

Микробиологические требования к качеству воздуха: что именно контролировать и почему это важно?

В замкнутых пространствах — от школ и офисов до вокзалов и спортзалов — воздушная среда непосредственно влияет на распространение инфекций, которые передаются воздушно-капельным путём. Поддержание микробиологической чистоты воздуха признано необходимым условием профилактики, а требования к чистоте заметно варьируют в зависимости от назначения помещений. В перечень объектов, где этот вопрос принципиален, входят лечебно-профилактические учреждения, предприятия питания и пищевой промышленности, образовательные и досуговые площадки, а также места массового скопления людей (аэропорты, вокзалы, метрополитен, торговые и концертные залы и др.).

Чем воздух помещений отличается от наружного воздуха с точки зрения микробиологии?

Воздух в закрытых помещениях, как правило, существенно отличается от атмосферного по количественному и качественному составу микрофлоры. На это влияет санитарно-гигиеническое состояние, численность и активность людей, а также особенности эксплуатации здания. В пределах одних и тех же помещений бактериальная обсеменённость может резко меняться в течение суток. В отличие от открытого воздуха, где выражено естественное бактерицидное действие солнечного УФ-спектра, в помещении поддержание стерильности невозможно само по себе: здесь работают механизмы перемешивания «чистого» и «грязного» объёмов, а источники инфицирования (в первую очередь человек) остаются внутри.

Почему для закрытых помещений нужны отдельные нормативы микробиологической чистоты?

Нормативы микробиологической чистоты воздуха различаются по странам и по типам помещений. Жёсткое государственное нормирование в первую очередь установлено для лечебно-профилактических учреждений и специализированных производств. Для других помещений требования чаще носят отраслевой или рекомендательный характер. В системе лечебных учреждений введены

категории помещений (обозначаются «А», «Б», «В» и «Г»), где предусмотрены меры по дезинфекции, в том числе воздушной среды. Такой подход отражает разную степень риска и задаёт референсы к допустимому микробному фону.

Какие показатели применяют для оценки микробиологической чистоты воздуха?

В практической оценке широко используют общий микробный показатель (ОМЧ, выражается в КОЕ/м³) и суммарный показатель гемолитической кокковой флоры. Учет именно этих индикаторов позволяет адекватно оценивать безопасность воздушной среды для пребывания людей (за исключением специализированных медицинских помещений, где действуют свои нормы). Подход, включающий ОМЧ вместе с суммарным показателем гемолитических кокков, подчёркнуто рассматривается как наиболее информативный для непрофильных помещений.

Откуда берутся микробы в воздухе и что такое бактериальный аэрозоль?

Основной источник — люди и животные, а также продукты их жизнедеятельности. Микроорганизмы попадают в воздух вместе со средой, где они находились: при разговоре в воздух выделяется до сотен частиц в минуту, при чихании — десятки тысяч частиц. Эти выбросы формируют капельно-ядерный бактериальный аэрозоль — дисперсную смесь, где размер частиц меняется в очень широком диапазоне (от десятых долей микрона до десятков микрон). Бактериальные аэрозоли с развитой удельной поверхностью отличаются высокой биологической активностью и заражающей способностью.

Почему размер частиц бактериального аэрозоля так важен для риска заражения?

Чем меньше частица, тем меньшее число микроорганизмов достаточно для развития заболевания. Экспериментальные данные показывают: чтобы получить одинаковую заболеваемость стрептококковой инфекцией у лабораторных животных, при размере аэрозольной капли порядка 1,2 мкм достаточно сотен клеток, тогда как при каплях около 12 мкм требуются уже десятки тысяч. Эта зависимость подчёркивает необходимость управлять именно аэрозольной фазой: меры, нацеленные на снижение мелкодисперсной фракции и её инактивацию, напрямую влияют на эпидемиологическую безопасность.

Какие микробные группы характерны для воздуха и что с ними делать в помещениях?

Микрофлору атмосферного воздуха условно делят на резидентную (обнаруживается постоянно) и временную (встречается спорадически). В помещениях состав сдвигается: возрастает доля микроорганизмов, связанных с человеком и его активностью. На это накладывается фактор лабильности среды: без постоянных мер управления (вентиляция, очистка, обеззараживание) в замкнутых объёмах поддерживается фон, способствующий передаче возбудителей воздушно-капельным путём. Отдельно выделяют плесневые грибы как значимый фактор загрязнения; они рассматриваются в контексте этиологии ряда аллергических заболеваний, что усиливает требования к профилактическому контролю.

Почему обеззараживание воздуха — более сложная задача, чем обеззараживание воды?

В воде можно обеспечить весь объём заданной дозой УФ-излучения, а в воздухе чаще обрабатывается лишь часть потока, которая затем перемешивается с необработанным объёмом. Кроме того, присутствие людей исключает применение многих химических дезинфектантов. Воздушная среда постоянно меняется, а источники контаминации находятся внутри помещения. Поэтому даже при высокой эффективности локального устройства в помещении всегда остаётся ненулевая концентрация микроорганизмов — это задаёт реалистичные цели для систем вентиляции, очистки и УФ-обеззараживания: снижение риска до приемлемого уровня, а не «абсолютную стерильность».

Где особенно важен непрерывный контроль микробиологической чистоты воздуха?

Перечень приоритетных объектов широк: от больниц и оздоровительных комплексов до пищевых производств и предприятий общепита. К этой группе относятся и здания с массовым пребыванием людей — транспортные узлы, подземный транспорт, крупные торговые и культурные площадки, библиотеки, спортивные залы. Для таких объектов требования к микробиологической чистоте различаются по назначению, но во всех случаях обоснована регулярная оценка показателей и применение мер профилактики.

Какая стратегия контроля показателей воздуха рациональна для непрофильных помещений?

С учётом специфики непрофильных помещений (то есть не относящихся к лечебным или высокоспециализированным производственным зонам) целесообразно ориентироваться на два ключевых индикатора — ОМЧ и суммарный показатель гемолитической кокковой флоры. Их совместная оценка даёт картину безопасности для пребывания людей и помогает выстраивать режим текущей профилактики: кратность контроля, выбор режимов воздухообмена, а также параметров и зон применения УФ-облучения. Такой подход подчёркивается как адекватный для офисов, учебных, досуговых и транспортных объектов, с учётом того, что для медицинских помещений действует отдельная система нормирования.

Почему даже при активных мерах «нулевая» концентрация микроорганизмов в воздухе недостижима?

Даже при эффективной локальной обработке часть объёма остаётся вне зоны действия, а затем быстро перемешивается с уже обработанным воздухом. Параллельно работают постоянные источники поступления микробов: сами люди и их активность (разговор, чихание), а также перемещение пыли и аэрозольных частиц. В результате корректная цель систем обеззараживания воздуха — не «стерилизация», а управляемое снижение уровней микробной контаминации, подтверждаемое регулярным мониторингом по установленным показателям.