Источник: https://ru.depositphotos.com

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В СПАЛЬНЕ

НА СОН И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В ТЕЧЕНИЕ СЛЕДУЮЩЕГО ДНЯ

П.СТРОМ-ТЕЙСЕН, Д. ЖУКОВСКА, П. ВАРГОЦКИ, Д. ВЬОН

Влияние качества воздуха в спальне на сон и самочувствие на следующий день было исследовано в ходе двух экспериментов, проводившихся в студенческих общежитиях с индивидуальным проживанием (в каждой комнате проживает один студент). Студенты (50 % мужчины, 50 % женщины) могли самостоятельно регулировать точку уставки термостата электрического конвектора отопления, но условия вентиляции определялись исследователями. В течение одной недели вентиляция спален осуществлялась открытием окна (в результате средний уровень CO_2 в помещении составлял 660 ppm), в течение следующей недели для вентиляции помещения использовалась бесшумная приточная установка, срабатывающая при превышении концентрации CO_2 уровня в 900 ppm (в результате средний уровень CO_2 составил 835 ppm). Наступление сна и его параметры фиксировались с помощью актиграфа. Каждое утро исследуемые заполняли онлайн-анкету о качестве сна и самочувствии. В течение дня исследуемые проходили два теста на логическое мышление. Результаты исследований по-

казали, что снижение концентрации CO_2 в спальне в ночное время улучшает качество сна, общее самочувствие и результаты тестов на логическое мышление.

Практическое применение

В реальной жизни, как правило, мы можем самостоятельно выбрать температуру воздуха в спальне. Но и в холодном, и в жарком климате высокого качества воздуха довольно проблематично. Это связано и с энергопотреблением, и с загрязненностью наружного воздуха, и с высоким уровнем уличного шума в городской черте. В результате качество воздуха в спальне довольно низкое и нередко уровень концентрации CO_2 доходит до показателей 2500 ppm. Одним из возможных решений может стать применение регенеративных теплоутилизаторов с реверсивным вентилятором, обеспечивающих приток наружного воздуха. Такие устройства могут регулировать свою производительность по уровню CO_2 в вытяжном воздухе и обеспечивать в помещении качество воздуха, необходимое для здорового сна.

Вступление

На сон приходится около трети человеческой жизни. Суточная норма сна для детей составляет 12–14 часов, для взрослых – 7–8 часов. Комфортная температура в спальне широко варьируется и зависит от индивидуальных предпочтений, теплоизоляционных свойств одежды для сна, толщины одеяла и т. п.

Как правило, двери и окна в спальне закрыты для обеспечения акустического комфорта и экономии энергии, поэтому воздух в спальне плохо вентилируется. Согласно исследованиям Sleep America (2004) 43 % детей в возрасте до 10 лет уже имеют в своей спальне телевизор, а 11 % имеют еще и компьютер. Эти устройства негативно влияют на качество воздуха и выделяют вещества, загрязняющие воздух, что доказано исследованиями (Bako-Biro, 2002; Nakagawa, 2003).

Исследования Beko (2010) показали, что фактический приток свежего воздуха в спальные комнаты детей школьного возраста в Дании и Бельгии в 57 % случаев значительно ниже требований стандарта EN 15251:2007.

При низком качестве воздуха в спальной комнате, возможно снижение качество сна и самочувствия на следующий день. Исследования Tynjala (Финляндия, 1999) и Meijer (Нидерланды, 2000) показали четкую связь между качеством сна ребенка и его способностью к концентрации на следующий день.

В исследованиях, проводимых Laverge в 2012 году, принимали участие 22 студента. Их просили спать поочередно при открытом (хорошая вентиляция) и закрытом окне (плохая вентиляция). При этом фиксировались и документировались показатели концентрации CO_2, температуры и относительной влажности воздуха. Каждое утро исследуемые заполняли анкеты, позволяющие оценить качество сна. Наступление сна фиксировалось с помощью актиграфа.

Результаты исследования подтверждали лучшее качество сна при хорошей вентиляции. Однако неожиданным стало снижение «эффективности сна» (отношение времени сна к общему времени, проведенному в постели) при хорошей вентиляции. Опрос студентов дал объяснение этому явлению: открытое окно вызывало чувство тревоги/отсутствия приватности.

Лабораторные исследования Lan (2013) и Zhou (2014), в ходе которых использовалась индивидуальная вентиляция с подачей свежего воздуха непосредственно в зону дыхания, подтвердили, что увеличение качества воздуха приводит к более быстрому переходу в сон исследуемых старших возрастных групп. Более того, мониторинг сердечной активности исследуемых показал, что хорошая вентиляция способствует глубокому сну.

Urlaub (2015) подготовил обзор исследований о влиянии качества воздуха на сон человека. Все исследования, информацию о которых он нашел, кратко изложены выше по тексту. Других исследований, согласно его обзору, не проводилось. Нами было принято решение провести масштабный натурный эксперимент по методике, схожей с предложенной Laverge в 2012 году.

Методы, объекты и субъекты исследования

Исследования проводились в студенческом городке Датского технического университета (Technical University of Denmark), расположенном в умеренной климатической зоне. Все комнаты в студенческом городке идентичны, имеют размер

3,6×3×2,4 м (длина×ширина×высота). В каждой комнате на стене, противоположной входу, установлено окно с двойным остеклением. Здания располагаются в тихом пригороде с высоким качеством наружного воздуха.

В каждой комнате установлены шкаф, рабочий стол, кровать и иногда собственная мебель студентов. Общежитие коридорного типа имеет общие душевые, туалеты и общую кухню. На кухне предусмотрена система вытяжной вентиляции с механическим побуждением. Компенсация удаляемого из кухни воздуха происходит за счет естественной инфильтрации и клапанов инфильтрации воздуха (КИВ), установленных в комнатах студентов. В ходе эксперимента КИВы в комнатах были герметично закрыты. В эксперименте принимали участие одинаковое число мужчин и женщин.

Рис. 1. Актиграф Philips Actiwatch 2

Студентам разрешали самостоятельно настраивать электрический конвектор в комнате под комфортную для них температуру воздуха. Исследователи просили студентов максимально придерживаться стандартного для них стиля жизни, единственным ограничением стал отказ от алкоголя и кофе.

Студенты самостоятельно выбирали одежду для сна, время отхода ко сну и продолжительность сна, что сильно отличает наш эксперимент от всех ранее проводимых, где данные показатели строго регламентировались.

К участию в эксперименте отбирались студенты без болезней дыхательных путей, аллергии, расстройств сна и никотиновой зависимости.

Анкетирование до начала исследований проводилось по методике Buysse (1989 – Pittsburgh Sleep Quality Index). Анкета содержала вопросы о качестве сна в прошлые месяцы. К исследованию допускались все студенты, вне зависимости от результатов анкетирования, и исследования проводились в середине семестра, когда не было серьезных тестирований по учебе.

Условия проведения исследований

- **Пилотный эксперимент**

Двадцать студентов десяти национальностей приняли участие в исследовании. Но данные только по четырнадцати из них были собраны и обработаны. В результате исследований:

– один из исследуемых не ночевал в общежитии одну ночь;
– один из исследуемых несколько ночей ночевал не один;
– результаты еще четверых не были приняты к обработке из-за пропуска времени заполнения анкет и непреднамеренного отключения датчиков CO_2 в помещении.

Клапаны инфильтрации воздуха в комнатах были плотно закрыты в ходе данного эксперимента. Каждый студент в согласованном порядке спал неделю при открытом окне и неделю при закрытом окне (приток воздуха только за счет неконтролируемой инфильтрации). Согласованный порядок подразумевал случайную выборку тех, кто начинает эксперимент с открытым окном, и тех, кто начинает с закрытым окном.

Режим открытого окна означал фиксацию створки окна с открытием в 10 см. В дневное время студенты могли самостоятельно выбирать – от-

крывать либо не открывать окно для проветривания. Эксперимент проводился в период с сентября по декабрь 2012 года, когда минимальная температура наружного воздуха колеблется в интервале от 7 до 11 °C. Смена режима открытия/закрытия окна в ночное время проходила по субботам. В исследовании использовали только данные наблюдений с понедельника по пятницу.

- **Основной эксперимент**

В основном исследовании приняли участие шестнадцать студентов двенадцати национальностей. Клапан инфильтрации воздуха был демонтирован, вместо него поставили установку для притока воздуха на базе малошумного вентилятора, управляемого по уровню CO_2 в помещении. Собственный шум вентилятора (22 дБ (А)) дополнительно снижался с помощью шумоглушителя. В ходе анкетирования некоторые студенты отмечали, что иногда слышали посторонний звук вентилятора, но никто из них не знал, что вентилятор использовался для притока свежего воздуха в комнату. Включение вентилятора происходило с наружней стороны комнаты в то время, когда в комнате никого не было. Таким образом, студенты были в неведении о деталях эксперимента.

Каждый студент провел неделю в режиме работающей вентиляции и неделю в режиме полностью отключенной системы вентиляции. В режиме работающей вентиляции вентилятор включался по датчику CO_2 в помещении при достижении уровня CO_2 900 ppm. В ночное время окна были полностью закрыты. В дневное время студенты могли самостоятельно регулировать открытие окна. Эксперимент проводился в период с февраля по апрель 2014 года, минимальная температура наружного воздуха колебалась в интервале от 3 до 4 °C.

Смена режима вентиляции проходила по субботам. В исследовании использовали данные наблюдений с понедельника по пятницу.

- **Измерения показателей и анкетирование**

Для измерения параметров воздуха в каждой комнате использовались две группы датчиков. Датчики располагались в центре помещения у межкомнатных перегородок и фиксировали с интервалом 5 минут значения температуры, относительной влажности и концентрации CO_2. Измерения уровня звукового давления не проводились. Для измерений температуры и влажности использовались датчики HOBO U12–012 с погрешностью измерений 0,35 К и 2,5 % соответственно. Для измерений уровня CO_2 использовались датчики Vaisala GM20, откалиброванные для интервала 0–5000 ppm, с погрешностью измерений 2 %.

Расход воздуха рассчитывался от установившихся значений CO_2.

ТАБЛ. 1. АНКЕТА О КАЧЕСТВЕ СНА

Вопрос	Варианты ответов	
Качество воздуха во время сна		
Температура	Слишком жарко	Слишком холодно
Влажность воздуха	Слишком влажный	Слишком сухой
Качество воздуха	Душно	Свежо
Сквозняки	Да	Нет
Шум	Тихо	Шумно
Освещение	Слишком яркое	Слишком темное
Одеяло	Слишком теплое	Слишком холодное
Симптомы		
Носовая полость	Сухая	Нормальная
Заложенность носа	Да	Нет
Ротовая полость	Сухая	Нормальная
Кожные покровы	Сухость	Нормальные
Состояние сухости глаз	Сухость	Нормальные
Веки	Чистые	Склеенные
Сухость губ	Влажные	Сухие
Жажда после сна	Да	Нет
Головная боль	Нет	Да
Психическое состояние после сна	Тревожное	Расслабленное
Живость ума	Бодрое	Сонное
Чувство отдыха от сна	Хорошо выспался	Чувство недосыпа
Самочувствие	Хорошее	Плохое
Показатели сна		
Качество сна	Низкое	Высокое
Продолжительность сна	Более чем достаточно	Недостаточно
Глубина сна	Глубокий сон	Легкий сон
Способность заснуть	Легко	Тяжело
Самочувствие следующего дня		
Состояние	Бодрый	Сонливый
Способность концентрации	Тяжело сконцентрироваться	Легко сконцентрироваться

Выделение CO_2 студентами принимали исходя из показателя метаболизма 0,7 мет (сон), дыхательного коэффициента 0,83 и площади поверхности тела, рассчитанной по формуле Дюбуа.

Если в ночное время концентрация CO_2 не достигала устойчивых показателей, в расчет принимали максимальную концентрацию. Устоявшиеся показатели CO_2 практически всегда достигались при работающей системе вентиляции. При неработающей системе значения сильно колебались во времени за исключением случаев, когда студент постоянно находился в комнате за несколько часов до сна при условии постоянно закрытой двери.

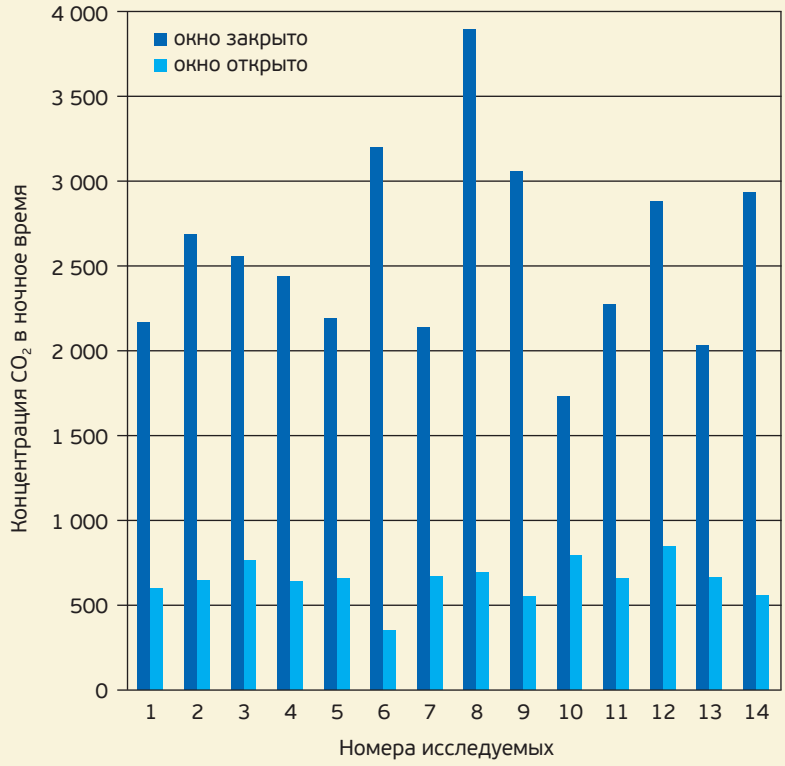
Во время двух недель проведения испытаний студенты согласились носить на руке портативный актиграф в виде браслета (рис. 1). Это хорошо зарекомендовавший себя метод фиксации наступления сна для натурных экспериментов. Актиграф фиксирует подвижность руки каждые 30 секунд. Специальное программное обеспечение позволяет различать периоды сна и бодрствования.

Каждое утро в течение 10 минут от момента просыпания студенты заполняли онлайн-анкеты. На это уходило не более 3 минут. Позже, в течение дня, студенты проходили трехминутный тест Цай – Партингтона (Ammons, 1955) и четырехминутный тест на логическое мышление (Baddeley, 1968).

Анкеты включали 15 вопросов из шкалы качества сна (Groningen Sleep Quality) о различных аспектах сна в прошедшую ночь.

В ходе анкетирования заполнялась табл. 1, в которой студенты выбирали варианты из предложенных ответов, характеризующие не только качество сна, но и самочувствие.

РИС. 2. ПИЛОТНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ



Каждый столбец – среднее значение за 4 ночи в каждой из 14 комнат.

ТАБЛ. 2. ПОКАЗАТЕЛИ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ В ХОДЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Эксперимент	Пилотный эксперимент				Основной эксперимент			
	окно закрыто		окно открыто		вентиляция выключена		вентиляция включена	
Условия	Среднее значение	Отклонения	Среднее значение	Отклонения	Среднее значение	Отклонения	Среднее значение	Отклонения
Женщины								
Температура, °С	25,1	1,7	26,5	1,9	23,4	2,5	23,1	1,6
Относительная влажность	52,5	6,9	36,2	8,1	50,2	9,1	37,7	2,6
Мужчины								
Температура, °С	22,6	2,9	22,8	3,8	20,3	3,4	20,4	4,1
Относительная влажность	55,5	10,2	44,2	9,8	54,7	8,9	41,8	7,8

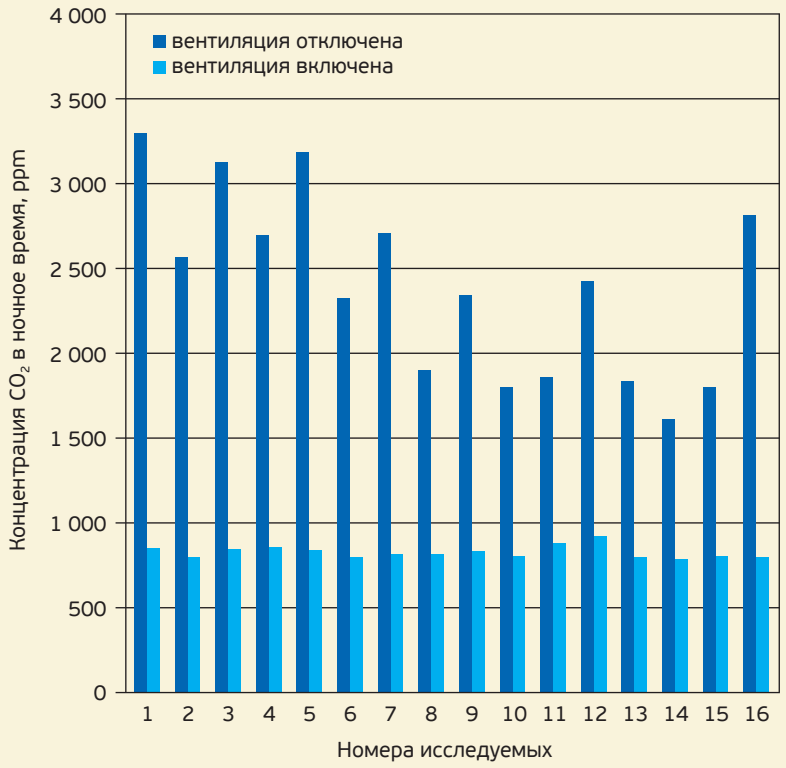
Дополнительные вопросы касались одежды для сна, времени отхода ко сну и подъема и внезапных пробуждений ночью.

• **Обработка данных**

Данные измерений температуры, уровня относительной влажности и концентрации CO_2 представляли собой нормальное статистическое распределение и приведены в данной работе как средние значения. Анализ распределения данных утреннего анкетирования проводился с помощью метода Шапиро – Уилка. Данные теста Цай – Паркингтона, теста на логическое мышление и показатели актиграфа не имели нормальной картины распределения, поэтому для их анализа использовался метод Уилкоксона.

Р-значения (уровни значимости) приведены в результатах исследования для двустороннего теста соотношения результатов в течение четырех дней эксперимента. Два эксперимента были проанализированы как два независимых исследования и результаты анализа были совмещены.

РИС. 3. ОСНОВНОЙ ЭКСПЕРИМЕНТ



Каждый столбец – среднее значение за 4 ночи в каждой из 16 комнат

Результаты

• **Температура воздуха**

В пилотном эксперименте осредненная ночная температура в комнате составила 23,9 °С с закрытым окном и 24,7 °С с открытым окном (т. е. открытие окна не приводило к снижению температуры в помещении). Осредненное значение температуры высчитывалось для периода, когда актиграф фиксировал состояние сна.

Самостоятельная уставка термостата на электрическом конвекторе студентами приводила к значениям температуры в помещении от 16,3 до 27,8 °С. В комнатах у женщин значения были в среднем на 3 °С выше.

Во время основного эксперимента осредненная ночная температура при неработающей вентиляции составила 21,9 и 21,8 °С при работающей системе. Абсолютные значения варьировались от 13,7 до 27,7 °С, в комнатах у женщин в среднем на 3 °С выше. Средние значения и средне-квадратичные отклонения от них приведены в табл. 2.

• **Влажность воздуха**

В пилотном эксперименте средняя относительная влажность воздуха при открытом окне составила 40 %, при закрытом окне – 54 %. В основном эксперименте при неработающей системе вентиляции среднее значение составило 52 %, при работающей системе – 40 %. Значения приведены в табл. 2.

Таким образом, средняя относительная влажность воздуха была несколько ниже, чем ожидалось. Значения средней температуры и влажности приведены в табл. 2.

• **Уровень CO_2**

Данные по средней концентрации CO_2 в каждой из комнат приведены на рис. 2. В пилотном эксперименте абсолютные значения варьировались от 1 730 до 3 900 ppm при закрытом окне и от 525 до 840 ppm при открытом окне. Некоторые отклонения величин были вызваны влиянием направления ветра на фасаде комнаты на инфильтрацию воздуха, но основным фактором, влияющим на отклонения, было время, которое студенты проводили в комнате до отхода ко сну. Осредненные значения составили 2 585 ppm для закрытого окна и 660 ppm для открытого окна. Кратность $ч^{-1}$ воздухообмена была в 10 раз выше при открытом окне – 0,17 при закрытом и 1,8 при открытом, или 4,3 и 47 $м^3$/час на студента соответственно.

Основной эксперимент. Средние значения концентрации CO_2 в каждой из комнат приведены на рис. 3. Они варьируются от 1 620 до 3 300 ppm при неработающей системе вентиляции и от 795 до 935 ppm при работающей системе. Осредненные значения составили 2 395 и 835 ppm соответственно.

Разница в кратности воздухообмена 4–5 раз: при неработающей системе – 0,24 $ч^{-1}$, при работающей системе – 1,1 $ч^{-1}$, или 6 $м^3$/час и 28,5 $м^3$/час соответственно. Воздухообмен при неработающей системе, как видно, значительно ниже требований стандарта EN 15251:2007.

Утреннее анкетирование

Пилотный эксперимент. При открытом окне испытуемые характеризовали воздух помещения более свежим, а процесс засыпания более легким, при этом следует помнить, что в пилотном эксперименте они знали о положении окна. При открытом окне было меньше жалоб на сухость полости носа и губ, но больше жалоб на сквозняки. Используя метод двустороннего критерия при проверке результатов анкетирования, удалось выявить общую тенденцию к тому, что при открытом окне студенты просыпались менее «заспанными», бодрее. Обработанные результаты анкетирования приведены в табл. 3.

Основной эксперимент. При работающей системе вентиляции студенты характеризовали воздух более свежим, в целом лучше оценивали свое самочувствие и чувствовали себя более отдохнувшими, несмотря на то что, они чаще отмечали чувство сухости во рту и сухости кожи. Аналогично пилотному эксперименту удалось выявить общую тенденцию к тому, что при работающей системе вентиляции студенты просыпались менее «заспанными», бодрее. Обработанные результаты анкетирования приведены в табл. 4.

- **Данные актиграфа**

Данные актиграфа анализировались чтобы вывести: продолжительность сна; периоды внезапного пробуждения и бодрствования ночью; время, необходимое, чтобы заснуть; время дремоты (время от пробуждения до нормальной активности); эффективность сна (отношение времени сна к общему времени в постели).

Пилотный эксперимент. Результаты показали, что при открытом окне студенты значительно быстрее засыпали, чем при закрытом. Также наблюдалась тенденция к увеличению эффективности сна при открытом окне.

ТАБЛ. 3. ОЦЕНКИ ИССЛЕДУЕМЫХ В ХОДЕ ПИЛОТНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Переменные	Качество воздуха (P < 0,0010)		Подвижность воздуха (P < 0,0555)		Возможность заснуть (P < 0,0303)		Дневное состояние после сна (P < 0,0516)		Сухость носовой полости (P < 0,0480)		Сухость губ (P < 0,0413)	
Интервал значений	100: свежий 0: душный		100: сквозняки 0: нет сквозняков		100: очень легко 0: очень сложно		100: сонный 0: бодрый		100: нос сухой 0: нос влажный		100: губы сухие 0: губы влажные	
Условия	Окно закрыто	Окно открыто	Окно закрыто	Окно открыто	Окно закрыто	Окно открыто	Окно закрыто	Окно открыто	Окно закрыто	Окно открыто	Окно закрыто	Окно открыто
75% квартиль	40,3	71,3	49,8	68,6	72,4	84,6	58,6	42,3	72,6	65,7	70,1	71,0
Медианное значение	34,5	67,5	46,3	54,0	60,5	74,8	45,4	38,9	66,5	55,6	61,0	66,5
25% квартиль	27,1	58,6	34,6	49,6	51,8	61,8	30,9	28,4	58,4	50,8	49,7	60,2

ТАБЛ. 4. ОЦЕНКИ ИССЛЕДУЕМЫХ В ХОДЕ ОСНОВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Переменные	Качество воздуха (P < 0,0052)		Психическое состояние (P < 0,0174)		Чувство отдыха (P < 0,0465)		Дневное состояние после сна (P < 0,0703)		Сухость во рту (P < 0,0386)		Сухость кожи (P < 0,0299)	
Интервал значений	100: свежий 0: душный		100: встревоженный 0: расслабленный		100: хорошо отдохнувший 0: усталый		100: сонный 0: бодрый		100: сухость во рту 0: рот не сухой		100: кожа сухая 0: кожа не сухая	
Условия	Вентиляция выключена	Вентиляция включена	Вентиляция выключена	Вентиляция включена	Вентиляция выключена	Вентиляция включена	Вентиляция выключена	Вентиляция включена	Вентиляция выключена	Вентиляция включена	Вентиляция выключена	Вентиляция включена
75% квартиль	51,9	65,4	57,6	50,8	61,0	62,6	59,1	54,1	72,4	79,7	59,2	70,4
Медианное значение	47,0	53,5	48,9	42,6	48,8	55,1	50,1	43,8	61,0	68,0	49,9	50,1
25% квартиль	36,3	48,6	37,4	30,5	43,6	51,7	42,1	35,7	42,4	50,1	37,8	43,3

Основной эксперимент. Эффективность сна была выше при работающей системе вентиляции. Сопоставив результаты тестов и рассчитав уровень значимости (P < 0,01) исследователи пришли к выводу, что подобные результаты могут считаться объективными. Незначительная обратная тенденция, описанная Laverege (2012), скорее всего может быть объяснена негативным влиянием наружного шума на сон когда окна открыты.

- **15 вопросов из шкалы качества сна (Groningen Sleep Quality)**

Результаты анкетирования по шкале качества сна (Groningen Sleep Quality) не выявили значительной разницы между двумя экспериментами, оба эксперимента имели направленность в одну и ту же сторону. Подробная статистическая обработка позволила подтвердить гипотезу о том, что увеличение качества воздуха приводит к лучшим показателям сна и релаксации студентов. Результаты в целом совпадали с исследованиями Laverge 2012 года.

- **Воспроизводимость результатов анкетирования**

Отдельные результаты анкетирования были подвергнуты сомнению. Так, например, ответы некоторых испытуемых о чувстве сухости при работающей системе вентиляции были опровергнуты статистической обработкой результатов анкетирования. В то же время результаты анкетирования, в которых отмечен сквозняк при открытом окне, легко объяснялись и были приняты в качестве выводов исследования.

В связи с доступом к объективным данным с актиграфа, от студентов ожидались честные ответы. Студенты должны были отмечать быстрое засыпание только тогда когда они действительно засыпали (во время эксперимента с открытым окном), и студенты должны были отмечать себя более отдохнувшими во время основного эксперимента с закрытым окном в целях уменьшения воздействия шума.

Результаты анкетирования о самочувствии на следующий день и их способности к концентрации, в свою очередь, были воспроизводимыми хотя не подтвердились статистической значимостью.

Оба эксперимента были нацелены на подтверждение гипотезы о том, что лучшее качество воздуха во время сна способствует лучшему отдыху и улучшению самочувствия и производительности труда на следующий день. Статистическая обработка результатов анкетирования подтверждает эту гипотезу.

Сочетание значений P, приведенных выше для сонливости на следующий день, дает хи-квадрат на 4df = 14,01 (P <0,01). Аналогичный анализ способности концентрироваться (для которой значения двух значений хвоста равны 0,0806 и 0,3520, соответственно) дает хи-квадрат на 4df = 9,90 (P <0,05).

Производительность труда на следующий день

- **Логическое мышление**

Статистическая обработка результатов теста на логическое мышление не выявила значительных различий между условиями эксперимента, однако в целом результаты показывают лучшее логическое мышление после сна в хорошо вентилируемом помещении. Данные полученные в ходе обработки результатов анкетирования приведены в табл. 5.

- **Тест Цай – Паркингтона**

Данный тест не позволил выявить сколь-нибудь серьезных отличий в результатах анкетирования.

Обсуждение результатов

В ходе двух независимых натурных исследований оценивалось влияние качества воздуха в спальне на сон и самочувствие испытуемых на следующий день.

ТАБЛ. 5. ТЕСТ БЭДДЕЛИ НА ЛОГИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

Эксперимент	Пилотный эксперимент (P < 0,1579)		Основной эксперимент (P < 0,0736)	
Условия	Окно закрыто	Окно открыто	Вентиляция выключена	Вентиляция включена
75% квартиль	14,0	14,0	14,9	15,4
Медианное значение	13,0	13,4	14,0	14,3
25% квартиль	12,0	12,8	13,1	13,6

Во время пилотного эксперимента с открытым окном, шум с улицы и неконтролируемые сквозняки противодействовали положительному эффекту повышенного притока свежего воздуха на качество сна. Таким образом, улучшение качества сна, отмеченное в экспиментах с открытым окном, могу быть объяснены только с улучшением качества воздуха в спальне.

В ходе основного эксперимента качество воздуха незаметно изменялось с помощью бесшумной приточной установки, без влияния на подвижность воздуха и уровень звукового давления в помещении, и результаты такого эксперимента можно соотнести только с улучшением качества воздуха в спальной комнате .

Нет сомнений, что качество воздуха при открытом окне и работающей системе вентиляции в ходе экспериментов было значительно выше, чем при условии закрытого окна и выключенной системы. Это подтверждается ответами студентов об улучшении качества воздуха.

Улучшение качества воздуха позволило улучшить и качество сна, это подтверждается данными актиграфа и в целом соответствует лабораторным исследованиям Lan (2010) и Zhou (2014). Это же подтверждается и результатами анкетирования студентов.

Таким образом, впервые удалось выявить взаимосвязь между качеством сна и продуктивностью на следующий день, несмотря на то что общее улучшение самочувствия и производительности труда было оценено исследователями всего в 3 %. Однако очевидно, что сама методология должна быть существенно доработана и опыты в этом направлении стоит продолжать среди разных возрастных групп и для различных климатических регионов.

Некоторые результаты экспериментов требуют дополнительной проработки и оценки. В ходе экспериментов пользователи самостоятельно устанавливали температуру воздуха в помещении с помощью термостата на электрическом конвекторе. Таким образом, температура воздуха могла значительно варьироваться между спальными комнатами разных студентов, однако для одной и той же комнаты отклонения в температуре и влажности были незначительными. Интересно то, что в условиях хорошей вентиляции (открытое окно/работающая система вентиляции) некоторые студенты отмечали в анкетах повышенную сухость кожи и носоглотки. В условиях открытого окна в помещении возникали сквозняки, но это не может объяснять сухость. Разница в уровне относительной влажности также не была настолько значительной, чтобы объяснить этот эффект. Возможно, это связано с содержанием загрязняющих веществ в наружном воздухе (например, озон), и увеличение кратности воздухообмена выше определенного уровня приводит к подобным ощущениям у испытуемых.

Выводы

Результаты исследований показали, что при улучшении качества воздуха в спальне:

- испытуемые характеризовали воздух помещения как более свежий;
- регистрируемые показатели сна улучшались;
- оценка испытуемыми качества сна по шкале Groningen Sleep Quality увеличивалась;
- самочувствие следующего дня испытуемых улучшалось, сонливость снижалась, способность к концентрации росла;
- результаты тестов на логическое мышление были лучше, чем при неработающей вентиляции. ●

ОБ АВТОРАХ

П.Стром-Тейсен (P. Strøm-Tejsen), Д. Жуковска (D. Zukowska), П. Варгоцки (P. Wargocki), Д. Вьон (D. P. Wyon) Международный центр качества воздуха помещений факультета Гражданского Строительства Датского Технического Университета.

Перепечатано и переведено с разрешения журнала Indoor Air (2016; 26: 679–686).

Перевод выполнен В. В. Устиновым.

Ознакомиться с этой и другими статьями на английском языке вы можете на сайте www.isiaq.org/indoor_air_journal.php)

©2015 The Authors. Indoor Air published by John Wiley & Sons Ltd.

www.abok.ru

www.abokbook.ru

Книги и нормативные документы АВОК – это:

- актуальная тематика
- высокий профессиональный уровень
- качественное полиграфическое исполнение

Реклама