

# СОЗДАНИЕ БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ЗДАНИЯ БОЛЬНЫЕ И ЗДАНИЯ ЗДОРОВЫЕ

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

синдром «больного здания»,  
экологическая безопасность  
жилища,  
атипичная пневмония,  
легионелла,  
здоровые здания

**М. М. Бродач**, канд. техн. наук, вице-президент НП «АВОК», профессор Московского архитектурного института (Государственная академия)

**Н. В. Шилкин**, канд. техн. наук, профессор Московского архитектурного института (Государственная академия)

К концу 1970-х годов было отмечено, что пользователи зданий часто страдают от ряда относительно легких заболеваний, у которых нет очевидной причины, но при этом было установлено, что они каким-то образом вызваны самим зданием. Эти симптомы включают разную степень раздражения глаз, носа, горла, кожи, а также общие симптомы, такие как сонливость и головные боли.

На первый взгляд эти симптомы могут показаться незначительными, но вместе они представляют собой серьезную проблему. Это связано прежде всего с тем обстоятельством, что жители городов, особенно крупных, большую часть своего времени проводят в том или ином здании – дома, на работе, на отдыхе.

Поскольку все эти заболевания могут возникать и вне здания, изначально было трудно показать, что они могут быть вызваны именно этим зданием. Несмотря на то, что точные причины связи тех или иных симптомов со зданием зачастую неясны, опыт показывает, что можно как принять меры по исправлению существующих «больных зданий», так и избежать проблем в новом строительстве. От «больных зданий» мы должны перейти к зданиям здоровым.



## Проблема «больного здания» – история вопроса

В конце 1970-х годов специалисты стали отмечать появление неспецифических симптомов<sup>1</sup> какого-то заболевания, на которое жаловались жители и пользователи недавно построенных домов, офисов, детских садов. В средствах массовой информации это заболевание назвали «офисная болезнь» (office illness). Исследования, проведенные в Великобритании, и особенно в Дании под руководством профессора Оле Фангера<sup>2</sup>, обобщили данные о влиянии качества микроклимата на здоровье, самочувствие, производительность труда. К 1986 году, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), от 10 до 30 % недавно построенных офисных зданий на Западе имели проблемы с микроклиматом и качеством воздуха в помещениях. На этом фоне в 1986 году ВОЗ ввел специальный термин – синдром «больного здания» (SBS, Sick Building Syndrome). В шведском исследовании 1989 года [1], посвященном проблеме предотвращения аллергии и гиперчувствительности, «больное здание» отмечается как одна из причин этих заболеваний и одновременно подчеркивается негативная роль плохой вентиляции:

*Одна из форм гиперчувствительности, которой в последнее время уделяется все больше внимания, – это проблемы, с которыми сталкиваются люди в так называемых «больных зданиях». «Больные здания» могут вызывать те же симптомы, что и при аллергии, но могут также вызывать более рассеянные симптомы, такие как головные боли, тошнота, головокружение, покраснение кожи и т. д. Причинами этого является плохое качество воздуха в помещении из-за особенностей конструкции, строительных и отделочных материалов, которые дали нам герметичные дома с высокой степенью эмиссии химических веществ в воздух помещений. В то же время этим домам присуща плохая вентиляция, которая не может удалить загрязнители. Также этому способствуют отсутствие уборки, грязные ковры и домашние животные в помещении [1].*

В 1990-х годах проблема «больных зданий» была широко исследована. Всесторонне были изучены различные физические и химические факторы, определяющие качество микроклимата в зданиях. Проблема все чаще освещалась в СМИ и описывалась как «бомба замедленного действия».

В конце 1990-х годов в результате исследований стало понятно, что с медицинской точки зрения синдром «больного здания» не является отдельным заболеванием: это, скорее, совокупность нескольких десятков связанных между собой болезней. С середины нулевых термин «синдром "больного здания"» перестал использоваться как медицинский (то есть в качестве клинического диагноза). Однако в средствах массовой информации и в специальной технической литературе это понятие широко используется для характеристики плохого качества микроклимата помещений и качества воздуха

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИНДРОМА «БОЛЬНОГО ЗДАНИЯ»

*Синдром «больного здания» – это болезненное состояние, при котором люди, находящиеся в здании, в котором они работают или проживают, страдают от болезненных симптомов или хронических заболеваний, причиной которых является само это здание. Эти симптомы имеют тенденцию усиливаться по мере того, как люди больше времени проводят в здании; они уменьшаются или даже исчезают, когда люди покидают «больное здание».*

внутри помещений, вызванных в первую очередь плохой работой системы климатизации. Термин из медицинского стал инженерно-строительным.

### Синдром «больного здания» сегодня

Сегодня ВОЗ описывает синдром «больного здания» как заболевание, при котором у людей в здании проявляются симптомы болезни и плохое самочувствие без видимой причины; при этом симптомы имеют тенденцию усиливаться по мере того, как люди проводят больше времени в здании, но уменьшаются или даже исчезают после того, как люди это здание покидают.

Синдром «больного здания» широко распространен, он может возникать в офисах, жилых домах, детских дошкольных учреждениях и школах. Сейчас ВОЗ оценивает его долю в 30 % новых, реконструированных или отремонтированных зданий.

Помимо проблем со здоровьем, синдром «больного здания» приводит к существенному снижению производительности труда и увеличению количества прогулов. Величина потерь экономики по этой причине может достигать значительных величин; ВОЗ приводит цифры до 0,5–1,0 % величины ВВП.

### Симптомы «больного здания»

Наиболее частые симптомы синдрома «больного здания» следующие:

- раздраженные, сухие или слезящиеся глаза (иногда этот синдром описывается как зуд, усталость, покраснение, жжение, трудности с ношением контактных линз);
- раздражение, насморк или заложенность носа (иногда синдром описывается как заложенность носа, кровотечение из носа);
- сухость или боль в горле (иногда синдром описывается как раздражение горла, раздражение верхних дыхательных путей или затрудненное глотание);
- сухость, зуд или раздражение кожи, иногда с сыпью;
- менее специфические симптомы, такие как головная боль, сонливость, раздражительность, плохая концентрация внимания.

<sup>1</sup> Неспецифический симптом – симптом, который может быть присущ целому ряду каких-либо болезней; специфический симптом присущ только одной конкретной болезни.

<sup>2</sup> В журнале «АВОК» неоднократно публиковались статьи профессора Оле Фангера, например [2] и др.

Необходимо разработать нормативно-методический рекомендательный документ для внедрения в объекты социального назначения (больницы, детские сады, школы) наилучших международных практик в области проектирования здоровых зданий. Пользователи социальных учреждений являются наиболее уязвимыми категориями населения, поэтому внедрение методов проектирования с учетом воздействия зданий на состояние здоровья, а также последних достижений в науке о здоровых зданиях будет иметь для этих категорий граждан наибольший эффект. Нормативно-методические рекомендательные документы должны стать обязательными при строительстве подобных заведений при условии государственного финансирования этих проектов. Для существующих объектов социальной инфраструктуры будут рекомендованы меры по их модернизации.

Ксения Агапова,  
заместитель директора BREEAM AP |  
WELL AP | LEED AP | MBA

Обычно несколько из этих симптомов возникают одновременно и часто сопровождаются жалобами на духоту, спертый и/или сухой воздух, слишком высокую или слишком низкую температуру.

### Другие болезни

Существует еще целый ряд болезней, так или иначе связанных с «больным зданием», но не включенных в синдром «больного здания»:

- инфекции, как передающиеся воздушно-капельным путем (такие, как простуда), так и исходящие от сантехнического оборудования (например, кишечные инфекции);

- хронические заболевания, вызванные табачным дымом;
- отравление компонентами строительных и отделочных материалов (такими, как свинец в краске);
- легионеллез («болезнь легионеров»);
- воздействие загрязняющих веществ, выделяющихся при определенных технологических (промышленных) процессах;
- онкологические заболевания, вызванные воздействием радона;
- заболевания, связанные с канцерогенным действием асбеста<sup>3</sup>;
- негативное воздействие высокой сырости;
- негативный эффект от несоблюдения условий теплового комфорта;
- ухудшение слуха от излишнего шума.

### Экологическая безопасность жилища

Как отмечает профессор Ю. А. Табунщиков [3], до середины XX века общепринятым мнением было, что именно люди являются главным источником загрязнения в жилых помещениях. К биологическим выделениям человека относятся выделение углекислого газа, влаги и различных химических веществ в крайне малых концентрациях. Однако в последние годы установлено, что в помещениях, помимо людей, существует много других источников загрязнения: строительные материалы, мебель, ковры, электронное оборудование и даже системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха. Ю. А. Табунщиков ввел понятия «экологическая безопасность жилища» и «загрязняющие факторы» – комплекс выделений и воздействий, вредных для состояния организма человека. К вредным для состояния организма человека выделениям он отнес газообразные (например, табачный дым, формальдегиды) и биологические (например, бактерии легионеллы), а к вредным для состояния организма человека воздействиям – радиационные, электромагнитные, звуковые воздействия и т. п.

## SOU 1989:76 «О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ АЛЛЕРГИИ И ГИПЕРЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ»

В главе 5 «Микроклимат помещений» исследование аллергии констатирует, что, несмотря на то обстоятельство, что еще столетие назад было известно о важной роли качества воздуха в помещении для здоровья людей, качество воздуха и аспекты здоровья в последние годы оставались в тени. Экологические дебаты велись о загрязнении окружающей среды, а не о микроклимате помещений, несмотря на то, что мы проводим в помещениях 85–90 % нашего времени. Относительно мало внимания уделялось связи между плохим качеством воздуха в помещении и развитием аллергии и гиперчувствительности. Сегодняшних знаний недостаточно, чтобы указать на относительную важность отдельных факторов. Однако мы знаем достаточно, чтобы утверждать, что существует связь между качеством воздуха в помещении и развитием аллергии и гиперчувствительности, а также изучать взаимодействие ряда факторов. В ходе исследования установлено, что детские дома, школы, дошкольные учреждения и дневные детские сады часто являются «больными зданиями». Это также в значительной степени относится к офисам и жилью. Имеющиеся данные о количестве «больных зданий» отрывочны. Данные показывают, что пострадали до трети домов, построенных или отремонтированных в течение 1960-х годов и позже. Проблемы с влажностью часто являются общим фактором. Что касается детских садов, построенных в 1970–1980-х годах, есть сообщения, согласно которым каждый четвертый детский сад имел проблемы с микроклиматом помещений. Как правило, вентиляция детских садов рассчитана на нормальные жилищные нормы, а не на дневные, что приводит к недостаточной вентиляции и плохому качеству воздуха. Отчеты о школах страны показывают нехватку технического обслуживания и вентиляции почти в трех четвертях школ. Даже в офисе проблемы с «больными зданиями» кажутся серьезными.

<sup>3</sup> Ряд специалистов считают канцерогенные свойства асбеста недоказанными.

# «АВОК»: сертификация программного обеспечения

20 лет опыта сертификации  
российских и зарубежных  
программ



Реклама

[www.abok.ru](http://www.abok.ru)  
+7 (495) 621-8048

СДС ФЦСПО «АВОК»

Отель «Метрополь», Гонконг



К сожалению, как отмечает проф. Ю. А. Табунщиков, в настоящее время нет возможности инструментального измерения большинства загрязнителей, равно как и возможности инструментального измерения экологической безопасности жилища. Особую опасность представляет экологическая обстановка в помещениях многоэтажных зданий современного массового строительства с естественной вентиляцией. Здесь и дешевые строительные материалы, и мебель на основе клеевых древесно-стружечных материалов с обивкой из синтетических тканей, и пластиковые покрытия полов, и газовые плиты и т. д. Все эти факторы могут привести к возникновению синдрома «больного здания».

### Причины заболевания здания

Часто причины заболевания здания связаны с плохой работой или с неисправностями систем климатизации (отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха).

Симптом «больного здания» обычно возникает при недостаточной вентиляции, плохом качестве внутреннего воздуха, недостаточной его очистке. Другой причиной может быть токсичное действие плесени и грибков, которые появляются во влажных, плохо проветриваемых помещениях. К заболеваниям также приводят загрязнители, образующиеся при дегазации некоторых типов строительных материалов, летучие органические соединения (ЛОС), высокая концентрация озона (может выделяться как побочный продукт работы офисной техники) и т. д.

Синдром «больного здания» – термин, не связанный с конкретным заболеванием, поэтому он и не имеет какого-то конкретного лечения. Лечение должно быть связано с конкретной болезнью, вызванной воздействием известного вредного фактора.

### Риски пандемий

В условиях пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 один из самых актуальных вопросов на повестке дня – могут ли здания способствовать распространению подобных заболеваний и, наоборот, могут ли защитить от них своих обитателей?

Два наиболее известных заболевания до пандемии коронавирусной инфекции, которые обычно связывают с «больными зданиями», – это так называемая атипичная пневмония и «болезнь легионеров». Что же представляют собой эти болезни и как они могут быть связаны со зданиями?

#### Атипичная пневмония

Пневмония – это воспаление легких. Наиболее распространена пневмония, вызванная бактериями – пневмококками (*Streptococcus pneumoniae*). Но кроме этой, хорошо изученной болезни, воспаления легких может быть и совершенно иной природы: его причиной могут быть другие бактерии, вирусы, грибки. В этом случае клиническая картина отличается от обычной пневмококковой пневмонии, поэтому эти виды пневмонии стали называть атипичными. В СМИ под термином «атипичная пневмония» обычно подразумевается воспаление легких, вызванное вирусом тяжелого острого респираторного синдрома. Но, например, «болезнь легионеров» – это тоже один из видов атипичной пневмонии.

**Пример распространения болезни I.** Пневмония, вызванная вирусом тяжелого острого респираторного синдрома (Severe acute respiratory syndrome, SARS), получила широкую известность после вспышки 2002–2003 годов. Возбудителем этой болезни является коронавирус SARS-CoV. С 1 ноября 2002 года по 31 июля 2003 года было зафиксировано 8096 случаев заболевания, скончалось 774 пациента, летальность составила 9,6 %. Эпидемия затронула 29 стран, больше всего заболевших было в Китае и Гонконге. Один случай заболевания был и в России.

С «больным зданием» эту вспышку SARS связывают события в Гонконге. Именно там два здания сыграли ключевую роль в распространении инфекции.

Трансграничному распространению болезни способствовал эпизод в гонконгском отеле «Метрополь». В феврале 2003 года в Гонконг прибыл Лю Цзяньлунь, врач из китайской провинции Гуандун (Кантон), который лечил пациентов в Мемориальной больнице Сунь Ятсена. Лю Цзяньлунь остановился в отеле «Метрополь» в номере на девятом этаже. Он пробыл в номере всего одну ночь, а утром был госпитализирован с симптомами SARS. Это был первый случай за пределами материкового Китая. После этого заразились еще 16 гостей, которые распространили заболевание не только в Гонконге, но и в Канаде, Сингапуре, Тайване и Вьетнаме. При этом заразившиеся даже не контактировали напрямую с Лю Цзяньлуном. Фактором переноса инфекции стало само здание отеля.

Следы РНК вируса SARS-CoV были выявлены на ковре перед номером Лю Цзяньлуна и в трех соседних номерах, а также на дверных рамах со стороны коридора. Кроме этого, следы РНК были обнаружены на вытяжных решетках в лифтовом холле девятого этажа. В номерах поддерживалось положительное

давление воздуха по отношению к коридору, то есть перетоки были исключены. Таким образом, заражение произошло в местах общего пользования на девятом этаже – в коридоре или лифтовом холме. Эти области могли быть загрязнены жидкостями из организма первого заболевшего, например в виде аэрозоля. Другие гости были заражены, просто проходя через те же места.

**Пример распространения болезни 2.** Другое здание, сыгравшее существенную роль в распространении вируса SARS-CoV, – большой многоэтажный жилой комплекс Amoy Gardens (19 зданий высотой от 30 до 40 этажей). В марте–апреле 2003 года вспышка атипичной пневмонии SARS затронула более 300 жителей, или 1,7 % от общей численности жителей Amoy Gardens. К 15 апреля 2003 года в комплексе был зарегистрирован 321 случай SARS. Основное количество заражений (41 % случаев) было зафиксировано в одном из зданий – блоке E.

Как оказалось, основным фактором распространения инфекций стала система водоотведения. В ванных комнатах конструкция душевых трапов не позволяла гарантированно поддерживать заполнение водой гидрозатворов, в результате чего содержащиеся вирусы аэрозоли просачивались в ванные комнаты других этажей. Ситуация усугублялась работой вытяжных вентиляторов, которые способствовали подосу загрязненного воздуха из других ванных комнат и выбросу его в атмосферу. По мнению специалистов, заражение в других зданиях комплекса произошло именно из-за переноса аэрозолей ветром.

После вспышки SARS жителей временно переселили. Комплекс был дезактивирован, после чего жители смогли вернуться. Позже система водоотведения комплекса была модернизирована таким образом, чтобы предупредить распространение канализационных газов.

Таким образом, в обоих случаях здания стали фактором заболевания SARS, но если здание отеля никак не интенсифицировало распространение инфекции (хотя и не защитило от нее постояльцев), то в жилом комплексе заражению жителей способствовали именно особенности конструкции и ошибки в реализации инженерных систем.

### «Болезнь легионеров»

Другое известное заболевание, традиционно связываемое с «большими зданиями», – так называемая «болезнь легионеров». Своё название она получила в июле 1976 года, когда среди людей (около 2 тыс. человек), присутствовавших на съезде Американского легиона (организация американских ветеранов боевых действий) в отеле Bellevue-Stratford в Филадельфии, произошла вспышка пневмонии. Из 182 зарегистрированных случаев 29 окончились летальным исходом. 18 января 1977 года возбудитель был идентифицирован как ранее неизвестный штамм бактерий, впоследствии названный *Legionella*, а вид, вызвавший вспышку, был назван *Legionella pneumophila*. В период с 1995 по 2005 годы Европейской рабочей группе

по инфекциям легионемами было зарегистрировано более 32 тыс. случаев заболевания и более 600 вспышек.

Подобные случаи фиксировались и ранее. Например, вспышка очень похожего заболевания была отмечена в 1968 году в городе Понтиак, штат Мичиган в США. Болезнь была названа понтиакской лихорадкой.

### Условия обитания и размножения

«Болезнь легионеров» относится к группе так называемых сапронозных заболеваний, то есть заболеваний, возбудители которых в естественных условиях обитают в неживых (абиотических) объектах. В случае бактерии легионеллы таким местом обитания является вода с температурой 20–50 °С. При этом при температуре ниже 20 °С бактерия выживает, но не размножается, а выше 50 °С – погибает (при 70 °С и выше – мгновенно). Идеальными условиями для размножения считается диапазон 32–42 °С, но расти бактерии начинают и при 25 °С. Такие условия очень часто имеют место в различных антропогенных объектах – градирнях, бассейнах, гидромассажных устройствах, фонтанах, увлажнителях воздуха и т. д., вплоть до омывателей стекла в автомобилях. Заражение происходит воздушно-капельным путем, при попадании мельчайших капелек зараженной воды в легкие человека. А вот от человека к человеку легионеллы не передаются.

### Примеры распространения

Очень часто причиной «болезни легионеров» становится само здание или его компонент, то есть инженерное оборудование. Так, в апреле 1985 года 175 человек в Стаффорде, Англия, были госпитализированы с пневмонией. Всего погибло 28 человек. Оказалось, что это «болезнь легионеров». Немедленное расследование установило источник инфекции – им оказались градирни системы кондиционирования воздуха, установленные на крыше больницы Стаффорда.



Жилой комплекс Amoy Gardens

В сентябре 2005 года 127 постояльцев дома престарелых в Канаде заболели *L. pneumophila*, и в течение недели умер 21 человек. Источник вспышки был обнаружен также в градирнях системы кондиционирования воздуха на крыше дома престарелых. В 2012 году 180 человек пострадали, 13 из них умерли в результате вспышки в Квебек-Сити, Канада, также из-за загрязненной воды в градирне. В ноябре 2014 года 302 человека были госпитализированы после вспышки легионеллы в Португалии, было зарегистрировано семь связанных смертей. Предполагается, что источник находится в градирнях

## ПРОФИЛАКТИКА СИНДРОМА «БОЛЬНОГО ЗДАНИЯ»

- Регулярная инспекция состояния здания для выявления плесени, грибков и других источников токсинов.
- Регулярное техническое обслуживание всех механических систем здания.
- Использование для озеленения помещений особых видов растений, способных поглощать токсины (в качестве примера такого растения часто приводят сансевиерию).
- Очистка кровельных материалов для удаления водорослей, плесени и цианобактерий *Gloeocapsa magma*, разрушающих эти материалы.
- Использование озона для нейтрализации ряда источников загрязнений, таких как летучие органические вещества (ЛОВ), плесень, грибки, бактерии, вирусы и даже запахи (хотя по поводу эффективности этого мероприятия ряд специалистов высказывает сомнения).
- Увеличение кратности воздухообмена.
- Регулярное обслуживание систем климатизации.
- Ультрафиолетовая обработка приточного воздуха.
- Установка секций очистки воздуха в приточной установке или центральном кондиционере для удаления ЛОВ, биоэффлюэнтлов (запахов людей) и т. д.
- Центральные системы пылеудаления, которые полностью удаляют все частицы, включая ультрадисперсные частицы (УДЧ, англ. ultrafine particle, UFP) размером менее 0,1 мкм.
- Регулярная пылеборка пылесосом, оборудованным HEPA-фильтром для сбора и удержания 99,97% частиц размером до 0,3 мкм.
- Регулярная сушка на ярком солнце постельных принадлежностей.
- Использование регулируемого освещения рабочих мест; по возможности использование естественного освещения.
- Перемещение офисных принтеров и копировальных аппаратов за пределы рабочей зоны (то есть их физическое отделение от зоны подачи воздуха в рабочую зону), желательно в другое помещение или даже здание.
- Замена офисной техники на оборудование с более низким уровнем выбросов.
- Выявление любых предметов, техники, отделочных материалов, выделяющих вредности, с целью удаления их из здания.

завода по производству удобрений. В декабре 2014 года – вспышки болезни в Бронксе, штат Нью-Йорк. Источник заболевания – градирни жилого комплекса. В июле и августе 2015 года в результате другой, не связанной с предыдущей, вспышки в Бронксе погибло 12 человек и еще около 120 человек заболели; инфекция возникла в градирне на крыше гостиной. В конце сентября этого же года еще один человек умер от болезни и 13 человек заболели в новой вспышке. При этом градирни, из-за которых люди были инфицированы при последней вспышке, были очищены во время летней вспышки. 28 августа 2015 года в государственной тюрьме Сан-Квентин в Северной Калифорнии была обнаружена вспышка «болезни легионеров»; заболел 81 человек, причиной уже традиционно стало загрязнение воды в градирнях.

Таким образом, инженерное оборудование – один из основных факторов заражения «болезнью легионеров». При этом нетрудно представить тяжелейшие последствия попадания бактерии, например, в камеру орошения центральной СКВ: зараженный аэрозоль будет распределен по всем обслуживаемым помещениям, что называется, автоматически.

### От «больных зданий» – к зданиям здоровым

Внимание к проблеме «больных зданий» привело к тому, что уже в 1990-е годы появилось новое направление, которое стало результатом прямого противопоставления «больным зданиям» – здоровое здание (healthy building). Два основных направления перехода к строительству здоровых зданий – это использование безопасных строительных материалов и эффективных систем вентиляции.

В большинстве случаев простое улучшение качества воздуха в помещении ослабит или даже устранил воздействие вредных факторов, связанных со зданием. Но установить точную причину заболевания возможно только после тщательного анализа, проводимого сертифицированными специалистами. Зная причину, можно очистить здание от загрязнений.

Очень важно, чтобы мониторинг состояния здания выполнялся совместно с мониторингом здоровья сотрудников или жителей. И здесь огромную роль могут сыграть здоровые здания, которые поддерживают и здоровье человека, и его хорошее физическое и психологическое состояние, социальное здоровье и благополучие, стимулирующее активность и жизнедеятельность людей [3].

В продолжение темы здорового здания на базе журнала «Энергосбережение» создается Совет по технологиям здорового здания и готовится манифест «Здоровые здания для всех».

### Литература

1. SOU 1989:76. Att förebygga allergi/överkänslighet. <https://lagen.nu/sou/1989:76>.
2. Fanger P. Ole. Качество внутреннего воздуха в XXI веке: в поисках совершенства // АВОК. 2000. № 2.
3. Табунщиков Ю. А. Экологическая безопасность жилища // АВОК. 2007. № 4.
4. Бродач М. М., Шилкин Н. В. От зеленых зданий – к здоровым зданиям: в фокусе внимания здоровье и благополучие людей // Энергосбережение. 2020. № 7. ■



## РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК 5.4.1–2020 «РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ГИБРИДНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ»

Р НП АВОК 5.4.1–2020



### РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

РАСЧЕТ  
И ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
РЕГУЛИРУЕМОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ  
И ГИБРИДНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ  
В МНОГОЭТАЖНЫХ  
ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

ISBN 978-5-90507-060-8

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО  
«Инженеры по отоплению, вентиляции,  
кондиционированию воздуха, теплоснабжению  
и строительной теплофизике» (НП «АВОК») [www.abok.ru](http://www.abok.ru)

Рекомендации представляют собой инструмент, позволяющий проектировщику решить задачи аэродинамического расчета системы естественной и гибридной регулируемой вентиляции, подбора оборудования, расчета энергопотребления и определения потенциала энергосбережения при применении указанных систем по сравнению с системами нерегулируемой вентиляции.

В рекомендациях приведены различные схемы организации регулируемой естественной и гибридной вентиляции в многоэтажных жилых домах. Приведено описание гибридной вентиляции с низконапорными вентиляторами, устанавливаемыми на оголовки вентиляционного канала, эжекторных систем, систем со стато-динамическими дефлекторами. Приводятся требования к материалам и оборудованию – приточным и вытяжным устройствам, переточным устройствам, вентиляторам, воздуховодам, надплитным зонтам. Приведены примеры технических решений, учитывающих переменные расходы воздуха.