

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГИГИЕНЫ

**Т. И. БОРЩЕНСКАЯ, Н. Л. БАЦУКОВА, А. В. ПАВЛОВ**

# **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕНТИЛЯЦИИ**

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2018

УДК 614.71(075.8)  
ББК 51.2я73  
Б84

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве  
учебно-методического пособия 21.06.2017 г., протокол № 10

Р е ц е н з е н т ы: канд. мед. наук, доц. И. П. Семёнов; ст. преп. М. А. Назарова

**Борщенская, Т. И.**

Б84 Гигиеническая оценка вентиляции : учебно-методическое пособие / Т. И. Бор-  
щенская, Н. Л. Бацукова, А. В. Павлов. – Минск : БГМУ, 2018. – 28 с.

ISBN 978-985-567-974-6.

Изложены современные методы оценки вентиляции воздушной среды помещений. Данное издание поможет выработать понимание важности научной оптимизации воздушной среды закрытых помещений с ее физическими факторами и химическим составом, систематизировать и закрепить знания о гигиенической значимости вентиляции.

Предназначено для студентов 2-го курса всех факультетов.

УДК 614.71(075.8)  
ББК 51.2я73

---

Учебное издание

**Борщенская** Татьяна Игоревна  
**Бацукова** Наталья Леонидовна  
**Павлов** Александр Васильевич

## **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕНТИЛЯЦИИ**

Учебно-методическое пособие

Ответственная за выпуск Н. Л. Бацукова  
Корректор А. В. Лесив  
Компьютерная верстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 27.02.18. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».  
Ризография. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,28. Тираж 50 экз. Заказ 126.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-567-974-6

© Борщенская Т. И., Бацукова Н. Л., Павлов А. В., 2018  
© УО «Белорусский государственный медицинский  
университет», 2018

## МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

**Общее время занятий:** для студентов медико-профилактического факультета — 5 ч; для студентов лечебного, педиатрического, военно-медицинского, стоматологического, фармацевтического факультетов и медицинского факультета иностранных учащихся — 2 ч.

Человек проводит в помещениях жилых и общественных зданий до 80 % суточного времени. По мере пребывания людей в помещении качество воздуха в нем ухудшается. Увеличивается содержание диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) и других продуктов метаболизма человека, среди которых есть токсические соединения — антропоксины. Повышается температура и влажность воздуха, увеличивается его бактериальная загрязненность, что может служить фактором риска развития заболеваний человека. В связи с этим возникает необходимость в вентиляции помещений, поэтому важно знать показатели, характеризующие эффективность вентиляции, и методы их оценки.

### **Задачи занятия:**

1. Ознакомиться с видами вентиляции.
2. Закрепить знания о составляющих микроклимата закрытых помещений.
3. Закрепить знания о химическом составе и источниках загрязнения воздуха закрытых помещений.
4. Научиться определять содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе закрытых помещений и рассчитывать объем вентиляции по содержанию  $\text{CO}_2$ .
5. Научиться определять скорость движения воздуха в вентиляционном отверстии инструментальным методом и рассчитывать кратность воздухообмена по притоку.

**Требования к исходному уровню знаний.** Для полного освоения темы необходимо повторить:

- из физики: теплообмен, пути теплоотдачи;
- физиологии человека: терморегуляцию организма, выдыхаемую смесь газов.

### **Контрольные вопросы из смежных дисциплин:**

1. Состав атмосферного воздуха.
2. Состав выдыхаемого человеком воздуха.
3. Роль высокого содержания  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе в создании парникового эффекта.
4. Виды теплопродукции и пути теплоотдачи организма.

### **Контрольные вопросы по теме занятия:**

1. Воздушная среда закрытых помещений. Физические свойства воздуха. Микроклимат.

2. Газовый состав воздуха закрытых помещений (жилых, общественных и больничных палат). Источники загрязнения воздуха.

3. Естественная вентиляция: способы организации, гигиеническая оценка эффективности.

4. Искусственная вентиляция: виды, гигиеническая оценка эффективности.

5. Показатели эффективности вентиляции: воздушный куб, объем вентиляции, кратность воздухообмена.

6. Требования к вентиляции в помещениях учреждений здравоохранения.

7. Организация воздухообмена в палатном отделении, режим проветривания и аэрации.

8. Роль вентиляции в профилактике внутрибольничной инфекции.

9. Гигиенические требования к вентиляции в аптечных учреждениях.

## **ЗНАЧЕНИЕ ВОЗДУХА ДЛЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**

Среди факторов внешней среды, оказывающих постоянное и непосредственное воздействие на организм человека, воздух играет наиболее важную роль. Без него невозможно продолжительное сохранение жизненных функций. Он принимает большое участие в тепловом обмене организма. Влияние воздуха на организм может быть не только положительным, но и отрицательным. Воздух плохо вентилируемых жилых и других закрытых помещений вследствие изменений в его химическом и бактериальном составе, физических и других его свойств способен оказывать вредное влияние на состояние здоровья, вызывая или ухудшая течение заболеваний легких, сердца, почек и т. д.

Поскольку человек проводит в помещениях жилых и общественных зданий до 80 % суточного времени, вентиляция в помещениях является исключительно важным и эффективным средством охраны здоровья и профилактики заболеваний.

**Источниками загрязнения воздуха помещений** являются:

а) *атмосферный воздух* — газовый состав воздуха закрытых помещений зависит от состава атмосферного воздуха. При отсутствии системы очистки наружного воздуха, подаваемого в помещения с целью вентиляции, все вредные примеси проникают в помещение: плохо пахнущие вещества (индол, скатол), химические вещества-загрязнители атмосферы, пыль, чаще минерального происхождения, но возможна и смешанная пыль, радиоактивные или бактериальные аэрозоли;

б) *живые организмы*, в том числе человек, животные. Здоровый человек в процессе нормальной жизнедеятельности выделяет около 400 химических соединений, причем пятая часть из них относится к числу высоко-

токсичных веществ. Это, например, антропоксины (второй класс опасности) — диметиламины, сероводород, диоксид азота, окись этилена, бензол и т. д. К малотоксичным веществам (третий класс опасности) относятся уксусная кислота, фенол, метилстирол, толуол, метанол, винилацетат и т. д.;

в) *вещества, выделяемые строительными и отделочными материалами:*

– бензол, толуол, этилбензол, циклогексан, ксилол, бутиловый спирт (поливинилхлоридные материалы);

– ацетон, толуол, бутанол, формальдегид, фенол, стирол (стеклопакеты);

– толуол, бутилацетат, ксилол, стирол, ацетон, бутанол, этиленгликоль (лакокрасочные покрытия и клейсодержащие вещества);

– стирол, изофенол, сернистый ангидрид (ковровые изделия из химических волокон).

Интенсивность выделения летучих веществ зависит от температуры, влажности, скорости движения воздуха, а их концентрация в воздухе закрытых помещений — от кратности воздухообмена. Даже в небольших концентрациях эти химические вещества могут стать причиной сенсibilизации организма. Установлено, что в помещениях, насыщенных полимерными материалами, наблюдается большая подверженность людей аллергическим и простудным заболеваниям, артериальной гипертензии, неврастении, вегетососудистой дистонии. Наиболее чувствительными являются организмы детей и больных людей.

По мере пребывания людей в помещении качество воздуха в нем ухудшается: увеличивается содержание  $\text{CO}_2$  и других продуктов метаболизма человека.  $\text{CO}_2$  участвует в обменных процессах организма, являясь физиологическим возбудителем дыхательного центра. Вдыхание больших концентраций  $\text{CO}_2$  нарушает окислительно-восстановительные процессы; его накопление в крови и тканях ведет к тканевой гипоксии. Кроме того, при скоплении людей возрастает бактериальная обсемененность воздуха, повышаются температура, влажность, запыленность, содержание микроорганизмов, число тяжелых аэроионов, появляются антропоксины (меркаптан, индол, сероводород, аммиак и др.). Этот комплекс изменившихся физических свойств воздуха наряду с химическим загрязнением и вызывает ухудшение самочувствия людей. При вдыхании подобной смеси в течение нескольких часов у большинства здоровых людей появляются головная боль, усталость, резко снижается трудоспособность.

Такому изменению свойств воздуха соответствует *содержание углекислоты, превышающее 0,1 % (1 ‰), поэтому это считается предельно допустимой концентрацией (ПДК) для воздуха закрытых помещений.* Таким образом, содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе закрытых помещений имеет санитарное значение, являясь косвенным показателем чистоты воздуха.

В последние годы было установлено, что при оценке санитарного состояния воздуха закрытых помещений нельзя ограничиваться определением лишь концентрации  $\text{CO}_2$ , требуется определение содержания некоторых токсических химических веществ, выделяющихся в воздух из полимерных строительных материалов, широко применяемых для внутренней отделки помещений (фенол, аммиак, формальдегид, бензол, толуол, этилбензол, циклогексан, ксилол, бутиловый спирт, бутилацетат, сернистый ангидрид и т. д.).

Воздушная среда неветилируемых помещений ухудшается пропорционально числу людей и времени их пребывания в помещении. Даже 2–4-часовое пребывание в этих условиях отрицательно сказывается на умственной работоспособности людей. В состоянии покоя (в процессе основного обмена) взрослый человек выделяет около 10–15 л  $\text{CO}_2$  в час, а при небольшой активности — до 20–25 л/ч, в среднем — 22,6 л/ч.

Важнейшим мероприятием по сохранению чистоты воздуха в помещениях является вентиляция.

**Вентиляция** (от лат. ventilatio — проветривание) — регулируемый воздухообмен, осуществляемый для создания в помещениях воздушной среды, благоприятной для здоровья человека. Вентиляция зданий обеспечивает постоянное удаление избытка тепла, влаги, пыли, вредных газообразных примесей, скапливающихся в результате пребывания и деятельности людей, а также регулирует скорости воздушных потоков в помещении.

По *характеру движущих сил (способу перемещения воздуха)* вентиляцию подразделяют:

- на естественную;
- искусственную.

**Естественная вентиляция** осуществляется за счет:

- разности температур наружного и внутреннего воздуха;
- воздействия ветрового напора.

Различают *естественную вентиляцию* с неорганизованным и организованным воздухообменом.

Естественная вентиляция с неорганизованным воздухообменом зависит от погодных условий (температурного градиента) и осуществляется путем инфильтрации через поры строительных материалов стен, мелкие щели в окнах, дверях и за счет разности давлений между внутренним и наружным воздухом (в гигиене учреждений здравоохранения (УЗ) практического значения в качестве вентиляции не имеет).

*Организованная естественная вентиляция (воздухообмен) с естественным побуждением* осуществляется:

1) в виде проветривания, когда естественная вентиляция помещения ограничена во времени. Проветривание может осуществляться при закрытых дверях через форточки либо фрамуги (угловое проветривание).

В качестве недостатка этого проветривания можно отметить образование нисходящей струи холодного воздуха, что может вызвать охлаждение присутствующих людей. Также выделяют сквозное проветривание — это естественный кратковременный воздухообмен, который осуществляется при одновременном открывании окон и дверей или окон в противоположных стенах помещения. При этом при 15-минутном проветривании температура воздуха в помещении снижается в среднем на 2 °С;

2) в виде аэрации — длительно осуществляемая естественная вентиляция, которая организуется через внутристенные каналы и используется для усиления естественной вентиляции. В многоэтажных зданиях во внутренних стенах прокладывают вытяжные каналы, в верхней части которых находятся приемные отверстия. Каналы выводят на чердак в вытяжную шахту, из нее воздух поступает наружу. Эта система работает на естественной тяге благодаря перепаду давления вследствие температурного градиента, это вызывает движение более теплого воздуха вверх. В холодное время года вытяжная система вентиляции способна обеспечить 1,5–2-кратный воздухообмен. В теплое время года эффективность такого вида вентиляции существенно снижается.

*Периодически действующую вентиляцию с естественным побуждением* (проветривание) через открывающиеся части окна с поворотно-откидным открыванием створок допускается предусматривать в общественных, административных и бытовых зданиях для помещений, предназначенных для периодической работы или передвижения людей (на технических этажах, переходных галереях и т. п.), в которых таким образом могут быть обеспечены чистота воздуха и параметры микроклимата.

Недостатком естественной вентиляции является малый радиус действия и малая эффективность для помещений с большими избытками теплоты, преимуществами — простота конструкции, низкая стоимость и легкость в обслуживании.

Вентиляцию с *искусственным побуждением* следует предусматривать:

- если параметры микроклимата и чистота воздуха не могут быть обеспечены вентиляцией с естественным побуждением;
- для помещений без проветривания.

Приточный воздух следует подавать, как правило, непосредственно в помещение с постоянным пребыванием людей.

Поэтому в общественных зданиях и сооружениях, рассчитанных на пребывание большого числа людей, где одной естественной вентиляции недостаточно, для обеспечения надлежащего качества воздуха устраивают механическую вентиляцию, которая не зависит от наружных условий и может обеспечивать подогрев (охлаждение) и очистку поступающего воздуха.

## ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Воздуховоды, вентиляционные установки и другие устройства:

- должны содержаться в чистоте;
- не должны иметь механических повреждений;
- не должны иметь следов коррозии;
- не должны иметь нарушения герметичности;
- должны быть отрегулированы, должны иметь плавный ход без шумов и вибрации (вентиляторы и электродвигатели).

Искусственная вентиляция может быть местной и общеобменной. Для *местной вентиляции* используют электровентиляторы приточного или вытяжного действия, которые устанавливаются в окнах или проемах стен. Чаще всего применяют местную вытяжную вентиляцию, она удаляет загрязненный воздух, а приток чистого осуществляется через форточки. В помещениях с повышенным загрязнением воздуха устанавливают только вытяжные системы вентиляции.

*Общеобменная вентиляция* рассчитана на воздухообмен во всем здании или в основных помещениях и функционирует постоянно или большую часть дня. В зависимости от назначения общеобменная вентиляция бывает:

- приточной;
- вытяжной;
- приточно-вытяжной.

Воздухообмен при этом обозначается по притоку знаком (+), по вытяжке знаком (–).

В помещениях, в которых выделяются вредные вещества или присутствуют резко выраженные неприятные запахи, следует предусматривать отрицательный дисбаланс. Для помещений с кондиционированием воздуха следует предусматривать положительный дисбаланс, если в них отсутствуют выделения вредных и взрывоопасных газов, паров и аэрозолей или резко выраженные неприятные запахи.

При общеобменной вентиляции наружный воздух забирается вентиляторами, по каналу направляется в приточную камеру. Здесь он очищается от пыли, проходя через фильтр. В холодное время воздух подогревают, при необходимости увлажняют и подают в помещение по каналам во внутренних стенах. Отверстия приточных каналов в верхней части стен закрывают решетками. Для удаления загрязненного воздуха имеется другая система каналов, отверстия в которых располагаются в нижней части противоположной внутренней стены. Каналы выводятся на чердак в общий коллектор, из которого воздух удаляется наружу вентилятором.



В гигиеническом отношении наиболее предпочтительна приточно-вытяжная система. Преобладание притока над вытяжкой предусматривается в помещениях, где чистота воздуха имеет особое значение (операционные, родовые и т. д.), а в палатах для пациентов с инфекционными или гнойными заболеваниями вытяжка должна превалировать над притоком. В душевых, туалетах, кухнях устраивают только вытяжку.

В настоящее время разработана новая, более совершенная система вентиляции — **кондиционирование воздуха**, которая позволяет автоматически поддерживать в течение необходимого времени оптимальные параметры температуры, влажности, скорости движения и чистоты воздуха. Для этого используют центральные установки кондиционирования воздуха, предназначенные для обслуживания общественных зданий, вагонов. Для отдельных небольших помещений используются местные кондиционеры. Кондиционеры могут работать с забором наружного воздуха, а также на частичной или полной рециркуляции. Необходимо, чтобы при работе кондиционера были закрыты окна и другие отверстия, сообщающиеся с наружной средой. Воздухозаборные устройства должны защищаться от проникновения осадков, птиц и животных. Очистка систем вентиляции должна проводиться по мере необходимости, но не реже 1 раза в год.

При неправильной эксплуатации кондиционеров у людей могут возникать гиперчувствительность к микробным агентам и продуктам их деградации (гиперчувствительная пневмония, называемая также лихорадкой увлажнителей воздуха), болезнь «легионеров», а также лихорадка Понтиак. Гиперчувствительная пневмония проявляется гриппоподобным состоянием, выражающимся в виде общего недомогания, кашля, одышки, лихорадки. Болезнь «легионеров» обусловлена бактериями рода *Legionella pneumophila*, размножающимися в загрязненных системах увлажнения воздуха, кондиционерах, душевых и ваннных комнатах. Признаки болезни: резкое начало с высокой температурой, сильный кашель, постоянная головная и мышечная боль, общее беспокойство. Лихорадка Понтиак — более легкое заболевание, не связанное с вовлечением в патологический процесс легких. Характерны короткий инкубационный период, гриппоподобные признаки, лихорадка, головная и мышечная боль.

## ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ

Об эффективности вентиляции судят:

- по объему вентиляционного воздуха (объему вентиляции);
- кратности воздухообмена;
- коэффициенту проветривания.

**Объем вентиляции** — это количество воздуха, которое поступает в помещение (удаляется из него) в течение 1 ч.

**Кратность воздухообмена** — санитарный показатель состояния воздушной среды в помещении, который показывает, сколько раз воздух внутри помещения меняется на наружный. Вычисляется как отношение объема вентиляции к внутреннему объему помещения.

**Коэффициент проветривания** — отношение застекленной площади фрамуги (форточки), которая открывается при проветривании, к площади пола. В норме — 1 : 50.

Чистота воздуха закрытых помещений обусловливается обеспечением каждого человека *необходимым объемом воздуха*, так называемым **воздушным кубом** и его регулярной сменой с наружным воздухом. Объем вентиляции зависит от объема помещения (кубатура помещения, м<sup>3</sup>), числа людей и характера работы, выполняемой в этом помещении.

В жилых, общественных помещениях и больничных палатах норма воздушного куба составляет 25–27 м<sup>3</sup>, объем вентиляции — 37,7 м<sup>3</sup>, поэтому для полного удаления загрязненного воздуха и замены его чистым атмосферным воздухом необходимо обеспечить примерно полуторократный обмен комнатного воздуха с наружным в течение 1 ч.

Задачей вентиляции в данном случае является обеспечение содержания СО<sub>2</sub> в воздухе закрытого помещения в количествах, не превышающих ПДК, т. е. 0,1 % (1 ‰).

## **ВЕНТИЛЯЦИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ УЧРЕЖДЕНИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

Источниками загрязнения воздуха помещений УЗ, кроме указанных выше для помещений жилых и общественных зданий, являются :

1. Пациенты, персонал, посетители — воздух загрязняют продукты жизнедеятельности людей, в том числе отделяемое из раневых поверхностей. В присутствии людей возрастает бактериальная обсемененность воздуха; контаминация через дыхательные пути (особенно интенсивно при разговоре, кашле, чихании); контаминация окружающей среды с микрофлорой кожи, волос; контаминация микрофлоры загрязненной одежды, обуви. Чем больше людей в помещении, тем выше общая обсемененность микроорганизмами и особенно стрептококками. Например, бактериальная обсемененность в операционной к концу дня увеличивается в 6–7 раз, а в присутствии студентов — в 10 раз.

2. Вещества, выделяемые дезинфицирующими средствами, лекарственными препаратами и их испарениями. В воздухе помещений УЗ могут присутствовать пары спиртов, альдегидов, фенолов, пероксидные соединения, галогены, антибиотики, анестетики и др.

Основной критерий чистоты воздуха помещений УЗ — отсутствие его загрязненности, поэтому чистота воздуха оценивается:

- по изменению газового состава воздуха;
- окисляемости воздуха;
- содержанию микрофлоры;
- количеству вредных химических веществ (примесей);
- эффективности работы вентиляции (табл. 1).

Таблица 1

#### Классификация чистоты воздуха учреждений здравоохранения

Степень чистоты воздуха	Нормативы чистоты воздуха больничных помещений			
	СО <sub>2</sub> , %	Концентрация пыли, мг/%	Окисляемость	Микробный показатель, колонии
Чистый	Не более 0,07	< 0,1	До 6 мг О <sub>2</sub> на 1 м <sup>3</sup>	Летом до 3500, зимой до 5000
Слабо загрязненный	0,07–0,15	0,1–0,15	До 10 мг О <sub>2</sub> на 1 м <sup>3</sup>	Летом 3500–5000, зимой 5000–7000
Загрязненный	> 0,15	> 0,15	> 10 мг О <sub>2</sub> на 1 м <sup>3</sup>	Летом более 5000, зимой более 7000

Содержание СО<sub>2</sub> может быть незначительным на фоне интенсивного загрязнения воздуха пылью, вредными химическими веществами, а также в случае присутствия в воздухе патогенных микроорганизмов.

**Окисляемость воздуха** — количество О<sub>2</sub> в мг, требующееся для окисления органических соединений в 1 м<sup>3</sup> воздуха. По величине окисляемости можно судить о чистоте воздуха.

*Оценка чистоты воздуха помещений по микрофлоре* производится на основании:

- оценки общего количества микроорганизмов, содержащихся в 1 м<sup>3</sup> воздуха;
- наличия (присутствия) санитарно-показательных микроорганизмов — гемолитических стрептококков и стафилококков.

*Оценка чистоты воздуха помещений по количеству вредных химических веществ (примесей)* проводится методом параллельных проб, т. е. одновременно выполняется несколько анализов или отбирается несколько проб для исследования химического состава воздуха в лаборатории.

Наибольшее гигиеническое значение в качестве загрязнителей воздуха закрытых помещений имеют окись углерода, фенол, формальдегид, толуол, ацетон и др.

Концентрация вредных примесей в воздухе помещений УЗ не должна превышать ПДК для атмосферного воздуха.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУХООБМЕНА В ПАЛАТНОМ ОТДЕЛЕНИИ, РЕЖИМ ПРОВЕТРИВАНИЯ И АЭРАЦИИ**

Помещения УЗ оборудуются:

- приточно-вытяжной вентиляцией с механическим побуждением;
- естественной вентиляцией (фрамуги, форточки, вытяжные вентиляционные каналы).

Выделяются группы помещений, в которых *запрещено* использовать фрамуги, форточки и вентиляционные каналы. К ним относятся операционные, родовые, реанимационные залы, асептические блоки.

Автономными системами приточно-вытяжной вентиляции воздуха оборудуются операционные блоки, реанимационные залы, палаты ожоговых пациентов, палаты для новорожденных, палаты для детей до года, рентгеновские и радиологические отделения, аптеки, кабинеты для грязе- и водолечения, помещения бактериологических лабораторий, помещения санитарных пропускников, санитарные узлы.

Для помещений, в которых к качеству воздуха предъявляются повышенные требования, проектируют кондиционирование воздуха. К таким помещениям относятся операционные, наркозные, послеоперационные палаты, реанимационные залы, палаты интенсивной терапии, родовые палаты, однокоечные и двухкоечные палаты для пациентов с ожогами кожи, отделения для грудных и новорожденных, недоношенных детей. Воздух, подаваемый в эти помещения, нужно дополнительно очищать в бактериологических фильтрах, устанавливаемых после вентилятора. В этом случае не допускается установка масляных фильтров в качестве очистки воздуха.

**Рециркуляция воздуха в лечебных учреждениях не допускается!**

Вентиляционные приточные и вытяжные камеры размещают таким образом, чтобы была исключена передача шума в помещения с длительным пребыванием пациентов и в кабинеты врачей.

В операционных, наркозных, послеоперационных палатах, родовых, реанимационных залах и палатах интенсивной терапии подвижность воздуха не должна превышать 0,15 м/с при относительной влажности 55–60 %. Относительная влажность в зимнее время в палатах другого назначения должна составлять 30–50 %. Увлажнение воздуха до нужной степени предусматривается при помощи приточных установок. Соблюдение этого требования очень важно по двум причинам: во-первых, в указанных помещениях при относительной влажности порядка 50 % начинается процесс образования и, соответственно, накопления статического электричества; во-вторых, медико-технологическое течение операций способствует накоплению газов, используемых при наркозах. Определенный уровень статического электричества во взаимодействии с газами может привести к взрыву последних. Кроме того, чтобы такой уровень относительной влажности не вызывал неудовлетворительного самочувствия

у бригады врачей во время операции, температуру в помещении необходимо поддерживать постоянной.

Верхний предел температуры в 23 °С ограничивается необходимостью создать комфортный тепловой режим для персонала, вынужденного работать в соответствующей одежде (костюмах, повязках, резиновых перчатках), которая ухудшает теплоотдачу.

По результатам ряда микробиологических исследований воздушной среды известно, что при выделении влаги от людей повышается интенсивность поступления бактерий от человека.

Подвижность воздуха в районе головы пациента не должна превышать 0,1–0,15 м/с.

В палатах, которые полностью оборудуются кюветами, кондиционирование не предусматривается. Для операционных, реанимационных, родильных залов, асептических блоков оборудуются резервные аварийные системы вентиляции. Помещения, в которых возможно выделение в воздух вредных веществ, должны быть оборудованы местной вытяжной вентиляцией (отсосами или вытяжными шкафами, навесными зонтами в варочном цехе пищеблока).

Объединять несколько помещений одной вентиляционной системой можно, только если в них установлен одинаковый режим, допустимо общение между ними и исключено пребывание в помещениях инфекционных пациентов.

Значения расчетных параметров воздуха для различных типов помещений УЗ (температура в холодный период, кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха, кратность по притоку, вытяжке) представлены в прил. 1. В УЗ используется естественная вентиляция (воздухообмен) в виде проветривания и в виде аэрации.

Естественная вентиляция с неорганизованным воздухообменом, зависящая от погодных условий (температурного градиента) и осуществляющаяся путем инфильтрации через поры строительных материалов стен, мелкие щели в окнах, дверях и за счет разности давлений между внутренним и наружным воздухом в гигиене УЗ, практического значения в качестве вентиляции не имеет.

В палатах применяют следующий режим проветривания:

- утром перед подъемом пациентов;
- при уборке помещения;
- после утренних и вечерних прогулок;
- после обеда и перед сном.

Сквозное проветривание проводится в отсутствие пациентов.

Аэрация организуется через внутрстенные каналы, один конец которых находится в палатах, санитарных помещениях, коридорах и т. д., другой конец выводится на крышу. Вытяжные отверстия располагаются

в верхней части стены помещений. Для усиления движения воздуха в каналах (для тяги) используют специальные насадки (дефлекторы), устанавливаемые на крышах.

### САНИТАРНЫЕ НОРМЫ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Вентиляционный объем составляет: минимальный объем вентиляции — 40–50 м<sup>3</sup>/ч на 1 койку; оптимальный объем вентиляции — 80 м<sup>3</sup>/ч на 1 койку.

Кратность воздухообмена (по притоку/вытяжке) в помещениях УЗ представлена в табл. 2.

Таблица 2

#### Кратность воздухообмена

Помещение	Кратность	
	по притоку	по вытяжке
Палаты	2	2,5
Операционные, послеоперационные, палаты интенсивной терапии, родовые,	при установке кондиционеров 10	при установке кондиционеров 8
Ожоговые палаты	6	5
Чистые перевязочные	2	1,5
Гнойные перевязочные	2	3
Рентгеновский кабинет и кабинет физиотерапии	3	4
Стоматологический кабинет	2	3
Инфекционный бокс	2,5 (подача в коридор)	2,5 (из бокса)

### ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ В ИНФЕКЦИОННЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ

Правильная вентиляция очень важна для больничных помещений, так как 75 % инфекционных заболеваний передается воздушным путем.

В инфекционных отделениях оборудуется приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением и подачей воздуха в коридор. Вытяжную вентиляцию устраивают из каждого бокса и от каждой палатной секции отдельно с естественным побуждением и установкой дефлектора. Приточная вентиляция устраивается с механическим побуждением и подачей воздуха в коридор.

### ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ В ОЖГОВЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ

Основным техническим решением коррекции показателей микроклимата воздушной среды в палатах ожогового отделения является система вентиляции с механическим побуждением подачи воздуха с преобладанием его оттока над притоком, позволяющая:

- поддерживать концентрацию СО<sub>2</sub> в низких пределах (0,1 %);
- обеспечивать относительную влажность воздуха на уровне 31–60 %;

– поддерживать температуру воздуха в летнее время на уровне 20–22 °С (в зимнее время температура до 22–25 °С достигается системой отопления);

– механически удалять микроорганизмы из воздушной среды палат.

Алгоритм коррекции микроклиматических факторов и обсемененности воздушной среды микроорганизмами представлен в прил. 2.

### **РОЛЬ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПРОФИЛАКТИКЕ ВНУТРИБОЛЬНИЧНОЙ ИНФЕКЦИИ**

Фактическое санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды в помещениях стационаров характеризуется нахождением в воздухе внутрибольничных инфекций различного происхождения, достаточно устойчивых к воздействию антисептических препаратов.

Внутрибольничные инфекции часто возникают из-за неэффективной вентиляции, а именно из-за плохого соотношения между притоком и оттоком воздуха или из-за нарушения целостности вентиляционной системы.

Следует отметить, что основным источником выделения и распространения инфекции является сам медицинский персонал и пациенты. Количество микроорганизмов в воздухе не является константой, а постоянно растет и в значительной степени зависит от количества находящихся в помещении лиц, рода их деятельности, вида одежды, температуры помещения.

По данным ВОЗ источниками загрязнения воздуха является окружающая среда, на долю которой приходится 5–10 % от общего числа поступления микробов, оборудование (15–20 %) и человек, количество выделяемых частиц от которого составляет 70–80 %.

Как показали исследования, соблюдение правил противоэпидемического режима, применение покрытий, масок и спецодежды уменьшают, но не могут полностью предотвратить процесс поступления вредных частиц, что определяет необходимость применения других мер. Известно также, что процесс накопления частиц носит нестационарный характер, т. е. зависит от времени. Как показали неоднократные микробиологические исследования воздушной среды чистых помещений в ряде больниц, концентрация микроорганизмов, как правило, превышает ПДК как в конце, так и в течение операции.

Кроме того, очевидно, что в зданиях стационаров, как и в любых многоэтажных зданиях, происходит перетекание воздуха между смежными помещениями как в плане одного этажа, так и между этажами здания. По данным ВОЗ, внутрибольничные инфекции в 75 % из 100 % передаются воздушно-капельным путем, причем 90 % из них приходится на распространение инфекции с потоками перетекающего воздуха, что приводит к вспышкам заболеваемости. Это наносит существенный социально-экономический ущерб: приводит к утяжелению состояния здоровья лю-

дей, увеличению сроков лечения, продолжительности использования ко-  
 ечного фонда, осложнению течения операций, смертельным исходам.

Различают специфическую и неспецифическую профилактику внут-  
 рибольничных инфекций по Э. Б. Боровику (рис. 1).

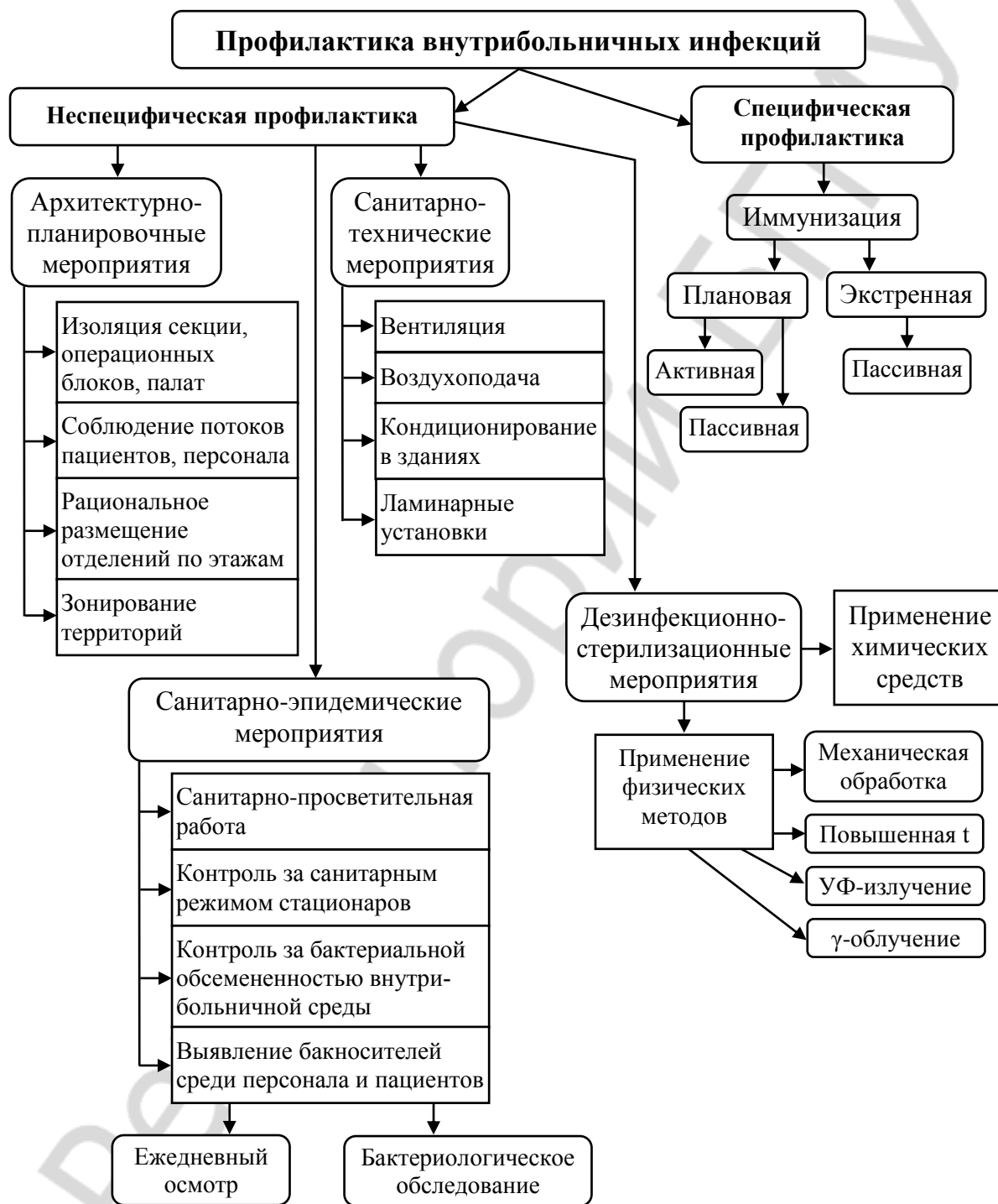


Рис. 1. Профилактика внутрибольничных инфекций



Таким образом, основная функция вентиляционных систем в УЗ — это снижение уровня бактериальной обсемененности воздуха, распространения инфекций и, как следствие, внутрибольничной заболеваемости.

## **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЕНТИЛЯЦИИ В АПТЕЧНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

Аптеки оборудуются системами общеобменной и местной приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением.

Скорость движения воздуха должна составлять 0,1–0,15 м/с, кратность воздухообмена — 3–4 раза/ч.

Забор наружного воздуха производится на высоте не менее 2 м от земли.

Вентиляция должна обеспечить:

- поддержание требуемых параметров микроклимата помещений (температура; подвижность, относительная влажность воздуха);

- поддержание требуемых санитарных и микробиологических параметров воздушной среды помещений (содержание CO<sub>2</sub>; химическая, радиологическая и бактериальная чистота воздуха помещений; отсутствие запахов);

- исключение возможности перетекания воздуха из загрязненных зон в производственные и асептические помещения;

- изолированный воздушный режим в асептических помещениях и требуемый в них класс чистоты воздушной среды;

- охрану окружающей среды от выбросов вредных веществ с отработанным воздухом.

Асептический блок должен быть оборудован автономной приточно-вытяжной вентиляцией с преобладанием притока над вытяжкой (так называемый подпор чистого воздуха) для исключения возможности поступления воздушных масс из коридоров и производственных помещений, при этом движение воздуха должно быть направлено из асептического блока в прилегающие к нему помещения. Оптимальной является подача очищенного воздуха через приточные отверстия в потолке. Допускается применение автономных устройств механической очистки воздуха через фильтры, устанавливаемые внутри помещения с созданием горизонтальных или вертикальных ламинарных потоков во всем помещении или в отдельных локальных зонах для защиты наиболее ответственных участков или операций изготовления лекарственных средств.

Чистые камеры (или столы с ламинарным потоком чистого воздуха) должны иметь рабочие поверхности и колпак из гладкого прочного материала. Скорость ламинарного потока воздуха должна быть в пределах 0,3–0,6 м/с.

Допускается естественная вытяжная вентиляция без централизованной подачи приточного воздуха для отдельно стоящих зданий высотой не более 3 этажей.

Кратность воздухообмена в отдельных помещениях представлена в табл. 3.

Таблица 3

**Оптимальная кратность воздухообмена в отдельных функциональных подразделениях аптек**

Подразделение аптеки	Кратность воздухообмена при механической вентиляции, разы		Кратность вытяжки при естественном обмене воздуха, разы
	приток	вытяжка	
Залы обслуживания населения	3	4	3
Ассистентская, асептическая, дефекторская, фасовочная, стерилизационная (автоклавная), дистилляционная	4	2	1
Контрольно-аналитическая, стерилизационная растворов, распаковочная	2	3	1
Помещение для изготовления лекарственных средств в асептических условиях	4	2	Не допускается
Помещения для хранения: – лекарственных веществ, перевязочных материалов, термолабильных лекарственных средств и предметов медицинского назначения	2	3	1
– лекарственного растительного сырья	3	4	3
– наркотических средств и психотропных веществ	Не должно быть	3	3
– легковоспламеняющихся и горючих жидкостей	Не должно быть	10	5
– дезинфицирующих средств, кислот	Не должно быть	5	3

Использование вентиляционных камер для других целей (складирование, хранение химических материалов и т. д.) не допускается.

В каждой аптеке приказом руководителя должен быть назначен сотрудник, ответственный за эксплуатацию систем вентиляции.

Эксплуатационная организация должна осуществлять контроль за эффективностью работы вентиляционных систем (кратность воздухообмена, температура, влажность и чистота подаваемого воздуха).

Технические и гигиенические испытания вентиляционных установок должны проводиться не реже 1 раза в 3 года.

В помещениях в холодное и теплое время года допускается использовать кондиционирование воздуха путем установки локальных бытовых

кондиционеров в каждом помещении или устройства системы централизованного кондиционирования.

В контрольно-аналитических лабораториях и во всех производственных отделах аптечных складов должна быть предусмотрена естественная и искусственная вентиляция. В административных и санитарно-бытовых помещениях допускается только естественный воздухообмен. В контрольно-аналитических лабораториях предпочтительна искусственная общеобменная приточно-вытяжная вентиляция с преобладанием вытяжки над притоком. Местная вытяжная вентиляция (в виде вытяжного шкафа) должна быть в аналитическом зале, весовой, комнате для проведения физико-химических анализов.

Искусственная вентиляция аптечных складов (общеобменная приточно-вытяжная) должна обеспечивать кратность воздухообмена по притоку 3, а по вытяжке 4. На рабочих местах фасовки сыпучих и летучих жидких лекарственных средств должны быть оборудованы местные системы вытяжной вентиляции в виде вытяжных шкафов, а в моечной — вытяжные зонты для соблюдения соответствия химического состава воздуха по отдельным показателям ПДК.

Требования к рациональной организации искусственной вентиляции обусловлены тем, что в аптечном производстве лекарственных средств применяется большое число химических соединений, также в процессе работы или хранения лекарственные средства могут являться загрязнителями воздуха помещений аптечных учреждений. При расфасовке и при непосредственном изготовлении лекарственных форм в воздух могут поступать пары растворов аммиака, йода, нашатырно-анисовых капель, формалина, камфоры, хлороформа, эфира, формальдегида, окислов азота, углерода, этилового спирта и других веществ.

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТАВА ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ**

Оценка химического состава воздуха предусматривает предварительный отбор проб воздуха. Для этого используются динамические методы (с использованием лабораторного оборудования или аппаратуры) или статические методы (вакуумный). Далее пробы воздуха поступают в лабораторию для проведения качественного и количественного определения примесей.

**Химический метод определения  $\text{CO}_2$ .** Для определения в воздухе концентрации  $\text{CO}_2$  химическим экспресс-методом готовится 0,005%-ный исходный раствор карбоната натрия (1 г химически чистого карбоната натрия растворяется в 200 мл свежеприготовленной дистиллированной воды), в который добавляется 0,5 мл 1%-ного раствора фенолфталеина. Раствор хранится в хорошо закупоренном флаконе и непосредственно

перед исследованием из него готовится рабочее разведение: 1 мл раствора помещают в колбу на 100 мл, доливают 99 мл дистиллированной воды, перемешивают. В шприц объемом 100 мл набирают 20 мл свежеприготовленного рабочего раствора карбоната натрия и затем, оттягивая поршень, засасывают в шприц воздух. После заполнения шприца его встряхивают в течение 1 мин, если раствор остается розовым, то воздух выталкивают из шприца (раствор остается в шприце!) и набирают новую порцию воздуха, опять встряхивают шприц в течение 1 мин. Новые порции воздуха (каждый раз по 80 мл) набирают до тех пор, пока раствор не обесцветится. Если после встряхивания шприца раствор обесцвечивается менее чем за 1 мин, то в шприц засасывают не 80 мл воздуха, а меньше. Зная объем исследованного воздуха, потребовавшегося для обесцвечивания раствора карбоната натрия, содержание  $\text{CO}_2$  в воздушной среде определяют по табл. 4.

Таблица 4

**Концентрация в воздухе  $\text{CO}_2$  в зависимости от объема пропущенного воздуха, %**

Объем воздуха, мл	Концентрация $\text{CO}_2$ , %	Объем воздуха, мл	Концентрация $\text{CO}_2$ , %	Объем воздуха, мл	Концентрация $\text{CO}_2$ , %
80	0,32	330	0,116	410	0,084
160	0,208	340	0,112	420	0,080
200	0,182	350	0,108	430	0,076
240	0,156	360	0,104	440	0,070
260	0,144	370	0,100	450	0,066
280	0,136	380	0,096	460	0,060
300	0,128	390	0,092	470	0,056
320	0,120	400	0,088	480	0,052

Также экспресс-анализ газообразных примесей проводится инструментальным методом с использованием таких приборов, как газоанализатор «Анкат-7664 Микро-06» и комбинированный измеритель  $\text{CO}_2$  «Wall-mount  $\text{CO}_2$  monitor».

*Переносной газоанализатор «Анкат-7664 Микро-06»* предназначен для одновременного контроля концентрации  $\text{CO}_2$ , сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ), диоксида азота ( $\text{NO}_2$ ), диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ) и др. газов в воздухе помещений в различных сочетаниях (одно-, двух-, трех-, четырехкомпонентных) в рабочей зоне с одновременной цифровой индикацией всех измеряемых компонентов, а также для выдачи аварийной (звуковой и световой) сигнализации при превышении концентраций измеряемых компонентов заданных пороговых уровней (рис. 2).



Рис. 2. Газоанализатор «Анкат 7664 Микро-06»

Метод измерения  $\text{CO}_2$  оптоабсорбционный, сероводорода, аммиака, диоксида азота — электрохимический. Газоанализатор по истечении времени прогрева осуществляет непрерывное автоматическое измерение содержания определяемых компонентов, обеспечивает одновременную цифровую индикацию концентрации измеряемых газов на встроенном жидкокристаллическом дисплее с подсветкой. Принцип работы газоанализатора состоит в том, что электрические сигналы, пропорциональные содержанию определяемых компонентов, преобразуются в цифровую форму. Единицей фактической величины является содержание  $\text{CO}_2$  в объемной доле, т. е. в % (от 0 до 20 %). Газоанализатор обеспечивает сохранение в энергонезависимой памяти архива до 500 последних измерений.

Питание прибора осуществляется от аккумуляторных батарей, время зарядки которых составляет 16 ч.

Поскольку при использовании газоанализатора определяются только концентрации газов, для гигиенической оценки воздушной среды в лечебно-профилактических организациях необходимо иметь дополнительное оборудование для измерения температуры воздуха, относительной влажности и температуры точки росы.

**Комбинированный измеритель  $\text{CO}_2$  «Wall-mount  $\text{CO}_2$  monitor»** позволяет с помощью сенсорного датчика одновременно определять в воздухе концентрацию  $\text{CO}_2$ , температуру воздуха, температуру точки росы и относительную влажность (рис. 3). Оценка химического состава воздуха проводится путем сравнения фактического значения содержания вещества с ПДК в соответствии с действующими нормативными документами.



Рис. 3. Комбинированный измеритель CO<sub>2</sub> «Wall-mount CO<sub>2</sub> monitor»

Концентрация CO<sub>2</sub> определяется в величинах ppm (parts per million), т. е. количество частиц CO<sub>2</sub> на один миллион частиц воздуха (1000 ppm = 0,1 % CO<sub>2</sub>). Температура воздуха и температура точки росы определяются в °С, относительная влажность — в %. Полученная информация выводится на дисплей, а также может сохраняться в памяти прибора. Прибор компактный, малогабаритный, бесшумный, не выделяет каких-либо вредных веществ во внешнюю среду. Работает от электрической сети с напряжением 220 В через адаптер.

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Определить содержание CO<sub>2</sub> в воздухе учебного класса кафедры.
2. Рассчитать фактический и необходимый объем вентиляции и кратность воздухообмена. Оценить эффективность вентиляции.
3. Решить ситуационные задачи.

### САМОКОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

#### РАСЧЕТ ОБЪЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ И КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА (ПО СОДЕРЖАНИЮ CO<sub>2</sub>)

Расчет объема вентиляции производится по формулам:

$$L_{\text{необх.}} = \frac{\Pi \cdot N}{P_1 - P_2},$$

$$L_{\text{фактич.}} = \frac{\Pi \cdot N}{P - P_2},$$

где  $L_{\text{необх.}}$  — необходимый объем вентиляции, м<sup>3</sup>;  $L_{\text{фактич.}}$  — фактический объем вентиляции, м<sup>3</sup>;  $\Pi$  — количество CO<sub>2</sub>, выдыхаемое человеком в час (22,6 л);  $N$  — число людей в помещении;  $P$  — фактическое содержание

CO<sub>2</sub> в воздухе помещения;  $P_1$  — максимально допустимое содержание CO<sub>2</sub> в воздухе помещения (0,1 % = 1 ‰ = 1 л/м<sup>3</sup>);  $P_2$  — содержание CO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе (0,04 % = 0,4 ‰ = 0,4 л/м<sup>3</sup>).

Кратность воздухообмена рассчитывается по формулам:

$$K_{\text{необх.}} = L_{\text{необх.}}/V,$$

$$K_{\text{фактич.}} = L_{\text{фактич.}}/V,$$

где  $K_{\text{необх.}}$  — необходимая кратность воздухообмена, разы;  $K_{\text{фактич.}}$  — фактическая кратность воздухообмена, разы;  $V$  — объем помещения (кубатура), м<sup>3</sup>.

### РАСЧЕТ ОБЪЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ И КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИИ (ЧЕРЕЗ ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ ОТВЕРСТИЕ)

Расчет объема вентиляции производится по формуле:

$$L_{\text{необх.}} = \frac{\Pi \cdot N}{P_1 - P_2},$$

$$L_{\text{фактич.}} = S \cdot v \cdot t,$$

где  $S$  — площадь вентиляционного отверстия (форточка), м<sup>2</sup>;  $v$  — скорость движения воздуха в вентиляционном отверстии, м/с;  $t$  — время проветривания, с.

Кратность воздухообмена при естественной вентиляции можно вычислить по формулам:

$$K_{\text{необх.}} = L_{\text{необх.}}/V,$$

$$K_{\text{фактич.}} = L_{\text{фактич.}}/V,$$

где  $V$  — объем помещения, м<sup>3</sup>.

### ЭТАЛОН РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**Задача 1.** При санитарно-гигиеническом обследовании воздушной среды в послеоперационной палате хирургического отделения (кубатура 69,7 м<sup>3</sup>), где находятся 4 пациента, содержание CO<sub>2</sub> составило 0,12 %. Определить необходимый и фактический объем вентиляции и кратность воздухообмена.

**Решение:**

1. Определяем необходимые объем вентиляции и кратность воздухообмена:

$$L_{\text{необх.}} = \frac{\Pi \cdot N}{P_1 - P_2} = \frac{22,6 \cdot 4}{1 - 0,4} = 150,6 \text{ м}^3,$$

$$K_{\text{необх.}} = \frac{150,6}{69,7} = 2,16.$$

2. Определяем фактические объем вентиляции и кратность воздухообмена:

$$L_{\text{фактич.}} = \frac{П \cdot N}{P - P_2} = \frac{22,6 \cdot 4}{1,2 - 0,4} = 113 \text{ м}^3,$$

$$K_{\text{фактич.}} = \frac{113}{69,7} = 1,62.$$

**Заключение.** Фактическая кратность воздухообмена (1,62 раза) значительно ниже необходимой (2,16 раза), что свидетельствует о неэффективности вентиляции в обследованной палате. Необходимо увеличить время проветривания.

**Задача 2.** В палате кубатурой  $60 \text{ м}^3$ , где находятся 3 человека, проветривание происходит за счет форточки, которую открывают на 10 мин каждый час. Скорость движения воздуха в вентиляционном отверстии — 1 м/с, площадь форточки —  $0,15 \text{ м}^2$ . Рассчитать кратность воздухообмена.

**Решение:** за 10 мин (600 с) в палату поступает:

$$L_{\text{фактич.}} = S \cdot v \cdot t = 0,15 \cdot 1 \cdot 600 = 90 \text{ м}^3.$$

Кратность воздухообмена при этом составляет:  $K_{\text{фактич.}} = \frac{90}{60} = 1,5$ .

Далее определяем необходимые объем вентиляции и кратность воздухообмена:

$$L_{\text{необх.}} = \frac{22,6 \cdot 3}{1 - 0,4} = 123 \text{ м}^3, \quad K_{\text{необх.}} = \frac{123}{60} = 2,05.$$

**Заключение.** Фактическая кратность воздухообмена ниже необходимой для обследуемого помещения. Рекомендуется увеличить время проветривания палаты.

## СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

**Задача 1.** Определите фактическую и необходимую кратность воздухообмена для жилой комнаты размером  $5,5 \times 3,9 \times 2,8 \text{ м}$ , в которой проживает 3 человека. Содержание  $\text{CO}_2$  в момент исследования составило 0,19 %. Дайте гигиеническую оценку объема вентиляции и кратности воздухообмена.

**Задача 2.** На кафедре в учебном классе глубиной 6,2 м, длиной 8 м, высотой 3,1 м занимается 14 студентов. К концу занятий концентрация



CO<sub>2</sub> составила 0,18 %. Каковы фактический и необходимый объем вентиляции и кратность воздухообмена?

**Задача 3.** В аудитории размером 8 × 15 × 5 м занимается 80 студентов. Аудитория оборудована приточно-вытяжной вентиляцией. Определите, какое количество воздуха должно подаваться в аудиторию в течение часа. Какая при этом будет кратность воздухообмена?

**Задача 4.** В больничной палате объемом 60 м<sup>3</sup> находятся 6 пациентов. Ее проветривают путем открытия форточки на 10 мин через каждый час. Площадь форточки — 0,15 м<sup>2</sup>. Скорость движения воздуха составляет 2 м/с. Рассчитать фактическую и необходимую кратность воздухообмена и оценить полученные данные.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. *Общая гигиена* : учеб. пособие : в 2 ч. / Н. Л. Бацукова [и др.]. Минск : Издательство Гревцова, 2012. Ч. 1. С. 57–67, 89–93.
2. *Большаков, А. М.* Общая гигиена : учеб. / А. М. Большаков. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. С. 27–58, 176–182.
3. *Гигиена и экология человека* : учеб. / В. М. Глиненко [и др.]. Москва : Медицинское информационное агентство, 2010. С. 91–106, 183–203.
4. *Макшанова, Е. И.* Лекции по общей гигиене и экологии в схемах и таблицах : пособие для студ. пед. ф-та / Е. И. Макшанова, Т. И. Зиматкина. Гродно : ГрГМУ, 2010. 486 с.

### *Дополнительная*

5. *Гигиеническая оценка микроклимата воздушной среды в палатах ожогового отделения* : инструкция по применению : утв. заместителем Министра здравоохранения, Главным государственным санитарным врачом Респ. Беларусь 23.11.2015 г. № 016-1115. Минск, 2015. 9 с.
6. *СНБ 4.02.01-03.* Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : утв. постановлением Министерства здравоохранения Респ. Беларусь. Минск, 2005. 78 с.

Таблица расчетных параметров воздуха

Помещение	Расчетная температура в холодный период, °С	Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха
Палаты для взрослых пациентов, матерей детских отделений, больных туберкулезом	20	80 м <sup>3</sup> /ч на 1 койку
Послеоперационные палаты, реанимационные, палаты интенсивной терапии, родовые, наркозные	22	По расчету, не менее 10 раз
Послеродовые палаты	22	80 м <sup>3</sup> /ч на 1 койку
Палаты для ожоговых пациентов	22	80 м <sup>3</sup> /ч на 1 койку
Палаты для детей	22	80 м <sup>3</sup> /ч на 1 койку
Палаты для недоношенных, травмированных, грудных и новорожденных детей	25	По расчету, не менее 80 м <sup>3</sup> /ч на 1 койку
Боксы, палатные секции инфекционного отделения	22	2,5 (подача воздуха в коридор) раза
Предродовые, фильтры, приемно-смотровые боксы, перевязочные, процедурные	22	1,5 раза
Кабинеты врачей, комнаты персонала	20	1 раз
Кабинеты ангиографии, рентгенодиагностические, флюорографические, массажные кабинеты	20	3 раза
Залы лечебной физкультуры	18	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 занимающегося
Ингаляторий	20	8 раз
Помещения для санитарной обработки пациентов, душевые, помещения для ванн (кроме радоновых), лечебные плавательные бассейны	25	3 раза
Помещения радоновых ванн, грязелечебные залы	25	4 раза
Регистратуры, справочные, вестибюли, гардеробные, буфетные, столовые для пациентов	18	1 раз
Уборные и умывальные	20	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз, 25 м <sup>3</sup> /ч на 1 писсуар
Помещения для хранения гипсовых бинтов и гипса, бельевые, кладовые хозяйственного инвентаря, реактивов и аппаратуры	16	1 раз
Стерилизационные	16	1 раз
Хранилища радиоактивных веществ, фасовочные и моечные радиологических отделений, моечные в лабораториях	18	5 раз
Малые операционные	22	10 раз
Помещения хранения трупов	2	5 раз



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы .....	3
Значение воздуха для организма человека .....	4
Гигиенические требования к эксплуатации вентиляционных систем .....	8
Показатели эффективности вентиляции .....	9
Вентиляция в помещениях учреждений здравоохранения .....	10
Организация воздухообмена в палатном отделении, режим проветривания и аэрации .....	12
Санитарные нормы искусственной вентиляции .....	14
Особенности вентиляции в инфекционных отделениях .....	14
Особенности вентиляции в ожоговых отделениях .....	14
Роль вентиляции в профилактике внутрибольничной инфекции .....	15
Гигиенические требования к вентиляции в аптечных учреждениях .....	17
Методы оценки состава воздуха помещений .....	19
Задание для самостоятельной работы студентов .....	22
Самоконтроль усвоения темы .....	22
Список использованной литературы .....	25
Приложение 1 .....	26
Приложение 2 .....	27