

## **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)  
Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



О.Г. Локтионова

2017 г.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ**

Методические указания для выполнения практических занятий по  
дисциплинам «Экология», «Экологическая безопасность»,  
«Горнопромышленная экология» и другим дисциплинам  
экологической направленности

Курск 2017

УДК 502.22:504.5/9:614.1

Составители: В.И. Томаков, М.В. Томаков

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *И.О. Кирильчук*

**Исследование влияния загрязнения окружающей среды на заболеваемость населения промышленных городов:** методические указания для выполнения практических занятий и самостоятельной внеаудиторной работы по дисциплинам: «Экология»; «Экологическая безопасность»; «Горнопромышленная экология» и другим дисциплинам экологической направленности / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. В.И. Томаков, М.В. Томаков. – Курск, 2017. – 16 с.

Изучается уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории Российской Федерации, структура и свойства основных загрязняющих веществ, поступающие в атмосферу от стационарных и передвижных источников. Исследуются модели долгосрочного прогноза заболеваемости населения патологией дыхательной системы и отдельными видами патологии в зависимости от загрязнения атмосферы.

Предназначены студентам всех специальностей, изучающих дисциплину «Экология» и другие дисциплины экологической направленности.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 18.10. 2017 г. Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 0,7. Уч. изд. л. 0,6. Тираж 100 экз. Заказ 1627. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель практической работы:**

- изучить уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории Российской Федерации и характер воздействия на здоровье человека основных загрязнителей атмосферного воздуха;
- изучить методику и выполнить прогноз уровня заболеваемости населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха.

**Введение**

С момента появления биосферы ведущими экологическими факторами для организмов, а с появлением человека и для него, остаются климатические, т.е. природой данные условия. Человек как биосоциальное существо продолжает оставаться частью биосферы, от которой он зависит в силу вещественно-энергетического круговорота и которую все активнее преобразует, совершая гигантскую биогеохимическую работу. С развитием человечества для всего живого на Земле стала возрастать роль антропогенных факторов, а с развитием научно-технической революции все в большей степени проявлялось её негативное следствие - загрязнение окружающей среды. Оно, в свою очередь, приводит к перенапряжению и срыву защитных функций и адаптационных резервов организма человека, за которыми следует развитие острых и хронических патологических процессов. Реакция организма на вредно действующие на него влияния внешней среды и составляет сущность болезни. Отклик на неблагоприятное состояние экологической обстановки может быть как в ближайшее время и в отдаленные периоды жизни, т.е. проявляющимся через месяцы, годы, иногда и десятки лет.

Здоровье населения в настоящее время рассматривается как критерий функционирования антропоэкологической системы, а болезни человека - как индикатор здоровья экосистемы. Одними из наиболее мощных факторов воздействия на среду и здоровье населения являются значительные объемы выбросов вредных веществ в атмосферу, сброса сточных вод, накопления токсичных отходов. Проявление действия этих факторов на заболеваемость населения изучается как во всем мире, так и в России.

Установлено, что вклад экологических факторов в ухудшение здоровья и формирование основных форм патологии составляет от 50 до 70%.

Для оценки влияния качества среды на здоровье населения обычно используется информация о концентрациях загрязняющих веществ в атмосфере, воде, почве и уровне заболеваемости населения различными болезнями.

Как правило, используются ряды наблюдений за многолетний период, что делает возможным оценить воздействие неблагоприятных факторов на заболеваемость населения хронической патологией. Изучается прямое воздействие загрязнения воздуха, питьевой воды, пищи, которые позволяют увидеть связи между загрязнением среды и заболеваемостью. Изучается также интегральное воздействие комплекса загрязнителей элементов биосферы с целью оценки его комбинированного и совокупного воздействия на заболеваемость, прогноза заболеваемости населения промышленных городов.

Воздушный бассейн промышленных городов - это особое состояние атмосферы. Непрерывно в него поступают десятки и даже сотни различных веществ, выбрасываемых промышленными объектами, автомобилями, многочисленными котельными и другими производствами. В загрязнениях содержится смесь твердых и жидких взвешенных частиц, а также много газообразных веществ, причем многие из них находятся в атмосферном воздухе в больших концентрациях, поэтому их измеряют и учитывают в первую очередь.

Загрязнение атмосферного воздуха негативно влияет на здоровье населения. В данной практической работе следует оценить влияние многолетнего загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения различными классами болезней и отдельными видами патологии.

## **1 Уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории Российской Федерации**

Оксиды азота  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ ) являются одним из наиболее опасных загрязнителей атмосферного воздуха. На эти соединения, обладающие выраженным общетоксичным и раздражающим действием, установлены весьма низкие ПДК во всех промышленно развитых странах. Наряду с оксидами серы, оксиды азота вносят большой вклад в образование кислотных дождей, приводящих к гибели лесов и отравлению водоемов, в образование смога.

Имеющиеся сведения о загрязнении атмосферного воздуха свидетельствуют о том, что, несмотря на наблюдаемое сокращение общего объема выбросов от стационарных источников на 8,9 %, доля выбросов оксида углерода уменьшилась менее чем на 2 %, а доля выбросов оксидов азота возросла, что видно из данных таблицы 1.

Таблица 1. Выбросы  $\text{NO}_x$  (в пересчёте на  $\text{NO}_2$ ) и  $\text{CO}$  в атмосферный воздух от стационарных источников в 2011-2014 гг.

| Наименование веществ  | Годы    |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|
|   | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    |
| Общий объем выбросов от стационарных источников, тыс. т/год                       | 19162,3 | 19630,3 | 18446,5 | 17451,9 |
| Объем выбросов $\text{NO}_x$ от стационарных источников, тыс. т/год               | 1880,0  | 1937,5  | 1874,2  | 1805,5  |
| Объем выбросов $\text{CO}$ от стационарных источников, тыс. т/год                 | 5753,5  | 6001,8  | 5350,9  | 4938,4  |
| Доля выбросов $\text{NO}_x$ в общем объеме выбросов от стационарных источников, % | 9,81    | 9,86    | 10,16   | 10,35   |
| Доля выбросов $\text{CO}$ в общем объеме выбросов от стационарных источников, %   | 30,03   | 30,57   | 29,01   | 28,30   |

По данным Росгидромета, в 2011 году список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы включал 27, из них в 15 (55,6 %) оксиды азота являлись веществами, определяющими их включение в этот список. В 2012 году таких городов было 15 из 28 (53,6 %), в 2013 году - 14 из 29 (48,3 %), в 2014 году - 18 из 19 (94,7 %)

Из стационарных источников поступления в атмосферу  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}$  особенное место занимают энергетические установки, сжигающие различные видов топлива, в т.ч. - газ.

В 2015 г. атмосферный воздух городов и сельских поселений РФ был исследован на содержание азота диоксида (16 % всех исследованных проб), взвешенных веществ (15 %), углерода оксида (15 %), серы диоксида (12 %), углеводородов (11 %) и других примесей.

Высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха (более 5 ПДКсс) наблюдались в 2015 г. на территории 27 регионов РФ. Доля проб с содержанием химических примесей в атмосферном воздухе, превышающим ПДКсс, в различных регионах страны приведена в таблице 2.

Таблица 2. Доля проб с содержанием химических примесей в атмосферном воздухе, превышающим \*ПДКсс

| Загрязняющие вещества | Субъекты РФ                | Ранг | Доля проб по уровню превышения ПДКсс, % |                     |                 |
|-----------------------|----------------------------|------|---|---------------------|-----------------|
|                       |                            |      | от 1,1 до 2,0 ПДКсс                     | от 2,1 до 5,0 ПДКсс | более 5,0 ПДКсс |
| Бенз(а)пирен          | РФ                         |      | 0,56                                    | 0,41                | 0,27            |
|                       | Сахалинская область        | 1    | 22,73                                   | 18,18               | 13,64           |
|                       | Хабаровский край           | 2    | 18,52                                   | 20,99               | 14,81           |
| Взвешенные вещества   | РФ                         |      | 1,18                                    | 0,20                | 0,05            |
|                       | Сахалинская область        | 1    | 33,40                                   | -                   | 0,94            |
|                       | <b>Воронежская область</b> | 2    | 22,10                                   | 0,59                | -               |
|                       | Республика Бурятия         | 3    | 6,05                                    | 6,41                | 1,26            |
| Азота диоксид         | РФ                         |      | 1,00                                    | 0,13                | 0,01            |
|                       | <b>Воронежская область</b> | 1    | 8,97                                    | 0,35                | -               |
|                       | Республика Бурятия         | 2    | 8,20                                    | 1,58                |                 |
| Формальдегид          | РФ                         |      | 0,65                                    | 0,08                | -               |
|                       | Рязанская область          | 1    | 8,49                                    | 0,51                | -               |
|                       | Ханты-Мансийский АО        | 2    | 5,54                                    | 0,86                | -               |
|                       | <b>Курская область</b>     | 3    | 5,01                                    | 0,37                | -               |
| Фенол                 | РФ                         |      | 0,75                                    | 0,10                | 0,01            |
|                       | Ханты-Мансийский АО        | 1    | 8,98                                    | 1,97                | -               |
|                       | Алтайский край             | 2    | 3,71                                    | 0,67                | 0,04            |
|                       | Забайкальский край         | 3    | 3,52                                    | 0,74                | 0,08            |

\*ПДКсс – предельно-допустимая концентрация среднесуточная.

## 2 Последствия загрязнения атмосферы для человека

Все загрязняющие атмосферный воздух вещества в большей или меньшей степени оказывают отрицательное влияние на здоровье человека. Эти вещества попадают в организм человека преимущественно через систему дыхания. Органы дыхания страдают от загрязнения

непосредственно, поскольку около 50% частиц примеси радиусом 0,01-0,1 мкм, проникающих в легкие, осаждаются в них. Проникающие в организм частицы вызывают токсический эффект, поскольку они:

а) токсичны (ядовиты) по своей химической или физической природе;

б) служат помехой для одного или нескольких механизмов, с помощью которых нормально очищается респираторный (дыхательный) тракт;

в) служат носителем поглощенного организмом ядовитого вещества.

В некоторых случаях воздействие одни из загрязняющих веществ в комбинации с другими приводят к более серьезным расстройствам здоровья, чем воздействие каждого из них в отдельности. Большую роль играет продолжительность воздействия.

Статистический анализ позволил достаточно надежно установить зависимость между уровнем загрязнения воздуха и такими заболеваниями, как поражение верхних дыхательных путей, сердечная недостаточность, бронхиты, астма, пневмония, эмфизема легких, а так же болезни глаз.

**Оксид углерода.** Концентрация CO, превышающая предельно допустимую, приводит к физиологическим изменениям в организме человека. Объясняется это тем, что CO – исключительно агрессивный газ, легко соединяющийся с гемоглобином (красными кровяными тельцами). При соединении образуется карбоксигемоглобин, повышение (сверх нормы, равной 0,4%) содержание которого в крови сопровождается:

а) ухудшением остроты зрения и способности оценивать длительность интервалов времени;

б) нарушением некоторых психомоторных функций головного мозга (при содержании 2-5%);

в) изменениями деятельности сердца и легких (при содержании более 5%);

г) головными болями, сонливостью, спазмами, нарушениями дыхания и смертностью (при содержании 10-80%).

Степень воздействия оксида углерода на организм зависят не только от его концентрации, но и от времени пребывания (экспозиции) человека в загазованном CO воздухе. Так, при концентрации CO

равной 10-50 млн ppm (нередко наблюдаемой в атмосфере площадей и улиц больших городов), при экспозиции 50-60 мин отмечаются нарушения, приведенные в п. "а", 8-12 ч - 6 недель - наблюдаются изменения, указанные в п. "в". Нарушение дыхания, спазмы. Потеря сознания наблюдаются при концентрации CO, равной 200 млн ppm, и экспозиции 1-2 ч при тяжелой работе и 3-6 ч - в покое. К счастью, образование карбоксигемоглобина в крови - процесс обратимый после прекращения вдыхания CO начинается его постепенный вывод из крови; у здорового человека содержание CO в крови каждые 3-4 ч и уменьшается в два раза. Оксид углерода - очень стабильное вещество, время его жизни в атмосфере составляет 2-4 мес. При ежегодном поступлении 350 млн. т концентрация CO в атмосфере должна была бы увеличиваться примерно на  $0,03 \text{ млн}^{-1}/\text{год}$ . Однако этого, к счастью, не наблюдается, чем мы обязаны в основном почвенным грибам, очень активно разлагающим CO (некоторую роль играет также переход CO в CO<sub>2</sub>).

**Диоксид серы и серный ангидрид.** Диоксид серы (SO<sub>2</sub>) (3 класс опасности) - бесцветный газ с резким запахом и серный ангидрид (SO<sub>3</sub>) в комбинации со взвешенными частицами и влагой оказывают наиболее вредное воздействие на человека, живые организмы и материальные ценности SO<sub>2</sub> - бесцветный и негорючий газ, запах которого начинает ощущаться при его концентрации в воздухе 0,3-1,0 млн ppm, а при концентрации свыше 3 млн ppm SO<sub>2</sub> имеет острый раздражающий запах. Раздражающее действие диоксида серы усиливается при повышении влажности воздуха и туманах. На влажной поверхности слизистых оболочек SO<sub>2</sub> переходит в серную кислоту. Действие SO<sub>2</sub> проявляется, также, в нарушении обменных процессов, раздражением кровеносных органов и др. Диоксид серы в смеси с твердыми частицами и серной кислотой (раздражитель более сильный, чем SO<sub>2</sub>) уже при среднегодовом содержании 9,04-0,09 млн ppm. и концентрации дыма 150-200 мг/м<sup>3</sup> приводит к увеличению симптомов затрудненного дыхания и болезней легких, а при среднесуточном содержании SO<sub>2</sub> 0,2-0,5 млн ppm и концентрации дыма 500-750 мг/м<sup>3</sup> наблюдается резкое увеличение числа больных и смертельных исходов. При концентрации SO<sub>2</sub> = 0,3-0,5 млн ppm в течение нескольких дней наступает хроническое поражение листьев растений (особенно шпината, салата, хлопка и люцерны), а также иголок сосны.



**Оксиды азота.** Оксиды азота (прежде всего, ядовиты диоксид азота  $\text{NO}_2$ ), соединяющиеся при участии ультрафиолетовой солнечной радиации с углеводородами (среди наибольшей реакционной способностью обладают олеофины), образуют пероксилацетилнитрат (ПАН) и другие фотохимические окислители, в том числе пероксибензоилнитрат (ПБН), озон ( $\text{O}_3$ ), перекись водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), диоксид азота. Эти окислители - основные составляющие фотохимического смога, повторяемость которого велика в сильно загрязненных городах.

Оксиды азота (класс опасности 3) представляют собой бесцветный газ со слабым запахом и сладковатым вкусом, вызывает респираторные заболевания, бронхиты у новорожденных, в частности диоксид азота соприкасаясь с эпителием легких, образует азотистую и азотную кислоты, которые после диссоциации на нитрит и нитрат ионы способны превращать гемоглобин крови в мет гемоглобин. Вдыхание небольших количеств  $\text{N}_2\text{O}$  приводит к притуплению болевой чувствительности. В малых количествах  $\text{N}_2\text{O}$  вызывает чувство опьянения (отсюда название «веселящий газ»). Вдыхание чистого  $\text{N}_2\text{O}$  быстро вызывает наркотическое состояние и удушье.

По мере удаления от источника выброса все большее количество  $\text{NO}$  превращается в  $\text{NO}_2$  (класс опасности 3) - бурый, обладающий характерным неприятным запахом газ. Диоксид азота сильно раздражает слизистые оболочки дыхательных путей. Вдыхание ядовитых паров диоксида азота может привести к серьезному отравлению. Диоксид азота вызывает сенсорные (ослабляет обоняние, ночное зрение), функциональные (вызывает увеличение усилий, затрачиваемых на дыхание) и патологические эффекты (человек более восприимчив к патогенам, вызывающим болезни дыхательных путей). У людей, подвергшихся воздействию высоких концентраций диоксида азота, чаще наблюдаются катар верхних дыхательных путей, бронхиты, круп и воспаление легких. Кроме того, диоксид азота сам по себе может стать причиной заболеваний дыхательных путей. Попадая в организм человека,  $\text{NO}_2$  при контакте с влагой образует азотистую и азотную кислоты, которые разъедают стенки альвеол легких. При этом стенки альвеол и кровеносных капилляров становятся настолько проницаемыми, что пропускают сыворотку крови в полость легких. В этой жидкости растворяется вдыхаемый воздух, образуя пену, препятствующую дальнейшему газообмену. Возникает отек легких, который зачастую ведет к летальному исходу. Длительное воздействие

оксидов азота вызывает расширение клеток в корешках бронхов (тонких разветвлениях воздушных путей альвеол), ухудшение сопротивляемости легких к бактериям, а также расширение альвеол. В районах с высоким содержанием в атмосфере диоксида азота наблюдается повышенная смертность от сердечных и раковых заболеваний.

В последние годы среди населения нашей страны на первое место выходят заболевания органов дыхания, обусловленные, как правило, загрязнением воздушной среды, что демонстрирует рисунок 1.

Заболеваемость болезнями органов дыхания в РФ в 2013 году составила 335,7 чел. в расчете на 1000 чел. населения против 293,4 в 2004 году.

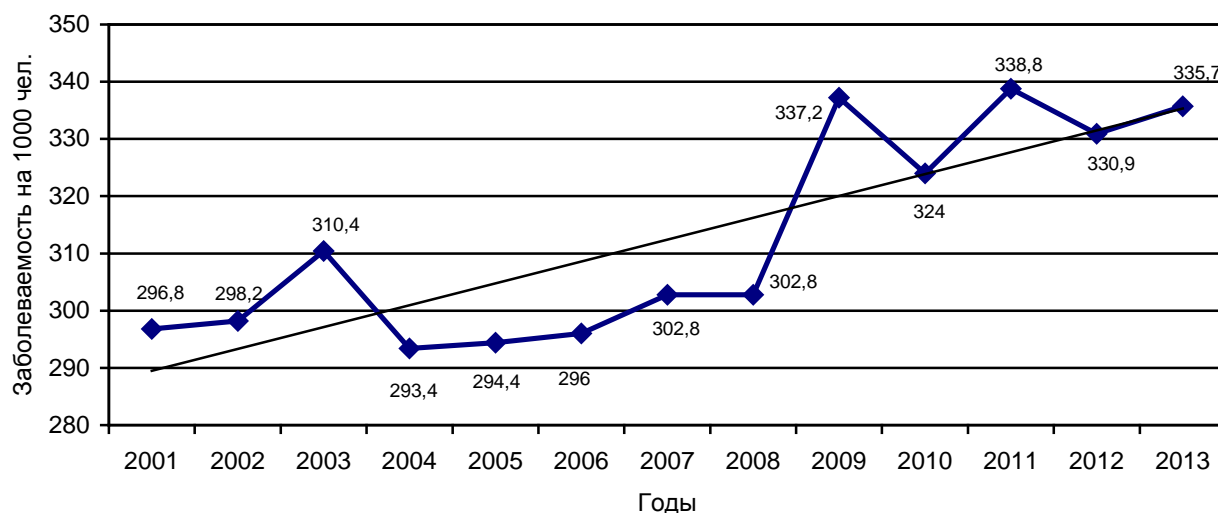


Рисунок 1. Заболеваемость болезнями органов дыхания в РФ в расчете на 1000 человек населения

По данным Роспотребнадзора численность населения, подверженного воздействию комплексной химической нагрузки воздушной среды, формирующей распространённость болезней органов дыхания, в т.ч. детского населения, за последние три года в среднем составила около 90,0 млн чел.

В условиях превышения гигиенических нормативов загрязняющих веществ атмосферного воздуха при кратковременных подъемах их концентраций проживает порядка 102,6 млн чел. на территориях городских и 25,8 млн чел. - на территориях сельских поселений.

Загрязняющие вещества, находящиеся в атмосфере, в первую очередь оказывают прямое действие, нарушая функцию внешнего дыхания, т.е. нарушая механизмы, обеспечивающие нормальное со-

держание в крови кислорода и углекислоты. Известно, что в легких происходят три основных процесса: вентиляция альвеол, диффузия молекулярного кислорода и углекислого газа через альвеолокапиллярную мембрану и перфузия (протекание соответствующего количества крови через легочные капиллярные сосуды), строгая взаимосвязь которых и обеспечивает нормальный газовый состав крови. Химические соединения, находящиеся в атмосфере, могут приводить к нарушению одного из этих механизмов, снижению эффективности дыхания и развитию его недостаточности, что в свою очередь вызывает гипоксию и газовый ацидоз. В первую очередь нарушается альвеолярная вентиляция, суть которой заключается в регулярном обновлении альвеолярных газов в соответствии с потребностями организма.

Учитывая то, что человек не может выбрать себе качество воздуха, загрязняющие атмосферу вещества могут напрямую внедриться в различные звенья патогенеза заболеваний дыхательной системы.

Органы дыхательной системы выполняют не только функцию газообмена между кровью и воздухом, но и многие другие, которые могут нарушаться при действии различных факторов загрязнения среды. Известна защитная функция – легкие способны задерживать более 90% частиц диаметром свыше 2 мкм, поступающих с вдыхаемым воздухом. Осевшие на стенках бронхов частицы удаляются с восходящим током слизи, благодаря ритмичным движениям огромного числа тонких ресничек, работа которых может быть парализована некоторыми токсичными веществами. Частицы же, осевшие в альвеолах, преимущественно поглощаются макрофагами и попадают в кровь, лимфу. Тем не менее, легкие обладают фильтрационной функцией, способствующей очищению крови от различных примесей, но эта функция может быть нарушена.

С другой стороны, очень интенсивно осуществляется и всасывательная функция. Легкие выполняют важные метаболические функции, участвуя в обмене белков, жиров, углеводов, так как через эти органы проходит вся кровь.

Также надо отметить, что легкие являются резервуаром крови благодаря выраженной способности сосудов малого круга изменять свой объем при незначительных изменениях давления на них. Легкие играют определенную роль в поддержании водного баланса, поскольку с выдыхаемым воздухом из организма выделяется и вода.

Поскольку в организме все взаимосвязано и нарушения в одних органах приводят к нарушениям других. Поэтому, поступление с вдыхаемым воздухом загрязнителей может способствовать нарушению всех важных функций легких, которые приведут к развитию патологических процессов в любых органах и системах организма. Таким образом, загрязняющие вещества, попавшие в организм ингаляционным путем, будут оказывать как прямое, так и опосредованное действие.

### **3 Моделирование зависимости заболеваемости населения от загрязнения атмосферного воздуха**

Наиболее представительным, как в научных исследованиях, так и в практическом здравоохранении является метод математического моделирования, позволяющий имитировать реально протекающие процессы, выделять наиболее значимые и оптимальные значения из множества вариантов, количественно отражать взаимосвязь ряда факторов, вскрытую качественным анализом, использовать результаты автономных прогнозов о динамике отдельных факторов и выстраивать систему взаимосвязанных моделей.

Основным достоинством метода моделирования является возможность изучения степени изменчивости системы под влиянием отдельных факторов и определение всей полноты взаимосвязи переменных. Наиболее значимая группа методов математического моделирования - это статистико-вероятностные модели. Они позволяют прогнозировать ту или иную величину (зависимую переменную) на основе изменения факторов (независимых переменных), входящих в модель. Простейшей статистико-вероятностной моделью являются модели (уравнения) парной корреляции, достаточно широко распространенные для оценки различных показателей здравоохранения. Они устанавливают количественную меру взаимосвязи двух факторов между собой.

Значительный интерес представляют многофакторные модели, описывающие влияние на прогнозируемую величину не одного, а ряда факторов, зависимость которых может быть выражена уравнением множественной корреляции или уравнением множественной линейной регрессии. Поэтому система уравнений – одна из наиболее эффективных прогнозных моделей.

Корреляционно-регрессионный анализ позволяет измерить количественно тесноту, направление связи (корреляционный анализ), а также установить аналитическое выражение зависимости результата от конкретных факторов при постоянстве остальных действующих на результативный признак факторных признаков (регрессионный анализ).

Зная среднегодовые концентрации загрязнителей, общее население территории, для которой рассчитывается общая заболеваемость, методом построения эмпирических зависимостей строятся уравнения регрессии между значением общей заболеваемости (определенным видом болезней на 1000 человек населения) и уровнем загрязнения атмосферы различными ингредиентами (показателями фактической концентрации). Так, в частности, была установлена корреляционная зависимость между общей заболеваемостью органов дыхания  $Y_{o.d.}$  на 1000 человек и уровнем загрязнения пылью, CO, NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> (коэффициент корреляции  $R = 0,71$ ):

$$Y_{o.d.} = 147,7 + 21,3x_1 + 20,8x_2 + 98,4x_3 + 137,2x_4, \quad (1)$$

где  $x_1$  - среднегодовая концентрация (мг/м<sup>3</sup>): пыли;  $x_2$  - среднегодовая концентрация CO;  $x_3$  - среднегодовая концентрация SO<sub>2</sub>;  $x_4$  - среднегодовая концентрация NO<sub>2</sub>.

По медицинским исследованиям загрязнение воздушного бассейна наибольшее влияние оказывает на заболеваемость группы органов дыхания, что в свою очередь, отрицательно влияет на функционирование сердечнососудистой системы, желудочно-кишечного тракта и т.д.

Методом построения эмпирических зависимостей было установлено, что между распространенностью болезней органов дыхания и болезнями других органов и систем существует тесная корреляционная связь, которую в большинстве случаев можно интерпретировать как функциональную зависимость:

$$\begin{aligned} Y_{c.c.} &= e^{-1,3} \times Y_{o.d.}^{0,023}; \\ Y_{c.} &= e^{-0,38} \times Y_{o.d.}^{0,021}; \\ Y_{ж.к.} &= e^{-1,5} \times Y_{o.d.}^{0,015}; \\ Y_{o.з.} &= Y_{o.d.} / (0,41 \times Y_{o.d.} + 0,117); \\ Y_{з.н.} &= Y_{o.d.} / (0,5 \times Y_{o.d.} + 0,93), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $Y_{з.н.}$  - заболеваемость злокачественными новообразованиями на 1000 человек;  $Y_{о.д.}$  - заболеваемость органами дыхания на 1000 человек;  $Y_{с.с.}$  - заболеваемость болезнями сосудистой системы на 1000 человек;  $Y_{с.}$  - заболеваемость болезнями сердца на 1000 человек;  $Y_{ж.к.}$  - заболеваемость болезнями желудочно-кишечного тракта на 1000 человек;  $Y_{о.з.}$  - общая заболеваемость на 1000 человек.

Зная среднегодовые концентрации загрязнителей, общее население территории, для которой рассчитывается ущерб, и средний ущерб от заболевания одного человека болезнями, например, органов дыхания, можно рассчитать ущерб, который понесла экономика территории от заболеваемости населения болезнями органов дыхания из-за загрязнения атмосферы.

Заболеваемость населения зависит не только от загрязнения атмосферы, но и от множества других факторов: от топографии местности; температуры воздуха и его относительной влажности; скорости ветра; состояния медицинского обслуживания; образа жизни; количества зеленых насаждения; уровня благоустройства города, т.е. развитости социальной инфраструктуры; транспорта и т. д.

### Задания для выполнения практической части работы

Применяя зависимости (1) и (2) определите прогнозное количество заболеваний в населенном пункте из-за загрязнения атмосферы, если известно следующее (таблица 3).

Таблица 3. Исходные данные для расчета

| Показатели  | Варианты (по последней цифре номера зачетной книжки) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| Численность населения, тыс. чел                                   | 90   | 95   | 100  | 105  | 110  | 115  | 120  | 125  | 130  | 135  |
| Среднегодовая концентрация, мг/м <sup>3</sup> :<br>пыли ( $x_1$ ) | 5  | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |
| СО ( $x_2$ )  | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   |
| SO <sub>2</sub> ( $x_3$ )   | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,5  | 0,4  | 0,3  | 0,2  | 0,1  | 0,4  |
| NO <sub>2</sub> ( $x_4$ )   | 0,10   | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,11 |

## Содержание отчета о работе

Отчет по практическому заданию должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткую теоретическую часть.
3. Подробный расчет согласно номеру задания.
4. Выводы.

## Контрольные вопросы для защиты отчета

1. Какие вещества загрязнители оказывают наибольшее влияние на уровень и структуру общей заболеваемости населения?
2. Какая информация обычно используется для оценки влияния качества среды на здоровье населения?
3. Какой основной негативный для здоровья человека эффект, вызывают проникающие в организм частицы?
4. Назовите реальный уровень заболеваемости болезнями органов дыхания в РФ в расчете на 1000 человек населения.
5. Назовите отрицательное воздействие оксида углерода на организм человека.
6. Назовите отрицательное воздействие оксидов азота на организм человека.
7. Назовите отрицательное воздействие диоксида серы на организм человека.
8. Назовите значимые группы методов математического моделирования, позволяющие количественно отражать взаимосвязь уровня заболеваемости населения с негативными факторами в окружающей среде.
9. На какую функцию организма загрязняющие вещества, находящиеся в атмосфере, в первую очередь оказывают прямое действие?
10. Какие негативные последствия для организма человека влечет заболевание органов дыхания?
11. В чем суть методики прогноза уровня заболеваемости в связи с загрязнением среды?
12. Какие основные функции выполняют органы дыхательной системы человека?
13. Почему в промышленных городах уровень заболеваемости органов дыхания выше, чем средний статистический по стране?

## Библиографический список

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016. – 200 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2014 году» [электронный ресурс]. URL: <http://mnr.gov.ru/>.
3. Лежнёв О.К. Особенности зависимости заболеваемости населения от уровня загрязненности атмосферного воздуха в региональных условиях. Дис. ... канд. мед. наук. М., 2012. – 187 с.
4. Сенотрусова С.В. Влияние загрязнения окружающей среды на заболеваемость населения промышленных городов. Дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 2005. – 444 с.