Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование
Российской Федерации

2.1.10. СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ
В СВЯЗИ С СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И УСЛОВИЯМИ ПРОЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска

Методические рекомендации
МР 2.1.10.0057—12

Издание официальное

Москва • 2012

gost.e-ecolog.ru

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

2.1.10. СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В СВЯЗИ С СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И УСЛОВИЯМИ ПРОЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска

Методические рекомендации
МР 2.1.10.0057—12

ББК 51.21
О93

О93 **Оценка** риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска: Методические рекомендации.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012.—52 с.

ISBN 978—5—7508—1097—0

1. Разработаны Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Г. Г. Онищенко, И. В. Брагина, А. Л. Мишина), Управлением Роспотребнадзора по Архангельской области (Р. В. Бузинов, Т. Н. Унгуряну), Управлением Роспотребнадзора по Свердловской области (С. В. Кузьмин, О. Л. Малых), ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора (В. Б. Гурвич, С. В. Ярушин, Б. А. Кацнельсон), ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (Н. В. Зайцева, И. В. Май, П. З. Шур, Д. А. Кирьянов, В. Б. Алексеев), Институтом народнохозяйственного прогнозирования РАН (Б. А. Ревич).

При подготовке приложения 2 к настоящим методическим рекомендациям использованы данные Управления Роспотребнадзора по Воронежской области (В. И. Чубирко, Н. М. Пичужкина).

2. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 17 января 2012 г.

3. Введены в действие с 17 января 2012 г.

ББК 51.21

© **Роспотребнадзор, 2012**

© **Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012**

Содержание

I. Область применения 4
II. Общие положения 5
III. Термины и определения 6
IV. Нормативные ссылки 7
V. Методика сбора и подготовки данных 7
5.1. Сбор данных о метеорологических показателях 7
5.2. Сбор данных о климаточувствительных заболеваниях . . 9
5.3. Сбор данных для экономической оценки ущерба 11
5.4. Подготовка данных 12
VI. Методы оценки влияния метеорологических показателей на состояние здоровья населения 14
6.1. Эпидемиологический анализ помесячной динамики показателей здоровья 14
6.2. Статистический анализ 15
6.3. Представление результатов 17
6.4. Оценка популяционного риска заболеваний, смертей, обращений за скорой медицинской помощью, госпитализации 17
VII. Оценка экономического ущерба, связанного с риском для здоровья населения при воздействии метеорологических факторов 18
Приложение 1. Пример базы данных по метеорологическим факторам и количеству вызовов скорой медицинской помощи в городе N . . 20
Приложение 2. Оценка воздействия климатических изменений на здоровье населения в различных регионах России 21
1. Оценка влияния температуры воздуха, волн жары и холода на смертность населения 21
2. Оценка влияния температуры воздуха, волн жары и холода на обращаемость населения за скорой медицинской помощью 41
3. Оценка влияния температуры и загрязнения воздуха на заболеваемость населения 46
4. Оценка влияния температуры воздуха на заболеваемость инфекционными болезнями 47
Приложение 3. Перечни публикаций 50

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации

Г. Г. Онищенко

17 января 2012 г.
Дата введения: с момента утверждения

2.1.10. СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В СВЯЗИ С СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И УСЛОВИЯМИ ПРОЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска

Методические рекомендации
МР 2.1.10.0057—12

I. Область применения

1.1. В настоящих методических рекомендациях представлены методические подходы к сбору и подготовке данных, оценке влияния метеорологических показателей на здоровье населения, оценке экономического ущерба, связанного с повышением уровня заболеваемости и смертности от климаточувствительных заболеваний в группах населения повышенного риска.

1.2. Методические рекомендации предназначены для органов и организаций Федеральной службы по защите прав потребителей и благополучия человека, а также научно-исследовательских и иных организаций, деятельность которых связана с оценкой риска для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания.

1.3. Положения методических рекомендаций могут быть использованы при:

• обосновании необходимости разработки и реализации мероприятий по адаптации к изменению климатических условий, рассмотрении вариантов социальных, экономических и технических мер по предупреждению и смягчению их последствий для уменьшения потенциального неблагоприятного воздействия изменения климата на состояние здоровья населения;

• совершенствовании системы мониторинга состояния здоровья населения и среды обитания в связи с изменением климата

для прогнозирования, предупреждения и профилактики заболеваний, чувствительных к климатическим факторам;

• ориентировочной оценке потенциального экономического ущерба, причиненного здоровью человека и целесообразных затрат на реализацию мер по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия;

• обеспечении объективной информацией лиц, участвующих в принятии управленческих решений, населения, общественных организаций об уровнях риска для здоровья населения в связи с неблагоприятным воздействием климатических факторов.

II. Общие положения

2.1. В течение последних десятилетий вызывает обеспокоенность беспрецедентно высокая скорость глобального потепления и изменения климата. Установлено, что хозяйственная деятельность человека оказывает заметное влияние на климат. Эти изменения климата многообразны и проявляются в изменении частоты и интенсивности климатических аномалий и экстремальных погодных явлений. Ожидаемые изменения климата неизбежно отразятся на жизни людей во всех регионах планеты, а в некоторых из них станут ощутимой угрозой для благополучия населения.

В последние годы изменение климата рассматривается как один из ведущих факторов, оказывающих влияние на здоровье населения. Происходит как прямое влияние за счет увеличения числа дней с аномально высокими и/или низкими температурами, наводнений, штормов, тайфунов, так и косвенное, опосредованное влиянием экологических или социально-экономических факторов (увеличение площади засушливых земель, уменьшение объемов качественной питьевой воды и др.). Воздействие изменения климата в городах сочетается с неблагоприятным воздействием на здоровье населения загрязненного атмосферного воздуха.

2.2. По оценкам ВОЗ в Европе ежегодно климатические изменения являются причиной от 1 до 10 % смертей среди старших возрастных групп, а в мире – более 150 тыс. дополнительных смертей и 5,5 млн лет нетрудоспособности в год. Это составляет 0,3 % общего числа смертельных исходов и 0,4 % общего количества лет нетрудоспособности соответственно. К 2050 г. ожидается дальнейшее увеличение числа смертельных исходов, связанных с потеплением климата еще примерно на 1,0—1,5 %. Экономический ущерб от дополнительной смертности в результате климатических изменений в мире колеблется в большом интервале – от 6 до 88 млрд долларов в год.

2.3. В соответствии с Климатической доктриной Российской Федерации к отрицательным последствиям ожидаемых изменений климата для Российской Федерации относится повышение риска для здоровья (увеличение уровня заболеваемости и смертности) населения. Оценка рисков и связанных с ними потерь рассматриваются как важнейшие составляющие при разработке и планировании мер по адаптации к изменениям климата. Количественная оценка риска позволяет определить примерную величину конкретных последствий (заболеваний и преждевременной смерти) при различных сценариях.

2.4. Основными факторами риска, связанными с климатическими изменениями, считаются высокие температуры, экстремальные погодные явления, распространение инфекционных заболеваний, нарушения питания и пр. В качестве одного из приоритетных факторов климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности населения Российской Федерации, рассматриваются «волны» жары и холода. В настоящих методических рекомендациях к числу наиболее чувствительных к потенциальным воздействиям этих факторов категорий населения, для которых может проводиться оценка риска, относятся лица пожилого возраста и детское население.

2.5. Основные положения настоящих методических рекомендаций гармонизированы с методическими подходами, изложенными в документах Всемирной организации здравоохранения [1—4].

III. Термины и определения

Адаптация – стратегии, направления политики и меры, осуществляемые в настоящее время и в будущем с целью уменьшения потенциальных неблагоприятных воздействий на здоровье, обусловленных изменчивостью и изменением климата.

Заболевание, характеризующееся чувствительностью к климатическим факторам (климаточувствительное заболевание) – заболевание, тесно связанное с метеорологическими и/или климатическими факторами, что находит отражение в показателях территориальной заболеваемости, смертности или других показателях состояния здоровья населения и сезонном характере передачи заболеваний.

Изменение климата – статистически значимое изменение либо среднего состояния климата, либо его изменчивости, которое сохраняется в течение длительного времени (обычно несколько десятилетий или дольше). По определению Всемирной Метеорологической организации (ВМО) периодом для отсчета изменений климата считается 30 лет.

Изменчивость климата относится к колебаниям вокруг среднего состояния, включая случаи экстремальных погодных явлений.

Климат – это средний режим погоды или статистическое описание средней величины и изменчивости соответствующих количественных параметров в течение определенного периода времени.

Погода – повседневное проявление климата в определенном месте в определенное время.

Чувствительность – более высокая степень восприимчивости отдельных людей и систем к неблагоприятным последствиям изменения климата, включая его изменчивость и экстремальные климатические явления, или неспособность преодолеть эти последствия.

Эффективная температура – мера относительного дискомфорта, который испытывает человек в связи с воздействием на организм жары в сочетании с высокой влажностью воздуха.

IV. Нормативные ссылки

4.1. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

4.2. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 июня 2004 г. № 322 «Об утверждении Положения о Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека».

4.3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2011 г. № 730р «Об утверждении Комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года».

4.4. МР 5.1.0029—11 «Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания».

4.5. МР 5.1.0030—11 «Методические рекомендации к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания».

V. Методика сбора и подготовки данных

5.1. Сбор данных о метеорологических показателях

5.1.1. К метеорологическим показателям, используемым для оценки влияния изменений климата на здоровье населения, относятся среднесуточные и максимальные показатели температуры атмосферного воздуха, относительной влажности, атмосферного давления, скорости ветра и количество осадков.

5.1.2. Источником информации по метеорологическим данным является межрегиональный территориальный орган (управление) по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и подведомственные государственные учреждения – центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

5.1.3. Для одновременной оценки температуры и влажности воздуха целесообразно использовать эффективную температуру воздуха, которая рассчитывается по формуле [21]:

$$T_{app} = -2{,}653 + 0{,}994 \times (T_{air}) + 0{,}0153 \times (T_{dewpt})^2 \text{, где}$$

T_{app} – эффективная температура, T_{air} – температура воздуха, а T_{dewpt} – точка росы.

Точка росы рассчитывается на основании информации об относительной влажности по формуле:

$$Td = \frac{b\gamma(T, RH)}{a - \gamma(T, RH)}$$, где γ рассчитывается по формуле:

$$\gamma(T, RH) = \frac{a \times T}{b + T} + \ln(RH/100), \text{ где}$$

T – температура воздуха, RH – относительная влажность, a и b – константы, равные 17,271 и 237,7 соответственно.

Для расчета среднесуточной эффективной температуры используются среднесуточные значения температуры и влажности, а для расчета максимальной эффективной температуры – их максимальные значения.

5.1.4. При отсутствии метеостанции на изучаемой территории можно использовать данные близлежащих метеостанций.

Для определения среднесуточной температуры используют данные метеостанции, расположенной в радиусе до 300 км, для среднемесячной температуры – в радиусе до 1 200 км.

Для определения среднесуточной влажности и суточного количества осадков используют данные метеостанции, расположенной в радиусе до 50 км, для среднемесячной влажности и количества осадков – в радиусе до 400 км.

5.1.5. В условиях влияния метеорологических факторов на здоровье населения, особенно на территориях с техногенным загрязнением, необходимо оценить модифицирующий эффект от влияния загрязняющих атмосферный воздух веществ (взвешенные вещества, диоксид серы, диоксид азота, оксид азота, оксид углерода и других веществ, включенных в программу мониторинга).

5.1.6. Источником информации по мониторингу загрязнения атмосферного воздуха являются данные межрегионального территориального органа (управления) по гидрометеорологии и мони-

торингу окружающей среды и подведомственных государственных учреждений – центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, лабораторий промышленных предприятий и организаций. Исходной информацией о загрязнении атмосферного воздуха являются результаты замеров на постах наблюдения.

5.2. Сбор данных о климаточувствительных заболеваниях

5.2.1. К наиболее распространенным заболеваниям, характеризующимся чувствительностью к климатическим факторам, относятся:

– болезни органов дыхания: острые респираторные инфекции (J00—J22), аллергический ринит (J30), хронические обструктивные болезни легких (J40—J44), бронхиальная астма (J45);

– болезни органов кровообращения: болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (I10—I15), ишемическая болезнь сердца (I20—I25), нарушения проводимости и сердечного ритма (I44—I49), цереброваскулярные болезни (I60—I69);

– болезни эндокринной системы: сахарный диабет (E10—E14);

– травмы, отравления и другие последствия воздействия внешних причин: травмы (S00—T14), отморожения (T33—T35), утопления (W69—W70), суициды (X60—X84);

– психические расстройства: алкогольные психозы (F10);

– кишечные инфекции: сальмонеллез (A02), шигеллез (A03) и другие бактериальные кишечные инфекции (A04) и отравления (A05), вирусные кишечные инфекции (A08);

– трансмиссивные болезни: болезнь Лайма (A69.2), клещевой вирусный энцефалит (A84), лихорадка Денге (A90—A91), лихорадка Западного Нила (A92.3), желтая лихорадка (A95), малярия (B50—B54), лейшманиоз (B55), африканский трипаносомоз (B56), болезнь Шагаса (B57), охоцеркоз (B73), филяриатоз (B74).

5.2.2. К группам населения повышенного риска, для которых проводится оценка влияния климатических изменений на показатели здоровья, относятся:

– дети (от 0 до 17 лет);

– лица пожилого (60 лет и старше) и престарелого возраста (75 лет и старше);

– лица с хроническими заболеваниями, страдающие болезнями органов дыхания, кровообращения, болезнями нервной, мочевыделительной и эндокринной системами;

– лица в трудоспособном возрасте, в том числе работающие на открытом воздухе;

– коренные народы.

5.2.3. Оценку влияния метеорологических факторов на здоровье следует выполнять по следующим показателям:

– смертность населения;
– заболеваемость населения по обращаемости;
– заболеваемость населения по данным госпитализации;
– обращаемость населения за скорой медицинской помощью.

5.2.4. Первичным документом, регистрирующим случаи смерти, является форма № 106/у-8 «Медицинское свидетельство о смерти» и «Запись акта о смерти», выдаваемая ЗАГСами. Сбор первичной информации по смертности населения для исследования проводится двумя путями: выкопировкой данных из формы № 106/у-8 и записи акта о смерти в ЗАГСах по всем случаям смерти в городе (районе); на основе существующих электронных баз данных по смертности, формируемых в медицинских информационно-аналитических центрах в субъектах Российской Федерации или в территориальном органе Федеральной службы государственной статистики.

5.2.5. Источниками информации о случаях заболеваний являются «Талон амбулаторного пациента» (ф. 025-6(7)/у-89), «Медицинская карта стационарного больного» (ф. 003/у). Сбор первичной информации осуществляется путем выкопировки или на основе электронных баз данных лечебно-профилактических организаций, территориальных фондов обязательного медицинского страхования.

5.2.6. Источником информации о регистрации ежедневных случаев инфекционных заболеваний является «Экстренное извещение об инфекционном заболевании, пищевом, остром профессиональном отравлении, необычной реакции на прививку» (ф. 058/у) или журнал учета инфекционных заболеваний (форма 060/у). Информацию о количестве заболевших за месяц можно получить из отчетных форм «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» (форма 2), «Сведения о вспышках инфекционных заболеваний» (форма 23-09). Данные о количестве случаев инфекционных заболеваний регистрируются центром гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора в субъекте Российской Федерации.

5.2.7. Сбор информации о вирусном клещевом энцефалите включает количество пострадавших от нападения клещей («покусанных клещами»), количество заболевших клещевым энцефалитом, показатели обилия клещей («заклещевленность» территории), данные об инфицировании клещей вирусом клещевого энцефалита.

5.2.8. Источником информации по каждому случаю обращения за скорой медицинской помощью является «Карта вызова скорой медицинской помощи» (ф. 110/у). Ежедневные данные по обращаемости за скорой медицинской помощью формируются на станциях скорой медицинской помощи или в отделениях скорой медицинской помощи.

5.2.9. Для количественного определения связи между метеорологическими параметрами и показателями здоровья населения необходимы ежедневные данные, или сгруппированные за неделю, или месяц о количестве смертей, заболеваний, госпитализаций, обращений за скорой медицинской помощью на изучаемой территории. Если в анализе используются ежедневные данные, то рекомендуемый период наблюдения должен составлять не менее 6 лет, а если данные за месяц, то не менее 20 лет.

5.2.10. Источником информации по среднегодовой численности населения в возрастно-половой структуре является территориальный орган Федеральной службы государственной статистики.

5.3. Сбор данных для экономической оценки ущерба

5.3.1. К экономическим показателям для расчета ущерба здоровью населения в результате климаточувствительных заболеваний относятся показатели, характеризующие экономические потери от повышения уровня заболеваемости и смертности в группах риска, связанного с метеорологическими факторами в период имеющих место (исследуемый период) последствий.

5.3.2. Данные для экономической оценки ущерба должны соответствовать требованиям МР 5.1.0029—11 «Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания».

5.3.3. Источниками данных для расчета экономического ущерба от повышения уровня смертности населения, связанного с метеорологическими условиями, являются:

• территориальный орган Федеральной службы государственной статистики, предоставляющий информацию о годовом валовом региональном продукте на душу населения и среднегодовой заработной плате в регионе;

• медицинские информационно-аналитические центры в субъектах Российской Федерации и территориальный орган Федеральной службы государственной статистики, предоставляющие данные о среднем возрасте умерших в исследуемый период.

5.3.4. Источниками данных для расчета экономического ущерба от повышения уровня заболеваемости населения по обращаемости, заболеваемости по данным госпитализации и обращаемости населения за скорой медицинской помощью, связанного с метеорологическими условиями (по исследуемым климаточувствительным заболеваниям и группам населения повышенного риска), являются:

• медицинские информационно-аналитические центры в субъектах Российской Федерации или лечебно-профилактические организации, территориальные фонды обязательного медицин-

ского страхования, предоставляющие данные о стоимости одного обращения по заболеванию, одного дня лечения заболевания в амбулаторных условиях и в стационаре, стоимости одного вызова скорой медицинской помощи, среднем числе дней лечения в амбулаторных и стационарных условиях, а также средние расходы на приобретение фармацевтических и медицинских препаратов, на оказание медицинских услуг, получаемых по заболеванию сверх государственных гарантий;

• территориальные фонды социального страхования, предоставляющие данные о среднем размере оплаты одного дня нетрудоспособности по больничным листам по заболеваниям, среднее число целодневных потерь рабочего времени в расчете на один случай заболевания;

• территориальный орган Федеральной службы государственной статистики, предоставляющий данные о численности работающего населения (доли работающих в общей численности исследуемой группы населения);

• территориальные налоговые органы Федеральной налоговой службы, предоставляющие данные о поступлении отчислений от налогов на прибыль организаций, налогов на доходы физических лиц, единого социального налога за рассматриваемый период;

• территориальные управления социальной защиты населения, предоставляющие данные о среднегодовом размере пенсионного обеспечения по болезни (инвалидности) и доле пенсионеров-инвалидов в общей численности исследуемой группы населения.

5.4. Подготовка данных

(пример базы данных приведен в прилож. 1 к настоящим методическим рекомендациям)

5.4.1. Метеорологические данные должны пройти трехступенчатый контроль: синтаксический, семантический и пространственный. Как правило, наблюдения метеорологических параметров на метеостанциях включают восемь измерений за сутки. Для оценки влияния температуры воздуха, относительной влажности, атмосферного давления и скорости ветра на здоровье необходимо рассчитать среднесуточное и максимальное значения за сутки.

5.4.2. При оценке модифицирующего действия загрязняющих атмосферный воздух веществ для анализа используют среднесуточную и максимальную концентрации за сутки.

5.4.3. Данные о количестве смертей, заболеваний, госпитализаций, вызовов скорой медицинской помощи и данные о метеорологических переменных должны быть представлены в одинаковом временном и географическом разрешении.

5.4.4. Данные о показателях здоровья должны анализироваться как в целом среди всего населения, так и по отдельным возрастным группам, например, дети (0—17 лет), трудоспособное население (18—59 лет) и лица пожилого возраста (60 лет и старше).

5.4.5. Для того, чтобы количественно определить климаточувствительные заболевания, необходимо иметь суточные данные о количестве заболеваний (смертей), госпитализаций, вызовов скорой медицинской помощи по отдельным классам, рубрикам или нозологическим формам болезней. Однако, если случаев недостаточно или они регистрируются не ежедневно, можно суммировать случаи за неделю или за месяц. Соответственно метеорологические факторы также должны быть представлены как средние и максимальные значения за неделю или месяц за аналогичный временной интервал.

5.4.6. Небольшое количество случаев по отдельным рубрикам или нозологическим формам болезней является нерепрезентативным и не позволит выявить статистически значимые связи. Поэтому целесообразно объединять отдельные рубрики и нозологические формы в соответствующие классы болезней, чтобы увеличить количество случаев.

5.4.7. Если анализируются данные скорой медицинской помощи, то вызовы не следует представлять по отдельным рубрикам или нозологическим формам болезней в связи с трудностью верификации точного диагноза, а целесообразно всегда изучать в целом по классам заболеваний.

5.4.8. Для устранения влияния потенциальных факторов, способных повлиять на итоговые результаты оценки, в базу данных необходимо включить информацию о годах, месяцах, днях недели, праздничных днях, эпидемиях гриппа. При изучении острых кишечных инфекций из базы данных нужно удалить пострадавших при групповой и вспышечной заболеваемости.

5.4.9. Проводится логический контроль всех вводимых данных по метеорологическим показателям. Например, поле «температура» должно принимать значения в пределах, соответствующих сезонам года. Контроль качества данных удобно проводить с помощью графических методов. Построение графика переменной позволяет легко обнаружить «подозрительные» значения, выпадающие из общего ряда, например, ошибку знака, допущенную при вводе значения температуры.

5.4.10. Проводится контроль данных по заболеваемости, госпитализации, обращаемости за скорой медицинской помощью, смертности населения. Например, значение поля «дата рождения» должно быть не больше значения поля «дата смерти»; значение каждого из этих полей должно быть не больше даты заполнения

базы. Затем проверяется соответствие возраста, даты рождения и даты смерти. Проводится логический контроль всех закодированных данных (таких как причины смерти, заболеваний и т. п.): они должны принимать только допустимые значения, указанные в справочниках.

5.4.11. Базы данных, содержащие информацию о том или ином показателе здоровья и метеорологических факторах, необходимо проверить на пропущенные значения. Если в базе данных отсутствует информация за три дня подряд, то вместо пропущенных значений можно использовать среднемесячные данные. Если в базе данных отсутствует информация за один день, то вместо пропущенного значения можно использовать среднее из смежных дней. После заполнения пропусков в базе данных нужно выполнить анализ чувствительности. Если в базе данных отсутствует 30% значений для того или иного метеорологического параметра, то такая переменная должна быть исключена из анализа.

5.4.12. При оценке влияния метеорологических факторов на количество заболеваний и госпитализаций воскресные дни можно исключить, если в модели не будут использоваться лаги. Под лагом в данном случае понимается тот интервал в днях (или месяцах) между изменением метеорологических показателей (или показателей загрязнения атмосферного воздуха) и изменением смертности, заболеваемости и др., при котором между ними найдена статистически значимая связь. Если модель предполагается с лагом, то для воскресенья используется среднее значение из количества заболеваний/госпитализаций за субботу и понедельник.

5.4.13. При обнаружении выскакивающих значений количества случаев того или иного показателя, которые выходят за пределы трех стандартных отклонений, следует заменить данный «выброс» значением, соответствующим двум стандартным отклонениям.

VI. Методы оценки влияния метеорологических показателей на состояние здоровья населения

6.1. Эпидемиологический анализ помесячной динамики показателей здоровья

6.1.1. Под сезонностью понимаются закономерные колебания изучаемого показателя состояния здоровья на протяжении календарного или эпидемического года, выражаемые многолетней приуроченностью подъемов и снижений его уровня к определенным месяцам, обусловленные воздействием периодических (сезонных) факторов.

6.1.2. Для изучения особенностей помесячной динамики показателей здоровья населения за многолетний период используют-

ся индекс сезонности и атрибутивная фракция сезонных причин. Оба показателя рассчитываются для каждого месяца за многолетний период на основе интенсивных показателей смертности, заболеваемости, госпитализации, обращаемости за скорой медицинской помощью.

6.1.3. Для расчета индекса сезонности интенсивные показатели суммируются отдельно для каждого месяца за все годы анализируемого многолетнего периода. Полученные итоговые значения делятся на число лет наблюдения, в результате получаются 12 месячных средних (Y_i). Для расчета общей средней (Y_0) сумма месячных средних делится на 12. Индекс сезонности рассчитывается по формуле:

$$I = \frac{Y_i}{Y_0} \times 100\% \text{ , где}$$

I – индекс сезонности в %, Y_i – месячные средние за многолетний период, Y_0 – общая средняя.

Если значение индекса сезонности для какого-либо месяца превышает 100 %, то считается, что в этом месяце активизировались сезонные факторы.

6.1.4. Атрибутивная фракция сезонных причин (сезонное воздействие) показывает, какой процент случаев (заболеваний, смертей) обусловлен сезонными причинами. Рассчитывается по формуле:

$$АФ = \frac{(Y_i - Y_0)}{Y_0} \times 100\% \text{ , где}$$

АФ – атрибутивная фракция в %, Y_i – месячные средние за многолетний период, Y_0 – общая средняя.

6.2. Статистический анализ

6.2.1. Первоначально выполняется описательная статистика и построение графиков. Необходимо вычислить среднее арифметическое, минимальное и максимальное значения и стандартное отклонение для каждой изучаемой переменной. Можно также вычислить среднее геометрическое, медиану, моду, определенные процентили (например, 10-й и 90-й). Эти величины дают представление о центральной тенденции и разбросе значений переменных временного ряда. Вычисления всех необходимых характеристик временного ряда проводятся в каком-либо стандартном статистическом пакете (SAS, SPSS, STATA, Excel).

6.2.2.Необходимо построить графики всех переменных. Это позволит обнаружить некоторые закономерности в поведении временного ряда: сезонные колебания температуры воздуха или уровней загрязнения атмосферного воздуха; различные долговременные тенденции в данных. Графический анализ позволяет более

адекватно подобрать математическую модель для оценки изучаемой связи и помогает обнаружить выпадающие величины, что позволит выяснить, не связаны ли они с ошибками ввода.

6.2.3. При оценке влияния температуры атмосферного воздуха на показатели здоровья населения необходимо определить тепловые и холодовые волны, а также пороговые значения температур, выше или ниже которых наблюдается изменение показателей смертности, заболеваемости, госпитализации населения, обращаемости за скорой медицинской помощью.

6.2.4. Тепловая волна представляет собой пять и более последовательных дней, во время которых среднесуточная температура превышает 97-й процентиль, причем, по крайней мере, в течение трех дней среднесуточная температура должна превышать 99-й процентиль. Для холодовых волн границы определяются на уровне 3-го и 1-го процентилей. Короткой называется волна длительностью от пяти до восьми дней. Волна, которая продолжается 9 дней и более называется длинной.

6.2.5. Пороговые значения температуры воздуха определяются на уровне 90-го и 10-го процентилей всех значений температуры за изучаемый многолетний период. Пороговые значения рассчитываются для среднесуточной, максимальной, среднесуточной эффективной и максимальной эффективной температур.

6.2.6. Одним из вариантов анализа является «анализ временных рядов» (time series analysis) с помощью которого устанавливается зависимость между колебаниями метеорологических показателей (показателей загрязнённости атмосферы) и показателями состояния здоровья населения.

6.2.7. Для оценки наличия взаимосвязи между метеорологическими факторами и количеством смертей, заболеваний, госпитализаций, вызовов скорой медицинской помощи используется корреляционный и многомерный регрессионный анализ для дискретных зависимых переменных (многомерный регрессионный анализ Пуассона, отрицательный биномиальный регрессионный анализ).

6.2.8. При выполнении регрессионного анализа проводится коррекция на многолетние тренды, сезонность, эффект дней недели, выходные и праздничные дни, эпидемии гриппа и другие возможные факторы, способные повлиять на итоговые результаты оценки. Для оценки влияния только температуры воздуха проводят коррекцию на другие метеорологические факторы.

6.2.9. Во многих случаях изменение температуры воздуха вызывает изменение количества случаев смертей, заболеваний, госпитализаций, вызовов скорой медицинской помощи только через определенный интервал времени, т. е. лаг. Лаг 0 означает, что обе переменные относятся к одному и тому же дню (месяцу), лаг 1

означает, что смертность (заболеваемость и др.) анализировалась в день или месяц, следующий за тем, к которому относится метеорологический показатель, и т. д. При анализе суточных данных лаг составляет от 1 до 14 дней, месячных данных – 1—2 месяца.

6.3. Представление результатов

6.3.1. Результатами оценки влияния метеорологических факторов на показатели здоровья населения являются величины относительных рисков; показатели среднего процентного вклада метеорологических факторов в заболеваемость, смертность; показатели прироста или убыли смертности, заболеваемости, госпитализаций и вызовов скорой помощи в процентах при увеличении или уменьшении значений метеорологических параметров (концентраций загрязнителей воздуха) на установленный прирост показателя (например, на 1 °С температуры). Установленные показатели представляются с доверительными интервалами не менее 95 %.

6.3.2. Для графического представления данных временных рядов используют линейные и радиальные диаграммы. С помощью линейной диаграммы отражают суточное (месячное) количество смертей, заболеваний, госпитализаций, вызовов скорой медицинской помощи и среднесуточные (среднемесячные) значения температуры воздуха или других метеорологических факторов (или концентраций загрязняющих веществ). При этом целесообразно построение линейных диаграмм с двумя осями, где на одной оси откладывают значения зависимой переменной, а на другой оси – независимой переменной. Радиальные диаграммы используют для отображения месячных показателей здоровья или среднемесячных значений метеорологических факторов.

6.4. Оценка популяционного риска заболеваний, смертей, обращений за скорой медицинской помощью, госпитализации

6.4.1. При представлении результатов оценки риска по данным эпидемиологических исследований в виде отношения рисков (risk ratio – RR) популяционный риск (R_{non}) рассчитывается по формуле:

$$R_{non} = Z \times (RR - 1), \text{ где}$$

Z – абсолютное число случаев смерти заболеваний, госпитализаций, вызовов скорой помощи в исследуемой популяции за аналогичный период по данным многолетних наблюдений.

Для более полного представления популяционного риска целесообразно рассчитывать его величину по верхней и нижней границе 95 % доверительного интервала RR.

6.4.2. При представлении результатов оценки риска по данным эпидемиологических исследований в виде процентного увеличения или уменьшения количества смертей, заболеваний, госпитализаций и вызовов скорой помощи при изменении температуры на 1 °С популяционный риск ($R_{поп}$) рассчитывается по формуле:

$$R_{поп} = Z \times \frac{\Delta Z}{100} \times \Delta t \text{ , где}$$

ΔZ – процентное увеличение количества смертей, заболеваний, госпитализаций и вызовов скорой помощи при изменении температуры на 1 °С, Δt – отклонение температуры воздуха выше (для волн жары) или ниже (для волн холода) пороговых температур, градусов °С.

VII. Оценка экономического ущерба, связанного с риском для здоровья населения при воздействии погодных и климатических условий

7.1. Расчет экономического ущерба для здоровья населения, связанного с воздействием метеорологических условий, осуществляется в соответствии с МР 5.1.0029—11 «Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания».

7.2. Экономический ущерб от рисков для здоровья населения при неблагоприятном воздействии метеорологических условий представляет собой сумму величин ущерба для здоровья, возникающего в связи с повышением уровня смертности и заболеваемости населения (в соответствии с разделом 5 настоящих методических рекомендаций).

7.3. Исходными данными для расчета экономического ущерба являются:

• популяционный риск заболеваний, число преждевременных случаев смерти, число обращений за скорой медицинской помощью и госпитализации, рассчитанный в соответствии с разделом 6.4 настоящих методических рекомендаций (дополнительные случаи, связанные с метеорологическими факторами);

• экономические показатели для расчета ущерба здоровью населения в результате климаточувствительных заболеваний, полученных в соответствии с разделом 5.3 настоящих методических рекомендаций.

7.4. Результаты расчета экономического ущерба для здоровья населения, выполненные по исследуемым климаточувствительным заболеваниям среди различных групп населения повышенного риска, используются для разработки стратегии и мер по адап-

тации к изменению климатических условий и выбора сценария управления риском с учетом имеющихся ресурсов (в стоимостном выражении) и возможности их реализации. В этом случае используются оценки предотвращенного ущерба для здоровья населения, выполняемые для различных вариантов (сценариев) реализации адаптационных мер.

7.5. Для выбора и оценки стратегии и мер по адаптации к изменению климатических условий могут быть использованы методические подходы, изложенные в МР 5.1.0030—11 «Методические рекомендации к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания».

Пример базы данных по метеорологическим факторам и количеству вызовов скорой медицинской помощи в городе N

Дата	Год	Месяц	День	Тип дня	Грипп	$T_{сред}$	$T_{макс}$	$H_{сред.}$	$H_{макс.}$	J00–99 0–17 лет	J00–99 18–59 лет	J00–99 60+ лет	S00–T98 0–17 лет	S00–T98 18–59 лет	S00–T98 60+ лет
01.01.2000	2000	1	6	1	0	–21,1	–23,2	80	84	33	25	8	12	34	2
02.01.2000	2000	1	7	1	0	–24,9	–26,2	80	81	22	19	4	6	20	1
03.01.2000	2000	1	1	1	0	–22,9	–26,0	81	83	28	33	19	7	14	2
04.01.2000	2000	1	2	1	0	–19,3	–21,7	83	85	21	31	15	3	28	5
05.01.2000	2000	1	3	0	0	–16,5	–18,5	84	84	25	14	10	7	27	4
06.01.2000	2000	1	4	0	0	–22,3	–26,0	83	85	21	10	11	6	19	5
07.01.2000	2000	1	5	1	0	–15,6	–23,9	87	95	10	10	5	6	21	6
08.01.2000	2000	1	6	1	0	–1,6	–5,4	94	96	13	15	7	5	16	6
09.01.2000	2000	1	7	1	0	2,0	0,3	84	96	15	20	7	8	32	3
10.01.2000	2000	1	1	0	0	1,1	–0,2	80	84	32	20	8	12	36	6
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
22.12.2008	2008	12	1	0	0	–5,3	–6,3	83	87	29	9	10	4	21	3
23.12.2008	2008	12	2	0	0	–6,7	–7,7	83	86	21	8	5	8	25	2
24.12.2008	2008	12	3	0	0	–7,1	–9,2	90	93	22	11	8	5	20	6
25.12.2008	2008	12	4	0	0	–6,2	–6,5	91	94	18	13	8	3	26	8
26.12.2008	2008	12	5	0	0	–6,3	–8,3	88	96	18	15	10	7	24	7
27.12.2008	2008	12	6	1	0	–0,4	–2,9	89	96	27	18	8	9	37	8
28.12.2008	2008	12	7	1	0	–2,4	–3,0	82	95	43	16	6	4	60	4
29.12.2008	2008	12	1	0	0	–0,4	–2,8	95	96	27	16	6	5	31	13
30.12.2008	2008	12	2	0	0	–0,8	–2,2	90	94	35	8	6	8	33	13
31.12.2008	2008	12	3	0	0	–0,4	–1,0	91	95	26	11	5	6	31	6

Тип дня: 0 – рабочий, 1 – выходной или праздничный; $T_{сред}$ – среднесуточная температура, $T_{макс}$ – максимальная температура, $H_{сред}$ – среднесуточная влажность, $H_{макс}$ – максимальная влажность; J00-99 – болезни органов дыхания, S00-T98 – травмы, отравления и другие последствия внешних причин

Приложение 2

Оценка воздействия климатических изменений на здоровье населения в различных регионах России

1. Оценка влияния температуры воздуха, волн жары и холода на смертность населения

1.1. Оценка влияния температуры воздуха на смертность населения Москвы в 2000—2006 гг. [14].

Исследование влияния температуры воздуха на смертность населения Москвы проведено с использованием метода временных рядов по данным ежедневной смертности и температуры воздуха за 2000—2006 гг. Данные о суточном количестве смертей, распределенных по полу, возрасту и причинам смерти получены из базы данных Росстата. Использование метода временных рядов показало, что температурная кривая смертности аппроксимировалась V-образной функцией с двумя линейными участками, соответственно ниже и выше точки минимума температурной кривой. Такая аппроксимация позволяет вычислить коэффициенты линейной регрессии, которые интерпретируются следующим образом: коэффициент для холодных температур имеет смысл относительного увеличения смертности в среднем на каждый градус снижения температуры ниже точки оптимума (18 °С для г. Москвы), соответственно коэффициент для жарких температур интерпретируется как относительное увеличение смертности в среднем на каждый градус повышения температуры выше точки оптимума.

Результаты регрессионного анализа с использованием пуассоновской модели приведены в табл. 1 и 2. Приведенные коэффициенты справедливы в среднем для каждого температурного диапазона, потому что в общем случае изучаемая зависимость, конечно, нелинейна. Для всех изученных причин смерти (кроме хронических болезней нижних дыхательных путей у лиц в возрастной группе 75+) установлена связь между температурой и смертностью. Сравнение показателей смертности в разных возрастных группах жителей Москвы показало, что для всех причин смерти угол наклона регрессионной прямой для возрастной группы 75 лет и старше круче, чем для группы «все возраста».

Влияние волн жары и холода на смертность изучалось методом анализа независимых выборок из временных рядов суточной смертности. На основе анализа многолетних распределений среднесуточных температур даны формальные определения температурных волн в Москве. В частности, волна жары состоит из пяти или более последовательных дней со среднесуточной температурой выше 22,7 °С, аналогично холодовая волна – как минимум из

Таблица 1

Эффект холодных температур (−10 °С < Т < 18 °С) на изменение суточной смертности в г. Москве [14]

Причина смерти	Возрастная группа	Относительное изменение смертности на 1 °С		Лаг, дни
		%	95% ДИ	
Все, кроме внешних причин	Все	−0,49	−0,53; −0,45	3
	75+	−0,64	−0,71; −0,59	3
Ишемическая болезнь сердца (инфаркт, стенокардия)	Все	−0,57	−0,63; −0,51	3
	75+	−0,69	−0,77; −0,61	3
Цереброваскулярные заболевания (инсульты)	Все	−0,78	−0,86; −0,70	6
	75+	−0,92	−1,02; −0,82	6
Хронические заболевания нижних дыхательных путей	Все	−1,31	−1,75; −0,87	4
	75+	−1,21	−1,93; −0,49	5

Таблица 2

Влияние жары (Т > 18 °С) на изменение суточной смертности в г. Москве [14]

Причина смерти	Возрастная группа	Относительное изменение смертности на 1 °С		Лаг, дни
		%	95% ДИ	
Все, кроме внешних причин	Все	2,8	2,0; 3,6	0
	75+	3,3	2,1; 4,5	1
Ишемическая болезнь сердца (инфаркт, стенокардия)	Все	2,7	1,7; 3,7	0
	75+	3,1	1,7; 4,5	0
Цереброваскулярные заболевания (инсульты)	Все	4,7	3,5; 5,9	1
	75+	5,3	3,7; 6,9	1
Хронические заболевания нижних дыхательных путей	Все	8,7	0,7; 16,7	0
	75+	–	–	–

девяти последовательных дней со среднесуточной температурой ниже −14,4 °С. За указанный период исключительно жаркими в г. Москве были июль 2001 и июль 2002 гг. В июле 2001 г. столица пережила волну жары, во время которой среднесуточные температуры превышали порог в 25 °С в течение девяти последовательных дней (при средней многолетней «норме» три дня в год). В максимуме этой волны суточная смертность превысила среднее многолетнее значение смертности для июля на 93 %. Волна 2001 г. привела к четко выраженному и статистически значимому всплеску смертности во всех возрастных группах по всем рассмотренным причинам

смерти. Абсолютная дополнительная смертность во время волны жары в 2001 г. составила 1 177 случаев, в 2002 г. – 283 случая.

Эффект аномальных метеорологических условий другого типа – «холодовой волны» – наглядно демонстрирует ситуация января-февраля 2006 г., когда в Москве аномально низкие температуры наблюдались в течение 26 дней. Поскольку эта волна холода состояла из двух эпизодов, разделенных краткосрочным потеплением, ее эффект оказался статистически значим только для пожилых людей.

Оценено изменение смертности, обусловленное потеплением между «базовым» периодом 1980—1999 гг. и периодом 2000—2005 гг., в сумме за шесть лет исследуемого периода. Согласно расчетам, снижение смертности в результате потепления климата в зимний период в Москве с 2000 по 2005 гг. составило примерно 590 смертей в год, но за этот же период в результате увеличения среднемесячных температур летом дополнительное количество смертей составило 420 случаев. Таким образом, в сумме положительное и отрицательное воздействия потепления климата на смертность почти компенсируют друг друга: результирующая дополнительная смертность $\Delta M = 420 - 590 = -170$; 95 % ДИ ΔM составил (–291; –49) смертей в год. Суммарный прирост смертности оказался отрицательным, т. е. потепление климата в итоге ненамного снижает смертность. Результирующий эффект довольно мал и практически сравним с погрешностью самих вычислений.

1.2. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Москвы в 2000—2006 гг. [22].

Анализ данных о концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Москвы показал их увеличение в наиболее жаркие дни, т. е. краткосрочные колебания концентрации «повторяют» колебания температуры. Это следует из анализа простых регрессионных уравнений между загрязнением и температурой. Наиболее сильная зависимость концентрации загрязнения от температуры наблюдалась при нулевом лаге, т. е. от температуры того же дня. Температуры соседних дней также не являются статистически независимыми переменными. В день с максимальной температурой наблюдалась максимальная концентрация O_3, а максимальные концентрации NO_2 и PM_{10} были зафиксированы днем ранее, причем концентрация PM_{10} достигла экстремально высокого значения $\mu + 2\sigma$ (среднегодовое плюс два стандартных отклонения).

В зимний период времени концентрация взвешенных частиц в атмосферном воздухе увеличивалась по мере снижения температуры. Наиболее сильная зависимость наблюдалась от температуры предыдущего дня (t-тест для коэффициента линейной регрессии

t = 7,1). Связь между температурой и концентрацией PM_{10} носит длительный характер – 6 дней и более, что объясняется худшими условиями рассеяния в зимнее время. Концентрация озона, наоборот, увеличивалась с повышением температуры в зимний период.

На основе анализа данных о суточной смертности от всех естественных причин, а также от таких «климатозависимых причин», как ишемическая болезнь сердца (ИБС, МКБ-10: I20-I25) и цереброваскулярные заболевания, в основном инсульты (МКБ-10: I60-I69), изучена зависимость смертности от загрязнения с помощью Пуассоновской регрессионной модели:

$$\log E(M_t) = \beta PM_{10t} + \gamma O_{3t} + S_t(Temp,6) + Y_t(M,DF), \text{ где}$$

$E(M_t)$ – ожидаемое число смертей в день, t; PM_{10t} и O_{3t} – среднесуточные концентрации PM_{10} и озона, усредненные по данным станций ФГУП «Мосэкомониторинг» в г. Москве в день, t; $S_t(Temp,6)$ – множитель, введенный в модель для учета поправки на зависимость смертности от температуры воздуха в день смерти, он моделировался кубическим сплайном – интерполяцией температуры с шестью степенями свободы; $Y_t(M,DF)$ – множитель, введенный в модель для учета поправки на все медленные колебания смертности: сезонные, многолетние, зимние эпидемии и др., характерный временной период которых больше корреляционного радиуса зависимости загрязнения от температуры ±(6—8) дней, т. е. примерно две недели). Этот множитель аппроксимировался непараметрической сглаживающей функцией ежедневной смертности M с числом степеней свободы $DF = 182$ (т. е. зависящей от значений ежедневной смертности за предыдущие полгода).

Результаты регрессионного анализа модели, линейной по концентрациям PM_{10} и O_3, приведены в табл. 4 и 5. Регрессионные коэффициенты показывают относительный прирост смертности, соответствующий приросту концентрации загрязняющего вещества на каждые 10 мкг/м^3 в среднем для всего диапазона концентраций, наблюдавшихся в г. Москве в течение периода исследования.

Наиболее сильная зависимость смертности от уровня загрязнения PM_{10} получена при нулевом лаге, а от уровня загрязнения O_3 – при кумулятивном лаге 0-1. Для всех изученных показателей смертности получены статистически значимые риски воздействия как PM_{10}, так и озоном. В возрастной группе 75 лет и старше риски выше, чем в группе «все возраста». Высокий вклад этой возрастной группы в общую смертность населения объясняет, что прирост общей смертности, вызванный загрязнением, связан с приростом смертности среди пожилых людей. Дополнительная смертность связана в основном с увеличением смертности от заболеваний

Таблица 4

Относительные приросты смертности населения г. Москвы при увеличении на 10 мкг/м³ PM_{10} [22]

Причина смерти	Возрастная группа	Прирост смертности		p
		%	95 % ДИ	
Все естественные причины	Все	0,33	0,09; 0,57	0,006
	75+	0,55	0,21; 0,89	0,002
ИБС	Все	0,66	0,30; 1,02	< 0,001
	75+	0,81	0,31; 1,31	0,001
Цереброваскулярные заболевания	Все	0,48	0,02; 0,94	0,035
	75+	0,72	0,14; 1,30	0,014

Таблица 5

Относительные приросты смертности населения г. Москвы при увеличении на 10 мкг/м³ O_3 [22]

Причина смерти	Возрастная группа	Прирост смертности		p
		%	95 % ДИ	
Все естественные причины	Все	1,09	0,71; 1,47	< 0,001
	75+	1,24	0,68; 1,80	< 0,001
ИБС	Все	1,61	1,01; 2,21	< 0,001
	75+	1,88	1,08; 2,68	< 0,001
Цереброваскулярные заболевания	Все	1,28	0,54; 2,02	0,001
	75+	1,25	0,31; 2,19	0,008

сердечно-сосудистой системы, обусловленной преимущественно воздействием PM_{10}.

Изучено сочетанное действие двух загрязнителей (суммы PM_{10} и O_3) на смертность. Для этого вычислены риски PM_{10} отдельно для выборки дней, в которые концентрация O_3 превышала 90-й процентиль распределения среднесуточных концентраций O_3 за весь период исследования (уже в рамках одномерной по загрязнению модели, в которой смертность зависит только от PM_{10}). Эти «скорректированные на высокий уровень O_3» риски PM_{10} сравнивались с исходными, вычисленными для всех дней периода исследования в рамках одномерной регрессионной модели. Разница была значительной, что подтверждает модифицирующий эффект высоких уровней O_3 на риск PM_{10}. В присутствии высоких уровней O_3 риски воздействия PM_{10} возрастают примерно в 3 раза, но высокие концентрации PM_{10} не приводят к увеличению влияния O_3 на смертность.

1.3. Оценка влияния температуры воздуха на смертность населения г. Москвы летом 2010 г. [15]

В работах по климату порогом аномальности температуры считается ее превышение на 5 °С, поэтому для предварительной оценки последствий жары был использован именно этот показатель. В июле-августе 2010 г. протяженность волны жары в Москве со среднесуточной температурой выше среднемноголетней на 5 °С составила 45 дней. Число температурных рекордов, а именно дней с максимальной температурой достигло в июле 10 дней и в августе 9 дней. Антициклон в московском регионе препятствовал рассеиванию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, и дополнительное их количество поступило в результате пожаров. Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ присутствовали в атмосферном воздухе Москвы в период с 14 июля по 19 августа в условиях высокого атмосферного давления и температурной инверсии. При среднем уровне загрязнения атмосферного воздуха в июле совпадают пиковые значения концентраций и температуры, но в августе, когда в результате мощных пожаров содержание наиболее токсичной мелкодисперсной пыли размером менее 10 мкм (PM_{10}), из-за которой образовалась мгла, резко возросло (до 15 ПДКсс), температура приземного слоя несколько снизилась. Максимальные концентрации моноксида углерода достигали 30 мг/м^3, PM_{10} – 1 500 мкг/м^3, среднесуточные концентрации PM_{10} во время пожаров с 4 по 9 августа находились в пределах 431–906 мкг/м^3, превышая российские ПДКсс (60 мкг/м^3) в 7,2–15,1 раза. Концентрации в атмосферном воздухе формальдегида, этилбензола, бензола, толуола, стирола и некоторых других органических веществ также были превышены (до 8 раз выше ПДК).

Во время аномальной жары 2010 г. смертность населения г. Москвы выросла по всем крупным классам причин смерти на 11 тыс. случаев по сравнению с июлем-августом 2009 г., причем в августе во время пожаров произошел более резкий ее рост от заболеваний органов дыхания (табл. 3), значительный рост от инфекционных и паразитарных заболеваний (на 61,5 %), новообразований (на 70,2 %), от внешних причин (на 52,9 %). Из внешних причин в наибольшей степени выросла смертность от суицидов в июле на 63 случая (101,6 %) и в августе на 38 случаев (52,1 %).

По оперативным данным Управления ЗАГС известно, что в июле происходило постепенное нарастание смертности со второй недели месяца. В дни максимальной температуры число случаев смерти возрастало вдвое, причем увеличивалась смертность в старшей возрастной группе. В такие дни на 32 % увеличилось количество выездов бригад скорой медицинской помощи по поводу заболеваний системы кровообращения. Число обращений за скорой

Таблица 3

Волна аномальной жары и смертность в г. Москве в 2010 г. [15]

Показатель	Июль	Август	Всего
Число дней с температурой выше многолетней среднемесячной на 5 °С	27	18	45
Дополнительная смертность в 2010 г. по сравнению с 2009 г., абс. (%)	+4 824 (50,7)	+6 111 (68,6)	+10 935 (59,6)
в том числе от: – болезней системы кровообращения, %	51,5	66,1	58,8
– болезней органов дыхания, %	59,1	110,1	84,5
– инфекционных болезней, %	56,3	66,7	61,5
– новообразований, %	58,8	81,6	70,2
– внешних причин, %	48,0	57,8	52,9

медицинской помощью в августе было выше, чем в июле на 31 %, причем увеличилась доля вызовов по поводу заболеваний органов дыхания. В сентябре 2010 г. уровень смертности был уже несколько ниже уровня сентября 2009 г., т. е. проявился «эффект жатвы», который захватил и октябрь. В ноябре 2010 г. в Москве было зарегистрировано на 832 случая смерти (на 8,4 %) меньше по сравнению с ноябрем 2009 г.

1.4. Оценка влияния температуры воздуха на смертность населения Воронежа летом 2010 г.

Целью исследования явилось изучение влияния температуры воздуха на смертность населения Воронежа в период чрезвычайной ситуации, связанной с пожарами летом 2010 г.

Летом 2010 г. в Воронеже регистрировалась аномально высокая температура воздуха. Волна жары состояла из 29 последовательных дней со среднесуточной температурой от 26,0 до 31,7 °С, при среднегодовой 18,4—19,7 °С. Максимальная температура достигла 40,1 °С 29 июля 2010 г.

Данные о среднесуточной и максимальной за сутки температуре воздуха предоставлялись ГУ «Воронежский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Информация о суточной регистрации количества смертей получена в территориальном органе Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области.

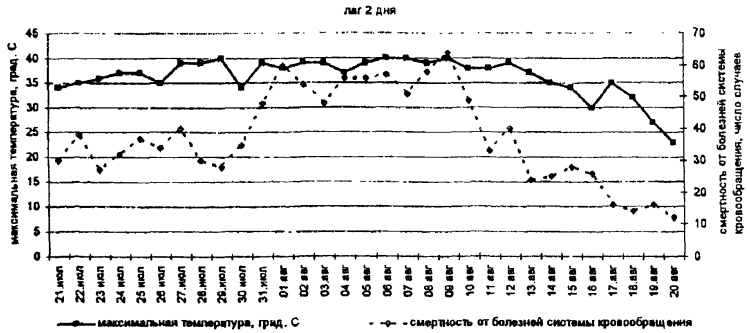


Рис. 1. Суточная динамика количества смертей от болезней органов кровообращения и максимальной температуры в Воронеже с 21 июля по 20 августа 2010 г. (лаг 2 дня)

Для выполнения анализа влияния температуры воздуха на смертность населения создана база данных по среднесуточной и максимальной за сутки температуре воздуха и суточному количеству смертей от болезней органов кровообращения, болезней органов дыхания и всех причин.

Оценка связи между температурой воздуха и ежедневными случаями смерти проводилась с помощью метода временных рядов. Влияние экстремальной температуры воздуха на смертность населения изучалось с лагами 0, 1, 2, 3 дня. На рис. 1 представлена суточная динамика количества смертей от болезней органов кровообращения и максимальной температуры в Воронеже с лагом в 2 дня.

Корреляционный анализ свидетельствует о статистически значимой положительной зависимости между температурой воздуха и смертностью населения от всех причин и болезней органов кровообращения с лагом 0, 1, 2, 3 дня и смертностью от болезней органов дыхания с лагом 3 дня (табл. 6).

В табл. 7 и на рис. 2 представлены результаты регрессионного анализа, отражающего зависимость смертности населения от максимальной температуры воздуха (наиболее статистически значимые коэффициенты корреляции получены при лаге «0»).

Регрессионные коэффициенты свидетельствуют, что с ростом температуры воздуха на 1 градус количество случаев смерти увеличивается на 3 %.

Необходимо отметить, что зависимость смертности населения от аномально высокой температуры воздуха не является абсолютно очевидной, поскольку дополнительно присутствовало загрязнение атмосферного воздуха в период пожаров, что внесло неопределенность в интерпретацию полученных данных.

Таблица 6

Коэффициенты корреляции Пирсона между смертностью и максимальной температурой воздуха в г. Воронеже летом 2010 г.

Лаг	Смертность (все причины)		Смертность от болезней системы кровообращения		Смертность от болезней органов дыхания	
	r	95 % ДИ	r	95 % ДИ	r	95 % ДИ
0 дней	0,76*	0,62—0,91	0,77*	0,63—0,91	0,42	0,13—0,71
1 день	0,73*	0,56—0,90	0,72*	0,55—0,89	0,35	0,29—0,77
2 дня	0,73*	0,56—0,90	0,70*	0,53—0,88	0,30	0,24—0,74
3 дня	0,65*	0,44—0,86	0,66*	0,47—0,86	0,45*	0,16—0,74
r – коэффициент корреляции; * $p < 0,05$ (уровень статистической значимости)						

Таблица 7

Коэффициенты линейной регрессии между смертностью и максимальной температурой воздуха в г. Воронеже летом 2010 г.

Лаг	Смертность (все причины)		Смертность от болезней системы кровообращения	
	b	p	b	p
0 дней	2,26	< 0,05	2,60	< 0,05
1 день	3,38	< 0,05	2,60	< 0,05
2 дня	3,55	< 0,05	2,27	< 0,05
3 дня	3,36	< 0,05	2,67	< 0,05
b – коэффициент регрессии; p – уровень статистической значимости				

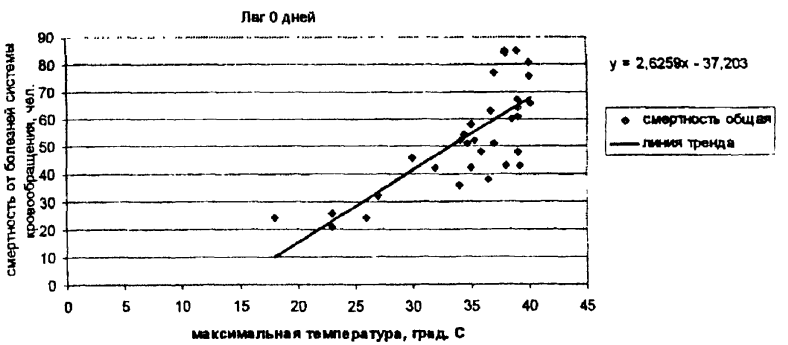


Рис. 2. Регрессионный анализ оценки зависимости между максимальной температурой воздуха и количеством смертей от болезней органов кровообращения в г. Воронеже (лаг 0 дней)

1.5. Оценка влияния температуры и загрязнения воздуха на смертность населения Свердловской области летом 2010 г.

Целью исследования была оценка влияния на смертность населения, проживающего в промышленно развитых городах Свердловской области (Екатеринбург, Нижний Тагил и Верхняя Пышма), факторов риска (высокая температура, лесные пожары и инверсионные процессы в атмосферном воздухе), связанных с действием на территории Европейской части Российской Федерации аномально стабильного антициклона в период с его зарождения (май 2010 г.) до распада (август 2010 г.).

Задачи исследования:

1. Выполнить сравнительную оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха с мая по август 2010 г. (период действия антициклона) с аналогичным периодом 2009 г. в промышленно развитых городах Свердловской области.

2. Оценить влияние аномально стабильного антициклона на условия рассеивания промышленных и автотранспортных выбросов в городах с различным уровнем техногенного загрязнения.

3. Изучить влияние высокой температуры воздуха на смертность населения в промышленных городах Верхняя Пышма, Нижний Тагил и Екатеринбург в период действия антициклона.

4. Оценить влияние факторов риска, связанных с природным загрязнением атмосферного воздуха в результате лесных пожаров в Висимском заповеднике (30—40 км от города Нижний Тагил) и Шутовских болотах (25—40 км от городов Верхняя Пышма и Екатеринбург) и техногенным загрязнением, на здоровье населения.

5. Оценить риск и экономический ущерб для здоровья населения в промышленных городах Свердловской области в связи с действием высоких температур и неблагоприятных условий рассеивания техногенных и природных выбросов в период действия антициклона.

Данные о концентрациях загрязняющих веществ и температуре воздуха были предоставлены СОГУ «Центр экологического мониторинга и контроля» Министерства природных ресурсов Свердловской области. Исходной информацией для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха явились ежедневные измерения концентраций пылевых частиц с аэродинамическим диаметром до 10 мкм (PM_{10}), диоксида азота, диоксида серы и оксида углерода, мониторинг которых в г.г. Верхняя Пышма, Нижний Тагил и Екатеринбург проводится на автоматических станциях контроля качества атмосферного воздуха «СКАТ». Среднее ежемесячное число измерений по каждому веществу составило от 1 440 до 2 220 измерений.

Информация о количестве смертей за сутки была предоставлена ГОУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр» Министерства здравоохранения Свердловской области. В анализ включены случаи смерти населения от всех причин, а также отдельно от болезней органов дыхания и болезней системы кровообращения. Из общей смертности были исключены травмы, отравления и другие последствия внешних причин.

Результаты исследования.

По задаче 1. В результате действия аномально стабильного антициклона предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ техногенного (выбросы автотранспорта и промышленные выбросы) и природного происхождения (лесные пожары) в промышленно развитых городах Свердловской области были превышены до 2—5 раз в июле и августе 2010 г. относительно аналогичных показателей 2009 г. В период с мая по июнь 2010 г. значительных превышений предельно допустимых концентраций не зафиксировано (табл. 8, 9 и 10).

Таблица 8

Концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Верхней Пышмы за период с мая по август 2009 и 2010 гг. (мг/м³)

Вещество	Среднесуточная концентрация					Максимальная разовая концентрация				
	ПДК	май	июнь	июль	август	ПДК	май	июнь	июль	август
	2009 год									
PM_{10}	0,06	0,02	0,0088	0,0071	0,01	0,3	0,29	0,1	0,1	0,09
NO_2	0,04	0,02	0,01	0,01	0,012	0,2	0,11	0,08	0,06	0,05
SO_2	0,05	0,02	0,0084	0,005	0,005	0,5	**0,56**	0,19	0,08	**0,62**
CO	3,0	0,12	0,17	0,13	0,0155	5,0	2,51	2,14	1,35	2,64
	2010 год									
PM_{10}	0,06	0,007	0,002	0,007	0,04	0,3	0,09	0,04	0,12	0,18
NO_2	0,04	0,04	0,027	0,038	**0,05**	0,2	0,18	0,12	**0,20**	0,09
SO_2	0,05	0,0024	0,0099	0,0081	0,01	0,5	0,097	**1,72**	0,31	0,05
CO	3,0	0,45	0,37	0,508	0,89	5,0	0,2	0,15	0,24	1,9

Таблица 9

Концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Нижнего Тагила за период с мая по август 2009 и 2010 гг. (мг/м³)

Вещество	Среднесуточная концентрация					Максимальная разовая концентрация				
	ПДК	май	июнь	июль	август	ПДК	май	июнь	июль	август
	2009 год									
PM_{10}	0,06	0,036	0,027	0,024	0,029	0,3	0,24	0,12	0,09	0,25
NO_2	0,04	0,038	0,03	0,04	0,033	0,2	0,2	0,13	0,15	0,14
SO_2	0,05	0,03	0,02	0,02	0,018	0,5	0,38	0,32	0,19	0,38
CO	3,0	0,28	0,27	0,29	0,349	5,0	2,72	2,58	2,93	2,09
	2010 год									
PM_{10}	0,06	0,0292	0,0184	0,028	**0,069**	0,3	0,217	0,06	0,21	**0,346**
NO_2	0,04	**0,076**	0,034	0,04	**0,061**	0,2	**0,33**	**0,24**	0,13	0,081
SO_2	0,05	0,0092	0,0045	0,0093	0,0086	0,05	0,067	0,04	0,05	0,032
CO	3,0	0,374	0,289	0,36	0,73	5,0	1,85	1,65	1,45	1,23

Таблица 10

Концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Екатеринбурга за период с мая по август 2009 и 2010 гг. (мг/м³)

Вещество	Среднесуточная концентрация					Максимальная разовая концентрация				
	ПДК	май	июнь	июль	август	ПДК	май	июнь	июль	август
	2009 год									
PM_{10}	0,06	–	0,0021	0,0236	0,028	0,3	–	0,0022	0,149	0,16
NO_2	0,04	–	0,02	0,02	0,03	0,2	–	0,06	0,1	**0,23**
SO_2	0,05	–	0,01	0,005	0,003	0,5	–	0,15	0,09	0,37
CO	3,0	–	0,37	0,17	0,11	5,0	–	**10,32**	**29,04**	9,54
	2010 год									
PM_{10}	0,06	0,028	–	–	0,04	0,3	0,112	–	–	0,13
NO_2	0,04	**0,056**	**0,043**	0,038	**0,05**	0,2	**0,65**	**0,52**	**0,406**	0,08
SO_2	0,05	0,025	0,0065	0,009	0,01	0,5	**1,67**	0,05	0,12	0,03
CO	3,0	0,49	0,34	0,556	0,84	5,0	3,65	1,7	3,6	1,8

По задаче 2. Оценка влияния аномально стабильного антициклона на условия рассеивания промышленных и автотранспортных выбросов выполнена для периода май-август 2010 г. (время действия антициклона). Характеристика активности антициклона по данным температурного режима приведена в табл. 11.

Обобщенные результаты оценки влияния аномально стабильного антициклона (высокий температурный режим) на условия рассеивания загрязняющих веществ в изучаемых городах приведены в табл. 12. Для всех трех городов найдена статистически значимая взаимосвязь ($p < 0,05$) между среднесуточной концентрацией оксида углерода и среднесуточной температурой воздуха (с повышением температуры воздуха увеличивается концентрация оксида углерода). В г. Верхняя Пышма установлена аналогичная статисти-

Таблица 11

Значения среднесуточной ($T_{ср.}$) и максимальной ($T_{макс.}$) температуры атмосферного воздуха в городах Свердловской области в период действия аномально стабильного антициклона в 2010 г, °С

Месяц	г. Верхняя Пышма		г. Нижний Тагил		г. Екатеринбург	
	$T_{ср.}$	$T_{макс.}$	$T_{ср.}$	$T_{макс.}$	$T_{ср.}$	$T_{макс.}$
Май	14,5	21,8	11,8	19,9	14,5	21,8
Июнь	18,6	25,0	15,2	22,1	18,6	25,0
Июль	20,5	27,9	17,8	23,4	20,5	27,9
Август	20,2	29,2	17,4	25,4	20,2	29,2

Таблица 12

Коэффициенты корреляции между среднесуточной температурой воздуха и концентрациями загрязняющих веществ (май-август 2010 г.)

Город	Коэффициент	Диоксид азота	Диоксид серы	Оксид углерода	PM_{10}
Верхняя Пышма	$r_{Пирсона}$	**0,30**	**0,49**	**0,51**	**0,22**
	$r_{Спирмена}$	**0,24**	**0,66**	**0,55**	**0,46**
Екатеринбург	$r_{Пирсона}$	0,07	–0,005	**0,42**	0,15
	$r_{Спирмена}$	0,09	0,06	**0,49**	**0,37**
Нижний Тагил	$r_{Пирсона}$	–0,17	0,06	**0,29**	–0,12
	$r_{Спирмена}$	**–0,19**	0,11	**0,42**	**0,35**

$r_{Пирсона}$ – коэффициент корреляции Пирсона;
$r_{Спирмена}$ – коэффициент корреляции Спирмена; жирным шрифтом выделены статистически значимые ($p \le 0,05$) значения коэффициентов корреляции

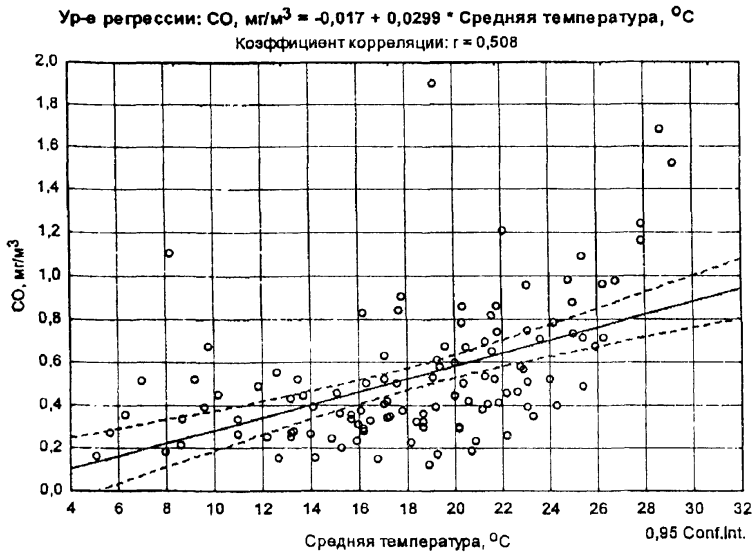


Рис. 3. Зависимость между среднесуточной концентрацией CO и среднесуточной температурой для г. Верхняя Пышма

чески значимая слабая связь между среднесуточной температурой воздуха и концентрациями других загрязняющих веществ.

Действие аномально стабильного антициклона (высокая температура и инверсионные процессы в атмосфере) в промышленно развитых городах Свердловской области существенно повлияло на условия рассеивания приземных концентраций загрязняющих веществ техногенного характера в конце июля и, особенно, в августе 2010 г.

Влияние непосредственного природного загрязнения атмосферного воздуха в результате лесных пожаров на здоровье населения (повышение уровня преждевременной смертности) в промышленно развитых городах Свердловской области не выявлено из-за невозможности разделения вклада природного и техногенного загрязнения по одноименным загрязняющим веществам.

По задаче 3. Оценка влияния факторов риска, связанных с высокими температурами, на здоровье населения в промышленных городах Верхняя Пышма, Нижний Тагил и Екатеринбург выполнена в период действия антициклона (май-август 2010 г.), а также в его активной фазе (июль-август 2010 г.).

Таблица 13

Коэффициенты корреляции между среднесуточной температурой воздуха и количеством смертей от всех причин

Город	Коэффициент корреляции r	Уровень значимости p
Верхняя Пышма	0,32	0,03
Екатеринбург	0,50	< 0,01
Нижний Тагил	0,46	< 0,01

Для периода с мая по август установлена статистически значимая ($p < 0,05$) слабая корреляционная связь между среднесуточной температурой воздуха и смертностью населения в г. Екатеринбурге ($r = 0,21$; $p = 0,026$). В г.г. Верхняя Пышма и Нижний Тагил статистически значимая связь не выявлена. Результаты для периода июль-август 2010 г. приведены в табл. 13. Для этого периода установлены средние значения корреляционной зависимости между температурными показателями и количеством смертей от всех причин.

По задаче 4. Оценка влияния факторов риска, связанных с природным загрязнением атмосферного воздуха в результате лесных пожаров в Висимском заповеднике и Шутовских болотах, и техногенного загрязнения на смертность населения. Для периода с мая по август 2010 г. результаты анализа приведены в табл. 14, для периода с июля по август 2010 г. – в табл. 15.

Для периода июль-август также были построены модели множественной линейной регрессии (двухфакторные), описывающие связь между общей смертностью населения и среднесуточной температурой, концентрациями PM_{10}, диоксида серы. При объедине-

Таблица 14

Коэффициенты корреляции Пирсона между концентрациями загрязняющих веществ и количеством смертей от всех причин с мая по август 2010 г.

Город	Коэффициент	Диоксид азота	Диоксид серы	Оксид углерода	PM_{10}
Верхняя Пышма	r	**0,26**	0,11	**0,28**	**0,32**
	p	**< 0,01**	0,25	**< 0,01**	**< 0,01**
Екатеринбург	r	**0,30**	0,05	0,02	–0,04
	p	**< 0,01**	0,57	0,85	0,67
Нижний Тагил	r	–0,09	**0,20**	0,05	–0,14
	p	0,35	**0,03**	0,64	0,15

Таблица 15

Коэффициенты корреляции Пирсона между концентрациями загрязняющих веществ и количеством смертей от всех причин с июля по август 2010 г.

Город	Коэффициент	Диоксид азота	Диоксид серы	Оксид углерода	PM_{10}
Верхняя Пышма	r	**0,43**	**0,33**	**0,49**	**0,46**
	p	**< 0,01**	**0,02**	**< 0,01**	**< 0,01**
Екатеринбург	r	**0,36**	0,05	**0,35**	0,13
	p	**0,01**	0,69	**0,01**	0,35
Нижний Тагил	r	0,09	0,01	–0,02	–0,31
	p	0,54	0,95	0,91	0,02

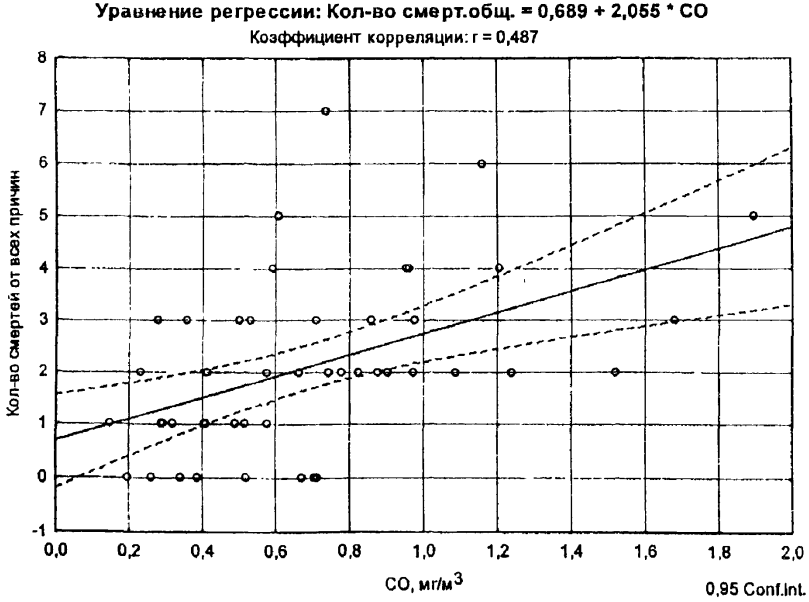


Рис. 4. Зависимость между количеством смертей от всех причин и среднесуточной концентрацией CO в г. Верхняя Пышма (период июль–август 2010 г.)

Таблица 16

Множественные коэффициенты корреляции (R), коэффициенты детерминации (R^2) при оценке влияния температуры и загрязнения атмосферного воздуха на количество смертей от всех причин

Город	Диоксид серы + температура			PM_{10} + температура		
	R	R^2	p	R	R^2	p
Верхняя Пышма	0,41	0,17	0,01	0,47	0,23	<0,01
Екатеринбург	0,50	0,25	<0,01	0,52	0,27	<0,01
Нижний Тагил	0,46	0,22	<0,01	0,49	0,24	<0,01

нии в одном уравнении двух предикторов (среднесуточной температуры и концентраций одного из загрязняющих веществ) качество регрессии улучшается, что отражается на величине множественного коэффициента корреляции (или коэффициента детерминации R^2), для каждого предиктора отдельно коэффициент детерминации значительно меньше, чем при объединении. В табл. 16 приведены значения множественного коэффициента корреляции R, коэффициента детерминации R^2 и соответствующего рассчитанного уровня значимости p для выбранной модели регрессии в целом.

По задаче 5. Выполнены расчеты дополнительных случаев смерти в связи с воздействием пылевых частиц PM_{10} и диоксида серы в изученных городах (табл. 17). Вероятное число дополнительных случаев преждевременной смерти, связанных с действием аномально стабильного антициклона, составило 10 случаев в г. Верхняя Пышма, 136 случаев в г. Нижний Тагил, 224 случая в

Таблица 17

Количество дополнительных случаев смерти в связи с воздействием пылевых частиц PM_{10} и диоксида серы за период с мая по август 2010 г.

Город	Дополнительное количество смертей							
	от всех причин				от сердечно-сосудистых заболеваний			
	май	июнь	июль	август	май	июнь	июль	август
Верхняя Пышма	2	—	1	7	1	—	1	4
Нижний Тагил	32	20	30	54	24	15	23	41
Екатеринбург	111	—	—	113	84	—	—	85

Примечание: «—» отсутствуют достоверные и полные данные

Таблица 18

Расчет экономического ущерба от вероятного повышения уровня смертности в результате действия аномально стабильного антициклона в Свердловской области в период с мая по август 2010 г.

Город	Вероятное число дополнительных случаев смерти	Экономический ущерб для здоровья населения в результате одного преждевременного случая смерти, тыс. руб. в год	Сумма ущерба для здоровья населения (ст. 2 × ст. 3), тыс. руб.
1	2	3	4
Екатеринбург	224	2 270,0	508 480,0
Нижний Тагил	136	2 270,0	308 720,0
Верхняя Пышма	10	2 270,0	22 700,0
Итого:	370	2 270,0	839 900,0

г. Екатеринбурге в зависимости от различных уровней техногенной нагрузки в этих промышленных городах Свердловской области. Всего 370 дополнительных случаев.

Наибольшее количество дополнительных случаев смерти в г.г. Верхняя Пышма и Нижний Тагил прогнозируется в августе от всех причин (7 и 54 случая соответственно) и от болезней органов кровообращения (5 и 41 случай соответственно). В Екатеринбурге получены ориентировочные данные вследствие отсутствия достоверной полной информации об ежедневных случаях смерти. В связи с острыми и хроническими эффектами от PM_{10} в мае прогнозируется 111 случаев смерти от всех причин и 84 случая смерти в связи с сердечно-сосудистой патологией, в августе – 113 и 85 случаев соответственно.

Результаты расчета экономического ущерба для здоровья населения, вызванного влиянием аномально стабильного антициклона, приведены в табл. 18.

При оценке экономического ущерба для здоровья населения городов Екатеринбурга, Нижний Тагил и Верхняя Пышма использованы данные о величине экономического ущерба в результате одного преждевременного случая смерти, рассчитанные для Свердловской области в целом (2 270,0 тыс. руб. потерь валового регионального продукта, данные 2009 г.), с учетом усредненного числа лет не дожития, расчет которого выполнен на основе данных о половозрастной структуре смертности по Свердловской области за 2009 г. (15,3 лет не дожития в результате преждевременной

смерти). Сумма экономического ущерба для здоровья населения промышленно развитых г.г. Екатеринбурга, Нижний Тагил и Верхняя Пышма в результате вероятного повышения уровня смертности в связи с неблагоприятным воздействием аномально стабильного антициклона в период с мая по август 2010 г. составила 839 900,0 тыс. руб.

Выводы

1. В результате действия аномально стабильного антициклона предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ техногенного (выбросы автотранспорта и промышленные выбросы) и природного происхождения (лесные пожары) в промышленно развитых городах Свердловской области были превышены (до 2—5 раз) в июле и августе 2010 г. относительно аналогичных показателей 2009 г. В период с мая по июнь 2010 г. значительных превышений предельно допустимых концентраций не зафиксировано.

2. Действие аномально стабильного антициклона (высокая температура и инверсионные процессы в атмосфере) в промышленно развитых городах Свердловской области существенно повлияло на условия рассеивания приземных концентраций загрязняющих веществ техногенного характера в конце июля и особенно в августе 2010 г. (коэффициент корреляции между среднесуточной температурой и концентрацией диоксида азота составил 0,4—0,5, концентрацией оксида углерода от 0,3 до 0,5, диоксида серы до 0,4), что создало условия негативного влияния этих факторов на здоровье населения (вероятное увеличение показателя преждевременной смертности).

3. Влияние непосредственного природного загрязнения атмосферного воздуха в результате лесных пожаров на здоровье населения (повышение уровня преждевременной смертности) в промышленно развитых городах Свердловской области не выявлено из-за невозможности разделения вклада природного и техногенного загрязнения по одноименным загрязняющим веществам.

4. Влияние повышенной температуры воздуха, вызванной действием аномально стабильного антициклона, на состояние здоровья населения промышленно развитых городов Свердловской области характеризуется средними значениями коэффициентов корреляции (коэффициент корреляции на уровне значений около 0,32—0,50).

5. Влияние повышенной концентрации загрязняющих веществ техногенного и природного характера в условиях инверсионных атмосферных явлений и высокой температуры, связанных с действием аномально стабильного антициклона, на здоровье населения характеризуется средними и низкими значениями коэффициентов корреляции (коэффициенты корреляции от 0,2 до 0,5). При этом зависимость выше при совместном действии высокой температуры и повышенного загрязнения атмосферного воздуха.

6. Вероятное число дополнительных случаев преждевременной смерти, связанных с действием аномально стабильного антициклона, составило 10 случаев в г. Верхняя Пышма, 136 случаев в г. Нижний Тагил, 224 случая в г. Екатеринбурге в зависимости от различных уровней техногенной нагрузки в этих промышленных городах Свердловской области. Всего 370 дополнительных случаев.

7. Экономический ущерб для здоровья населения Свердловской области, проживающего в промышленно развитых г.г. Екатеринбурге, Нижний Тагил и Верхняя Пышма, за счет вероятного (при уровне средних и низких значений коэффициентов корреляции) повышения уровня смертности в результате действия аномально стабильного антициклона на фоне техногенного загрязнения в период с мая по август 2010 г. составил 839 900,0 тыс. руб. (менее 0,1 % годового валового регионального продукта).

1.6. Оценка влияния температуры воздуха на смертность населения в Архангельске за 1999—2008 гг. [2]

Целью работы было изучение взаимосвязи между изменением среднесуточной температуры и смертностью населения в городе Архангельске за период с 1999 по 2008 гг. Данные о суточном количестве смертей предоставлены Федеральной службой государственной статистики Российской Федерации. Смертность изучалась по пяти причинам (инфаркты, инсульты, болезни органов дыхания, внешние причины и все естественные причины) в двух возрастных группах: 30—64 года, 65 лет и старше. Метеорологические данные предоставлены Северным межрегиональным территориальным управлением Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Для оценки влияния температуры на смертность использованы следующие методы статистического анализа:

1) построение обобщенных пуассоновских регрессионных моделей для изучения зависимостей ежедневной смертности от температуры воздуха;

2) дисперсионный анализ независимых выборок для оценки влияния коротких (дискретных) погодных эпизодов — волн жары и холода на смертность.

За период исследования выявлены десять волн жары и восемь волн холода. Температурный порог для тепловых волн составил 21,0 °С, а для холодовых –21,5 °С. Изучение временных лагов, полученных в ходе исследования корреляций между температурой воздуха и смертностью, показало, что влияние жары на смертность носит мгновенный, острый характер, в то время как действие холода, наоборот, отсроченный.

Таблица 19

Относительный риск смертности в период температурных волн в г. Архангельске, 1999—2008 гг. [2]

Причина смерти	Возрастная группа, лет	Холодовая волна		Тепловая волна	
		RR	95 %ДИ	RR	95 %ДИ
Инфаркты	30—64	1,44*	1,13—1,75	1,05	0,80—1,31
	65+	1,32*	1,06—1,58	1,02	0,81—1,24
Инсульты	30—64	1,29	0,74—1,83	1,20	0,80—1,61
	65+	1,37*	1,12—1,62	1,42*	1,23—1,62
Болезни органов дыхания	30—64	1,41	0,77—2,05	1,11	0,63—1,60
	65+	1,32	0,14—2,50	1,54	0,71—2,37
Все естественные причины	30—64	1,26*	1,08—1,43	1,08	0,94—1,22
	65+	1,35*	1,19—1,52	1,14*	1,02—1,26
Внешние причины	30—64	1,47*	1,18—1,76	1,24*	1,01—1,47
	65+	0,99	0,26—1,72	1,70*	1,08—2,32

Примечание: RR – относительный риск; * – относительный риск статистически значим при 95 % уровне

При изучении тепловых волн статистически значимо установлено возрастание смертности от внешних причин в возрастной группе 65 лет и старше и в группе 30—64 лет, инсультов и всех естественных причин в возрастной группе 65 лет и старше (табл. 19).

При изучении холодовых волн статистически значимо определено возрастание смертности от инфарктов и всех естественных причин в обеих возрастных группах, инсультов в группе 65 лет и старше и внешних причин в группе 30—64 лет (табл. 19). Ущерб от холодовых волн составил 179 дополнительных смертей, от тепловых волн – 110 дополнительных случаев смерти.

2. Оценка влияния температуры воздуха, волн жары и холода на обращаемость населения за скорой медицинской помощью

2.1. Оценка влияния температуры воздуха на количество вызовов скорой медицинской помощи в г. Архангельске за 2000 – 2008 годы [19]

Целью исследования было выявление связи между температурой воздуха и количеством вызовов скорой медицинской помощи в г. Архангельске. Данные о суточном количестве вызовов предоставлены станцией скорой медицинской помощи в г. Архангельске

за 2000—2008 гг. по трем классам болезней: травмы, отравления и другие последствия внешних причин, болезни органов дыхания и болезни органов кровообращения. Данные о среднесуточной температуре и среднесуточной эффективной температуре получены в ГУ «Архангельский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

Связь между температурой и количеством вызовов изучалась с помощью отрицательного биномиального регрессионного анализа с коррекцией на год, месяц, выходные и праздничные дни, сезонность, эпидемии гриппа, среднесуточные значения относительной влажности, атмосферного давления и скорости ветра. Все климатические переменные вводились в модель с лагами 0—2 дня, чтобы учесть отсроченные эффекты. Анализ выполнялся в возрастно-половых группах: 0—17 лет, 18—59 лет, 60 лет и старше. Результаты исследования представлены в табл. 20 и 21.

Таблица 20

Изменение количества вызовов скорой медицинской помощи при повышении среднесуточной эффективной температуры на 1 °С выше порога в 15,5 °С [19]

Болезни	Группы	Изменение, %	95% ДИ
Травмы и другие последствия внешних причин	Мужчины, все возраста	+1,6	0,2—3,0
Болезни органов дыхания	0—17 лет, оба пола	+2,5	0,7—4,3
	60 лет и старше, оба пола	+3,0	0,6—5,5

Таблица 21

Изменение количества вызовов скорой медицинской помощи при понижении среднесуточной температуры на 1 °С ниже порога в −12,8 °С [19]

Болезни	Группы	Изменение, %	95 % ДИ
Травмы и другие последствия внешних причин	60 лет и старше, оба пола	+1,6	0,2—3,0
Болезни органов дыхания	18—59 лет, оба пола	−1,7	0,1—3,3
Болезни органов кровообращения	18—59 лет, женщины	−0,9*	0,1—1,6
Все вызова	0—17 лет, оба пола	−1,2	0,1—3,3
* на следующий день (лаг 1 день)			

2.2. Оценка влияния температуры воздуха на обращаемость за скорой медицинской помощью в Перми за 2008—2010 гг.

Целью исследования явилось выявление влияния особенностей изменений температуры воздуха на частоту острых реакций населения в виде дополнительных случаев обращений за скорой медицинской помощью.

Задачи исследования

1. Оценить влияние экстремального суточного градиента температуры на обращаемость населения за скорой медицинской помощью.

2. Оценить влияние величины и продолжительности экстремальных температур на обращаемость населения за скорой медицинской помощью.

Для выполнения поставленных задач использовалась база данных ежедневной обращаемости за скорой медицинской помощью населения г. Перми, предоставленная муниципальным учреждением здравоохранения «Городская станция скорой медицинской помощи» г. Перми за 2008—2010 гг. Для исключения систематической составляющей обращаемости, связанной с недельной цикличностью при анализе использовалось недельное осреднение показателей (± 3 дня от текущей даты).

Метеорологические данные, предоставленные ГУ «Пермский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» содержали среднесуточные значения температуры воздуха в центре города.

Исследование зависимостей проводилось с альтернативным лагом 0—7 дней, при этом для параметризации влияния использовалось смещение, при котором корреляция температуры с обращаемостью за скорой медицинской помощью максимальна.

Оценка влияния экстремального суточного градиента температуры проведена на основании построения линейной регрессионной модели. Положительный градиент температуры является экстремальным, если превышает 90-й процентиль распределения положительных градиентов в летние месяцы (июнь—август). Отрицательный градиент температуры является экстремальным, если не превосходит 10-й процентиль распределения отрицательных градиентов в зимние месяцы (декабрь—февраль). Таким образом, рассматривались экстремальные переходы к жаре летом и морозу зимой.

Для Перми экстремальный положительный градиент равен 5,4 °С, отрицательный равен –8,7 °С. Исходя из предположения, что резкие скачки температуры влияют на обращаемость населения за скорой медицинской помощью, построены линейные регрессионные модели. Результаты моделирования представлены в табл. 22.

Таблица 22

Изменение количества вызовов скорой медицинской помощи при изменении экстремального суточного градиента на 1 °С

Нозологические формы	Группа	Положительный градиент (лето)		Отрицательный градиент (зима)	
		Изменение, %	лаг, дни	Изменение, %	лаг, дни
Инфаркт миокарда (I_{21}—I_{23})	взрослые	14,5	2	11,2	0
Стенокардия (I_{20})	взрослые	7,67	7	–	–
Гипертоническая болезнь (I_{11}—I_{15})	взрослые	1,15	7	–	–
Инсульт (I_{60}—I_{64})	взрослые	20,1	1	3,4	6
Бронхиальная астма (J_{45}—J_{46})	дети	–	–	2,13	4
Пневмония (J_{12}—J_{18})	дети	9,42	7	–	–
Неврозы (F_{40}—F_{48})	взрослые	4,43	3	–	–

Максимальный среднесуточный градиент температуры за рассматриваемый промежуток времени летом равен 11,0 °С, зимой –19,5 °С. Отмечается увеличение случаев инфаркта и инсульта у взрослого населения в зимнее и летнее время при изменении градиента температуры, причем более выраженный эффект наблюдается летом. Кроме того, градиент в летнее время влияет на увеличение количества случаев стенокардии, гипертонической болезни, пневмонии и неврозов. Изменение температуры в зимний период влияет на увеличение числа случаев вызовов по причине заболевания бронхиальной астмой в детском возрасте.

Оценка влияния величины и продолжительности экстремальных температур на обращаемость населения за скорой помощью проводилась на основании построения лог-линейной регрессионной модели. В случае превышения 90-го процентиля многолетнего распределения температур в летние месяцы (июнь-август) температура является экстремально высокой. Температура является экстремально низкой, если не превышает 10-й процентиль распределения температур в зимние месяцы (декабрь-февраль). Температура, не попадающая под определение экстремальной, является фоновой. В частности, в Перми экстремально высокая температура превышает 24,7 °С, экстремально низкая ниже –20,3 °С.

Таблица 23

Изменение логарифма количества вызовов скорой медицинской помощи при повышении экстремальной среднесуточной температуры на 1 °С в течение 1 дня

Нозологические формы	Группа	Волна жары		Волна холода	
		Изменение, %	лаг, дни	Изменение, %	лаг, дни
Инфаркт миокарда (I_{21}—I_{23})	взрослые	0,49	3	3,09	2
Стенокардия (I_{20})	взрослые	6,97	5	10,28	6
Гипертоническая болезнь (I_{11}—I_{15})	взрослые	2,97	6	3,18	7
Инсульт (I_{60}—I_{64})	взрослые	5,45	3	–	–
Отравление алкоголем (T_{51})	взрослые	7,37	0	–	–
Алкогольные психозы (F_{10})	взрослые	4,35	3	–	–
Крапивница (L_{50})	дети	–	–	10,23	0
Пневмония (J_{12}—J_{18})	дети	–	–	6,96	3
Неврозы (F_{40}—F_{48})	взрослые	1,79	2	8,57	1

В Перми за исследуемый период наблюдалось несколько коротких волн холода продолжительностью 1—2 дня и две большие волны продолжительностью 7 и 9 дней со средними температурами –22,8 и –26 °С соответственно. В летний период наблюдалось несколько коротких волн жары продолжительностью 1—5 дней и одна большая волна (конец июля – начало августа 2010 г.) продолжительностью 14 дней со средней температурой 26,7 °С.

Результаты моделирования влияния экстремальных положительных и отрицательных температур на логарифм обращений за скорой медицинской помощью представлены в табл. 23.

Волны жары и холода оказывают влияние на повышение числа вызовов скорой помощи по причинам инфаркта миокарда, стенокардии, гипертонической болезни, неврозов у взрослого населения, причем более выраженный эффект наблюдается в зимнее время. Кроме того, повышенная температура в летнее время влияет на увеличение количества случаев инсульта, отравлений алкоголем, психических расстройств, связанных с отравлением алкоголем. Экстремально низкие температуры в зимнее время приводят к

увеличению числа вызовов по причине крапивницы и пневмонии в детском возрасте.

3. Оценка влияния температуры и загрязнения воздуха на заболеваемость населения

3.1.Оценка влияния температуры и загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость болезнями органов дыхания населения г. Новодвинска за 2001—2008 гг. [17]

Целью исследования было изучение связи между загрязнением атмосферного воздуха и обращаемостью за медицинской помощью по поводу болезней органов дыхания населения г. Новодвинска.

Обращаемость за медицинской помощью по поводу болезней органов дыхания изучена за 2001—2008 гг. на основе электронной базы муниципального учреждения здравоохранения «Новодвинская городская клиническая больница», в которой случаи заболеваний регистрируются в соответствии с учетным медицинским документом «Талон амбулаторного пациента (форма 025-6/у-89)». Анализ проводился в трех возрастных группах: 0—17 лет, 18—59 лет, 60 лет и старше. Данные по среднесуточным концентрациям загрязняющих веществ получены в ГУ «Архангельский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

Для анализа связи между уровнями загрязняющих веществ (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, сероводород, диоксид азота) и ежедневной обращаемостью за медицинской помощью использовались две многомерные авторегрессионные модели Пуассона с коррекцией на избыточную дисперсию. Модели различались между собой наличием коррекции на влияние

Таблица 24

Зависимость между загрязняющими веществами атмосферного воздуха и заболеваниями органов дыхания в г. Новодвинске [17]

Болезни	Группа	Диоксид серы		Диоксид азота		Оксид углерода	
		β	95 % ДИ	β	95 % ДИ	β	95 % ДИ
Модель 1 (без коррекции на метеорологические факторы)							
J_{45}	0—17 лет	1,89	–11,3; 15,1	5,01*	1,34; 8,68	–0,21	–0,35; –0,06
J_{40}—$J_{44,47}$	18—59 лет	7,56*	0,66; 14,45	2,72	0,06; 5,38	–0,09	–0,19; –0,01
Модель 2 (с коррекцией на метеорологические факторы)							
J_{45}	0—17 лет	1,40	–12,9; 14,8	4,53*	0,75; 8,38	–0,19	–0,33; –0,04
J_{40}—$J_{44,47}$	18—59 лет	7,72*	0,32; 15,12	5,56	–0,12; 5,24	–0,09	–0,18; 0,01
	60 лет +	7,14	–1,87; 16,1	–2,31	–4,87; 0,25	0,09*	0,01; 0,18

Примечание: * – зависимость статистически значима ($p < 0,05$); J45 – бронхиальная астма; J40—J44,47 – хронические болезни нижних дыхательных путей; «—» статистически незначимая связь

климатических факторов. В первой модели коррекция на климатические факторы не проводилась. Во вторую модель были включены среднесуточные значения температуры воздуха, атмосферного давления, скорости ветра и относительной влажности с лагами 0—2 для коррекции как на непосредственные, так и на отсроченные влияния вышеперечисленных факторов на зависимую переменную. В обеих моделях выполнялась коррекция на год, месяц и день недели, выходные и праздничные дни, эпидемии гриппа. Результаты регрессионного анализа представлены в табл. 24.

Результаты анализа с использованием дневных уровней обращаемости за медицинской помощью и концентраций загрязняющих веществ, полученные как для первой модели, так и для второй, оказались практически идентичными.

4. Оценка влияния температуры воздуха на заболеваемость инфекционными болезнями

4.1. Оценка влияния температуры воздуха на заболеваемость клещевым энцефалитом в Архангельской области за 1980—2009 гг. [23]

Целью исследования было изучение влияния климатических изменений на рост заболеваемости клещевым энцефалитом в Архангельской области за 1980—2009 гг. За период с 1980 по 2009 гг. в Архангельской области официально было зарегистрировано 920 случаев клещевого энцефалита. В первую декаду (1980—1989 гг.) диагностировано только 16 случаев, во вторую декаду (1990—1999 гг.) – 207 случаев и в третью декаду (2000—2009 гг.) – 697 случаев. При этом численность населения Архангельской области уменьшилась с 1990 по 2009 гг. на 315 тыс. человек. Средний уровень заболеваемости клещевым энцефалитом за 1980—1989 гг. составил 0,1 на 100 000, за 2000—2009 гг. – 5,4 на 100 000 населения.

В Архангельской области среднегодовая температура между 1960 и 1989 гг. колебалась от –1,5 до 2,6 °С и в среднем была 0,7 °С. За период с 2000 по 2009 гг. среднегодовая температура воздуха была 2,0 °С. Синхронно с изменением температуры повысилась заболеваемость клещевым энцефалитом (рис. 5).

Результаты корреляционного анализа между среднегодовой температурой и заболеваемостью клещевым энцефалитом за 1990—2009 гг. представлены в табл. 25. Как в целом по Архангельской области, так и по отдельным группам районов выявлена статистически значимая положительная корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воздуха и заболеваемостью клещевым энцефалитом.

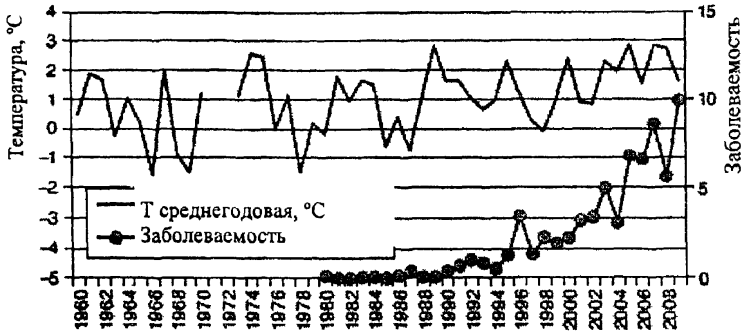


Рис. 5. Среднегодовая температура воздуха (1960—2009 гг.) и заболеваемость клещевым энцефалитом в Архангельской области (1980—2009 гг.) [23]

Таблица 25

Коэффициенты корреляции между среднегодовой температурой воздуха и заболеваемостью клещевым энцефалитом в Архангельской области за 1990—2009 гг. [23]

Территория	Коэффициент корреляции	95 % ДИ	Уровень статистической значимости (p)
Вся АО	0,50	0,36—0,64	0,0248
Северные районы АО	0,50	0,36—0,64	0,0248
Центральные районы АО	0,71	0,62—0,81	0,0005
Южные районы АО	0,45	0,30—0,60	0,0465

4.2. Оценка влияния температуры воздуха и количества осадков на заболеваемость сальмонеллезом населения Архангельской области за 1992—2008 гг. [20]

Целью исследования было изучение связи между сальмонеллезной инфекцией, температурой воздуха и количеством осадков на территории Архангельской области. Данные по лабораторно подтвержденным случаям сальмонеллеза за 1992—2008 гг. получены в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области». Связь между количеством случаев сальмонеллеза за месяц и метеорологическими факторами с лагами 0—2 дня изучалась с помощью трех моделей:

1) отрицательный биномиальный регрессионный анализ с коррекцией на многолетние тренды и сезонность, смоделированную с помощью тригонометрических функций;

2) отрицательная биномиальная модель с дихотомическими переменными для каждого года и месяца;

3) линейная регрессионная модель с использованием логарифмически трансформированных, детрендированных и десезонализированных случаев сальмонеллеза за месяц и десезонализированных значений температуры и осадков. Результаты представлены в табл. 26.

Таблица 26

Увеличение количества случаев сальмонеллеза в г. Архангельске при повышении среднемесячной температуры на 1 °С (с лагом 1 месяц) [20]

Модель	Изменение (%)	95% ДИ
Модель 1	2,0	0,3—3,8
Модель 2	1,8	0,1—3,6
Модель 3	2,3	0,4—4,3

Выявлено, что при увеличении количества осадков на 1 мм количество случаев сальмонеллеза увеличивается на 0,2 % (95 % ДИ: 0,02—0,5) в тот же месяц.

Приложение 3
(справочное)

Перечень
основных публикаций по оценке влияния изменения климата на здоровье населения Российской Федерации

1. Алексеев А.Н. Влияние глобального изменения климата на кровососущих эктопаразитов и передаваемых ими возбудителей болезней //Вестник РАМН. 2006. № 3. С. 22—25.

2. Варакина Ж.Л., Юрасова Е.Д., Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Вязьмин А.М. Влияние температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999—2008 гг. //Экология человека. 2011. № 6. С. 28—36.

3. Изменение климата и здоровье населения России в XXI веке (2004) //Сборник материалов международного семинара 5—6 апреля 2004 г. М.: Издательское товарищество «АдамантЪ», 260 с.

4. Измеров Н.Ф., Ревич Б.А., Коренберг Э.И. Оценка влияния климата на здоровье населения – новая задача профилактической медицины //Вестник РАМН. 2005. № 11. С. 33—37.

5. Израэль Ю.А., Семенов С.М., Анисимов О.А. и соавт.: Четвертый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата: вклад рабочей группы II //Метеорология и гидрология. 2007. № 9. С. 5—13.

6. Кершенгольц Б.М., Чернявский В.Ф., Репин В.Е. и др. Влияние глобальных климатических изменений на реализацию потенциала инфекционных заболеваний населения в Российской Арктике (на примере Якутии): Обзор //Экология человека. 2009. № 6. С. 34—39.

7. Коротков Ю.С., Акулова Л.М., Хазова Т.Г. и др. Циклические изменения численности таежного клеща в заповеднике «Столбы» //Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 1992. № 3. С. 7—10.

8. Миронова В.А. Тенденции изменения климата и малярия в Московском регионе //Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2006. № 4. С. 20—25.

9. Платонов А.Е. Влияние погодных условий на эпидемиологию трансмиссивных инфекций (на примере лихорадки Западного Нила в России) //Вестник РАМН. 2006. № 2. С. 25—29.

10. Ревич Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата //Проблемы прогнозирования. 2008. № 3 (108). С. 140—150.

11. Ревич Б.А. Климатические изменения и здоровье населения Российской Арктики //Экологическое планирование и управление. 2008. № 3—4 (8—9). С. 109—121.

12. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России. Анализ ситуации и прогнозные оценки. М.: ЛЕНАНД, 2011. 208 с.

13. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Галкин В.Т. и др. Воздействие высоких температур атмосферного воздуха на здоровье населения в Твери //Гигиена и санитария. 2005. № 2. С. 20—24.

14. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Семутникова Е.Г. Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы в 2000—2006 гг. //Медицина труда и промышленная экология. 2008. № 9. С. 29—35.

15. Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки //Экология человека. 2011. № 7. С. 3—9.

16. Семенов С.М., Гельвер Е.С., Ясюкевич В.В. Температурные условия для развития двух видов возбудителей малярии в организме переносчика на территории России в XX веке //Доклады Академии Наук. 2002. Т. 387. № 1. С. 131—136.

17. Унгуряну Т.Н., Гржибовский А.М. Внутригодовая динамика загрязнения атмосферного воздуха и обращаемости за медицинской помощью по поводу болезней органов дыхания //Экология человека. 2011. № 6. С. 37—42.

18. Щелканов М.Ю., Громашевский В.Л., Львов Д.К. Роль эколого-вирусологического районирования в прогнозировании влияния климатических изменений на ареалы арбовирусов //Вестник РАМН. 2006. № 2. С.22—25.

19. Grjibovski AM. Air temperature and daily counts of ambulance calls in Arkhangelsk, Russia, 2000–2009 /Grjibovski AM, Unguryanu TN, Varakina ZhL, Degteva GN, Yurasova ED, Menne B. //European Journal of Public Health, Vol. 21, Supplement 1, 2011: 158.

20. Grjibovski AM. Climate variations and salmonella infection in Northwest Russia: A time-series analysis /Grjibovski AM, Bushueva VA, Boltenkov VP, Degteva GN, Yurasova ED, Nurse J. //Abstract #97 on Abstract CD of the International Conference on Global Health and Public Health Education, Hong Kong, 25—27 October 2011.

21. Michelozzi P, Accetta G, De Sario M et al. High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. Am J Respir Crit Care Med . 2009;179(5):383-9

22. Revich BA, Shaposhnikov DA. The Effects of Particulate and Ozone Pollution on Mortality in Moscow. Russia Air Qual. Atmos. Health. 2010. Vol. 3

23. Tokarevich NK. The impact of climate change on the expansion of Ixodes persulcatus habitat and the incidence of tickborne encephalitis in the north of European Russia /Tokarevich NK, Tronin AA, Blinova

OV, Buzinov RV, Boltenkov VP, Yurasova ED, Nurse J. //Global Health Action 2011, 4.

Перечень публикаций ВОЗ и МГЭИК

1. Изменение климата и здоровье человека: угрозы и ответные меры. Резюме доклада. ВОЗ, 2003.

2. Методы оценки чувствительности здоровья человека и адаптации общественного здравоохранения к изменению климата. ВОЗ, 2005. gost.e-ecolog.ru /91099/E81923R.pdf.

3. Периоды сильной жары: угрозы и ответные меры. ВОЗ, 2005. gost.e-ecolog.ru __data/assets/pdf_file/0009/96975/E82629R.pdf.

4. Climate change and human health: risk and response. WHO, 2003. gost.e-ecolog.ru

5. Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of IPCC, M.L.Parry et al. Cambridge, UK, 2007.

6. World Health Report 2002: Reducing risks, promoting healthy life. WHO, 2002. gost.e-ecolog.ru

7. Using climate to predict infectious disease epidemics. WHO, 2005 gost.e-ecolog.ru

Оценка риска и ущерба от климатически изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска

Методические рекомендации
МР 2.1.10.0057—12

Редактор Н. В. Кожока
Технический редактор А. А. Григорьев

Подписано в печать 10.07.12

Формат 60×88/16 Печ. л. 3,25
Тираж 200 экз. Заказ 48

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер. д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
отделом издательского обеспечения
gost.e-ecolog.ru льного центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а