

## Monitoring of tobacco smoke particulate matter air pollution in the universities of Kazan city

Ananjeva G.A., Andreeva T.I., Bilalova Z.M., Vasylyev V.A., Sairanov R.R., Perekhodko M.K., Kamalova V.L., Kholodnova D.V.

*Particulate matter (PM) measurements were conducted in the premises of eight universities in Kazan city. Where smoking is allowed, PM concentrations reach dangerous levels. Smoking mostly takes place in rest-rooms, hallways, corridors, and kitchens of student dormitories. In premises where nobody smokes of the buildings where smoking is not fully forbidden, PM concentrations may be dangerous even for healthy people. Smoke-free policies in university buildings do not cause compensatory smoking at the entrances. PM concentrations at the upper floors of the buildings are generally higher, which needs to be taken in to account while interpreting the results of PM measurements. Smoke-free policies must cover both university buildings and student dormitories.*

*Key words: tobacco smoke, particulate matter, smoke-free policies, university buildings, student dormitories.*

## Мониторинг загрязнения воздуха взвешенными частицами табачного дыма в университетах города Казани

Ананьева Г.А., Андреева Т.И., Билялова З.М., Васильев В.А., Сайранов Р.Р., Переходько М.К., Камалова В.Л., Холоднова Д.В.

*Проведена оценка содержания взвешенных частиц (ВЧ) в воздухе помещений восьми вузов города Казани. В университетах, позволяющих курение в помещениях, наблюдаются опасные для здоровья концентрации ВЧ в воздухе рабочих помещений. Местами курения являются туалеты, холлы и коридоры, кухни студенческих общежитий. В помещениях, где не курят, тех учебных корпусов, в которых курение разрешено, могут достигаться концентрации ВЧ, опасные даже для пребывания здоровых людей. Запрет курения не сопровождается компенсаторным курением у входов учебных зданий. Концентрации ВЧ, измеренные на верхних этажах зданий, выше, чем на нижних, что должно учитываться при интерпретации полученных результатов измерений ВЧ. Политика чистого воздуха должна охватывать и учебные помещения, и общежития университетов.*

*Ключевые слова: табачный дым, взвешенные частицы, политика освобождения от табачного дыма, здания университетов, студенческие общежития.*

Ограничение курения на рабочих и в общественных местах является эффективной мерой защиты некурящих от воздействия табачного дыма и снижения распространенности курения. На путях реализации политики чистого воздуха особое значение приобретает осуществление контроля ее соблюдения. Надежным и объективным методом такого контроля является измерение концентраций взвешенных частиц в воздухе рабочих помещений. Механизмы воздействия взвешенных частиц на организм человека определяются их размерами и площадью поверхности. Как маркер курения в помещениях используют концентрации взвешенных частиц с аэродинамическим диаметром менее 2.5 мкм,

источником которых являются процессы сгорания органических веществ. Эти частицы могут достигать периферических бронхиол, попадать в альвеолы, препятствовать газообмену внутри легких, попадать в межальвеолярные перегородки, паренхиму легких и даже оказывать резорбтивное действие на организм человека, приводя к ряду негативных последствий для здоровья, включая сердечно-сосудистые и респираторные заболевания [5].

В последние годы в разных странах мира было проведено несколько исследований, которые показали достоверное увеличение концентраций взвешенных частиц в воздухе тех помещений, которые загрязняются та-

бачным дымом [3; 4]. В Казани ранее были проведены измерения содержания взвешенных частиц в помещениях нескольких городских больниц [1; 2], которые показали, с одной стороны, что исходное состояние атмосферного воздуха и содержание в нем взвешенных частиц может различаться в разных районах города, с другой - что разные помещения тех больниц, в которых в принципе разрешается курение, могут иметь разные уровни загрязнения: некоторые помещения являются наиболее загрязненными, так как именно в них происходит курение. Это было характерно для мужских (реже женских) туалетов и лестничных клеток. Меньшей, но все же опасной загрязненностью характе-

ризовались помещения, в которые, видимо, табачный дым попадает из мест, где курят. Такими помещениями с промежуточным уровнем загрязненности оказались женские туалеты и коридоры. Палаты и помещения для персонала, в большинстве своем, не были загрязнены табачным дымом.

Целью данного исследования была оценка содержания взвешенных частиц в воздухе помещений восьми вузов города Казани.

## МЕТОДЫ

Для взятия проб и записи данных о содержании в воздухе взвешенных частиц использовался персональный аэрозольный монитор TSI SidePak AM510 Personal Aerosol Monitor. Прибор и консультации по его использованию были предоставлены американской организацией Campaign for Tobacco Free Kids и институтом рака Roswell Park.

С помощью встроенного насоса для отбора проб монитор SidePak всасывает воздух, а взвешенные в воздухе частицы рассеивают лазерный луч, что используется для оценки в реальном времени концентрации частиц, имеющих размер менее 2,5 мкм, в микрограммах на куб.м. Взятие проб воздуха и анализ данных выполнялись согласно утвержденному протоколу, который применялся в предыдущих исследованиях подверженности воздействию вторичного дыма [3].

Оборудование было настроено на регистрацию концентраций за одномоментные интервалы, при этом для получения минутной концентрации усреднялись 60 односекундных измерений. В каждой серии измерений, сделанных в том или ином помещении, были удалены зарегистрированные данные по первой и последней минутам.

Одновременно фиксировалось название помещения, его размещение, принадлежность определенному вузу и его подразделению, номер этажа, наличие запаха дыма, окурков, зажженных сигарет и т.д. Измерения проводились в помещениях восьми вузов: Академия социального образования (АСО), Ветеринарная академия, Институт экономики, управления и права (ИЭУП), Казанский государственный технический университет (КАИ), Казанский государственный университет (КГУ), Казанский государственный энергетический универ-

ситет (КГЭУ), Казанский филиал Санкт-Петербургской академии экономики и менеджмента (КФ СПб АЭМ), Академия управления ТИСБИ.

Сбор данных проводился в декабре 2008 – апреле 2009 года.

При анализе данных учитывалось отличие реальных распределений концентраций от нормального. В связи с этим применялись логарифмические преобразования концентраций и непараметрические методы при их оценке.

Описательные статистики распределений включали оценку 25-го, 50-го и 75-го перцентилей, то есть таких значений, ниже которых находится 25%, 50% или 75% всех измеренных в данном помещении концентраций, соответственно. Также оценивалась степень опасности концентраций взвешенных частиц, а именно какая доля всех измеренных в данном помещении концентраций превышает 50 мкг/м<sup>3</sup> и какая доля превышает 200 мкг/м<sup>3</sup>. Это было сделано для того, чтобы степень опасности пребывания в конкретном помещении можно было оценивать независимо от формы распределения концентраций, которые различаются в зависимости от режима использования помещения.

Была также построена линейная регрессионная модель, показывающая связь концентрации с характером и размером помещения. Каждому типу или группе помещений была поставлена в соответствие фиктивная переменная, которая равнялась 1 для данного типа помещения и 0 для всех остальных помещений. Это было сделано для того, чтобы категориальные переменные также могли быть включены в уравнение регрессии. Например, если речь идет об измерениях концентраций в туалете, то переменная для туалета равна 1, а для всех остальных 0. Тогда коэффициент, полученный для туалетов, умножается на 1, а все остальные коэффициенты, соответствующие другим помещениям, фактически в вычислениях не участвуют.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Уровни концентраций

Описательные статистики серий проведенных измерений представлены в таблице 1. Помещения, где проводились измерения, сгруппированы по вузам, типам помещений, если аналогичные помещения обследовались в

нескольких вузах, в конце таблицы перечислены отдельные помещения, которые не повторялись в других вузах. Указаны количества проведенных измерений, 25-й, 50-й, 75-й перцентили, доля измерений, превысивших 50 мкг/м<sup>3</sup>, соотношение шансов и 95% доверительный интервал, характеризующие риск того, что в данном помещении, по сравнению со всеми остальными, концентрации превышают 50 мкг/м<sup>3</sup>, то есть являются опасными для пребывания в них людей с ослабленным здоровьем, такие же %, СШ и доверительные интервалы для концентрации 200 мкг/м<sup>3</sup>, характеризующие риск для пребывания в помещении здоровых людей. Этот подход, в отличие от вычисления средних значений, фактически позволяет сконцентрировать внимание на измерениях, превышающих максимально допустимые.

В зависимости уровней и распределений концентраций мы разделили все помещения на несколько групп.

**Первая группа.** Среди обследованных вузов абсолютными лидерами по чистоте воздуха оказались Казанский филиал СПб Академии экономики и менеджмента и ТИСБИ, в которых в любых обследованных помещениях не было обнаружено ни одного измерения с опасными концентрациями. Среди отдельных помещений такими же характеристиками обладали компьютерные классы в двух названных выше вузах, гардеробы в разных вузах, помещения факультета менеджмента и тренажерный зал в ИЭУП, а также деканат в ТИСБИ.

**Вторая группа.** Близкими к этим оптимальным результатам измерений были некоторые помещения, где небольшое количество измерений оказалось выше 50 мкг/м<sup>3</sup>, но не было ни одного измерения с концентрацией выше, чем 200 мкг/м<sup>3</sup>. Это были измерения, сделанные в целом в ИЭУП, в преподавательских разных вузов, в ветеринарной клинике, в комнате студенческого общежития КГЭУ.

Вероятно, в эту группу помещений могут попадать взвешенные частицы из соседних помещений, и условия вентиляции не позволяют их элиминировать.

Эти же уровни концентраций зафиксированы у входов в учебные здания. Истогаммы концентраций взвешенных частиц в уличном воздухе возле зданий трех университетов показаны на

## ORIGINAL STUDIES

Таблица 1. Описательные статистики распределений концентраций взвешенных частиц в избранных помещениях и вузах в целом

| Вузы или помещения   | N   | 25%    | 50%    | 75%    | 75%-<br>25% | % > 50<br>мкг/м <sup>3</sup> | СШ НГ             | ВГ % >200<br>мкг/м <sup>3</sup> | СШ НГ ВГ                     |
|--|-----|--------|--------|--------|-------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Ветеринарная академия                                      | 154 | 51,0   | 56,5   | 70,3   | 19,3        | 78,6                         | <b>5,05 3,40</b>  | <b>7,49</b>                     | 0,0                          |
| КГУ  | 202 | 60,8   | 85,0   | 115,0  | 54,3        | 88,1                         | <b>10,99 7,11</b> | <b>16,98</b>                    | 11,9 <b>1,64 1,04 2,58</b>   |
| КФ СПб АЭМ   | 161 | 14,0   | 15,0   | 16,0   | 2,0         | 0,0                          |                   |                                 | 0,0                          |
| КГЭУ   | 594 | 33,0   | 48,0   | 67,0   | 34,0        | 48,0                         | 1,21 1,00         | 1,45                            | 5,6 <b>0,60 0,41 0,89</b>    |
| АСО  | 437 | 41,0   | 86,0   | 191,0  | 150,0       | 66,6                         | <b>3,08 2,47</b>  | <b>3,84</b>                     | 23,1 <b>6,56 4,79 9,00</b>   |
| ИЭУП   | 291 | 32,0   | 42,0   | 56,0   | 24,0        | 36,8                         | <b>0,69 0,54</b>  | <b>0,89</b>                     | 0,0                          |
| КАИ  | 225 | 18,0   | 25,0   | 42,0   | 24,0        | 12,0                         | <b>0,15 0,10</b>  | <b>0,22</b>                     | 10,2 1,36 0,85 2,15          |
| ТИСБИ  | 200 | 13,0   | 19,0   | 25,0   | 12,0        | 0,0                          |                   |                                 | 0,0                          |
| Коридоры   | 412 | 34,0   | 51,5   | 82,0   | 48,0        | 50,7                         | <b>1,26 1,02</b>  | <b>1,56</b>                     | 8,3 1,00 0,68 1,47           |
| Холлы  | 161 | 19,0   | 33,0   | 64,5   | 45,5        | 42,2                         | 0,90 0,65         | 1,25                            | 14,9 <b>2,17 1,37 3,45</b>   |
| Уличный воздух   | 190 | 17,0   | 36,0   | 49,0   | 32,0        | 21,6                         | <b>0,32 0,22</b>  | <b>0,45</b>                     | 0,0                          |
| Туалеты женские  | 275 | 41,0   | 70,0   | 160,0  | 119,0       | 62,2                         | <b>2,21 1,70</b>  | <b>2,86</b>                     | 14,9 <b>2,30 1,59 3,34</b>   |
| Туалеты мужские  | 435 | 34,0   | 68,0   | 492,0  | 458,0       | 65,1                         | <b>2,37 1,91</b>  | <b>2,95</b>                     | 43,7 <b>11,09 8,56 14,37</b> |
| Преподавательские  | 120 | 21,8   | 32,0   | 59,0   | 37,3        | 25,8                         | <b>0,42 0,27</b>  | <b>0,63</b>                     | 0,0                          |
| Аудитории  | 357 | 39,0   | 53,0   | 65,0   | 26,0        | 53,2                         | <b>1,51 1,20</b>  | <b>1,90</b>                     | 0,6 <b>0,05 0,01 0,22</b>    |
| Компьютерные классы  | 85  | 14,5   | 20,0   | 30,0   | 15,5        | 0,0                          |                   |                                 | 0,0                          |
| Гардеробы  | 141 | 20,0   | 26,0   | 30,5   | 10,5        | 0,0                          |                   |                                 | 0,0                          |
| Столовые   | 111 | 33,0   | 105,0  | 142,0  | 109,0       | 53,2                         | 1,44 0,98         | 2,11                            | 16,2 <b>2,36 1,39 4,01</b>   |
| Лестничные клетки  | 80  | 17,0   | 174,5  | 764,0  | 747,0       | 63,8                         | <b>2,14 1,34</b>  | <b>3,40</b>                     | 47,5 <b>10,27 6,45 16,34</b> |
| Подвал в Ветеринарной академии                             | 24  | 67,3   | 76,5   | 94,8   | 27,5        | 95,8                         | <b>29,25 3,94</b> | <b>216,98</b>                   | 0,0                          |
| Ветеринарная клиника                                       | 24  | 46,3   | 48,0   | 53,0   | 6,8         | 41,7                         | 0,89 0,39         | 2,01                            | 0,0                          |
| Танцкласс УНИКС, КГУ                                       | 29  | 62,0   | 65,0   | 69,0   | 7,0         | 100,0                        |                   |                                 | 0,0                          |
| ГЗ "Лоза", 1 этаж, КГУ                                     | 29  | 57,0   | 61,0   | 74,0   | 17,0        | 93,1                         | <b>17,23 4,09</b> | <b>72,61</b>                    | 0,0                          |
| Биофак КГУ   | 28  | 77,3   | 84,5   | 87,0   | 9,8         | 89,3                         | <b>10,60 3,19</b> | <b>35,22</b>                    | 0,0                          |
| Неизвестное помещение в КГУ                                | 29  | 88,0   | 100,0  | 127,5  | 39,5        | 100,0                        |                   |                                 | 0,0                          |
| Кухня, 3 этаж общежития КГЭУ                               | 33  | 1532,0 | 1835,0 | 2937,5 | 1405,5      | 100,0                        |                   |                                 | 100,0                        |
| Комната студенческого общежития, 4 этаж                    | 29  | 41,5   | 44,0   | 51,5   | 10,0        | 27,6                         | 0,47 0,21         | 1,06                            | 0,0                          |
| Туалет в комнате 814 (8 этаж) студенческого общежития КГЭУ | 35  | 55,0   | 62,0   | 65,0   | 10,0        | 91,4                         | <b>13,67 4,17</b> | <b>44,77</b>                    | 0,0                          |
| Переход в АСО  | 25  | 85,5   | 115,0  | 145,5  | 60,0        | 100,0                        |                   |                                 | 0,0                          |
| Тренажерный зал  | 25  | 29,0   | 30,0   | 32,0   | 3,0         | 0,0                          |                   |                                 | 0,0                          |
| Ф-т менеджмента ИЭУП                                       | 23  | 28,0   | 30,0   | 31,0   | 3,0         | 0,0                          |                   |                                 | 0,0                          |
| Социально-психологическая служба ИЭУП                      | 26  | 73,0   | 75,0   | 79,0   | 6,0         | 100,0                        |                   |                                 | 0,0                          |
| Деканат в ТИСБИ  | 27  | 19,0   | 21,0   | 22,0   | 3,0         | 0,0                          |                   |                                 | 0,0                          |

N – количество измерений

25% - 25-й перцентиль; 50% - 50-й перцентиль; 75% - 75-й перцентиль; 75%-25% - разность между 75-м и 25-м перцентилями;

% > 50 мкг/м<sup>3</sup> – доля измерений концентрации взвешенных частиц, которые превышают 50 мкг/м<sup>3</sup>;

СШ – соотношение шансов (OR), НГ и ВГ – нижняя и верхняя границы 95% доверительного интервала для СШ;

% > 200 - доля измерений концентрации взвешенных частиц, которые превышают 200 мкг/м<sup>3</sup>.

Жирным шрифтом выделены СШ(ДИ) для тех помещений, где риск превышения соответствующей концентрации (50 или 200 мкг/м<sup>3</sup>) был достоверно (p<0.05) выше, чем во всех других помещениях, вместе взятых.

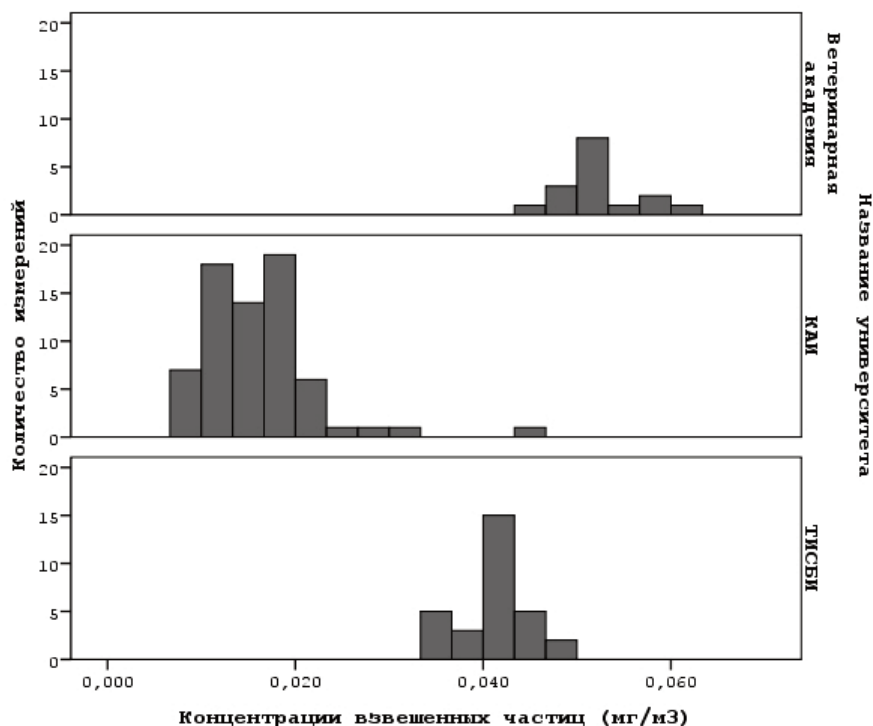


Рисунок 1. Гистограммы концентраций взвешенных частиц в уличном воздухе возле зданий трех университетов

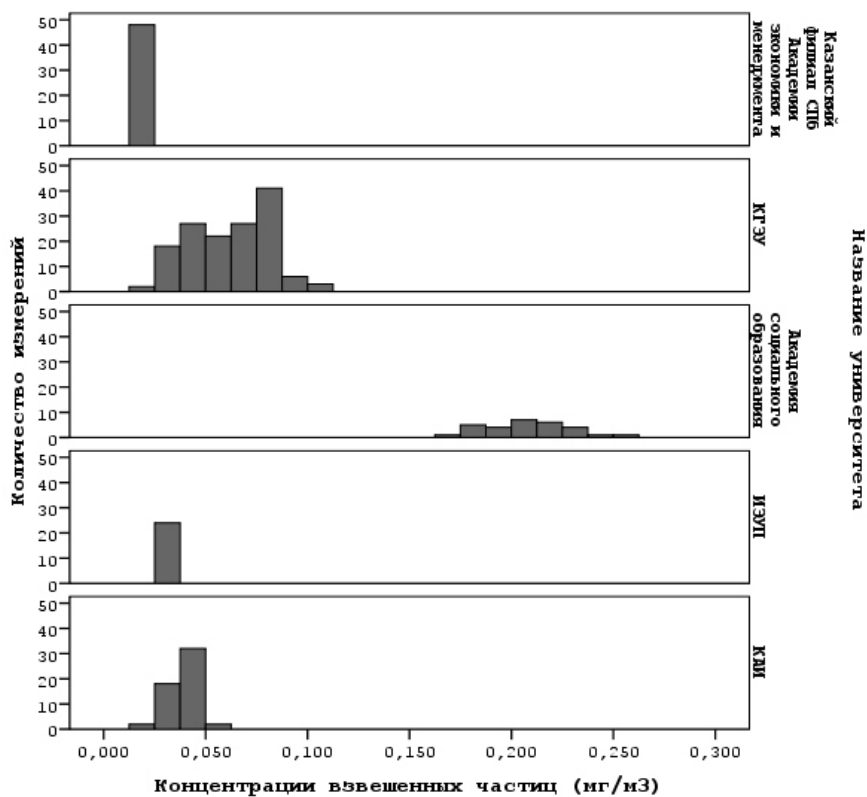


Рисунок 2. Гистограммы концентраций взвешенных частиц в коридорах учебных зданий пяти университетов

рис.1. Формы распределений не дают оснований предполагать, что возле зданий происходит массовое курение. Разные уровни концентраций взвешенных частиц в атмосферном воздухе определяют более высокие концентрации в большинстве помещений Ветеринарной академии, чем в других вузах. Это указывает также на то, что и в других помещениях, где некоторые значения концентраций превышают 50 мкг/м3, это может иметь атмосферное происхождение.

**Третья группа.** Ряд помещений характеризуется концентрациями, среди которых все или большая часть превышают 50 мкг/м3, но все они меньше, чем 200 мкг/м3. Это в целом измерения, сделанные в Ветеринарной академии, в ряде помещений в КГУ (здание биологического факультета, "Лоза", туалет на 8 этаже), в переходе в Академии социального образования, в помещении социально-психологической службы ИЭУП. Поскольку средние концентрации в этих помещениях невысокие, для предположений о том, что в них непосредственно происходит курение, оснований нет. Можно предположить, что взвешенные частицы в эти помещения попадают из соседних помещений. Также не исключено, что воздух в районах размещения их содержит больше взвешенных частиц, чем в других районах. Однако очевидно, что в этих помещениях условия воздухообмена являются неудовлетворительными.

**Четвертая группа** помещений характеризуется небольшой долей концентраций, превышающих 200 мкг/м3. Это измерения, сделанные в разных помещениях, принадлежащих КГУ и КАИ в целом, коридоры учебных зданий, аудитории.

Распределения концентраций в коридорах показаны на рис.2. Очевидным является загрязнение воздуха в коридорах в Академии социального образования.

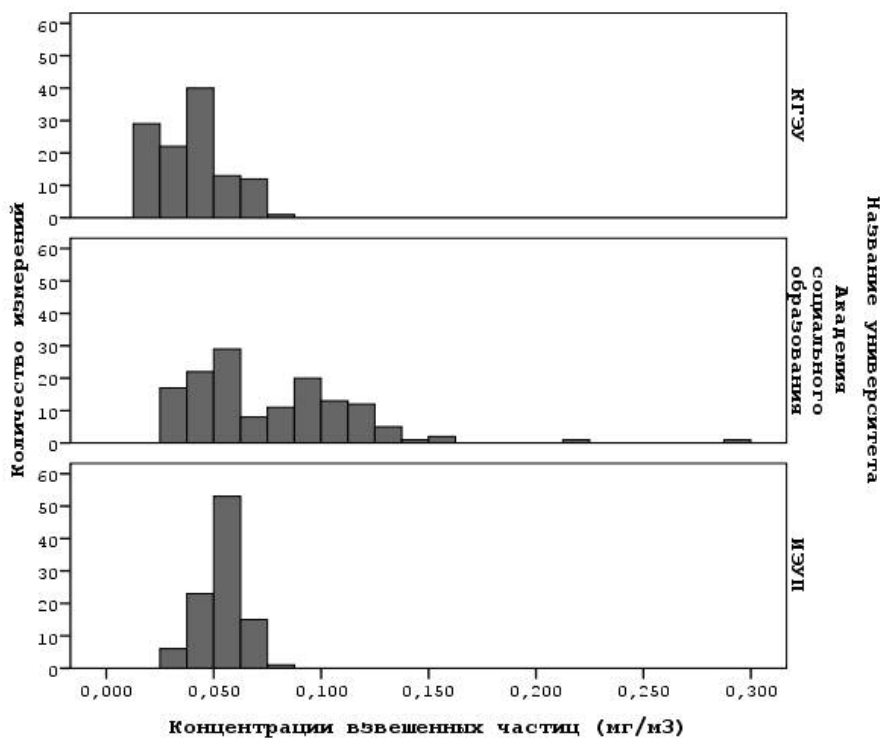


Рисунок 3. Гистограммы концентраций взвешенных частиц в аудиториях учебных зданий трех университетов

Аудитории также имеют наиболее загрязненный воздух в Академии социального образования (рис.3)

**Пятая группа.** Помещения с наихудшим состоянием воздушной среды характеризуются повышенным риском, в том числе и для здоровья здоровых, поскольку значительная доля концентраций превышает 200 мкг/м<sup>3</sup>. Такие измерения были сделаны в КГУ, в Академии социального образования, где самая большая доля опасных концентраций. Среди отдельных помещений такие характеристики имеют отдельные холлы учебных зданий, туалеты женские и мужские, столовые, лестничные клетки. Очевидно, это именно те помещения, где периодически возникают источники взвешенных частиц. Можно предположить, что в ряде обследованных туалетов, холлов и на лестницах происходит курение. В столовых источниками взвешенных частиц могут быть не только места для курения, но и пищеблоки, где взвешенные частицы образуются при наличии открытого огня.

Распределение концентраций в холлах учебных зданий показано на рис.4. Полученные гистограммы указывают, что все опасные концентрации были измерены в холлах КГУ. Относительно высокие концентрации в холле в Ветеринарной академии, скорее всего, были обусловлены атмосферным происхождением взвешенных частиц и плохими условиями воздухообмена.

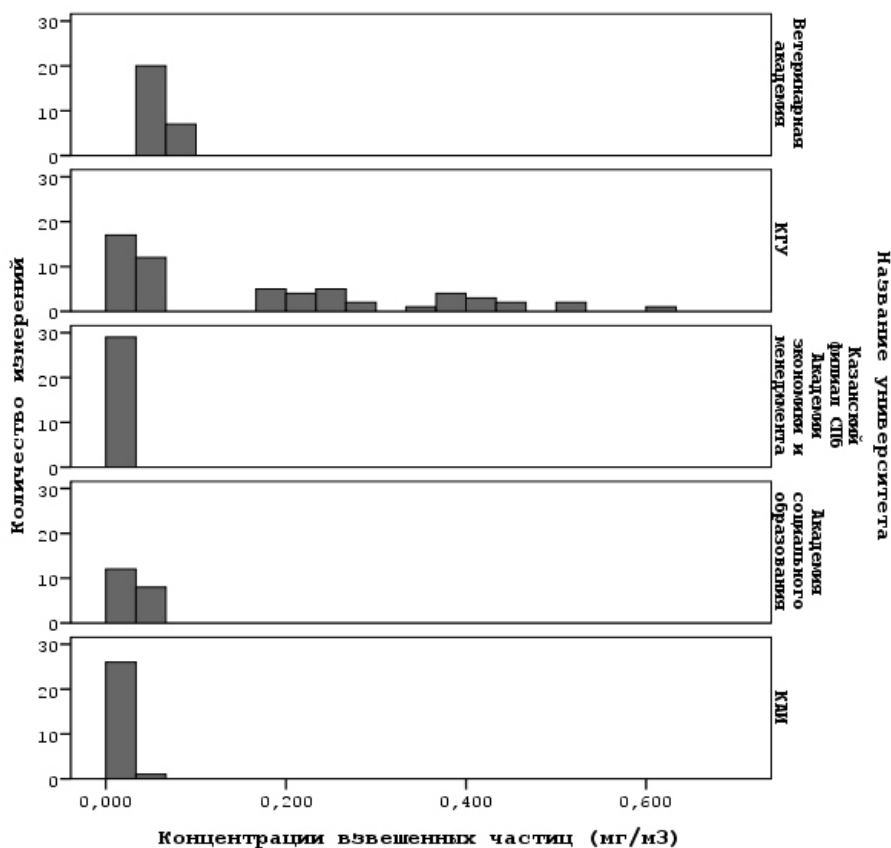


Рисунок 4. Гистограммы концентраций взвешенных частиц в холлах учебных зданий пяти университетов

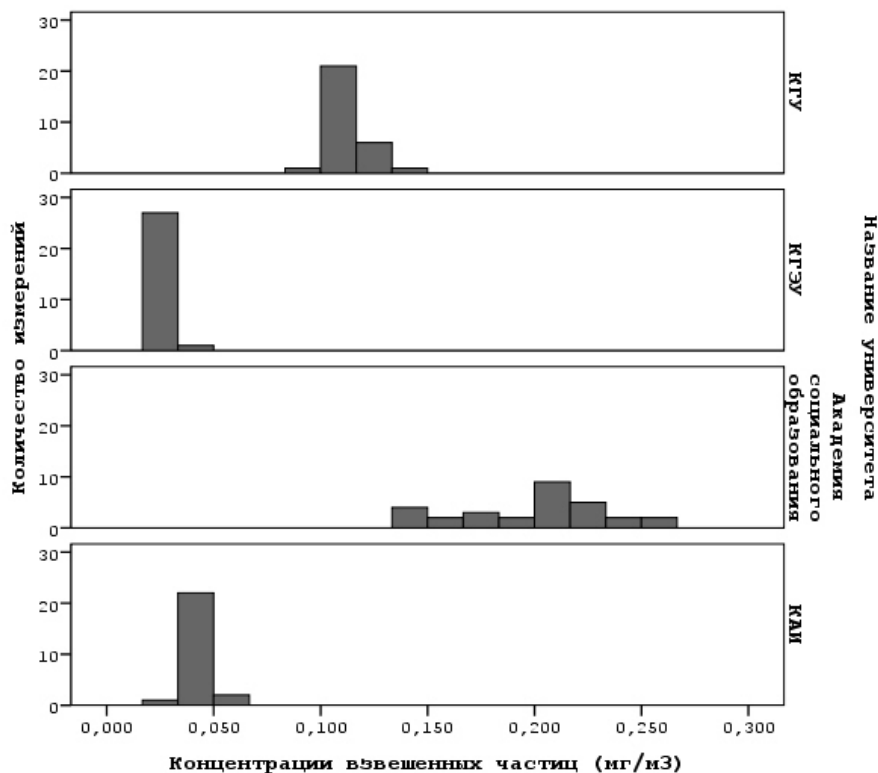


Рисунок 5. Гистограммы концентраций взвешенных частиц в столовых четырех университетов

В столовых были обнаружены чрезвычайно разные распределения концентраций (рис.5). Наиболее высокие значения были измерены в столовой Академии социального образования, в КГУ. Эти концентрации заставляют предположить наличие курилок вблизи столовых, что, однако должно быть подтверждено наблюдением. Низкими были измеренные концентрации в КАИ и особенно в КГУУ.

В женских туалетах в целом типичными были весьма низкие и сопоставимые концентрации. Исключение составили измерения, сделанные в Академии социального образования, в женских туалетах которой были измерены концентрации, во много раз превышающие допустимые (рис.6).

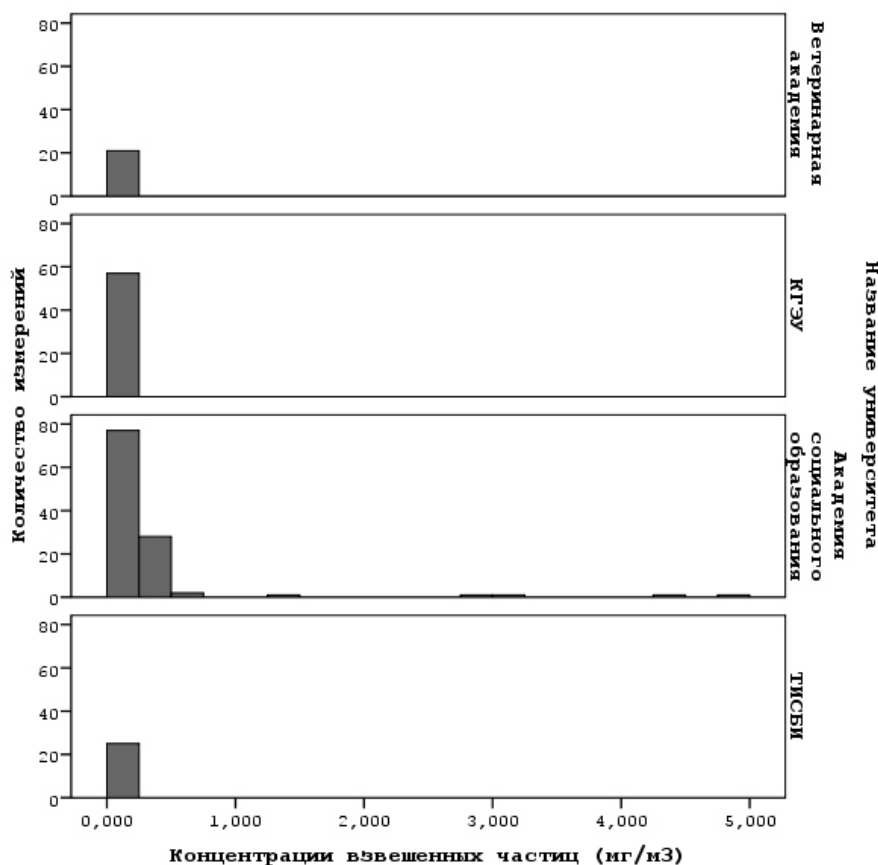


Рисунок 6. Гистограммы концентраций взвешенных частиц в женских туалетах четырех университетов

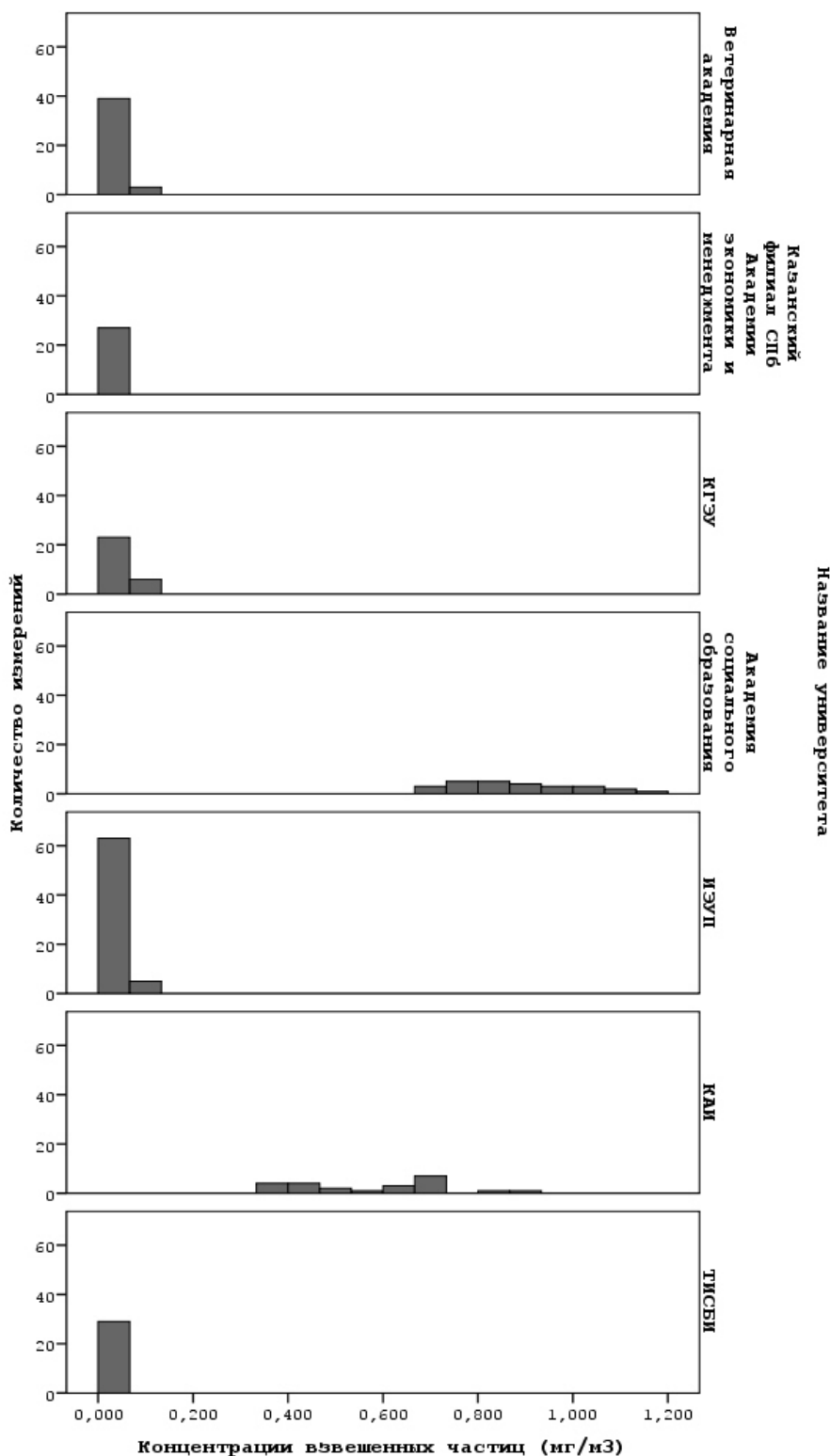


Рисунок 7. Гистограммы концентраций взвешенных частиц в мужских туалетах семи университетов

В мужских туалетах (рис. 7) курение происходило в двух вузах – Академии социального образования и в КАИ. Если сравнивать эти распределения с распределениями в женских туалетах, то становится очевидным, что концентрации взвешенных частиц в мужских туалетах более вариабельны, чем в женских.

### Линейная регрессионная модель

Обнаружено, что на более высоких этажах в среднем наблюдаются более высокие концентрации взвешенных частиц табачного дыма. График, показывающий 25-й, 50-й, 75-й перцентили распределений концентраций в зависимости от номера этажа, изображен на рис.8.

Номер этажа был включен в регрессионную модель (таблица 2), как в линейной, так и в квадратичной форме, чтобы учесть возможную криволинейность связи.

В регрессионную модель вошли лишь те переменные, которые оказались связанными с уровнями концентраций, и в порядке убывания значимости присутствия данной переменной в модели. Во второй колонке таблицы приведены коэффициенты В, которые фактически указывают, имеет ли данное помещение большие или меньшие концентрации взвешенных частиц, чем в среднем все места, где проводились измерения. Если коэффициент выше 0, то это означает более высокие концентрации, если меньше 0 – более низкие.

Понижающие средние значения коэффициенты были получены для Казанского филиала Санкт-Петербургской Академии экономики и менеджмента (-0,369), ТИСБИ (-0,240), КАИ (-0,050). Повышающие коэффициенты обнаружены для Ветеринарной академии (0,161), КГУ (0,280), Академии социального образования (0,390).

Среди отдельных помещений коэффициент регрессии, соответствующий наибольшему измеренным концентрациям, был получен для кухни в общежитии, где курят, (1,770). Высоким загрязнением отличались также социально-психологическая служба ИЭУП (0,392), подвал в Ветеринарной академии (0,273), мужские туалеты (0,256), столовые (0,217), неизвестное помещение в КГУ (0,188), коридоры (0,172), женские туалеты (0,114).

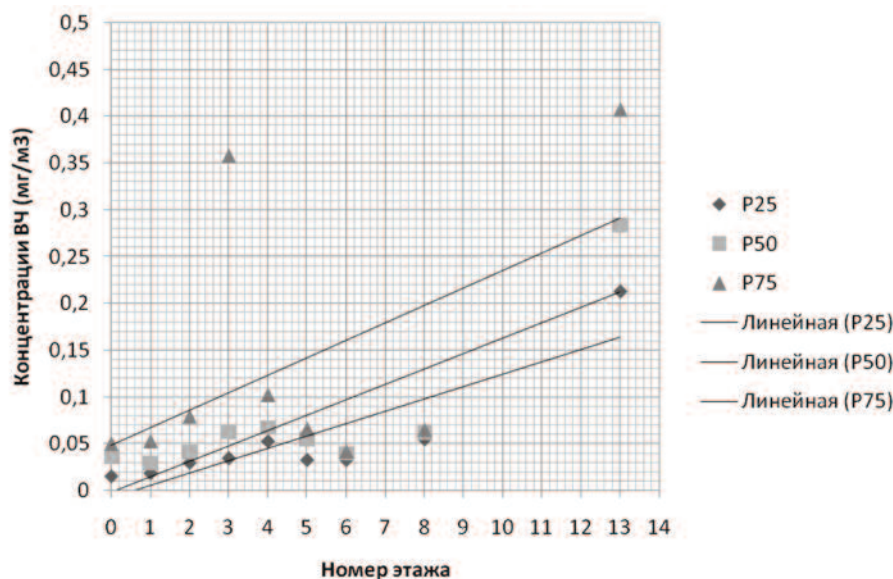


Рисунок 8. Зависимость концентраций взвешенных частиц от номера этажа.

Показаны 25-й, 50-й, 75-й перцентили распределений концентраций.

Некоторые из этих помещений являлись уникальными для данного вуза и не повторялись в других. В большинстве из них коэффициенты регрессии указывают на более высокие концентрации. Вероятно, в них измерения проводились именно потому, что отмечался либо запах табачного дыма, либо наличие окурков. Наиболее высокие концентрации отмечены на кухне в студенческом общежитии, которая фактически используется как место для курения.

Напротив, меньшим, чем в среднем, содержанием взвешенных частиц в воздухе, характеризовались гардеробы учебных зданий (-0,056), преподавательские (-0,075), холлы учебных зданий (-0,106), компьютерные классы (-0,113). Другие помещения или группы помещений имели содержание взвешенных частиц, не отличающееся от средних значений для всех помещений, где проводились измерения.

Данная модель позволяет вычислять среднюю прогнозируемую концентрацию взвешенных частиц в воздухе помещений.

Концентрация (мкг/м<sup>3</sup>) =  $1000 \cdot 10^{(-1,553 + 0,026 \cdot \text{этаж} + 0,003 \cdot \text{этаж}^2 + V_i + V_j)}$ , где

$V_i$  – коэффициент, соответствующий названию вуза, где проводилось измерение;

$V_j$  – коэффициент, соответствующий названию помещения, где проводилось измерение.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные измерения позволили оценить соблюдение политики чистого воздуха в восьми вузах города Казани. Места, где происходило бы курение, не были обнаружены в пяти университетах: в Казанском филиале СПб Академии экономики и менеджмента, ТИСБИ, ИЭУП не было никаких подозрительных на предмет загрязнения табачным дымом результатов измерений. Места для курения также не были обнаружены в Ветеринарной академии, однако, более высокие, в среднем, концентрации взвешенных частиц в атмосферном воздухе, по-видимому, обуславливают и более высокие концентрации в учебных корпусах. В учебных корпусах КГЭУ также не было обнаружено мест с указывающими на курение концентрациями взвешенных частиц. Отличие распределений концентраций, измеренных в корпусах этого вуза, обусловлено измерениями, проведенными в общежитии.

Наиболее очевидные места курения обнаружены в Академии социального образования: это мужские и женские туалеты, в коридорах либо непосредственно происходило курение, либо воздух в них сильно загрязнялся из туалетов, также загрязненным был воздух в переходе между корпусами и в аудиториях. Самые высокие концентрации отмечены и в столовой этого вуза.

В КАИ обнаружены концентрации, указывающие на курение, в мужских туалетах.

В КГУ курение происходило в холлах учебных зданий. Вероятно, загрязненный воздух из них попадал и в помещение столовой.

Наиболее высокие и опасные концентрации были обнаружены в кухне студенческого общежития, которая фактически использовалась как место для курения. Поскольку измерения не проводились в других общежитиях, мы не можем достоверно судить о состоянии воздуха в них, однако можно предположить, что и в других общежитиях существуют такие кухни-курилки. Поэтому меры в отношении общежитий необходимы во всех вузах, а не только в том, в котором эти измерения были проведены.

Обнаруженное увеличение концентраций на более высоких этажах может иметь разные объяснения. Во-первых, там, где политика чистого воздуха осуществляется недостаточно строго, курильщики могут лениться выходить на улицу с более высоких этажей по сравнению с нижними этажами. Во-вторых, на более высоких этажах естественная вентиляция, которая осуществляется за счет так называемого теплового напора, то есть разницы плотности воздуха на верхних и нижних этажах, является более затрудненной, чем на нижних. Чтобы учитывать данное обстоятельство, во всех последующих исследованиях с измерением взвешенных частиц можно рекомендовать регистрировать этаж помещения, где проводится измерение. Но, по-видимому, более информативной будет регистрация и этажа, и общей этажности здания.

## ВЫВОДЫ

1. В университетах, позволяющих курение в помещениях, наблюдаются опасные для здоровья концентрации взвешенных частиц в воздухе рабочих помещений.
2. Наиболее частыми местами, используемыми для курения в тех университетах, где политика чистого воздуха не осуществляется вообще либо имеющийся запрет курения нарушается, являются мужские и женские туалеты, холлы и коридоры, кухни студенческих общежитий.
3. В помещениях, где не курят, тех учебных корпусов, в которых курение не является полностью запрещенным,



**Таблица 2. Линейная регрессионная модель десятичного логарифма концентрации взвешенных частиц в воздухе помещений (мг/м<sup>3</sup>)**

|                                       | B      | t       | Sig.  | 95% доверительный интервал для B |                 |
|---------------------------------------|--------|---------|-------|----------------------------------|-----------------|
|                                       |        |         |       | Нижняя граница                   | Верхняя граница |
| Константа                             | -1,553 | -68,693 | 0,000 | -1,598                           | -1,509          |
| Этаж                                  | 0,026  | 3,317   | 0,001 | 0,011                            | 0,042           |
| Этаж <sup>2</sup>                     | 0,003  | 3,815   | 0,000 | 0,001                            | 0,004           |
| Ветеринарная академия                 | 0,161  | 5,792   | 0,000 | 0,107                            | 0,216           |
| КГУ                                   | 0,280  | 11,011  | 0,000 | 0,230                            | 0,330           |
| КФ СПб АЭМ                            | -0,369 | -14,297 | 0,000 | -0,419                           | -0,318          |
| АСО                                   | 0,390  | 21,570  | 0,000 | 0,354                            | 0,425           |
| КАИ                                   | -0,050 | -2,246  | 0,025 | -0,094                           | -0,006          |
| ТИСБИ                                 | -0,240 | -9,672  | 0,000 | -0,289                           | -0,192          |
| Кухня в общежитии, где курят          | 1,770  | 38,341  | 0,000 | 1,679                            | 1,860           |
| Туалеты мужские                       | 0,256  | 13,268  | 0,000 | 0,218                            | 0,293           |
| Коридоры                              | 0,172  | 9,510   | 0,000 | 0,136                            | 0,207           |
| Столовые                              | 0,217  | 8,069   | 0,000 | 0,164                            | 0,270           |
| Социально-психологическая служба ИЭУП | 0,392  | 7,489   | 0,000 | 0,289                            | 0,495           |
| Туалеты женские                       | 0,114  | 5,587   | 0,000 | 0,074                            | 0,154           |
| Подвал в Ветеринарной академии        | 0,273  | 4,752   | 0,000 | 0,160                            | 0,386           |
| Неизвестное помещение в КГУ           | 0,188  | 3,632   | 0,000 | 0,086                            | 0,289           |
| Холлы учебных зданий                  | -0,106 | -4,326  | 0,000 | -0,153                           | -0,058          |
| Компьютерные классы                   | -0,113 | -3,709  | 0,000 | -0,172                           | -0,053          |
| Преподавательские                     | -0,075 | -2,758  | 0,006 | -0,128                           | -0,022          |
| Гардеробы                             | -0,056 | -2,249  | 0,025 | -0,105                           | -0,007          |

B – коэффициенты регрессии;

t – критерий Стьюдента;

Sig. – уровень значимости участия данной переменной в модели;

Константа – постоянный член в уравнении регрессии.

могут достигаться концентрации взвешенных частиц, опасные даже для пребывания здоровых людей.

4. Измеренные концентрации взвешенных частиц у входов и на первых этажах учебных корпусов, где запрещено курение, не указывают на увеличение концентраций из-за скоплений курильщиков у входов. То есть политика чистого воздуха в учебных помещениях не сопровождается компенсаторным курением у входов учебных зданий.

5. При прочих равных условиях концентрации, измеренные на верхних этажах зданий, выше, чем на нижних, что должно учитываться при интерпретации полученных результатов измерений взвешенных частиц.

6. Политика чистого воздуха должна охватывать не только учебные поме-

щения, но и распространяться на общежития университетов.

7. Оценка содержания мелких взвешенных частиц в воздухе рабочей зоны может быть рекомендована при проведении комплексной оценки микроклимата рабочих мест.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьева Г. А. Прецедент оценки загрязнения табачным дымом помещений ЛПУ / Г. А. Ананьева, И. Н. Андреев, А. А. Малова, Р. Р. Хусниева // Здоровье казанцев и табак: материалы Первой городской научно-практической конференции. – Казань: Изд-во КГУ, 2008. – С. 5 - 8 <http://andreevin.narod.ru/choice/pro/conf-2008/2002.htm>.
2. Андреева Т. И. Концентрации взвешенных частиц как индикатор загрязнения воздуха лечебных учреждений табачным дымом на примере трех городских больниц города Казани / Т. И. Андреева, И. Н.

Андреев, Г. А. Ананьева, А. А. Малова, О. А. Василевская, Р. Р. Хусниева // Восточно-европейский журнал общественного здоровья. – 2009. – №3(7). – С. 57-69.

3. Hyland A. A 32-country comparison of tobacco smoke derived particle levels in indoor public places / A. Hyland, M. J. Travers, C. Dresler, C. Higbee, K. M. Cummings // *Tob Control*. – 2008. – 17. – №3. – P. 159-165.

4. Koong H. N. Global air monitoring study: a multi-country comparison of levels of indoor air pollution in different workplaces / H. N. Koong, D. Khoo, C. Higbee, M. Travers, A. Hyland, K. M. Cummings, C. Dresler // *Ann Acad Med Singapore*. – 2009. – 38. – №3. – P. 202-206.

5. Valavanidis A. Airborne particulate matter and human health: toxicological assessment and importance of size and composition of particles for oxidative damage and carcinogenic mechanisms / A. Valavanidis, K. Fiotakis, T. Vlachogianni // *J Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev*. – 2008. – 26. – №4. – P. 339-362.