Влияние аномально высоких температур и загрязненности воздуха в летние месяцы на смертность населения Москвы и возможности прогнозирования смертности с помощью моделей линейного регрессионного анализа

С.А. БОЙЦОВ, А.С. КУЗНЕЦОВ, М.М. ЛУКЬЯНОВ, С.А. ШАЛЬНОВА, А.Д. ДЕЕВ

ФГБУ «Государственный научно-исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России, Москва

The impact of abnormally high temperatures and ambient air pollution during summer months on mortality rates in the Moscow population and the possibilities of death prediction using linear regression analysis models

S.A. BOITSOV, A.S. KUZNETSOV, M.M. LUKYANOV, S.A. SHALNOVA, A.D. DEEV

State Research Center for Preventive Medicine, Ministry of Health of Russia, Moscow

Проведен анализ смертности населения Москвы в летние месяцы 2007—2011 гг. Наиболее выраженное неблагоприятное воздействие аномального повышения температуры воздуха и его загрязненности на смертность населения Москвы было зафиксировано в летние месяцы 2010 г., что привело к значимому росту смертности населения (11 541 дополнительных случаев смерти), особенно в возрастной группе 70 лет и старше. Доля этой группы населения в возрастной структуре смертности возросла с 58,7% (за период январь—май 2010 г.) до 63,7% (за летний период 2010 г.) (p<0,0001). Негативные погодные условия привели к резкому росту (в 1,3—2,5 раза) смертности лиц с хроническими заболеваниями (болезнями системы кровообращения, системы органов дыхания, нервной системы, мочеполовой системы) в июле и августе 2010 г. по сравнению со средними показателями июля и августа за период 2002—2009, 2011 гг. Проведено сравнение предсказательной способности трех моделей линейного регрессионного анализа в прогнозировании смертности с учетом базовых взаимодействий (год, сезон, месяц, день недели), а также с учетом температуры воздуха и показателя его загрязненности — PM_{10}. Наиболее высокая предсказательная способность (коэффициент множественной корреляции — R^2=0,818) доказана для модели с учетом порогового значения температуры 20 °С и превышения его на сутки прогноза и предшествующие 5 сут (лаг 5 сут), а также с учетом концентрации в воздухе PM_{10}. Для модели с учетом порогового значения температуры 25 °С и превышения его на сутки прогноза (без лага) R^2=0,442. Для модели с учетом порогового значения температуры воздуха 25 °С и превышения его на сутки прогноза (без лага) в комплексе с учетом концентрации PM_{10} R^2=0,594.

Ключевые слова: смертность населения, летние месяцы, повышенная температура воздуха, загрязненность воздуха.

The mortality rates of the Moscow population in the summer months of 2007—2011 were analyzed. The most significant unfavorable impact of abnormally elevated temperature of air and its pollution on mortality rates in the Moscow population was recorded in the summer months of 2010, causing a considerable rise in mortality rates (11 541 more deaths), particularly in the age group of 70 years or older. The proportion of this population group in the age structure of mortality rose from 58.7% (in the January—May 2010 period) to 63.7% (in the summer of 2010) (p<0.0001). The negative weather conditions led to a dramatic (1.3—2.5-fold) increase in death rates among people with chronic diseases of circulatory, respiratory, nervous, and urogenital systems in the July and August of 2010 versus those in the same months of 2002—2009 and 2011. The predictive power of 3 linear regression analysis models for mortality rates was compared, by taking into account basic interactions (year, season, month, and day of week), temperature of air and its pollution indicator PM_{10}. The highest predictive power (multiple correlation coefficient R^2=0.818) was proven for a model considering the threshold temperature of 20 ºC and its excess per day of forecast and previous 5 days (lag 5 days) that taking into account the air PM_{10} concentration. That for a model considering the threshold temperature of 25 ºC and its excess per day of forecast (without any lag) was R^2=0.442. The predictive power for a model accounting the threshold temperature of 25 ºC and its excess per day of forecast, without any lag, with consideration for PM_{10} concentration, was R^2=0.594.

Key words: mortality, summer months, elevated air temperature, ambient air pollution.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) занимается вопросами изменения климата и здоровья на разных уровнях начиная с конца 80-х годов прошлого столетия. В Европейском регионе эти вопросы были включены в повестки дня первой, второй, третьей и четвертой министерских конференций по окружающей среде и ох-

© Коллектив авторов, 2013

Контактная информация:
Бойцов Сергей Анатольевич — д.м.н., проф., директор ГНИЦ ПМ
e-mail: www.gnicpm.ru (Аносова Светлана Юрьевна)

ране здоровья. В 1999 г. было рекомендовано проводить отслеживание, изучение и анализ первых последствий изменения климата для здоровья людей, поддерживать разработку показателей, деятельность по мониторингу и проведению национальных оценок воздействия на здоровье, а также пересматривать варианты и стратегии смягчения и адаптации к изменениям климата.

Были опубликованы материалы ВОЗ, в которых рекомендовано продолжать осуществление мер по уменьшению нынешнего бремени болезни, обусловленного экстремальными погодно-климатическими явлениями, применяя при этом упреждающий и многоплановый подход, а также способствовать внедрению здоровых, энергосберегающих подходов в других секторах [1—3].

В России в июле и августе 2010 г. на фоне аномально высоких температур в 31 регионе страны, в том числе и в Москве, имело место достоверное повышение уровня смертности, главным образом обусловленное ишемической болезнью сердца и цереброваскулярными заболеваниями [4].

В июне 2012 г. ФГБУ «Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России опубликовал информационный бюллетень ВОЗ «Изменение климата». В этом документе на первом месте упоминается такой климатический фактор, как «сильная жара», которая привела в Европе к более чем 70 000 дополнительных случаев смерти от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний летом 2003 г. [2]. Показатели смертности в периоды аномально высоких температур окружающей среды позволяют проводить оценку как воздействия экологических факторов окружающей среды, так и качества, доступности медицинской помощи населению.

В последние годы проблеме аномальной жары в Европе посвящено большое число работ, в которых наряду с анализом роста смертности в периоды исключительного повышения температуры воздуха подчеркивается, что последствия негативного воздействия жаркой погоды и аномальной жары на здоровье человека, как правило, можно предотвратить [5—11].

Влияние аномально высокой температуры воздуха и его загрязненности на смертность населения в Российской Федерации, в частности в Москве, исследовалось рядом авторов [4, 12—15], однако данная проблема остается актуальной и недостаточно изученной.

Цель исследования — изучить влияние аномального повышения температуры и загрязненности воздуха в летние месяцы 2007—2011 гг. на смертность населения Москвы и оценить возможность прогнозирования смертности с помощью моделей линейного регрессионного анализа.

Материал и методы

Проведен анализ смертности населения Москвы в летние месяцы 2007—2011 гг. Использованы данные социально-гигиенического мониторинга учреждениями Роспотребнадзора по Москве (ФБУЗ «ЦГиЭ в городе Москве») за период 2007—2011 гг. Анализ смертности населения, помимо официальных форм статистики (таблицы МС «Распределение умерших по полу, возрасту и причинам смерти за месяц»), проводился на основе полицевой деперсонифицированной базы данных Управления ЗАГСа Москвы по всем случаям смерти населения. Запись этой базы данных представляет собой краткую версию медицинского свидетельства о смерти и, в частности, содержит сведения о возрасте умершего и дате смерти. Это позволяет проводить анализ суточной смертности населения независимо от даты регистрации случая смерти, фиксируемой территориальным органом государственной статистики по Москве (Мосгорстат). Информация о температуре воздуха приведена на основе данных метеостанции Москва (ВВЦ), http://www.rp5.ru.

Загрязненность атмосферного воздуха в мае—сентябре 2010 г. оценивали по данным ГПБУ «Мосэкомониторинг» (http://www.mosecom.ru) о концентрации PM_{10} – взвешенных частиц с размерами менее 10 мкм, способных легко проникать в легкие человека и накапливаться в них.

Данные анализировались с помощью компьютерных программ SAS и Statistica. Для оценки динамики показателей применялся метод оценки достоверности различий интенсивных показателей с использованием *t*-критерия Стьюдента. Достоверными считали различия при $p<0,05$. При оценке временных рядов применялись: для подтверждения связи факторов коэффициент соответствия (критерий χ^2) и оценка парного коэффициента корреляции по Пирсону.

На основании данных о суточной смертности населения Москвы за 2007—2011 гг. была определена зависимость данного показателя от года, сезона, месяца и дня недели (оценены базовые взаимодействия). В дальнейшем для расчета прогнозируемого числа случаев смерти среди населения Москвы в зависимости от повышенных значений температуры воздуха и его загрязненности в летние месяцы использовались модели линейного регрессионного анализа. Моделировался логарифм числа случаев смерти за сутки (использовалась log-шкала). Мерой согласия реальных и модельных данных считали коэффициент множественной корреляции.

Была проведена оценка R^2 для следующих моделей. Модель 1 — дополнительно к базовым взаимодействиям оценивалась предсказательная способность с учетом порогового значения температуры воздуха 25 °С и превышения этого значения на сутки прогноза (без лага). Модель 2 — дополнительно к базовым взаимодействиям оценивалась предсказательная способность с учетом порогового значения температуры воздуха 25 °С и превышения этого значения на сутки прогноза (без лага) в комплексе с учетом загрязненности воздуха в соответствии с величиной концентрации PM_{10} на день прогноза. Модель 3 — дополнительно к базовым взаимодействиям оценивалась предсказательная способность (R^2) с учетом порогового значения температуры воздуха 20 °С и превышения этого порога на сутки прогноза и предшествующие 5 сут (лаг 5 сут), а также с учетом концентрации в воздухе PM_{10} на день прогноза.

Результаты

В 2007—2009 и 2011 гг. среднемесячная смертность населения Москвы за период май—сентябрь не претерпевала значимых изменений **(рис. 1 и 2)**. В 2007—2009, 2011 гг. доля умерших за период июнь—август составляла от 23,33% (минимально в 2009) до 23,94% (максимально в 2011). Однако в 2010 г. доля умерших (30,82%) в летние месяцы была больше, чем в годы сравнения **(табл. 1)**.

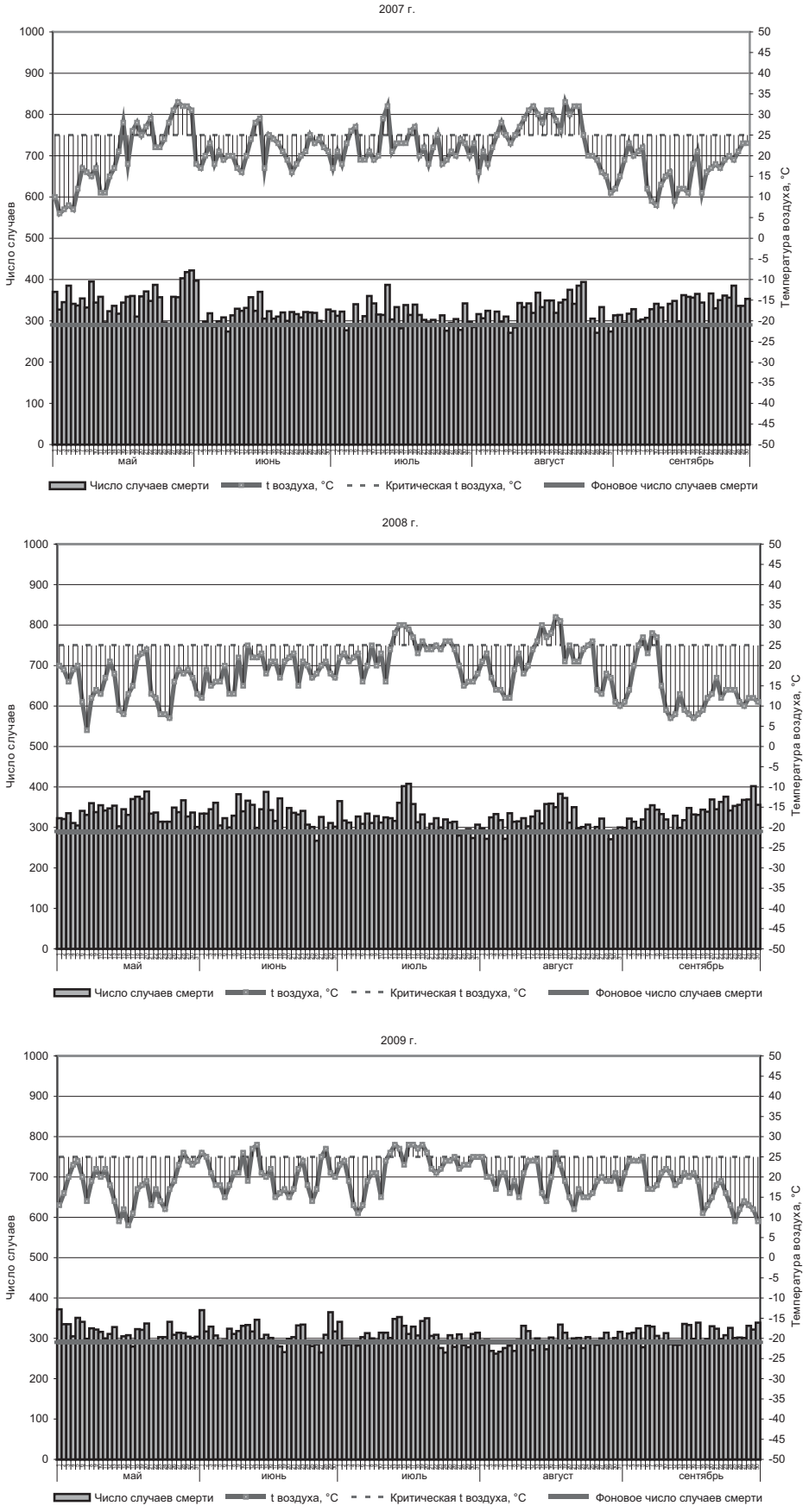


***Рис. 1*. Динамика суточной смертности и максимальной температуры воздуха в Москве в 2007—2009 гг.**

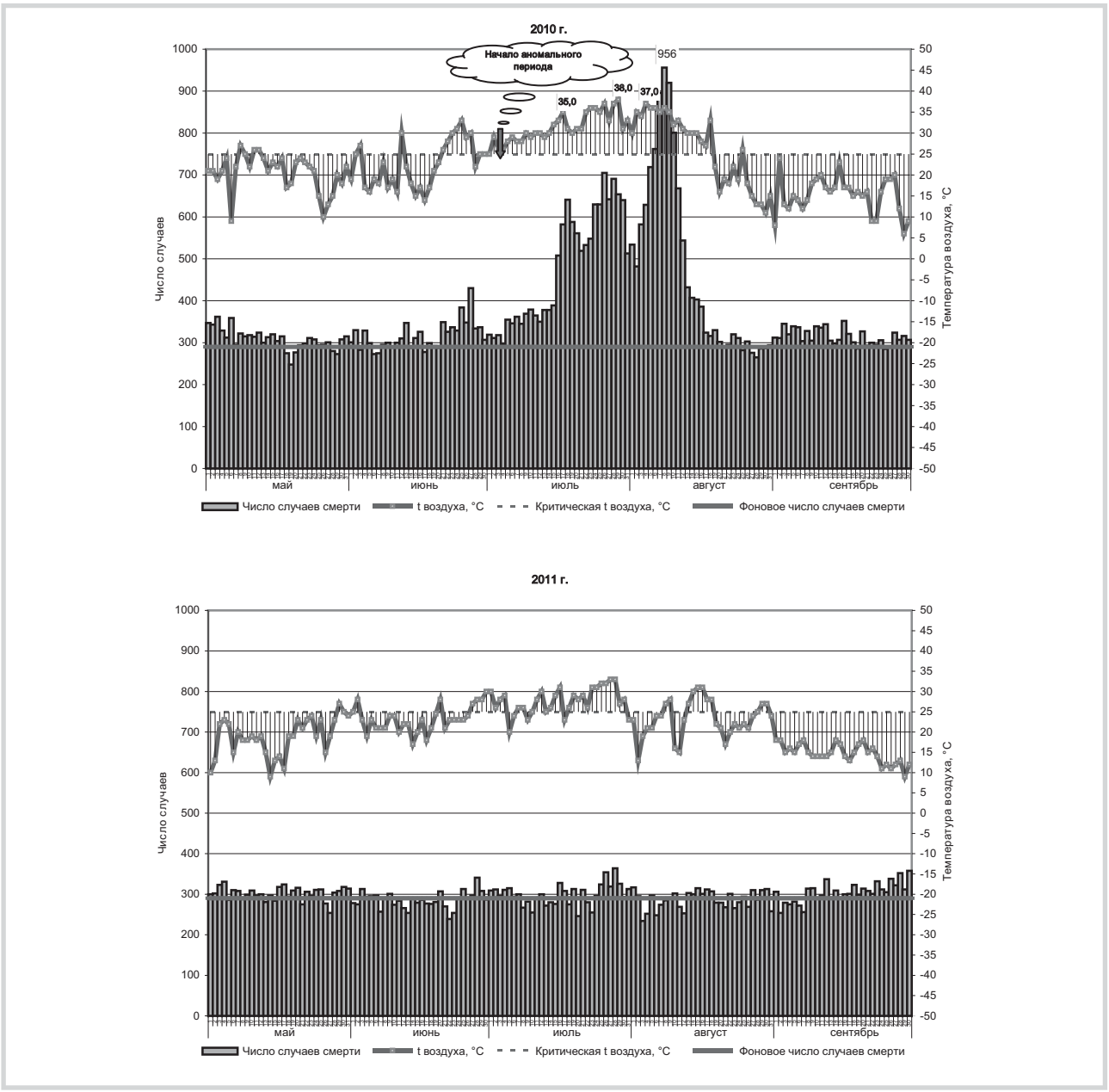


Рис. 2. **Динамика суточной смертности и максимальной температуры воздуха в Москве в 2010 и 2011 гг.**

Из данных **табл. 1** также следует, что число случаев смерти от всех причин в июне—августе 2010 г. существенно превышало таковое в летние месяцы 2002—2009, 2011 гг.

В июне—августе 2010 г. на европейской части России установилась аномально жаркая погода. По данным Центра ФОБОС (http://www.fobos.tv), дневная температура воздуха в Москве с 21 июня по 18 августа не опускалась ниже 25 °С, а 29 июля зафиксировано повышение максимальной температуры воздуха до 38,1 °С **(см. рис. 2)**.

Такие погодные условия провоцировали возникновение большого количества лесных пожаров и, как следствие, формирование над Москвой смога — аэрозоля, состоящего из дыма, тумана и пыли. По данным ГПУ «Мосэкомониторинг» (http://www.mosecom.ru), загрязнение атмосферного воздуха города продуктами горения от лесных и торфяных пожаров в отдельные дни июля и августа 2010 г. превышало среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК$_{с.с}$): по озону до 2,9 ПДК$_{с.с.}$; по взвешенным веществам PM_{10} до 13,4 ПДК$_{с.с}$; по угарному газу до 4,0 ПДК$_{с.с.}$ **(рис. 3)**.

Проведенный анализ полицевых деперсонифицированных данных о смертности населения Москвы, представляемых Управлением ЗАГСа Москвы, показал, что с 21 июня ежедневное количество умерших значительно превышало фоновое число случаев смерти для мая—сентября (теплого времени года), которое составляло для Москвы в среднем 301 случай в день за 2007—2009 и 2011 гг. Наибольшее число случаев было зафиксировано 18 июля — 641, 26 июля — 705 и 8 августа — 956 **(см. рис. 2)**. В итоге за июнь—август 2010 г. зарегистрирован 11 541 дополнительный случай смерти среди всего населения Москвы.

***Таблица 1*. Число случаев смерти от всех причин среди населения Москвы в летние месяцы и в целом за год (период 2002—2011 гг.)**

Год	Число случаев смерти за год	Число случаев смерти за июнь—август	Вклад летних месяцев, %
2002	135 977	31 973	23,51
2003	136 491	32 113	23,53
2004	131 273	31 375	23,90
2005	128 579	30 490	23,71
2006	127 042	30 159	23,74
2007	124 330	29 348	23,60
2008	124 304	29 374	23,63
2009	120 113	28 019	23,33
2010	**126 167**	**38 885**	**30,82**
2011	111 911	26 793	23,94

***Таблица 2*. Динамика смертности населения Москвы от некоторых групп причин смерти в июле и августе 2010 г. по сравнению со средним показателем июля и августа за период 2002—2009, 2011 гг.**

Группа причин смерти	Рост в июле 2010 г. в сравнении со средним показателем июля 2002—2009, 2011 гг.	Рост в августе 2010 г. в сравнении со средним показателем августа 2002—2009, 2011 гг.
Новообразования	На 9,9%*	На 4,2%
Болезни нервной системы	В 2,0 раза*	В 2,0 раза*
Болезни органов дыхания	На 26,4%*	В 1,5 раза*
пневмонии (J12—J16, J18)	На 30,3%*	В 1,6 раза*
хронические болезни нижних дыхательных путей (J40—J47)	На 26,9%	В 1,6 раза*
Болезни мочеполовой системы	В 1,8 раза*	В 2,5 раза*
другие тубулоинтерстициальные болезни почек (N11—N15)	В 2,5 раза*	В 3,3 раза*
Болезни системы кровообращения	В 1,6 раза*	В 1,7 раза*
болезни, характеризующиеся повышенным артериальным давлением (I10—I13)	На 34,0%*	В 1,7 раза*
ишемическая болезнь сердца (I20—I22, I24,1—9, I25)	В 1,6 раза*	В 1,8 раза*
цереброваскулярные болезни (I60—I64, I67—I69)	В 1,7 раза*	В 1,8 раза*
Болезни эндокринной системы и нарушения обмена веществ	На 2,6%	На 29,2%
Психические расстройства и расстройства поведения	На 22,1%	На 28,7%
психозы (исключая алкогольные психозы) (F00—F09, F20—F29)	На 9,8%	На 16,0%
Причина смерти не установлена (R00—R99)	На 4,9%	На 33,2%*

Примечание. * — различия достоверны ($p<0,05$).

Рост числа случаев смерти был зафиксирован во всех возрастных группах от 20 лет и старше, но наибольшее число умерших пришлось на возрастную группу 70 и лет и старше. Доля этой группы населения в возрастной структуре смертности возросла с 58,7 (за период январь—май 2010 г.) до 63,7% (за летний период 2010 г.) ($p<0,0001$).

По данным официальной статистики (Мосгорстат), в июле 2010 г. зарегистрировано 14 340 медицинских свидетельств о смерти, а в августе 2010 г. — 15 016 (в 2009 г. зарегистрировано 9516 и 8905 свидетельств соответственно). Относительные показатели общей смертности населения выросли в июле 2010 г. в сравнении с июлем 2009 г. в 1,5 раза, а в августе 2010 г. в сравнении с августом 2009 г. в 1,7 раза.

Данные о динамике смертности населения Москвы от некоторых групп причин смерти в июле и августе 2010 г. по сравнению со средним показателем июля и августа за период 2002—2009, 2011 гг. представлены в **табл. 2**.

Из представленных в **табл. 2** данных следует, что наиболее выраженным в июле и августе 2010 г. (по сравнению со средними показателями июля и августа 2002—2009, 2011 гг.) был рост смертности от болезней системы кровообращения (в 1,6—1,7 раза), болезней нервной системы (в 2 раза), болезней мочеполовой системы (в 1,8—2,5 раза), болезней системы органов дыхания (в 1,3—1,5 раза). Следует подчеркнуть, что болезни системы кровообращения являлись ведущей причиной смерти в июле—августе 2002—2009, 2011 гг. (в среднем в 54,3± 0,17% от всех случаев).

В 2010 г. показатель общей смертности увеличился на 3,4% (с 1059,96 до 1096,14 на 100 000 населения; $p<0,05$). Важно отметить, что в период аномальной жары 2010 г. доля случаев смерти от болезней системы кровообращения достоверно увеличилась: с 55,4 в июне до 64,5 и 65,9% соответственно в июле и августе ($p<0,0001$). В среднем ежемесячно (за период январь — июнь 2010 г.) от болезней системы кровообращения умерли около 5695 человек. В июле и августе 2010 г. было зарегистрировано соответственно 9249 и 9902 случаев смерти от болезней системы кровообращения.

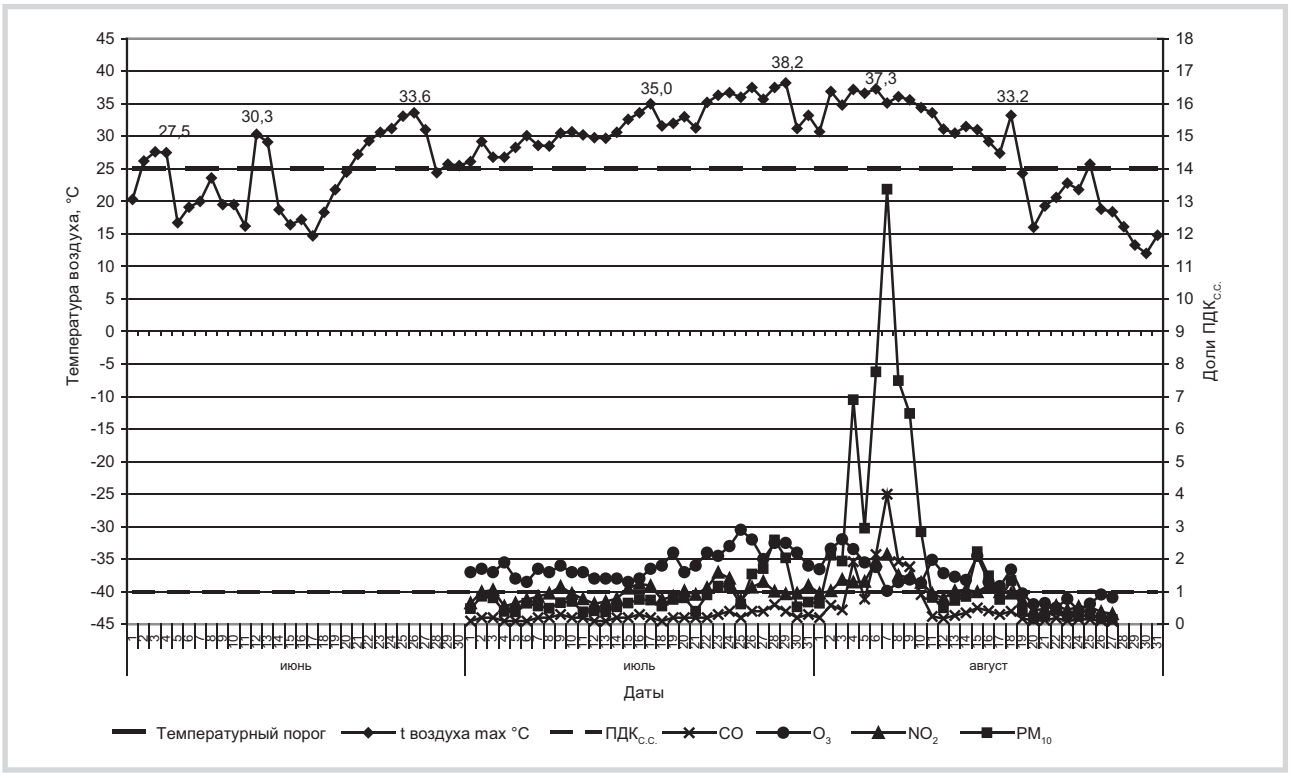


Рис. 3. **Динамика температуры воздуха и концентрация отдельных загрязнителей атмосферного воздуха (в долях ПДК$_{с.с.}$) в июне—августе 2010 г. в Москве.**

По данным Е.И. Чазова, С.А. Бойцова [4], О.В. Зайратьянц, Н.И. Полянко [15], в июле и августе 2010 г. по сравнению с аналогичными периодами 2009 г. смертность возросла соответственно: от болезней системы кровообращения в 1,76 и 2,04 раза; от ишемической болезни сердца в 1,78 и 2,03 раза; от цереброваскулярных заболеваний в 1,9 и 2,15 раза. В работе Б.А. Ревича [12] указано также, что за июль—август 2010 г. по сравнению тем же периодом 2009 г. смертность от болезней системы кровообращения возросла на 58,8%, от болезней дыхания — на 84,5%, от инфекционных болезней — на 61,5%, от новообразований — на 70,2%.

Таким образом, повышение смертности во время аномальной жары летом 2010 г. анализировалось в данных работах в сравнении с показателями 2009 г., а в настоящем исследовании — в сравнении с усредненными показателями за 2002—2009, 2011 гг.

При анализе показателей смертности за летние месяцы 2010 г. по сравнению с показателями смертности за 2002—2009 и 2011 гг. в нашей работе учитывалась устойчивая тенденция снижения показателей общей смертности населения за анализируемый период **(рис. 4)**, а также зависимость данного показателя от сезона, месяца и дня недели (т.е. оценивались базовые взаимодействия). В дополнение к вышеуказанным факторам при линейном регрессионном анализе (в моделях 2 и 3) оценивалось влияние на смертность населения Москвы повышенной температуры воздуха и его загрязненности (на основании концентрации в воздухе PM_{10}).

При оценке предсказательной способности модели 1 (дополнительно к базовым взаимодействиям оценивалась предсказательная способность с учетом порогового значения температуры воздуха 25 °С и превышения этого значения на сутки прогноза, без лага) R^2 составил 0,442. Для модели 2 при прогнозе смертности (дополнительно к базовым взаимодействиям оценивалась предсказательная способность с учетом порогового значения температуры воздуха 25 °С и превышения этого значения на сутки прогноза (без лага) в комплексе с учетом загрязненности воздуха в соответствии с величиной концентрации PM_{10}) R^2 был равен 0,594 **(рис. 5)**. Предсказательная способность модели 2 была достоверно выше, чем модели 1 (p<0,01).

При использовании модели 3 (дополнительно к базовым взаимодействиям учитывалось пороговое значение температуры воздуха 20 °С и превышение этого порога на сутки прогноза и предшествующие 5 сут (лаг 5 сут), а также учитывалась загрязненность воздуха в соответствии с величиной концентрации PM_{10} на сутки прогноза), коэффициент был наибольшим (R^2=0,818), что достоверно выше по сравнению с моделью 2 (p<0,0001) **(рис. 6)**. Важно отметить, что более высокая предсказательная способность модели 3 была доказана для более длительного периода (5 мес).

Обсуждение

Таким образом, в 2010 г. в Москве аномальные погодные условия привели к значимому росту смертности населения (11 541 дополнительный случай смерти), особенно в возрастной группе 70 лет и старше. Негативные погодные условия привели в июле и августе 2010 г. к резкому росту (в 1,3—2,5 раза) смертности лиц с хроническими заболеваниями (болезни системы кровообращения, системы органов дыхания, нервной системы, мочеполовой системы) по сравнению со средними показателями июля

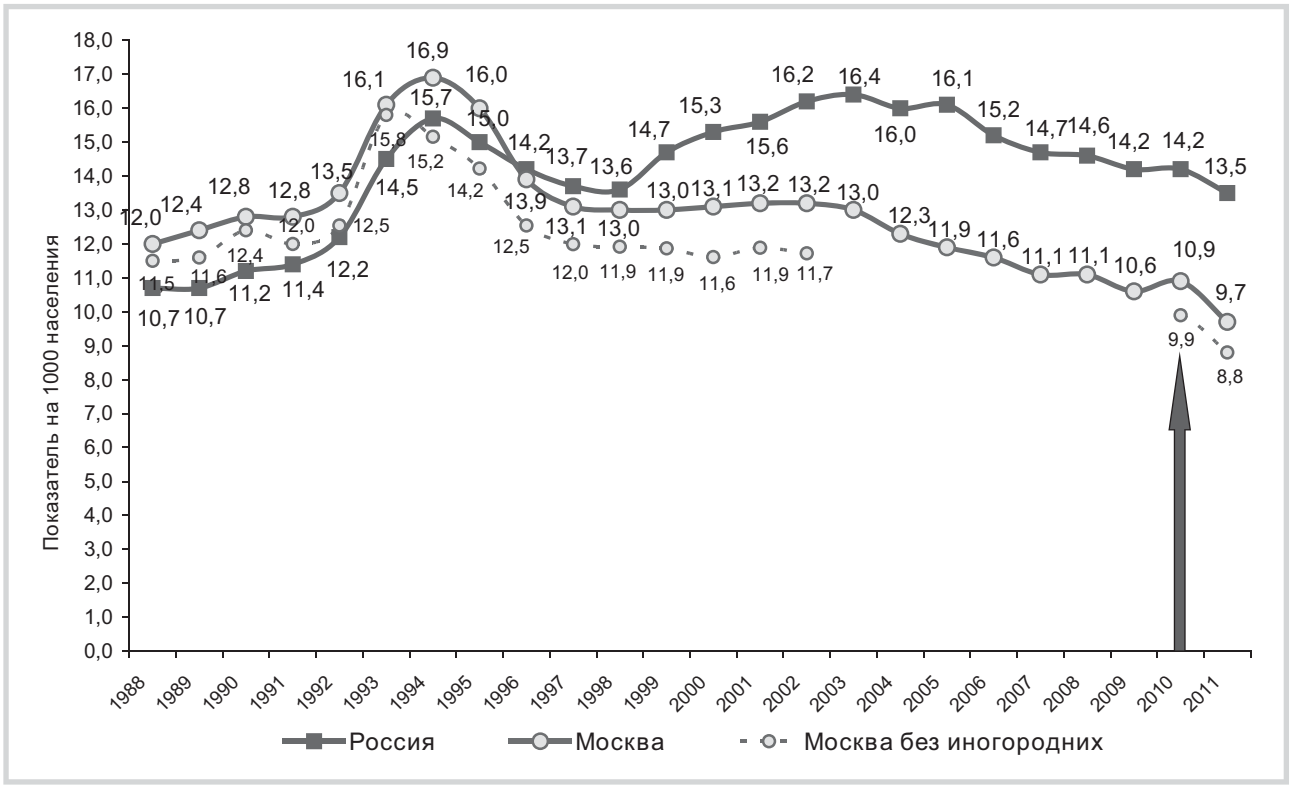


***Рис. 4*. Динамика показателей общей смертности населения Москвы и России в 1988—2011 гг.**



***Рис. 5*. Зарегистрированное и прогнозируемое число случаев смерти в Москве за летние месяцы 2010 г. (модель с учетом температуры воздуха и показателя его загрязненности PM_{10}).**

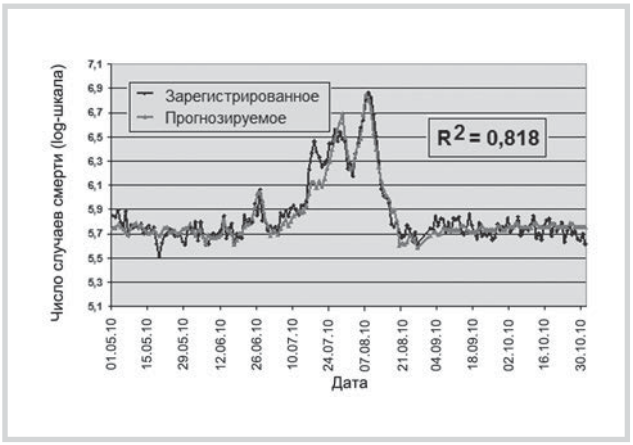


***Рис. 6*. Зарегистрированное и прогнозируемое число случаев смерти в Москве за период май—октябрь 2010 г. (модель с учетом температуры воздуха, показателя загрязненности PM_{10}, лагов и взаимодействий).**

и августа 2002—2009, 2011 гг. Неблагоприятное действие аномального повышения температуры воздуха летом 2010 г. усугублялось резким повышением показателей загрязненности воздуха (в частности PM_{10}) вследствие лесных пожаров и горения торфа.

Чтобы оценить неблагоприятное действие аномального повышения температуры воздуха и его загрязненности, было необходимо учесть дополнительное влияние таких факторов, как год, сезон, месяц и день недели. Тенденция снижения смертности населения в Москве, в частности за анализируемый период 2002—2011 гг. [16, 17], является фактором, который было необходимо учитывать в настоящем исследовании.

По данным Б. А. Ревича и соавт. [14], в Москве температура комфорта равна 18 °С, а пороговым значением среднесуточной температуры воздуха для определения волны жары является 22,7 °С. В нашей работе для моделей 1 и 2 за пороговую максимальную суточную температуру было условно принято значение 25 °С, превышающее оба вышеуказанных значения температуры воздуха. В модели 3 анализировался более длительный период (к летним месяцам были добавлены май и сентябрь). С учетом оценки

возможности прогнозирования за все 5 мес, включая май и сентябрь (для которых превышение температуры 25 °С встречается гораздо реже, чем в летние месяцы) за пороговую максимальную суточную температуру было условно принято значение 20 °С.

Наиболее высокая предсказательная способность регрессионного анализа и прогнозирования числа случаев смертей в день прогноза в зависимости от пороговой температуры воздуха и величины концентрации PM_{10} была показана для модели с лагом в 5 сут (R^2=0,818). Это обусловлено прежде всего тем, что при данной модели учитывалась не только выраженность повышения температуры воздуха, но и его длительность, а также колебания температуры воздуха в течение 5 сут, предшествовавших суткам прогноза. Предсказательная способность модели 1 была меньше, чем у моделей 2 и 3, однако для этой модели не требуется наличие данных о загрязненности воздуха, что делает эту модель наиболее простой для применения.

В дальнейшем необходимо осуществление системой здравоохранения, органами управления, службой социальной защиты комплекса организационных и профилактических мероприятий по предотвращению влияния неблагоприятных последствий аномального повышения температуры воздуха и его загрязненности на смертность населения в летний период. Для достижения этой цели важное значение имеют разработка и совершенствование систем прогнозирования смертности населения в условиях аномальной жары и загрязненности воздуха.

Выводы

1. За период 2007—2011 гг. наиболее выраженное неблагоприятное воздействие аномального повышения температуры воздуха и его загрязненности на смертность населения Москвы было зафиксировано в летние месяцы 2010 г., что привело к росту смертности, особенно в возрастной группе 70 лет и старше, у лиц с болезнями системы кровообращения.

2. При прогнозировании числа случаев смерти среди населения Москвы в зависимости от повышенных значений температуры воздуха и его загрязненности наибольшая предсказательная способность (R^2=0,818) доказана для модели регрессионного анализа с учетом порогового значения температуры 20 °С и превышения этого порога на сутки прогноза и предшествующие 5 сут (лаг 5 сут), а также с учетом концентрации в воздухе PM_{10}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Защита здоровья в условиях воздействия изменения климата на окружающую среду: Европейская региональная рамочная программа действий. Европейское региональное бюро ВОЗ 2010. http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0009/95886/Parma_EH_Conf_rdoc06rev1.pdf
2. Изменение климата и здоровье. Информ бюл ВОЗ; 266 (http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/ru/index.html)
3. Периоды сильной жары: угрозы и ответные меры. ВОЗ 2005. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/96975/E82629R.pdf
4. *Чазов Е.И., Бойцов С.А.* Влияние аномального повышения температуры воздуха на смертность населения. Тер арх 2012; 1: 29—36.
5. *Michelozzi P. et al.* Assessment and prevention of acute health effects of weather conditions in Europe, the PHEWE project: background, objectives, design. Environmental Health 2007; 6: 12.
6. *Kovats R.S., Hajat S.* Heat stress and public health: a critical review. Ann Rev Public Health 2008; 29: 9: 1—9, 15.
7. *D'Ippoliti D., Michelozzi P., Marino C. et al.* The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. Environ Health 2010; 9: 37.
8. *Baccini M., Biggeri A., Accetta G. et al.* Heat effects on mortality in 15 European cities. Epidemiology 2008; 19: 5: 711—719.
9. *Michelozzi P., de' Donato F., Accetta G. et al.* Impact of Heat Waves on Mortality. Rome (Italy) 2003. MMWR 2004: 53: 369—371.
10. Centers for Disease Control anyd Prevention. Heat-related illnesses and deaths — United States, 1994—1995. Mor Mortal Wkly 1995; 44: 465—468.
11. Centers for Disease Control and Prevention. Heat-related mortality—Chicago 1995. Mor Mortal Wkly 1995; 44: 577—579.
12. *Ревич Б.А.* Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения европейской части России летом 2010 г.: результаты предварительной оценки. Экология человека 2011; 07: 3—9.
13. *Ревич Б.А.* Волны жары и смертность населения. Демоскоп Weekly 2010; 439—440.
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. Мед труда и пром экология 2008; 9: 29—35.
15. *Зайратьянц О.В., Полянко Н.И.* Демографические показатели Москвы за последнее столетие. Структура смертности населения. Качество прижизненной диагностики в медицинских учреждениях. Итоги работы патологоанатомической службы взрослой сети лечебно-профилактических учреждений департамента здравоохранения Москвы за 2000—2010 гг. (в таблицах и графиках). М 2010.
16. Развитие человеческого потенциала в России сквозь призму здоровья населения. Под ред. В.И. Стародубова, А.Е. Ивановой. М: Литера 2012.
17. Демографическая ситуация в Москве и тенденции ее развития. Под ред. Л.Л. Рыбаковского. М: ЦСП 2006.