этот поток называется воздухозабором или входящим потоком. Как известно, воздухозабор препятствует возможности выброса аэрозоля потенциально опасных агентов из рабочей зоны во внешнюю среду. Однако, в отличие от боксов биологической безопасности I класса, входящий поток в боксах биологической безопасности II класса поступает не сразу в рабочую зону, а уходит в решетку воздухозабора, расположенную рядом с оператором. Таким образом, предотвращается контаминация продукта внешним воздухом.

Боксы биологической безопасности II класса характеризуются вертикальным ламинарным (т.е. строго однородным) потоком воздуха, который проходит очистку HEPA-фильтром и поступает в рабочую зону бокса. Этот поток называется нисходящим потоком. Он гарантирует отсутствие в рабочей зоне бокса микрочастиц и предотвращает контаминацию продукта.

Основное различие между боксами биологической безопасности II класса заключается, в основном, в процентном соотношении выходящего и рециркулирующего воздуха. Кроме того, боксы биологической безопасности II класса могут иметь разные системы вывода выходящего потока. Одни боксы могут возвращать воздух непосредственно в лабораторию, другие должны быть подключены к внешней вытяжке.

# Распределение потоков воздуха в БББ II класса



# Боксы биологической безопасности II класса типа A1, A2

Тип А – это самый распространенный тип боксов биологической безопасности II класса. Более того, боксы биологической безопасности II класса типа А – самые распространенные среди всех боксов биологической безопасности. В них выходящий воздух составляет 30% общего воздушного потока, а 70% общего забранного воздуха поступает на рециркуляцию в рабочую зону, создавая нисходящий поток.

Во время эксплуатации боксов типа А в них создаются зоны повышенного давления, а выходящий воздух поступает непосредственно назад в лабораторию. HEPA фильтры эффективно очищают выходящий воздух от различных аэрозолей, но они не задерживают химические испарения. Если в ходе работы наряду с биологически опасными агентами используются токсические химические вещества, эти боксы использовать не рекомендуется.

В боксах биологической безопасности II класса типа A1 зоны повышенного давления непосредственно граничат с окружающей средой, а в боксах типа A2 зоны повышенного давления дополнительно окружены специальными зонами пониженного давления. В случае непредвиденной протечки, воздух из контрольной зоны повышенного давления, содержащий потенциально опасные вещества, не попадет наружу, а будет задержан зоной низкого давления. Поэтому в настоящее время боксы биологической безопасности II класса типа A1 считаются устаревшими, а боксы типа A2 – максимально безопасными для работы. Таким образом, сейчас тип A боксов биологической безопасности II класса – это боксы типа A2, в которых 70% воздуха из зоны повышенного давления поступает на рециркуляцию в виде нисходящего потока, а 30% воздуха проходит очистку HEPA фильтром и выходит наружу.

Не следует работать с летучими или токсичными химическими веществами в боксах с системой рециркуляции воздуха и не подключенных к общекомнатной вытяжке, т.е. в боксах биологической безопасности I класса, II класса тип A1, II класса тип A2. Боксы биологической безопасности II класса тип B1 подходят для работ с небольшим количеством летучих химических компонентов или радионуклидов. Боксы биологической безопасности II класса тип B2, имеющие систему выведения всего воздушного потока во внешнюю вытяжку без рециркуляции, незаменимы при микробиологических работах с использованием значительных количеств радионуклидов и летучих химических веществ.

# БББ II класса фирмы ВАКЕР



# Работа в БББ II класса



# Vis-à-vis

для двух операторов, сидящих напротив друг друга



# Боксы биологической безопасности II класса типа В (В1, В2)

Главное отличие боксов биологической безопасности типа В от типа А состоит в том, что боксы типа В должны быть обязательно подключены к внешней вытяжке с внешним вентилятором. Собственный вентилятор бокса типа В создает только нисходящий поток, а входящий поток воздуха через решетку воздухозабора, создающий динамический барьер для защиты оператора, обеспечивается внешним вентилятором. При отсутствии внешнего вентилятора воздух, содержащий потенциально опасные микробиологические агенты, будет поступать из рабочей зоны прямо на оператора.

Боксы биологической безопасности II класса типа В, главным образом, рекомендуются при микробиологической работе, в которой используются летучие химические соединения. Однако, независимо от наличия в работе химические вещества, этот тип боксов характеризуется повышенным уровнем биологической безопасности по сравнению с классом А. Поскольку в боксах типа В выходящий воздух подается непосредственно во внешнюю вытяжку, существует дополнительная гарантия безопасности оператора в случае непредвиденного нарушения работы HEPA фильтра на выходе.

Во всех боксах биологической безопасности II класса типа В2 может быть дополнительно усилена функция защиты окружающей среды. Между HEPA-фильтром, очищающим воздух на выходе, и конечной точкой выхода воздуха по системе вытяжных трубопроводов в окружающую среду может быть установлена дополнительная система очистки воздуха от химических соединений.

# Боксы биологической безопасности

## III класса

- Третий класс отличается от второго усиленной защитой оператора и окружающей среды. Он предназначен для работы с особо опасными патогенами (4 уровень биобезопасности). Боксы биологической безопасности третьего класса имеют изолированную герметичную рабочую зону с перепадом давления, доступ в рабочую область осуществляется с помощью перчаток и шлюза. Боксы биологической безопасности третьего класса, как и боксы второго класса, имеют один фильтр на входе, т.е. обеспечивают фильтрацию воздуха на входе в рабочую зону. Но на выходе они имеют два фильтра высокой очистки. Такие боксы обеспечивают максимальную защиту оператора и окружающей среды. Часто принадлежность боксов биологической безопасности к первому, второму или третьему классу совпадает с общим числом фильтров высокой очистки на выходе воздуха: 1, 2 или 3 шт.

# БББ III класса – 4БП1



# БББ III класса



# Выбор места для БББ

Скорость потока входящего воздуха у фронтального стекла бокса биологической безопасности составляет примерно 0,45 м/с. При такой скорости целостность воздушного потока может быть нарушена движениями воздуха, возникающими при передвижениях людей по лаборатории, открывании и закрывании дверей, сквозняком из окон и т.п.

Идеальное расположение бокса биологической безопасности находится вдали от всех путей перемещения персонала и вне всевозможных возмущений воздушных потоков. По возможности, необходимо оставлять 30 см зазор между стенками бокса и стеной помещения для облегчения технического обслуживания. Расстояние между крышей бокса и потолком помещения должно быть 30–35 см, что позволяет проводить корректные измерения выходящих воздушных потоков и производить замены фильтра на выходе.

# Работа оператора

Неправильная эксплуатация бокса биологической безопасности может сильно снизить уровень обеспечиваемой защиты. Оператору следует помнить о необходимости сохранения целостности потока воздуха при всех движениях рук в/из рабочей зоны бокса. Рекомендованное движение рук: медленное, перпендикулярное открытому пространству под фронтальной панелью.

Все манипуляции в рабочей зоне бокса биологической безопасности следует начинать с задержкой около 1 минуты после внесения рук в область рабочей зоны. Эта задержка необходима для восстановления воздушных потоков и так называемого "воздушного омывания" поверхности рук. Следует минимизировать количество движений рук в/из рабочей зоны бокса. Для этого рекомендуется разместить все необходимые для работы предметы на рабочей поверхности бокса заранее, перед началом работы.

# Размещение предметов в полости БББ

Решетка воздухозабора боксов биологической безопасности II класса не должна закрываться никакими предметами. Поверхности всех предметов, вносимых в рабочую зону бокса, должны быть обработаны 70% спиртом. Брызги следует вытирать дезинфицирующими салфетками.

Все предметы в рабочей зоне бокса следует размещать как можно дальше к заднему краю рабочей поверхности, не закрывая при этом решетку у задней стенки бокса. Оборудование, которое может генерировать аэрозоли (мешалки, центрифуги и т.д.), следует размещать у заднего края рабочей поверхности бокса. Предметы, занимающие много места, например, пакеты для биологических отходов, лотки для сброшенных наконечников и одноразовых пипеток и т.п., следует размещать возле одной стенки бокса. Перемещения при работе между чистой зоной и загрязненной зоной должны проводиться поперек рабочей поверхности бокса.

Пакеты для биологически опасных отходов и лотки для сброшенных наконечников и использованных одноразовых пипеток не следует размещать вне бокса. В противном случае, необходимость постоянной работы с этими пакетами и лотками приведет к частым движениям в/из рабочей зоны бокса. Такие частые движения вызовут нарушение защитного воздушного барьера и, таким образом, снизят защиту оператора и продукта.

# Эксплуатация БББ

Большинство боксов биологической безопасности рассчитаны на возможность непрерывной работы 24 часа в сутки. Многие пользователи отмечают, что непрерывная эксплуатация боксов биологической безопасности помогает в контроле уровня пыли и других загрязнений в лаборатории. Боксы биологической безопасности II класса тип А1 и II класса тип А2, которые возвращают выходной поток непосредственно в лабораторию или имеют негерметичное подключение к внешней вытяжке, могут быть выключены по окончании работы. Но боксы биологической безопасности II класса тип В1 и II класса тип В2, подключенные к внешней вытяжке, из-за рассмотренных особенностей баланса воздушных потоков, должны быть включены все время.

Боксы биологической безопасности следует включить по крайней мере за 5 минут до начала работы, такое же время "холостой работы" необходимо выдержать по окончании всех проведенных в боксе работ. Это необходимо для полного удаления из рабочей зоны бокса загрязненного воздуха.

Все ремонтные работы и техническое обслуживание должны проводиться только квалифицированным специалистом. Следует немедленно заявлять о любых сбоях в работе бокса биологической безопасности; продолжение работы возможно только после проведения необходимых работ по восстановлению и подтверждению всех технических параметров.

# УФО и открытое пламя

В боксах биологической безопасности наличие УФ ламп не является обязательным. При наличии УФ ламп, их следует еженедельно очищать от пыли, понижающей гермицидную эффективность УФ света. Работа УФ-ламп обязательно проверяется при сервисном обслуживании и процедуре ревалидации боксов. Если в помещении есть персонал, УФ-лампы должны быть выключены, чтобы предотвратить повреждения глаз и кожных покровов.

В чистой зоне бокса следует избегать открытого пламени. Открытое пламя нарушает воздушные потоки и опасно при работе с летучими и легковоспламеняющимися веществами. Для стерилизации (например, микробиологической петли) рекомендуется использовать микро-горелки или специальные электро-горелки.

# Ежегодная сертификация (валидация)

Все боксы биологической безопасности подлежат обязательной сертификации (валидации), которая проводится только квалифицированными специалистами испытательной лаборатории, проверяющими и оценивающими работу бокса, функционирование и безопасность всех систем согласно валидационным протоколам IQ и OQ и PQ. Рекомендованные сроки проведения валидации: при первой инсталляции бокса в лаборатории и затем регулярно, с периодичностью раз в год.

При оценке эффективности работы бокса проводится проверка герметичности, возможность утечки в HEPA фильтрах, профиль скорости нисходящего потока, скорость потока у открытого пространства, соотношение разреженного давления и мощности воздушных потоков, тестируются воздушные потоки в рабочей зоне, проверяется работа системы сигнализации и блокираторов. Дополнительно проверяется возможность утечки в электросети, тестируются интенсивность освещения ламп дневного света и УФ ламп, уровень шума и вибрации.

# Уборка бокса

По окончании работы в боксе биологической безопасности, поверхности всех предметов, включая оборудование, должны быть продезинфицированы. Так как остатки культуральных сред могут вызвать рост и размножение микроорганизмов, все предметы должны быть убраны из бокса. Все внутренние поверхности бокса (рабочая поверхность, стены и т.п.) должны быть протерты дезинфицирующими растворами. В конце рабочего дня следует провести окончательную обработку всех внутренних поверхностей бокса и стекла фронтальной панели; для устранения микроорганизмов рекомендовано использование 70% спирта. Если при проведении дезинфекции использовались вещества, вызывающие коррозию (например, отбеливатели, хлорсодержащие агенты), необходимо немедленно провести вторичную обработку поверхностей стерильной водой. Если бокс биологической безопасности в конце рабочего дня будет выключен, перед выключением его необходимо оставить в рабочем режиме дополнительно на 5 минут, чтобы прошло достаточное количество циклов очистки воздуха.

# Одежда персонала

При работе с любым боксом биологической безопасности необходима специальная одежда для защиты персонала. Уровень биобезопасности 1 или 2 подразумевает наличие обычного лабораторного халата. Для уровня биобезопасности 3 и 4 рекомендован глухой комбинезон с застежкой на спине (в специализированных лабораториях установлены свои правила, включая необходимые требования к экипировке персонала). Перчатки лучше натягивать поверх халата, чем заправлять в рукава. Для дополнительной защиты рук оператора могут использоваться специальные длинные эластичные перчатки. При определенных процедурах рекомендованы маска и очки.

# Система сигнализации

Боксы биологической безопасности могут быть оборудованы одним из двух типов сигнализации. Боксы, оборудованные скользящим стеклом фронтальной панели, оснащены системой сигнализации его неправильного положения. При включившейся сигнализации неправильного положения фронтального стекла оператор поднимает или опускает стекло до заданного безопасного положения, ориентируясь на прекращение аварийного сигнала, после чего продолжает работу. Сигнализация правильного распределения и скорости воздушных потоков оповещает об опасном нарушении в защитной системе бокса. При включившейся сигнализации нарушения в системе воздухообмена, необходимо немедленно прекратить работу в боксе и вызвать ответственное лицо (начальника лаборатории) для получения дальнейших инструкций. Инструкция по необходимым действиям при срабатывании аварийных систем сигнализации прописана в руководстве по эксплуатации каждого бокса. Техническое обслуживание и ремонтно-профилактические работы должны проводиться квалифицированным специалистом.

Правильный выбор БББ, его установка и грамотная эксплуатация, ежегодная валидация – обязательные составляющие правильной работы.

Для получения допуска к работе в БББ все сотрудники должны проходить обучение и сдавать зачет по правилам работы в таком боксе.

# Начало работы

- ◆ Для защиты рук наденьте перчатки
- ◆ Перед началом работы внесите и разместите в боксе все необходимые для работы предметы
- ◆ Продезинфицируйте поверхность рабочей зоны и все внутренние стены
- ◆ Включите бокс и не начинайте работу в течение нескольких минут
- ◆ Не перегружайте рабочую зону предметами
- ◆ Перед началом работы закройте сливное отверстие

# Работа в БББ (1)

- ◆ Не закрывайте передние и задние решетки воздухозабора
- ◆ Работайте в боксе как можно дальше
- ◆ Минимизируйте движения рук; во время работы все движения должны быть медленные, не возмущающие потоки воздуха
- ◆ Убирая руки из рабочей зоны бокса, следите, чтобы движения были медленными, перпендикулярными плоскости открытого пространства под фронтальной панелью. Не забывайте проводить дезинфекцию поверхности.
- ◆ Минимизируйте влияние всех посторонних потоков воздуха извне (сквозняки и т.п.)
- ◆ Работайте по принципу "от чистого к грязному"
- ◆ Пакеты для биологических отходов должны быть размещены внутри рабочей зоны, а не снаружи бокса
- ◆ При разливе жидкостей рекомендуется использовать абсорбирующие губки, минимизирующие образование аэрозолей и брызг

## Работа в БББ (2)

- ◆ Убирая потенциально загрязненные предметы из рабочей зоны бокса, продезинфицируйте их поверхность
- ◆ Размещайте оборудование, работа на котором может привести к образованию аэрозолей, как можно дальше в боксе
- ◆ Во избежание кросс-контаминации чистые предметы следует размещать на расстоянии не менее 15 см от оборудования, работа на котором может привести к образованию аэрозолей
- ◆ Чашки Петри, плашки и т.п. следует накрывать крышками
- ◆ Не используйте газовые горелки, их пламя влияет на воздушные потоки бокса биологической безопасности
- ◆ Размещайте оборудование, которое вызывает турбулентные потоки (центрифуги, блендеры, ультразвуковые гомогенизаторы и т.п.) на расстоянии 1/3 от задней стенки бокса

# Завершение работы в БББ

Максимальную защиту обеспечивают постоянная, по возможности, работа бокса биологической безопасности и дезинфицирование поверхности всех используемых в работе предметов

- ◆ Если в работе были использованы пакеты для биологических отходов – запечатайте их
- ◆ Проведите дезинфицирование всех внутренних поверхностей бокса: стен, задней стенки, рабочей поверхности, сливного поддона, внутренней поверхности стекла фронтальной панели
- ◆ Оставьте бокс в рабочем режиме дополнительно на 5 минут, чтобы прошло достаточное количество циклов очистки воздуха
- ◆ По желанию: опустите стекло фронтальной панели и включите ультрафиолетовую лампу

- ◆ Рекомендованный срок замены префильтра: каждые 3 месяца
- ◆ Рекомендованный срок замены УФ-лампы: раз в год
- ◆ Рекомендовано регулярное проведение валидации: проверка систем сигнализации, проведение измерений воздушных потоков и т.д.

# Действия при разливе жидкости

Весь персонал должен в обязательном порядке знать установленные в лаборатории правила, регламентирующие порядок действий при разливе жидкости. Если разлив жидкости произошел в боксе биологической безопасности, процедуру очистки необходимо начинать немедленно, при включенном боксе. Все предпринимаемые процедуры дезинфекции и устранения разлива не должны приводить к образованию аэрозолей. Все предметы, имевшие контакт с пролитой жидкостью, должны быть дезинфицированы и/или автоклавированы.

- ◆ Подождите по крайней мере 5 минут, чтобы произошла очистка воздуха от аэрозоля
- ◆ Во время уборки обязательно наденьте халат, очки и перчатки
- ◆ Во время проведения уборки оставьте бокс включенным
- ◆ Время действия дезинфицирующих средств должно быть не менее 20 минут
- ◆ Соберите пролитую жидкость специальной абсорбирующей губкой или одноразовыми впитывающими салфетками, замоченным в дезинфицирующем растворе
- ◆ Специальными дезинфицирующими салфетками протрите все поверхности внутри бокса, включая стены, рабочую поверхность и размещенное внутри бокса оборудование

- ◆ Утилизируйте все загрязненные одноразовые материалы согласно правилам лаборатории по утилизации и дезинфицированию биологически опасных материалов
- ◆ Предметы многократного использования перед процедурами очистки и автоклавирования должны быть помещены в контейнеры с крышками или должны быть завернуты в бумагу
- ◆ Предметы, которые нельзя автоклавировать, перед удалением из рабочей зоны бокса биологической безопасности необходимо на 20 минут замочить в дезинфицирующем растворе
- ◆ Вся одежда, в которой проводилась уборка бокса биологической безопасности, должна быть запечатана в пакеты и автоклавирована
- ◆ Перед возобновлением работы (или перед выключением бокса) оставьте бокс биологической безопасности работающим еще на 10 минут

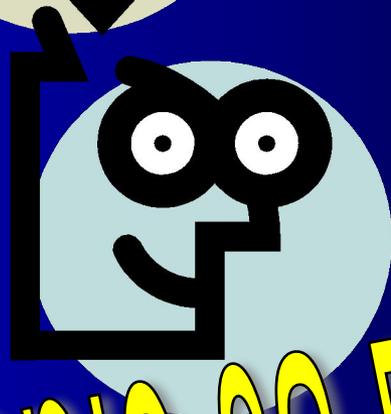
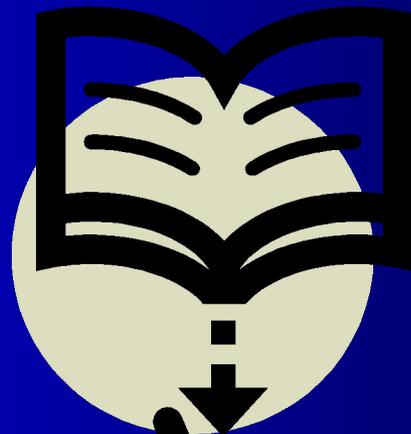
# Деконтаминация

Процедуру деконтаминации необходимо проводить перед сменой фильтра или при планируемом перемещении бокса. Наиболее распространенный метод деконтаминации – распыление формальдегида, который осуществляется квалифицированным специалистом.



Используйте 25 мл 40%-го раствора формальдегида и 15 г перманганата калия на каждый кубический метр объема, подлежащего дезинфекции.

Поместите порошок перманганата калия в глубокий металлический контейнер и поставьте его в бокс. Затем налейте в контейнер раствор формальдегида и *немедленно покиньте помещение лаборатории*, так как в результате химической реакции очень скоро начнет выделяться тепло и газообразный формальдегид. Закройте и загерметизируйте двери лаборатории.



Благодарю за внимание!

