

Периоды сильной жары: угрозы и ответные меры





Периоды сильной жары: угрозы и ответные меры

Основные авторы

Christina Koppe,
Sari Kovats,
Gerd Jendritzky,
Bettina Menne

Члены авторского коллектива

Jürgen Baumüller,
Arieh Bitan,
Julio Díaz Jiménez,
Kristie L. Ebi,
George Havenith,
César López Santiago,
Paola Michelozzi,
Fergus Nicol,
Andreas Matzarakis,
Glenn McGregor,
Paulo Jorge Nogueira,
Scott Sheridan,
Tanja Wolf

Реферат

Даже в нынешних климатических условиях высокие температуры воздуха могут влиять на здоровье людей и приводить к дополнительным случаям смерти. Хотя периоды сильной жары и не характерны для Европы, они могут оказывать сильное воздействие на здоровье населения, что было наглядно продемонстрировано событиями, имевшими место летом 2003 года. В настоящем докладе дается обзор наших нынешних знаний о воздействии периодов сильной жары, в том числе о физиологических аспектах тепловых заболеваний, приводятся эпидемиологические данные о дополнительной смертности в такие периоды, а также предлагаются рекомендации о соответствующих профилактических мерах. В качестве примеров эффективных действий в этой области можно назвать создание систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары и принятие мер для решения связанных с жарой проблем на этапе городского планирования и проектирования жилья. В европейских странах необходимо внедрить больше систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары. Для этого требуется четкая координация действий между ведомствами здравоохранения и метеорологии и выработка соответствующих целевых рекомендаций и мер вмешательства. Для изменения биоклимата городов и уменьшения эффекта городских тепловых островов в летнее время нужно более тщательное долгосрочное планирование. При разумной конструкции зданий температуры в помещении должны сохраняться комфортными и без применения энергоемких систем охлаждения внутренних помещений. Частота периодов сильной жары будет, по-видимому, увеличиваться из-за изменения глобального климата, и поэтому необходимо разработать и оценить наиболее действенные меры вмешательства, практические действия и направления политики по охране здоровья уязвимых категорий европейцев.

Keywords

CLIMATE
GREENHOUSE EFFECTS
HEAT STROKE - prevention and control
RISK ASSESSMENT
RISK MANAGEMENT
INFORMATION SYSTEMS
ENVIRONMENTAL MONITORING
CITY PLANNING

Редактор текста: David J Breuer
Дизайн и верстка: Emilio Dotto EDB&RDB
Оформление обложки: Elis Martinelli
Печать: Colombo

ISBN 92-890-2280-9

Запросы относительно публикаций Европейского регионального бюро ВОЗ следует направлять по адресу:
Publications
WHO Regional Office for Europe
Scherfigsvej 8
DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark

Кроме того, запрос на документацию, информацию о здоровье и здравоохранении или на получение разрешения на цитирование или перевод можно заполнить в режиме он-лайн на веб-сайте Европейского регионального бюро ВОЗ по адресу:
<http://www.euro.who.int/pubrequest>.

© Всемирная организация здравоохранения, 2005 г.

Все права сохранены. Европейское региональное бюро Всемирной организации здравоохранения охотно удовлетворяет обращения с просьбой разрешить перепечатку или перевод своих публикаций частично или полностью.

Обозначения, используемые в настоящей публикации, и приводимые в ней материалы ни в коем случае не отражают какого-либо мнения Всемирной организации здравоохранения относительно юридического статуса какой-либо страны, территории, города или района или их органов власти или относительно делимитации их границ. Там, где в заголовках таблиц используется обозначение "страна или район", оно охватывает страны, территории, города или районы. Пунктирные линии на географических картах обозначают приблизительные границы, относительно которых пока что еще может не быть полного согласия.

Упоминание тех или иных компаний или продуктов отдельных изготовителей не означает, что Всемирная организация здравоохранения поддерживает или рекомендует их, отдавая им предпочтение по сравнению с другими компаниями или продуктами аналогичного характера, не упомянутыми в тексте. За исключением случаев, когда имеют место ошибки и пропуски, названия патентованных продуктов выделяются начальными прописными буквами.

Всемирная организация здравоохранения не гарантирует, что информация, содержащаяся в настоящей публикации, является полной и правильной, и не несет ответственности за какой-либо ущерб, нанесенный в результате ее использования. Мнения, выраженные авторами или редакторами данной публикации, необязательно отражают решения или официальную политику Всемирной организации здравоохранения.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЯ	4
ВЫРАЖЕНИЕ БЛАГОДАРНОСТИ	8
1. ВВЕДЕНИЕ	9
2. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ	11
2.1. Наблюдаемые изменения в частоте и интенсивности периодов сильной жары	12
2.2. Периоды сильной жары и изменение климата в будущем	15
3. ВЛИЯНИЕ ЖАРЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА	17
3.1. Физиологические аспекты терморегуляции	18
3.2. Эпидемиологические исследования жары	26
4. СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ СИЛЬНОЙ ЖАРЫ	35
4.1. Методы, применяемые в системах медицинских предупреждений о наступлении сильной жары	36
4.2. Индикаторы теплового стресса	37
4.3. Ответные меры, принимаемые в системе общественного здравоохранения	40
4.4. Обзор систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в Европе	42
4.5. Анализ конкретных ситуаций	46
4.6. Рекомендации	58
4.7. Пробелы в исследованиях	61
4.8. Современные исследования в области развития систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары	62
5. БИОКЛИМАТОЛОГИЯ ГОРОДОВ	65
5.1. Введение	66
5.2. Климат городов и городские тепловые острова	67
5.3. Биоклимат городов	73
5.4. Городское планирование, проектирование и архитектура	76
5.5. Среда в помещении	83
5.6. Потенциальное воздействие изменения климата на городской климат	89
5.7. Обсуждение проблемы и рекомендации	92
6. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	95
6.1. Научно-исследовательское сообщество	95
6.2. Ведомства здравоохранения и метеорологические службы	96
6.3. Долгосрочные стратегии вмешательства	97
ЛИТЕРАТУРА	98
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Программа семинара в рамках проекта cCASHh "Чувствительность к тепловым стрессам", 5-7 мая 2003 г., г. Фрайбург, Германия	110
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Вопросник об экстремальных температурных явлениях и системах медицинских предупреждений	112
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Современное состояние систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в Европе	114
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Прогноз изменения климата в европейских городах	116

Предисловие

Эта важная публикация, в которой анализируются последствия теплового стресса для здоровья и возможные стратегии снижения чувствительности к тепловому стрессу, является результатом работы группы тесно сотрудничающих между собой высококвалифицированных исследователей из нескольких европейских стран. Она представляется особенно своевременной в свете получивших широкий резонанс последствий периода сильной жары в 2003 году во Франции, которые еще раз убедительно показали необходимость принятия обществом более действенных мер по преодолению проблем, связанных с периодами сильной жары.

Старение населения Европы наряду с возможными последствиями изменения климата может в будущем усугубить угрозы, которые создает для здоровья людей тепловой стресс. Системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары создают возможности для сотрудничества между метеорологическими службами и органами здравоохранения. Однако просто издание предупреждений вряд ли существенно уменьшит число смертных случаев, связанных с жарой. Требуется охват уязвимых категорий на уровне местного сообщества, и обязательно нужно оценивать эффект от действия таких систем, чтобы обеспечить выполнение ими задачи, ради которой они создавались – снижение числа случаев смерти, связанных с жарой. Непростая задача снижения последствий теплового стресса, особенно для пожилых людей, также требует готовности со стороны лиц, формирующих политику, и проектировщиков зданий постоянно заниматься улучшением среды в помещениях без использования таких методов, которые приводят к увеличению выбросов парниковых газов. Ученые, занимающиеся исследованиями в области здравоохранения, а также изучающие искусственно созданную среду, должны сотрудничать в разработке конструкций, которые характеризовались бы оптимальным соотношением затрат и эффективности и позволяли бы уменьшить тепловой стресс.

Настоящее издание вносит важный вклад в понимание воздействия теплового стресса и эффективных ответных мер. Оно дополняет другие работы, например, исследование влияния паводков на здоровье и влияния климата на инфекционные заболевания, которое было предпринято в рамках проекта "Изменение климата и стратегии адаптации для здоровья человека" ("проект cCASHh"). Авторов, участвовавших в подготовке этой публикации, следует поздравить с тем, что они изложили в доступной форме имеющиеся научные данные и сформулировали научные вопросы, на которые еще нужно дать ответ.

Andy Haines

Декан

*Лондонский институт гигиены и тропической медицины,
Соединенное Королевство*

Предисловие

Когда 1 мая 2001 года начинался проект "Изменение климата и стратегии адаптации для здоровья человека" (проект cCASHh), мало кто мог подумать, что его результаты станут такими своевременными.

Период сильной жары в Европе в августе 2003 года и большое число человеческих жизней, которые он унес в разных частях Европы, еще раз со всей ясностью показали, что на нашей планете не останется никого, кто не будет затронут последствиями изменения климата. Один период сильной жары еще не доказывает, что в мире становится жарче, однако погода прошлым летом вполне вписывается в глобальную тенденцию, когда жара бьет один рекорд за другим со все большей регулярностью. И хотя, быть может, исторические данные о периодах чрезвычайно высокой температуры оставляют желать лучшего, августовская жара в Европе, несомненно, побила все рекорды по числу вызванных жарой случаев смерти людей.

В настоящей публикации обобщены результаты комплекса работ № 3 проекта "Оценка тепловых стрессов по чувствительности к ним". В ней показано, что системы здравоохранения и социального обеспечения к ситуациям тепловых стрессов не готовы и что планы мероприятий и действенные технические меры вмешательства отсутствуют. В публикации указаны пробелы в научных исследованиях и сформулированы рекомендации.

Научных исследований по вопросу о влиянии изменения климата на здоровье человека выполнено сравнительно немного. Исследования подобного рода требуют междисциплинарного подхода. Хорошим примером такого подхода является проект cCASHh. В этом проекте, который координируется Всемирной организацией здравоохранения, участвуют восемь партнеров из шести стран, и он объединяет ученых, представляющих разные научные дисциплины.

Все участники заслуживают признательности за их нелегкую работу по подготовке этой важной и всеобъемлющей публикации.

Karin Zaunberger
*Сотрудник проекта,
Главное управление научных исследований,
Европейская Комиссия*

Предисловие

Воздушная среда оказывает самое непосредственное воздействие на тепловой баланс организма человека. Экстремальные температурные условия могут причинить вред здоровью людей, у которых ограничена способность к акклиматизации, о чем свидетельствует период сильной жары, поразивший в августе 2003 года Центральную, Западную и Южную Европу. Как видно, периоды сильной жары представляют собой большую угрозу для здоровья даже в умеренном климате.

Ожидается, что подобные экстремальные явления будут повторяться вследствие естественной изменчивости климата и предполагаемого изменения климата. Вот почему неотложной задачей стало принятие надлежащих мер предосторожности. Ключевым словом здесь является адаптация. Проект "Изменение климата и стратегии адаптации для здоровья человека" (проект cCASHh) позволяет получить основные данные о способности населения адаптироваться к экстремальным температурным условиям, и уже определено несколько стратегий уменьшения чувствительности. В критических случаях спасти жизнь людей могут системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, предусматривающие принятие мер вмешательства с учетом местных условий. К числу долгосрочных целей должно относиться уменьшение городских тепловых островов за счет городского планирования и проектирования зданий сообразно с особенностями климата, чтобы тем самым в помещениях создавался благоприятный климат без использования кондиционеров. Для достижения максимальной эффективности таких мер адаптации требуется активное междисциплинарное сотрудничество с участием специалистов из многих отраслей.

В соответствии с федеральным законом Германии, служба "Дойчер Веттердинст" (Служба погоды Германии) осуществляет фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере здравоохранения. Наверное, это уникальный случай среди национальных метеорологических служб, и поэтому "Дойчер Веттердинст" в структуре Всемирной метеорологической организации играет особую роль в области биометеорологии человека. Мне очень приятно доложить, что по этому фундаментальному вопросу между ВОЗ, Лондонским институтом гигиены и тропической медицины и "Дойчер Веттердинст" сложилось тесное и плодотворное сотрудничество. Я хотел бы выразить благодарность Европейской Комиссии за то, что она финансирует эти исследования, обращенные в будущее.

Udo Gärtner
*Президент,
"Дойчер Веттердинст",
Постоянный представитель Германии во Всемирной метеорологической организации*

Предисловие

В последние несколько лет в Европейском регионе происходили сильные наводнения, на Регион обрушивались жестокие бури, наступали периоды сильной жары и суровых холодов. Политические, социальные, экологические и медико-санитарные последствия этих эпизодов послужили толчком к началу дебатов о том, можно ли посредством правильно выбранных мер предупредить хотя бы некоторые воздействия таких экстремальных погодных и климатических явлений на здоровье.

Прогнозируется, что нынешняя возрастающая нестабильность глобальной климатической системы может в принципе привести к возрастанию изменчивости климата. В частности, ожидается, что изменится частота и интенсивность экстремальных температур. Летом 2003 года Европейский регион поразила небывалая жара, вызвавшая дополнительную смертность во Франции, на севере Италии и в Португалии.

Оценка последствий этого и предыдущих периодов сильной жары для состояния окружающей среды и здоровья людей выявила наличие ряда пробелов в знаниях и проблем в ответных мерах, принимаемых в общественном здравоохранении. До сегодняшнего дня периоды сильной жары не считались серьезной угрозой для здоровья людей, имеющей "эпидемический" потенциал в Европейском регионе. Снижение последствий будущих периодов жары для здоровья требует решения фундаментальных вопросов, таких, как вопросы о том, можно ли прогнозировать, обнаруживать и предупреждать периоды сильной жары и каким образом это можно делать. Существуют пробелы в знаниях о том, какова зависимость между подверженностью действию жары и целым рядом последствий для здоровья, в понимании взаимодействий между вредными веществами, загрязняющими воздух, и экстремальными погодными и климатическими явлениями, в гармонизации анализа эпизодов и в оценке эффективности мер вмешательства, принимаемых системой общественного здравоохранения в связи с жарой. Идут постоянные дебаты о том, нужно ли создавать системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, обеспечивать охлаждение внутреннего пространства в конкретных местах и развивать деятельность по консультированию населения и проведению мероприятий на уровне местных сообществ в поддержку социального обеспечения и охраны здоровья пожилых людей и других групп повышенного риска с целью снижения их чувствительности к действию экстремальных температур, и о том, каким образом все это делать. Потребуется анализ соотношения затрат и эффективности.

Органы общественного здравоохранения начали реагировать на эти сложные задачи и инициировали несколько программ, имеющих целью подготовить население и повысить его способность переносить экстремальные погодные явления; однако еще предстоит работа по описанию этих мер реагирования и по оценке их эффективности.

В данной публикации обобщаются основные результаты исследований, выполненных в рамках проекта cCASHh ("Изменение климата и стратегии адаптации для здоровья человека"), который координировался Европейским региональным бюро ВОЗ. В частности, в настоящем документе рассматриваются физиологические и эпидемиологические аспекты теплового стресса и оцениваются меры, принимаемые для снижения смертности и заболеваемости от теплового стресса, например, системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, городское планирование и климат в закрытых помещениях.

Мы уверены, что данная публикация поможет стимулировать дальнейшие дебаты и научные исследования по этому предмету и поддержит усилия органов общественного здравоохранения по улучшению направленности стратегий вмешательства на профилактическую работу.

Roberto Bertollini

Директор

*Отделения технической поддержки,
Департамент детерминантов здоровья
Европейского регионального бюро ВОЗ*

Выражение благодарности

Настоящая публикация является результатом нескольких лет научно-исследовательских работ, выполненных в рамках проекта "Изменение климата и стратегии адаптации для здоровья человека в Европе" (проекта cCASHh), который финансировался Европейской Комиссией (грант № EVK2-2000-00070) и координировался сотрудниками Европейского регионального бюро ВОЗ Bettina Menne и Roberto Bertollini.

Основными авторами были Christina Koppe ("Дойчер Веттердинст", отдел биометеорологии человека, г. Фрайбург, Германия), Sari Kovats (Центр по изучению глобальных изменений и здоровья Лондонского института гигиены и тропической медицины, Соединенное Королевство) и Gerd Jendritzky ("Дойчер Веттердинст", отдел биометеорологии человека, г. Фрайбург, Германия).

Координаторы проекта и авторы хотели бы выразить благодарность нижепоименованным коллегам за их вклад в написание текста: Jürgen Baumüller, департамент охраны окружающей среды, отдел городской климатологии, г. Штуттгарт, Германия; Arieh Bitan, кафедра географии и среды, окружающей человека, Тель-Авивский университет, Израиль; Julio Díaz Jiménez, Университетский центр общественного здравоохранения, г. Мадрид, Испания; Kristie L. Ebi, отдел глобальных изменений и здоровья, Европейское региональное бюро ВОЗ (в настоящее время – группа Exponent Health, США); George Havenith, лаборатория по изучению тепловых сред, окружающих человека, департамент наук о человеке, Локборо, Соединенное Королевство; Tom Kosatsky, Европейское региональное бюро ВОЗ; César López Santiago, Автономный университет Мадрида, Университетский центр общественного здравоохранения, группа гигиены окружающей среды, г. Мадрид, Испания; Paola Michelozzi, департамент эпидемиологии, Лацио, Рим, Италия; Fergus Nicol, LEARN, Университет Большого Лондона, г. Лондон, Соединенное Королевство; Andreas Matzarakis, Институт метеорологии, Фрайбургский университет, г. Фрайбург, Германия; Glenn McGregor, Бирмингемский университет, факультет географии и наук об окружающей среде, г. Бирмингем, Соединенное Королевство; Paulo Jorge Nogueira, ONSA – Национальная обсерватория здравоохранения, Национальный институт здравоохранения имени д-ра Риккардо Хорхе, г. Лиссабон, Португалия; Scott Sheridan, Кентский университет штата, кафедра географии, г. Кент, штат Огайо, США, и Tanja Wolf, Европейское региональное бюро ВОЗ.

Координаторы проекта и авторы хотели бы выразить благодарность следующим лицам за их участие в семинаре проекта cCASHh "Чувствительность к тепловым стрессам" 5-7 мая 2003 г. в г. Фрайбург, Германия, который был организован "Дойчер Веттердинст" и ВОЗ, и за чрезвычайно ценные предложения, высказанные на этом семинаре: Teresa Abrantes, Институт метеорологии, Центр анализа и прогнозирования погоды (CAPT), г. Лиссабон, Португалия; Tanja Segnar, Управление охраны окружающей среды, г. Любляна, Словения; Aline Chiabai, Фонд Энрико Матеи, г. Венеция, Италия; Hans-Martin Füssel, Потсдамский институт исследований влияния климата, отдел комплексного системного анализа, г. Потсдам, Германия; Peter Höppe, Институт гигиены труда и окружающей среды Мюнхенского университета, г. Мюнхен, Германия; Gudrun Laschewski, "Дойчер Веттердинст", отдел биометеорологии человека, г. Фрайбург, Германия; Michael van Lieshout, научный сотрудник по комплексной оценке, Международный центр интеграционных исследований (ICIS), г. Маастрихт, Нидерланды; Anna Paldy, Национальный центр общественного здравоохранения им. Фодора Йозефа, Национальный институт гигиены окружающей среды, г. Будапешт, Венгрия; Thomas Voigt, Европейский тематический центр по проблемам воздуха и изменения климата, г. Берлин, Германия.

1. ВВЕДЕНИЕ

Ожидается, что в результате изменения климата произойдет повышение средних летних температур и частоты и интенсивности жарких дней. Периоды сильной жары в Европе ассоциируют со значительной заболеваемостью и смертностью. Согласно оценкам, сделанным в ходе предварительного анализа периода сильной жары 2003 года в Европе, жара стала причиной 14802 "дополнительных" случаев смерти во Франции (Национальный институт санитарного надзора, 2003), 2045 "дополнительных" случаев смерти в Соединенном Королевстве, 2099 случаев в Португалии. Продолжающиеся в настоящее время эпидемиологические исследования позволят более полно описать последствия для здоровья, вызываемые периодами сильной жары в Европе, и получить существенные научные факты, необходимые для понимания этих последствий, и станут значительным подспорьем в определении объектов для мер вмешательства.

В настоящем отчете обобщены основные результаты исследований, выполненных в рамках проекта cCASHh ("Изменение климата и стратегии адаптации для здоровья человека"), а также итоги консультативного семинара экспертов и заинтересованных партнеров из 10 стран. В нем рассматриваются последствия жары для здоровья и аспекты профилактики и адаптации, такие, как системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, элементы городского планирования и аспекты конструкции зданий.

Данное исследование финансировалось Европейской Комиссией. Основные цели всего проекта cCASHh состоят в следующем:

- определить степень незащищенности населения Европы от неблагоприятных последствий изменения климата для здоровья человека;
- проанализировать существующие сегодня меры, технологии и направления политики, связанные с повышением способности населения адаптироваться к изменению климата, и препятствия, мешающие этому;
- выявить меры, технологии и направления политики и подходы к их реализации, которые являются наиболее эффективными и подходящими для успешной адаптации европейского населения к изменению климата;
- оценить пользу, которую дают конкретные стратегии или сочетания стратегий адаптации для здоровья уязвимых категорий населения при различных сценариях изменения климата;
- оценить затраты (на ликвидацию ущерба, связанного с климатом, и на осуществление мер по адаптации) и выгоды (как от изменения климата, так и от стратегий адаптации), в том числе дополнительные выгоды, не зависящие от изменения климата.

Научно-исследовательский проект охватывает все 15 стран, которые на сегодняшний день являются членами Европейского Союза, и 10 стран, которые должны вступить в Европейский Союз в 2004 году. Однако в некоторых случаях оценка распространялась и на страны, расположенные в восточной части Европейского региона ВОЗ. Проект планируется завершить к июлю 2004 года.

Для достижения этих целей будут выполняться оценка степени чувствительности (концептуальная основа для адаптации), анализ политики, экономический анализ и расчет сценариев по отношению к тепловому стрессу, наводнениям, трансмиссивным болезням и болезням, передаваемым через воду, и пищевым токсикоинфекциям.

Исследования, проводимые в рамках проекта cCASHh, разделены на 11 комплексов работ. Комплекс работ № 3 посвящен чувствительности к тепловому стрессу и имеет следующие цели:

- выявить категории населения в Европе, которые особенно чувствительны к тепловому стрессу, и определить и снизить степень этой чувствительности;
- определить и оценить стратегии адаптации.

В рамках этого комплекса работ "Дойчер Веттердинст" и Лондонский институт гигиены и тропической медицины изучили имеющуюся литературу, провели качественную оценку систем предупреждения о наступлении жары в

Европе и выполнили анализ временных рядов смертности и параметров погоды в ряде европейских городов. Европейский центр ВОЗ по окружающей среде и охране здоровья совместно с "Дойчер Веттердинст" и Лондонским институтом гигиены и тропической медицины организовал 5-7 мая 2003 г. семинар проекта сCASHh "Чувствительность к тепловым стрессам" в г. Фрайбург, Германия, с целью:

- определения потенциального воздействия изменения климата на связанные с жарой заболеваемость и смертность;
- анализа и оценки существующих краткосрочных и долгосрочных мер адаптации;
- выработки рекомендаций в отношении внедрения и оценки систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары и других необходимых и целесообразных стратегий уменьшения теплового стресса;
- выявления пробелов в информации и потребностей в научных исследованиях.

Во время семинара участники были ознакомлены с нынешним состоянием знаний о возможностях снижения теплового стресса посредством рационального городского планирования и внедрения систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, причем особое внимание было уделено выработке критериев для оценки их эффективности.

Отдел биометеорологии человека "Дойчер Веттердинст" в г. Фрайбурге, Германия, любезно согласился выступить принимающей стороной данного семинара. Экспертов попросили подготовить короткие доклады (Приложение 1).

Пробелов в знаниях по-прежнему остается много, однако данный отчет должен помочь в стимулировании дебатов и в планировании мер реагирования на периоды сильной жары в будущем.

2. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

2.1. Наблюдаемые изменения в частоте и интенсивности периодов сильной жары

2.2. Периоды сильной жары и изменение климата в будущем

2.1. Наблюдаемые изменения в частоте и интенсивности периодов сильной жары

В Третьем докладе об оценке ситуации Межправительственной комиссии по изменению климата (Houghton et al., 2001) было сказано, что "существуют новые и еще более убедительные данные, свидетельствующие о том, что наибольший вклад в потепление, наблюдаемое за последние 50 лет, вносит деятельность человека." Обнаружить изменение климата трудно, потому что любой "сигнал" о его изменении накладывается на фоновый "шум" естественной изменчивости климата. Тем не менее, теперь имеются достоверные данные, доказывающие, что климат меняется. На протяжении 20 века глобальная средняя температура поверхности земли и моря повысилась на $0,6 + 0,2$ °C (Houghton et al., 2001). Почти все это увеличение произошло в два периода: 1910-1945 годы и после 1976 года (рис. 1). В масштабах отдельных регионов потепление наблюдалось на всех континентах, но наибольшие изменения температуры произошли в средних и высоких широтах Северного полушария.

Экстремальные погодные явления по определению представляют собой редкие стохастические события. При изменении климата, даже если статистическое распределение подобных событий остается неизменным, сдвиг среднего значения повлечет за собой нелинейный отклик в частоте экстремальных явлений (рис. 2).

Рисунок 1. Колебание поверхностной температуры Северного полушария за последнее тысячелетие

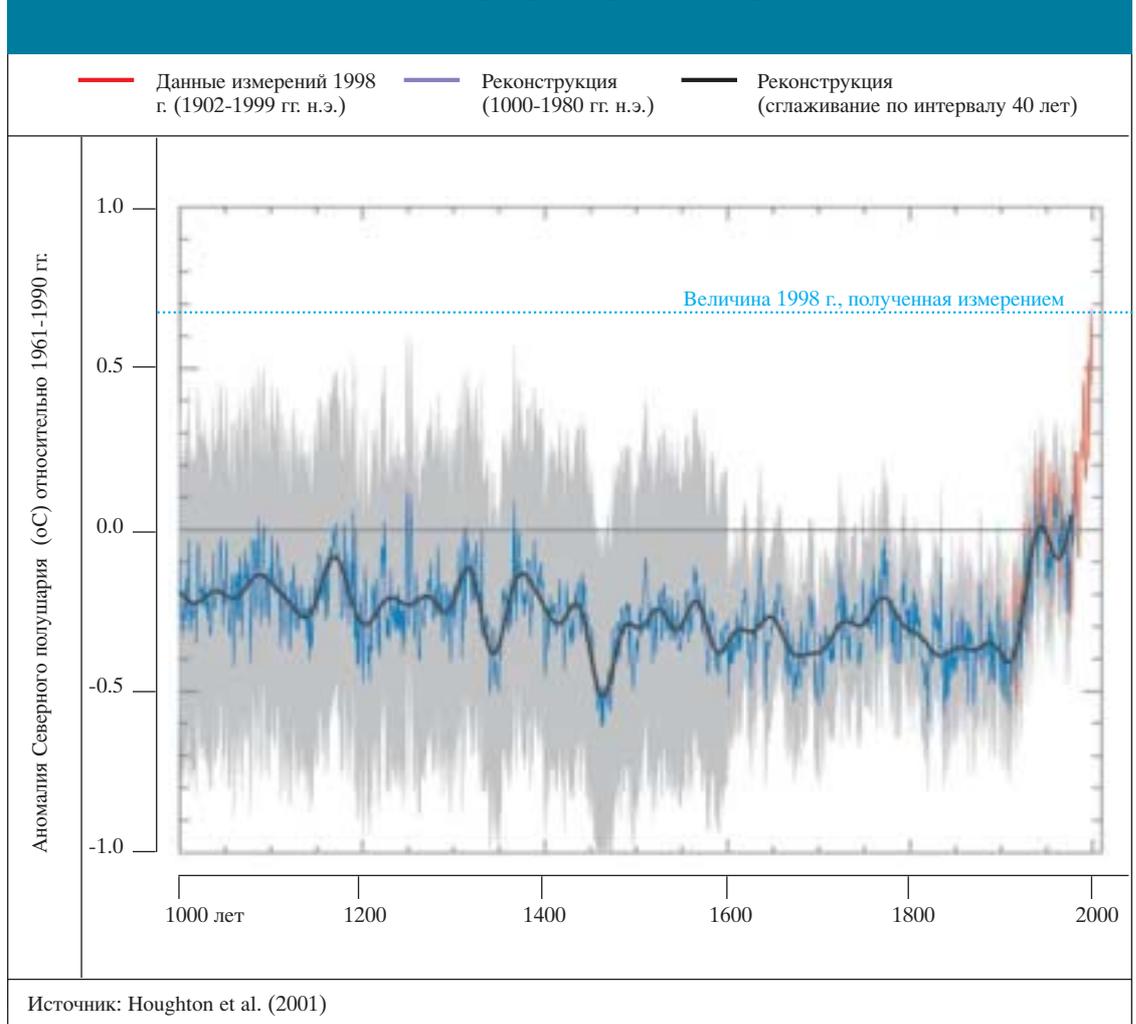
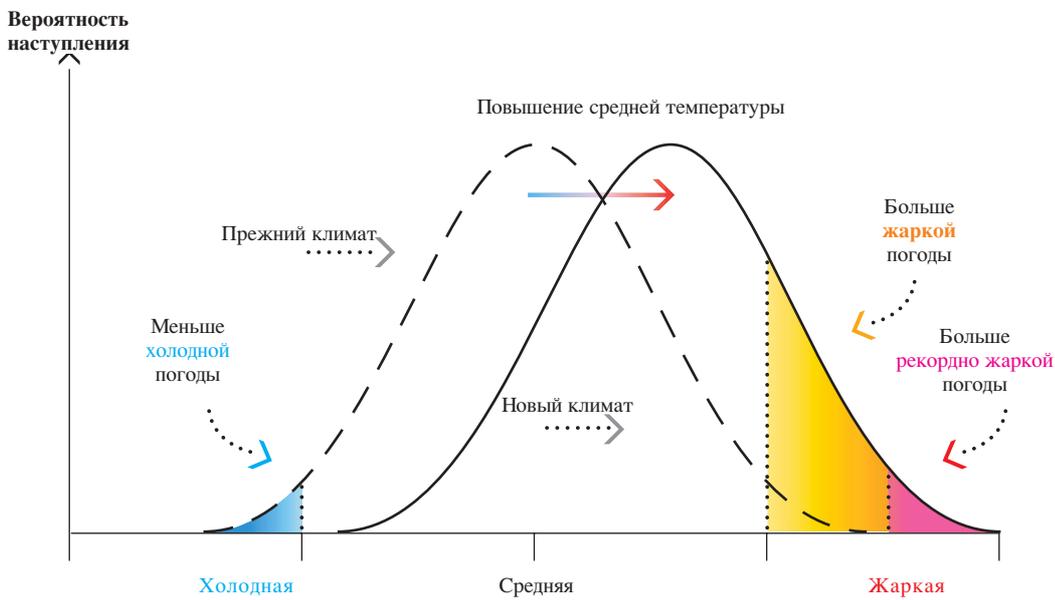


Рисунок 2. Изменения в вероятности экстремальных погодных явлений



Источник: Houghton et al. (2001).

Рисунок 3. Изменение суточных максимальных температур (°C за 10 лет) в летнее полугодие, 1976-1999 гг.



Источник: Klein Tank et al. (2002)

2.1. Наблюдаемые изменения в частоте и интенсивности периодов сильной жары

Исследований, в которых анализировались данные приборных измерений для определения того, изменились ли частота или интенсивность экстремальных температур, было выполнено мало (IPCC). Houghton с соавторами "разработали оценки уверенности в наблюдаемых и прогнозируемых изменениях в экстремальных погодных явлениях." Представляется весьма вероятным повышение минимальных температур. Отчасти это объясняется тем, что требуются длинные ряды данных достаточно высокого качества, а их часто нет в наличии. Анализ, в котором используются данные месячных температур по всему миру с 1951 года, выбранные по решетчатому принципу, показывают, что происходящее в последнее время повышение глобальных температур поверхности сопровождается как сокращением территорий, на которых отмечаются экстремально низкие температуры, так и увеличением территорий с экстремально высокими температурами.

Анализ косвенных данных, отражающих картину в Северном полушарии, показывают, что повышение температуры в 20 веке было, по всей вероятности, самым большим по сравнению с любым другим столетием за последние 1000 лет (рис. 1). Хотя тенденция к более высоким средним температурам поверхности в глобальном масштабе в течение последнего столетия была неравной, тренд за период с 1976 года приблизительно в три раза превышает тренд за последние 100 лет в целом. Глобальное изменение климата, скорее всего, будет сопровождаться увеличением частоты и интенсивности периодов сильной жары, а также более теплыми летними сезонами и более мягкими зимами. Оценка европейского климата (Klein Tank et al., 2002) подтверждает, что Европа за последние десятилетия переживает беспрецедентные темпы потепления. С 1976 по 1999 год ежегодное число экстремально высоких температур увеличивалось в два раза быстрее, чем ожидалось на основании соответствующего уменьшения числа экстремально низких температур. За этот период минимальные (ночные) температуры повышались на большую величину, чем максимальные (дневные) температуры. На рис. 3 иллюстрируются тренды изменений суточных максимальных температур в Европе за период 1976-1999 годов. С 60-х годов увеличилась частота очень жарких дней в центральной Англии: чрезвычайно жаркие летние сезоны были в 1976, 1983, 1990 и 1995 годах (Hulme et al., 2002). Устойчиво жаркие дни (считающиеся периодами сильной жары) теперь бывают чаще, особенно в мае и июле.

2.2. Периоды сильной жары и изменение климата в будущем

Последние научные оценки показывают, что по мере того, как из-за изменения климата продолжается повышение глобальных температур, число и интенсивность экстремальных явлений будет, по всей вероятности, увеличиваться (Всемирная метеорологическая организация, 2003). Каждый год где-то в мире происходят новые рекордные экстремальные явления, но в последние годы число таких явлений растет.

В таблице 1 представлена оценка уверенности в наблюдаемых изменениях в экстремальных погодных и климатических явлениях во второй половине 20 века (левый столбец) и в прогнозируемых изменениях в 21 веке (правый столбец). В качестве базы этой оценки были использованы исследования с наблюдениями и моделированием, а также физическое правдоподобие будущих прогнозов по всему спектру обычно применяемых сценариев, и в ее основу положены мнения экспертов (Houghton et al., 2001).

Воздействие экстремальной летней жары на здоровье человека может усугубляться повышениями влажности воздуха. Периоды сильной жары обычно наступают в синоптических ситуациях, характеризующихся отчетливо выраженным медленным развитием и движением воздушных масс, что ведет к интенсивному и затяжному тепловому стрессу. Однако даже кратковременные или умеренные эпизоды жары отрицательно влияют на здоровье человека.

ТАБЛИЦА 1. ОЦЕНКИ УВЕРЕННОСТИ В НАБЛЮДАЕМЫХ И ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ

Уверенность в наблюдаемых изменениях (вторая половина 20 века)	Изменения в явлении	Уверенность в прогнозируемых изменениях (в 21 веке)
Вероятны	Более высокие максимальные температуры и больше жарких дней почти на всех территориях суши	Очень вероятны
Очень вероятны	Более высокие минимальные температуры, меньше холодных дней и морозных дней почти на всех территориях суши	Очень вероятны
Очень вероятно	Уменьшение суточного температурного диапазона на большинстве территорий суши	Очень вероятно
Вероятно на многих территориях	Увеличение индекса жары (сочетание температуры и влажности) на территориях суши	Очень вероятно на большинстве территорий
Источник: адаптировано из Houghton et al. (2000).		

3. ВЛИЯНИЕ ЖАРЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

3.1. Физиологические аспекты терморегуляции

3.2. Эпидемиологические исследования жары

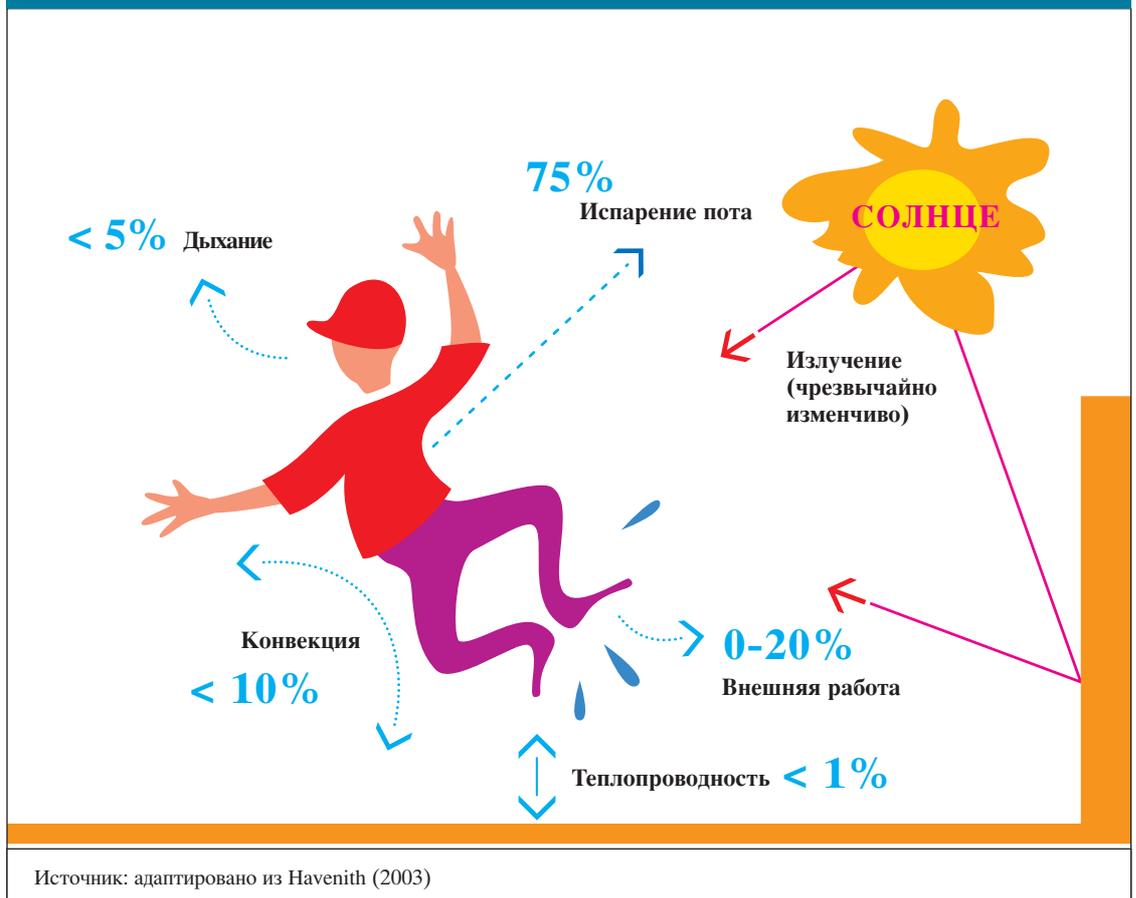
3.1. Физиологические аспекты терморегуляции

3.1.1. Механизмы теплообмена

Находящиеся в головном мозгу (в гипоталамусе) центры регулирования температуры тела стремятся поддерживать внутреннюю температуру тела в здоровых пределах. В состоянии покоя это примерно 37 °С, но при физической нагрузке температура может повышаться до 38-39 °С без какого-либо ущерба для здоровья, пока система терморегуляции находится в своих пределах регулирования.

Для того, чтобы находиться в пределах регулирования (в предсказательной зоне), организм должен поддерживать баланс между собственной теплопродукцией и возможными другими приращениями тепла (такими, как, например, солнечное излучение) и отдачей тепла. Тепло вырабатывается в результате процессов обмена веществ, которые требуются для жизнедеятельности организма. Большая часть энергии, потребляемой организмом, выделяется в виде тепла. Организм может отдавать это тепло путем конвекции (нагревания воздуха или воды вокруг тела), теплопроводности (соприкосновения с твердыми телами, например, с полом), дыхательного излучения (вдыхаемый воздух обычно холоднее и суше, чем выдыхаемый) и испарения пота (рис. 4). Когда температура воздуха и давление водяного пара увеличиваются, градиенты между кожей и окружающей средой, требующиеся для этой теплоотдачи, уменьшаются и уменьшается теплоотдача. Когда температура воздуха приближается к температуре кожи, теплоотдача за счет конвекции приближается к нулю, а когда температура воздуха становится выше температуры кожи, может даже произойти приращение тепла. В этих случаях главным (а иногда и единственным) путем теплоотдачи остается потоотделение и испарение пота, но даже и этот механизм ослабляется при повышении давления пара. В таком случае теплопродукция превышает теплоотдачу и температура тела повышается.

Рис. 4. Приращение тепла и теплоотдача в жарких условиях окружающей среды



Источник: адаптировано из Havenith (2003)

3. ВЛИЯНИЕ ЖАРЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

В регулировании температуры тела участвуют несколько эффекторных механизмов внутри организма. Самыми важными при жаре являются потоотделение, благодаря которому происходит отдача тепла из кожи, и кожный кровоток, осуществляющий перенос тепла от внутренних органов и мышц к коже. Во время теплового стресса для терморегуляции крайне важно нормальное функционирование обеих систем. Если они испытывают чрезмерный стресс и не могут удовлетворять потребности терморегуляции, это приводит к чрезмерной нагрузке на организм и в конечном итоге может вызвать тепловую болезнь. К дополнительным эффекторным механизмам относится усиление выделения некоторых гормонов (антидиуретических гормонов и альдостерона), увеличение частоты дыхания и частоты сердечных сокращений.

Для того, чтобы температура тела оставалась стабильной (накопление тепла равно нулю), теплоотдача должна уравновешивать теплопродукцию.

Тепловой баланс можно выразить следующей формулой (Havenith, 2002):

$$\text{Накопление тепла} = \text{теплопродукция} - \text{теплоотдача} = (\text{интенсивность обмена веществ} - \text{внешняя работа}) - (\text{теплопроводность} + \text{излучение} + \text{конвекция} + \text{испарение} + \text{дыхание})$$

Даже составляющие теплоотдачи могут в определенных обстоятельствах приводить к приращению тепла. На составляющие теплоотдачи влияют факторы окружающей среды, приведенные в таблице 2, и поэтому при оценке теплового стресса их необходимо учитывать.

ТАБЛИЦА 2. ФАКТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕПЛОВЫЙ БАЛАНС ЧЕЛОВЕКА

Фактор окружающей среды	Влияние на тепловой баланс человека	Объяснение
Температура воздуха	$T(\text{кожи}) > T(\text{воздуха})$ $T(\text{кожи}) < T(\text{воздуха})$	Конвективная теплоотдача из кожи в окружающую среду Конвективное приращение тепла из окружающей среды в кожу тела
Радиационная температура	Радиационный теплообмен между кожей и окружающей средой	На солнце радиационная температура легко может превышать температуру воздуха, что приводит к теплопередаче излучением из окружающей среды в кожу
Температура поверхности	Теплообмен путем теплопроводности (его роль незначительна)	
Влажность воздуха	Теплоотдача или приращение тепла путем испарения	Количество влаги (не относительная влажность!) в воздухе определяет, течет ли влага (пот) в форме пара из кожи в окружающую среду или наоборот. Испарение пота является самым важным путем рассеивания организмом своего избыточного тепла.
Скорость ветра	Конвекция и испарение	Интенсивность теплообмена увеличивается с увеличением скорости ветра

3.1. Физиологические аспекты терморегуляции

3.1.2. Тепловые заболевания

Классическими примерами тепловых заболеваний являются появление сыпи на коже, тепловое утомление, тепловые судороги, тепловой обморок, тепловое истощение и тепловой удар. Большинство тепловых заболеваний (за исключением сыпи на коже и тепловых судорог) являются по своей сути следствием расстройства системы терморегуляции разной степени тяжести.

Наименее тяжелую форму представляет собой тепловой обморок, причиной которого является нарушение кровообращения, выражающееся в том, что оно не поддерживает кровяного давления и не снабжает головной мозг кислородом. Как только больной принимает горизонтальное положение, система быстро восстанавливает свою функцию. Снижение кровяного давления связано с уменьшением венозного возврата крови, вызванным увеличением объема циркулирующей крови вследствие расширения кожных артерий и вен, часто в сочетании с уменьшением объема плазмы из-за обезвоживания организма. Это состояние усугубляется отсутствием механизма "мышечного насоса" (мышечной активности), который поддерживал бы венозный возврат крови в сердце (например, когда солдат стоит по стойке "смирно" на параде).

Когда механизм "мышечного насоса" действует (как, например, во время физических упражнений), кровяное давление может поддерживаться дольше, но нагрев организма может прогрессировать вместе с повышенным сердечно-сосудистым стрессом, что ведет к тепловому истощению. Если повышенную тепловую нагрузку, создаваемую физическими упражнениями и/или климатическими условиями, не устранить, это состояние может перейти в тепловой удар, при котором крайне высокая температура тела (выше 40,5 °C) приводит к повреждению клеточных структур и системы терморегуляции, что сопряжено с высоким риском смертельного исхода. Такое состояние обычно определяют у тренированных молодых взрослых людей, которые продолжают выполнение физических упражнений несмотря на плохое самочувствие, например, во время соревнований. Тепловой удар характеризуется высокой летальностью и быстрым началом. К числу осложнений от теплового удара относятся респираторный дистресс-синдром взрослых, почечная недостаточность, печеночная недостаточность и диссеминированное внутрисосудистое свертывание (Donoghue et al., 1997). У 33% из 58 больных, поступивших в стационар с диагнозом тепловой удар во время известного периода сильной жары в Чикаго, наблюдались тяжелые функциональные нарушения, без какого-либо улучшения по прошествии одного года у тех, кто остался жив (Dematte et al., 1998).

Число регистрируемых случаев смерти от теплового удара может быть занижено, так как после того, как прекратилось состояние перегрева самого организма или он больше не находится в жаркой окружающей среде, тепловой удар похож на другие, более знакомые причины смерти, особенно на коронарный или церебральный тромбоз (Keatinge et al., 1986; Mirchandani et al., 1996).

ТАБЛИЦА 3. СИМПТОМЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОРГАНИЗМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОЦЕНТА ОТ МАССЫ ТЕЛА

Степень обезвоживания	Потеря жидкости (литров) у человека массой тела 70 кг	Симптомы
2%	1,4	Жажда
4%	2,8	Плюс сухость во рту
6%	4,2	Плюс повышенная частота сердечных сокращений и повышенная температура тела
8%	5,6	Плюс распухший язык, затрудненная речь, снижение умственной и физической работоспособности
12%	8,4	Выздоровление только после парентерального введения жидкости
14%	9,8	Быстрое повышение температуры и смерть

Источник: адаптировано из Havenith (2003).

У менее тренированных людей (например, у некоторых лиц пожилого возраста) тепловые заболевания могут возникать при низких уровнях физической нагрузки, а то и вовсе при отсутствии таковой. Слабая тренированность приводит к низкой резервной возможности сердечно-сосудистой системы и, следовательно, к низкой переносимости жары. Кроме того, ускорить развитие высокой температуры тела могут и несколько других предрасполагающих факторов. Как и уровень тренированности, эти факторы в основном влияют на систему потоотделения (снижается охлаждение), расширение кровеносных сосудов кожи (уменьшается движение тепла от внутренних органов к коже) или сердечно-сосудистую реактивность (возникают проблемы с кровоснабжением жизненно важных органов и кровяным давлением).

Однако даже в тех случаях, когда тепловое воздействие не столь велико, эти процессы реагирования на жару все равно могут влиять на здоровье другими путями. Повышение нагрузки на сердечно-сосудистую систему во время жары (расширение кровеносных сосудов и обезвоживание организма) обостряет другие расстройства здоровья, такие, например, как сердечно-сосудистые заболевания. Некоторые причинно-следственные связи с жарой при этом неясны, если не считать вызванную жарой дополнительную нагрузку на систему, однако считается, что коронарный и церебральный тромбоз связан с потерей воды и соли в условиях теплой окружающей среды, а это приводит к повышению концентрации эритроцитов и тромбообразующему увеличению вязкости и плотности тромбоцитов и эритроцитов.

Повышенное потоотделение во время жары может приводить к обезвоживанию организма. Тренированный акклиматизировавшийся человек может выделять до 3 литров пота в час; нормальный человек выделяет до 1 литра пота в час. Симптомы обезвоживания организма приведены в таблице 3.

3.1.3. Факторы предрасположенности к тепловым заболеваниям

Основными факторами предрасположенности к тепловым заболеваниям являются:

- возраст;
- недостаток акклиматизации;
- обезвоживание организма вследствие уменьшения потребления пищи и жидкости, кишечных расстройств, приема диуретиков и злоупотребления алкоголем;
- прием других лекарственных препаратов, воздействующих на систему терморегуляции, таких, как фенотиазины и барбитураты, и другие формы лекарственной терапии;
- низкий уровень тренированности;
- избыточная масса тела;
- утомление, лишение сна, высокий уровень физической нагрузки в течение длительного времени и ношение защитной одежды.

3.1.3.1. Реакции у лиц пожилого возраста

Лица пожилого возраста более чувствительны к жаре вследствие присущих им изменений в регуляторной системе и/или из-за присутствия в организме лекарственных препаратов, мешающих нормальному гомеостазу. Исследований физиологической переносимости жары у лиц пожилого возраста (старше 65 лет) выполнено мало (Drinkwater & Norvath, 1979; Basu & Samet, 2002). Поскольку у лиц пожилого возраста нарушен гомеостаз, они могут не знать, что заболевают от высоких температур, и поэтому могут не принимать мер к уменьшению воздействия тепла. В нескольких исследованиях было показано, что лица пожилого возраста, находящиеся в таких учреждениях, как пансионаты или дома престарелых с медицинским обслуживанием, не защищены от тепловых заболеваний и смерти от них (Bull & Morton, 1975; Lye & Kamal, 1977; Faunt et al., 1995; Pajares Ortiz et al., 1997).

Havenith и соавторы (1995) исследовали реакцию на тепловой стресс в теплой влажной среде в неоднородной выборке из 56 субъектов в возрасте от 20 до 73 лет. Влияние возраста на температуру тела и потоотделение было пренебрежимо мало по сравнению с влияниями, связанными с максимальной утилизацией кислорода (как с показателем тренированности). Однако календарный возраст независимо от других факторов оказывал влияние на реакцию сердечно-сосудистых эффектов.

Низкий уровень тренированности – это один фактор, вследствие которого лица пожилого возраста подвержены тепловым заболеваниям и смертности от них. Другим фактором является относительно высокий процент людей, страдающих болезнями и различными формами инвалидности среди лиц пожилого возраста. На то, что их образ

3.1. Физиологические аспекты терморегуляции

жизни ограничен болезнью или инвалидностью, в Соединенном Королевстве указали 41% лиц в возрасте 65-74 лет и 52% лиц в возрасте 75 лет и старше, тогда как во всех возрастных группах этот показатель был равен 22% (Havenith, 2001a). Этот фактор также влияет на благополучие в различных тепловых средах. Кроме того, на терморегуляцию часто отрицательно влияет применение лекарственных препаратов, ассоциирующее с болезнью (Havenith, 2001a).

Поскольку у лиц пожилого возраста снижена способность потоотделения, очень важно, чтобы пот, который у них выделяется, испарялся (Havenith, 2001a), но этого не происходит, если высоко давление водяного пара в окружающей среде. Этот факт подчеркивает, как важно при анализе заболеваемости и смертности от тепловых болезней рассматривать не только температуру воздуха, но и давление водяного пара или эквивалент влажности атмосферного воздуха.

3.1.3.2. Физиологическая акклиматизация

Для кратковременной тепловой акклиматизации обычно требуется от 3 до 12 дней (таблица 5), тогда как на полную (долговременную) акклиматизацию к незнакомой тепловой среде может уйти несколько лет (Babayev, 1986; Frisancho, 1991). Акклиматизация включает действие нескольких механизмов (таблица 4), изученных в спортивной медицине, в частности, улучшение теплового комфорта и показателей выполнения физических упражнений.

До тех пор, пока продолжается потоотделение, люди способны выдерживать на удивление высокие температуры при условии, что происходит восполнение воды и хлорида натрия – самых важных физиологических компонентов пота.

Кратковременная тепловая акклиматизация приводит к появлению пота на поверхности кожи при более низкой температуре тела. Она повышает максимальный объем выделения пота и снижает концентрацию соли (Hori, 1995).

ТАБЛИЦА 4. ФИЗИОЛОГИЯ ТЕПЛОЙ АККЛИМАТИЗАЦИИ

Повышение теплового комфорта	Улучшение показателей выполнения физических упражнений
Внутренняя температура: снижена	Стабильность сердечно-сосудистой системы: улучшена <ul style="list-style-type: none">• Частота сердечных сокращений: снижена• Ударный объем сердца: увеличен• Кровяное давление: лучше поддерживается в норме• Податливость миокарда: увеличена
Потоотделение: улучшено <ul style="list-style-type: none">• Более раннее наступление• Более высокая интенсивность• Перераспределение• Резистентность к гидромейозу	Жидкостный баланс: улучшен <ul style="list-style-type: none">• Жажда: усилена• Потери электролитов: снижены• Общее количество воды в организме: увеличено• Объем плазмы: увеличен и лучше защитное действие
Кожный кровоток: увеличен <ul style="list-style-type: none">• Более раннее наступление• Выше интенсивность	
Интенсивность обмена веществ: понижена	
Источник: Armstrong, 1998.	

Кроме того, результатом акклиматизации является снижение порога внутренней температуры для расширения кровеносных сосудов кожи. В первый день акклиматизации также повышается веноконстрикторный тонус (Havenith, 2001b). В течение нескольких недель после прекращения теплового стресса кратковременная акклиматизация постепенно исчезает. В таблице 5 перечислены несколько исследований, в которых изучалось время, необходимое для приобретения или потери кратковременной тепловой акклиматизации.

В большинстве этих исследований люди проводили по несколько часов в день в той среде, к которой им нужно было акклиматизироваться. Однако сравнивать эти исследования напрямую трудно, так как в них были разные схемы воздействия среды. В отличие от кратковременной адаптации, изменения, происходящие при долговременной адаптации, устойчивы и сохраняются в течение длительного времени. В результате долговременной адаптации уменьшается потоотделение при меньшем потреблении соли, меньше повышается внутренняя температура и меньше возрастает частота сердечных сокращений при данной тепловой нагрузке (Hori, 1995).

ТАБЛИЦА 5. ИССЛЕДОВАНИЯ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛОВОЙ АККЛИМАТИЗАЦИИ

Показатель акклиматизации	Дни	Литература
<i>Приобретение акклиматизации</i>		
Интенсивность потоотделения	3–4	Hori (1995)
Ректальная температура, частота сердечных сокращений	8	Williams & Heyns (1969)
Интенсивность потоотделения	< 8	
Частота сердечных сокращений, увеличение объема плазмы и снижение ощущаемого напряжения	4–5	Armstrong & Dziados (1986)
Снижение уровня NaCl в почках	5–6	
Снижение ректальной температуры	6–7	
Снижение содержания NaCl в поте	7–8	
Повышение интенсивности потоотделения	10–12	
<i>Потеря акклиматизации</i>		
Ректальная температура		Williams et al. (1967)
Потеря акклиматизации на 25%	7	
Потеря акклиматизации на 40%	14	
Потеря акклиматизации на 50%	21	
Частота сердечных сокращений		
Потеря акклиматизации на 40%	7	
Потеря акклиматизации на 75%	14	
Потеря акклиматизации на 90%	21	
Интенсивность потоотделения		
Потеря акклиматизации на 65%	7	
Потеря акклиматизации на 80%	14	
Потеря акклиматизации на 100%	21	

3.1. Физиологические аспекты терморегуляции

3.1.3.3 Обезвоживание организма

Очень важно во время периодов сильной жары потреблять достаточное количество жидкости. Обезвоживание организма представляется одним из критических факторов, способствующих смертности от жары, особенно среди категорий лиц со слабым здоровьем и в старших возрастных группах. Было установлено, что распространенность недостаточной гидратации или обезвоживания организма среди пожилых пациентов пансионатов с медицинским обслуживанием составляет 33% (Colling et al., 1994 и Menten et al., 1999, цитируется в Menten & Culp, 2003); у 50-92% пациентов пансионатов с медицинским обслуживанием было недостаточное потребление жидкости (Chidester & Spangler, 1997, цитируется в Menten & Culp, 2003). У больных, находящихся на длительном лечении, которые в результате теста с помощью "Шкалы оценки когнитивной сферы" были определены как лица со спутанным сознанием, потребление жидкости в течение суток было значительно ниже, чем у пациентов с ясным сознанием (Hodgkinson et al., 2003). Наличие множественных заболеваний и/или лечение создает для пожилых пациентов пансионатов с медицинским обслуживанием угрозу обезвоживания организма (Hodgkinson et al., 2003). Алкоголь угнетает центральную нервную систему и может еще больше усугубить обезвоживание посредством повышенного диуреза.

В 17 статьях, которые были проанализированы (Hodgkinson et al., 2003), с повышенным риском обезвоживания организма ассоциировали возраст, снижение подвижности и функциональных способностей, пол, нарушение зрения, снижение способности говорить, недержание мочи и частота приемов пищи и жидкости. Недержание мочи не было отнесено к числу статистически значимых факторов риска обезвоживания организма. Однако оно было одним из факторов риска значительно более низкого потребления жидкости по сравнению с субъектами исследований, не страдающими недержанием (Hodgkinson et al., 2003).

По сути дела, весьма коварное состояние хронического недополучения организмом жидкости превращается в своеобразный номер физиологической эквилибристики, в котором пожилые люди со слабым здоровьем становятся все более чувствительными к малейшим экологическим или физиологическим стресс-факторам, способным ускорить обезвоживание организма и последующие за ним острые расстройства здоровья. Последствия хронического недополучения жидкости еще больше выпадают из поля зрения оттого, что, когда пожилого человека госпитализируют и начинают лечить по поводу острого ухудшения здоровья, например, пневмонии, на предшествующее ему состояние недополучения жидкости часто просто не обращают внимания (Menten & Culp, 2003). Стратегии обеспечения достаточным количеством жидкости (в экспериментальном исследовании) предполагали стандартный прием 180 мл жидкости с каждым приемом лекарства, порции жидкости по утрам и вечерам и "час скидки на все напитки" или "вечерний чай" два раза в неделю перед ужином (Menten & Culp, 2003). Для того, чтобы добиться достаточной гидратации, рекомендуемое суточное потребление жидкостей должно быть не менее 1600 мл.

Когда уровни теплового стресса низки, существует небольшой риск гипергидратации (чрезмерного употребления жидкости), что ведет к гипонатриемии. Обычно это случается с молодыми тренированными людьми, участвующими в спортивных соревнованиях большой продолжительности.

3.1.3.4. Физическое благополучие

Весомыми прогностическими факторами в этом отношении являются возраст и болезнь, поскольку возраст тесно связан с ухудшением здоровья, инвалидностью, применением лекарств и ухудшением тренированности. Havenith и соавторы (1995) установили, что в целом чем выше максимальная утилизация кислорода (указывающая на аэробную тренированность) данного человека и/или чем человек крупнее, тем ниже тепловой стресс, наблюдаемый в теплом влажном климате (температура воздуха 35 °C, относительная влажность 80%).

Физическая тренированность с возрастом обычно снижается потому, что уменьшается средний уровень физической активности. На сердечно-сосудистую систему ложится больше нагрузки и у нее остается меньше резервных возможностей, поскольку любая выполняемая деятельность начинает требовать большего напряжения сил. Резервные возможности сердечно-сосудистой системы имеют особенное значение для способности к терморегуляции, так как они определяют способность перемещать тепло для рассеивания от внутренних органов к коже посредством кровотока. Снижение уровня тренированности может создать порочный круг: повышение напряжения сил, испытываемого при выполнении того или иного вида деятельности, может способствовать еще большему снижению уровня активности, что в свою очередь может привести к дальнейшему снижению тренированности. Кроме того, устраняется подверженность действию жары и холода, что ведет к потере акклиматизации к жаре и холоду.

На популяционном уровне эти и другие изменения уменьшают у пожилых людей мышечную силу, снижают трудоспособность, способность к переносу тепла от внутренних органов к коже, уровни гидратации, сосудистую реактивность и стабильность сердечно-сосудистой системы (кровеное давление). Из-за таких последствий указанных изменений повышается риск для лиц пожилого возраста в экстремальных условиях, что и приводит к более высокой заболеваемости и смертности (Havenith, 2001a).

3.1.3.5. Избыточная масса тела

Еще одним фактором, ведущим к повышению угрозы развития тепловых заболеваний, является избыточная масса тела, которая часто связана с низкими уровнями тренированности. Удельная теплопроводность жировых тканей (около $200 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$) ниже, чем у других тканей в организме (например, мышц – около $400 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$). Поэтому подкожная ткань представляет собой изолирующий барьер, мешающий прохождению потока тепла. У тучного человека на единицу массы тела может быть продуцировано меньше тепла до того, как повысится температура внутренних тканей. Для рассеивания тепла организму тучных людей приходится направлять больший поток крови через подкожные кровеносные сосуды, и поэтому у тучных людей выше нагрузка на сердечно-сосудистую систему и выше частота сердечных сокращений, когда они попадают в условия теплового стресса. По этим причинам тучные люди более чувствительны к умеренному тепловому стрессу, тепловым поражениям и тепловому удару. Однако различие в тепловом напряжении между тучными и худыми уменьшается, когда температура воздуха превышает температуру кожи. Когда температура окружающей среды становится выше температуры кожи, у худых приращение тепла путем излучения и конвекции на единицу массы происходит быстрее (Anderson, 1999). Havenith и соавторы (1995) утверждают, что антропометрические параметры и состав тканей тела оказывают значительное, но вторичное влияние на физиологические реакции организма, такие, как среднее артериальное давление, кровоток предплечья и проводимость сосудов предплечья.

3.2. Эпидемиологические исследования жары

3.2.1. Как следует определять эпизоды жары?

Периоды сильной жары – это редкие явления, различающиеся по своему характеру и воздействию даже в пределах одной и той же местности. Прийти к единому определению периода тепловой жары трудно – Всемирная метеорологическая организация (ВМО) пока не дала определения этому термину. Тем не менее, для определения периода сильной жары можно использовать несколько подходов.

Период сильной жары можно определить на основе некоторого абсолютного или относительного порога метеорологических переменных или сочетания того или другого. У относительного порога есть преимущество: он учитывает местные различия в ощущении жары.

Изучение метеорологических служб в Европе показало, что в некоторых странах применяют рабочее определение периода сильной жары. Такие определения основаны на:

- пороговом значении температуры воздуха или
- пороговом значении температуры воздуха и минимальной продолжительности или
- индексах, основанных на сочетании температуры воздуха и относительной влажности.

Температурные пороги, используемые в определениях в Европе, имеют градиент по линии север-юг и по линии запад-восток. Чем дальше к юго-востоку расположена страна, тем выше пороговое значение. Этого и следует ожидать, поскольку в южной и континентальной Европе летние сезоны обычно жарче, чем в той части Европы, которая находится под влиянием Атлантического океана.

Кроме того, в определение периода сильной жары могут быть включены продолжительность летнего сезона и скорость температурных изменений, чтобы в нем можно было учесть концепцию кратковременной акклиматизации в течение лета. Имеются убедительные подтверждения того, что периоды сильной жары в начале лета оказывают большее влияние на связанные с жарой заболеваемость и смертность, чем периоды жары в конце лета (Hajat et al., 2002).

3.2.2. Каким образом следует относить причины смерти на счет эпизодов жары?

Окружающие температурные условия представляют собой один из важных видов воздействия окружающей среды на человека и являются причиной количественно определяемой доли бремени заболеваемости и смертности. Для оценки влияния тепловой среды на смертность и заболеваемость и, таким образом, оценки смертности, обусловленной температурой, используется целый ряд эпидемиологических методов.

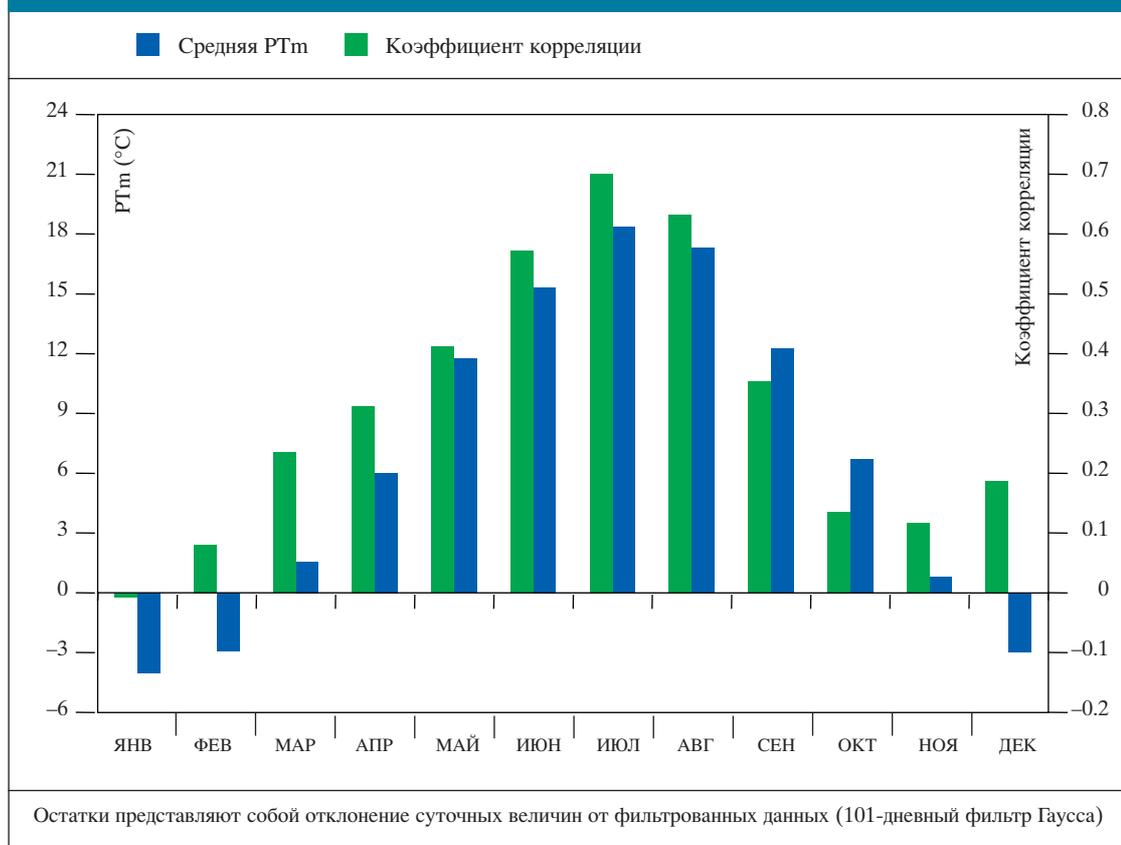
На рис. 5 показан средний месячный коэффициент корреляции между сглаженными остатками значений ощущаемой температуры¹ и общим коэффициентом смертности на основе данных за 30 лет, собранных в Баден-Вюртемберге (юго-восточная часть Германии). В самые теплые месяцы года (июне, июле и августе) коэффициент корреляции составляет от 0,5 до 0,7: это указывает на то, что тепловая среда (описываемая ощущаемой температурой) оказывает относительно большое для фактора окружающей среды воздействие на смертность. Взаимосвязь между температурой и смертностью и заболеваемостью изучалась разными методами эпидемиологических исследований: описательными исследованиями периодов сильной жары, исследованиями с картированием, исследованиями временных рядов, исследованиями методом "случай - контроль" и исследованиями методом "случай - перекрестное взаимодействие". Исследования временных рядов представляют собой эффективный метод для анализа зависимости между температурой (или другими климатическими параметрами) и смертностью среди населения в одном и нескольких регионах в течение длительных периодов времени. Эти методы считаются достаточно строгими для того, чтобы оценить кратковременные ассоциации (суточные и недельные) между воздействием окружающей среды и смертностью, если делается поправка на такие факторы, как сезонный цикл и другие долговременные тренды. Методы анализа временных рядов используются для количественного определения взаимосвязи между смертностью

¹ Ощущаемая температура (°C) – это температура воздуха некоторой эталонной среды, в которой ощущение жары и/или холода такое же, как и в фактических условиях.

и температурой по всему температурному диапазону. Выше и ниже некоторого порога температуры, при котором смертность самая низкая, аппроксимируется линейная зависимость, выводимая из такого исследования временных рядов (рис. 6). Этот порог отражает адаптацию к местному климату (Keatinge et al., 2000).

Воздействие отдельных периодов сильной жары на смертность оценивалось методом описательного анализа эпизодов. В нескольких исследованиях было показано, что случаи смерти от причин, связанных с жарой, по Международной классификации болезней в статистике смертности учитываются не полностью. Период сильной

Рис. 5. Коэффициент корреляции между сглаженными остатками ощущаемой температуры (РТм) и общим коэффициентом смертности в Баден-Вюртемберге (юго-восточная Германия), 1968-1997 гг.



жары продолжительностью 10 дней в Афинах в 1987 году явился причиной 926 случаев смерти, классифицированных как связанные с жарой. Однако, согласно оценке, атрибутивная дополнительная смертность составила более 2000 случаев (Katsouyanni et al., 1988).

Во многих исследованиях оценивается или рассчитывается атрибутивная или "дополнительная" смертность от эпизодов сильной жары. Дополнительная смертность оценивается путем вычитания "ожидаемой" смертности из наблюдаемой смертности. Ожидаемая смертность рассчитывается с использованием разнообразных мер, включая скользящие средние и средние значения за аналогичные периоды времени в прежние годы. Поэтому на точность оценки большое влияние оказывает метод, используемый для оценивания "ожидаемой" смертности (Whitmann et al., 1997; Kovats & Корре, готовится к печати). В опубликованных исследованиях были использованы разные методы, и это затрудняет их сравнение (таблица 6).

Сравнивать результаты различных оценок, выполненных в отдельных странах во время периода сильной жары 2003 года, очень трудно. Например, предварительный анализ периода сильной жары 2003 года во Франции показал, что этот период стал причиной 14802 дополнительных случаев смерти (Национальный институт санитарного надзора, 2003). Аналогичные оценки были сделаны в других странах, например, в Испании и Италии, но выводы в этих странах были другие. Хотя во время периода сильной жары в Испании число дополнительных случаев смерти, по

3.2. Эпидемиологические исследования жары

Рис. 6. Взаимосвязь между максимальной суточной температурой и смертностью в европейском городе

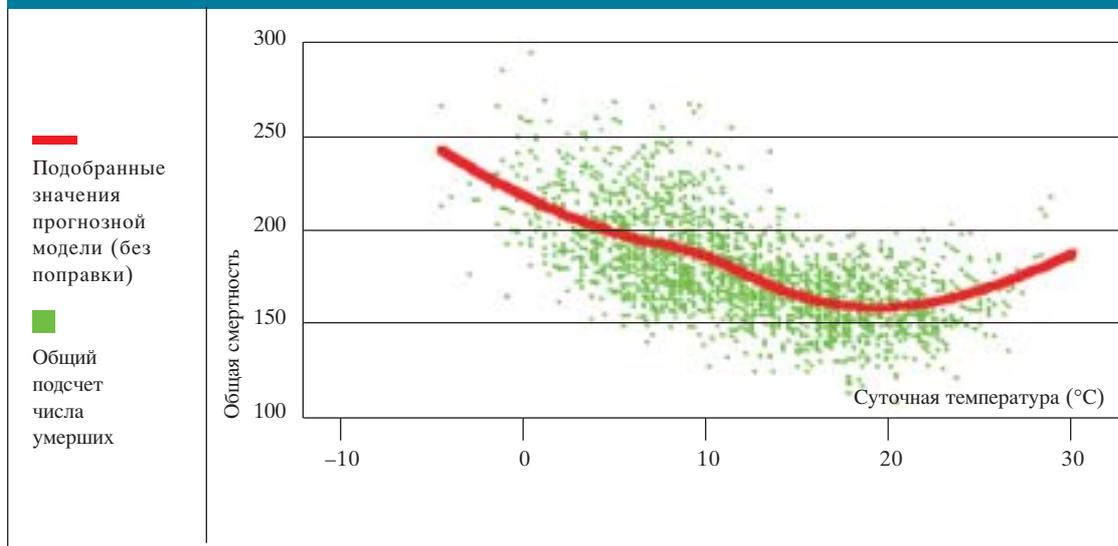


ТАБЛИЦА 6. ПЕРИОДЫ СИЛЬНОЙ ЖАРЫ В ЕВРОПЕ: АНАЛИЗЫ ЭПИЗОДОВ

Период сильной жары	Обусловленная им смертность	Источник
Бирмингем, Англия, 1976 год	Число случаев смерти увеличилось на 10%; превышение наблюдалось главным образом среди мужчин и женщин в возрасте 70-79 лет.	Ellis et al. (1980)
Лондон, Англия, 1976 год	Увеличение на 9,7% в Англии и Уэльсе и на 15,4% в районе Большого Лондона. Почти двукратное увеличение смертности среди больных пожилого возраста в стационарах (но не среди других больных в стационарах)	Lye & Kamal (1977)
Португалия, 1981 год	1906 дополнительных случаев смерти (от всех причин, во всех возрастных группах) в Португалии, 406 случаев в Лиссабоне (в июле), в том числе 63 случая смерти, обусловленных жарой.	Garcia et al. (1999)
Рим, Италия, 1983 год	65 случаев смерти от теплового удара во время периода сильной жары в области Лацио. Увеличение числа случаев смерти в Риме на 35% в июле 1983 года по сравнению с июлем 1982 года среди лиц в возрасте 65 лет и старше.	Todisco (1983)
Афины, Греция, 1987 год	2690 случаев поступления в стационар, связанных с жарой, и 926 случаев смерти, связанных с жарой; дополнительная смертность оценивается величиной более 2000 случаев.	Katsouyanni et al. (1988)
Лондон, Англия, 1995 год	619 дополнительных случаев смерти; увеличение на 8,9% смертности от всех причин и на 15,4% в районе Большого Лондона по сравнению со скользящим средним за 31 день этого периода во всех возрастных группах.	Rooney et al. (1998)

Источник: Kovats & Корпе (готовится к печати).

неофициальным данным, составило более 6000, только 59 случаев были признаны вызванными сильной жарой (таблица 7).

В международной литературе показано, что жара вызывает повышение смертности от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, подвергая дополнительному стрессу систему, и без того находящуюся в состоянии

ТАБЛИЦА 7. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ СМЕРТНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПЕРИОДОМ СИЛЬНОЙ ЖАРЫ В НОЯБРЕ 2003 Г., ПО ОТДЕЛЬНЫМ СТРАНАМ

Страна	Умершие от теплового удара	Дополнительное число умерших (%) ^a во всех возрастных группах	Период времени	Метод оценки базового уровня смертности	Источник
Англия и Уэльс	Случаев не зарегистрировано	2045 (16%)	4-13 августа	Среднее число умерших за этот же период в 1998-2002 годах	Управление национальной статистики (2003)
Франция	Случаев не зарегистрировано	14802 (60%)	1-20 августа	Среднее число умерших за этот же период в 2000-2002 годах	Национальный институт санитарного надзора (2003)
Италия	Случаев не зарегистрировано	3134 (15%)	1 июня – 15 августа	Число умерших за этот же период в 2002 году	Conti (2003)
Португалия	7	2099 (26%)	1 июня – 31 августа	Число умерших за этот же период в 1997-2002 годах	Личное письмо из министерства здравоохранения Португалии, 17 ноября 2003 г.
Испания	59	Оценка не завершена			Министерство здравоохранения и по делам потребителей (2003)

^a % дополнительной смертности = $(\text{наблюденная} - \text{ожидаемая}) / \text{ожидаемая} * 100$

Источник: Kovats, Wolf and Menne, 2004

стресса, т.е. выступает как явление, ускоряющее течение болезни у человека, страдающего хроническим заболеванием. В таблице 8 показано изменение смертности от респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний на каждый градус повышения температуры сверх данного порогового значения.

Однако полученная из Франции предварительная информация показывает, что в период с 1 по 20 августа 2003 года в центральных районах Франции возросла смертность от всех причин. Среди лиц старше 75 лет больше всего увеличилась смертность от причин, связанных с жарой, таких, как тепловой удар, обезвоживание организма и гипертермия, а среди лиц моложе 75 лет больше всего увеличилась смертность, связанная с наличием в анамнезе психических расстройств.

В период экстремальных явлений может иметь место определенный процент летальных исходов среди тяжело больных людей, когда подобное явление ускоряет смерть на несколько дней или недель. Оценить в абсолютном выражении вклад этого кратковременного отклонения смертности в показатель преждевременной смертности очень трудно, но он, несомненно, влияет на оценку бремени болезни.

3.2. Эпидемиологические исследования жары

Жара может оказывать значительное влияние на нелетальные исходы. Однако исследований временных рядов, в которых давалось бы количественное определение влияния жары на число госпитализированных больных или на другие показатели заболеваемости, было выполнено мало.

ТАБЛИЦА 8. ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СМЕРТНОСТЬ ОТ КОНКРЕТНЫХ ПРИЧИН: ПРОЦЕНТНОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ЧИСЛА УМЕРШИХ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ВЫШЕ ПОРОГОВОЙ (ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ 95%)

Смертность от респираторных заболеваний	Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний	Температурный порог (°C)	Население	Источник
5,7% (-2,9; 8,2)	2,9% (-0,4; 7,4)	24	Валенсия, Испания	Ballester et al. (1997)
3,11%	1,13%	16,5	Нидерланды	Kunst et al. (1993)
4,7% (2,2; 7,1)	0,8% (-0,4; 2,0)	10	Осло, Норвегия	Nafstad et al. (2001)

3.2.3. Кто наиболее чувствителен к жаре?

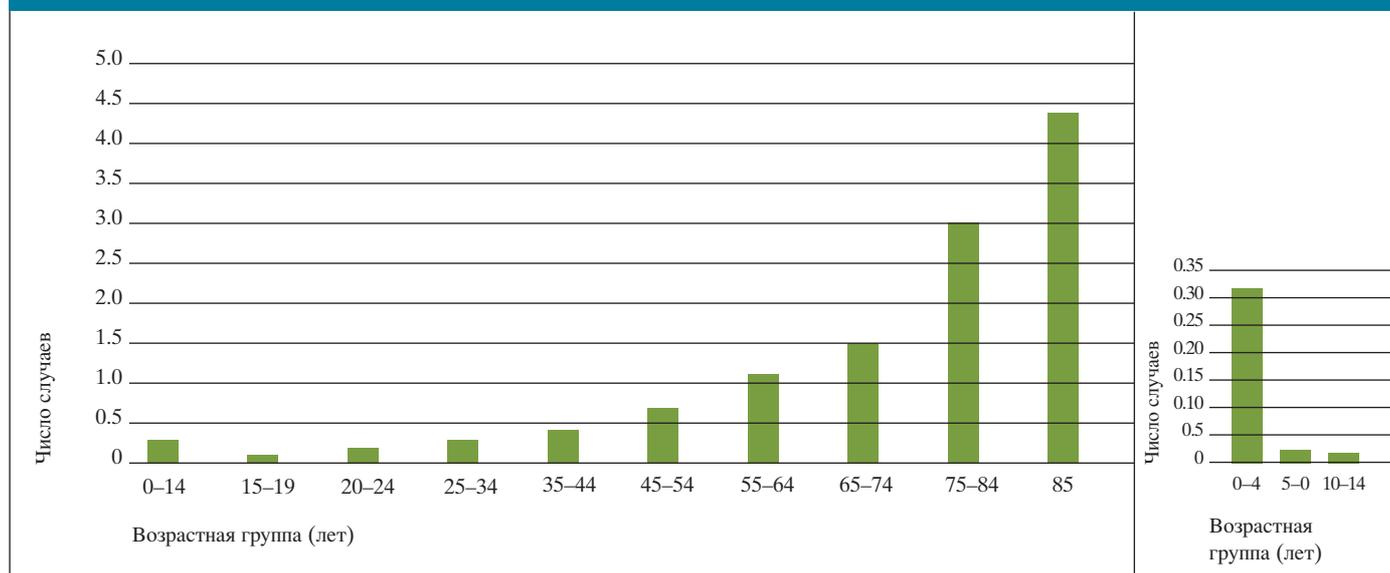
Чувствительность к жаре зависит от климатических факторов (таких, как частота периодов сильной жары) и от индивидуальных факторов риска, в том числе от медицинских, поведенческих и экологических факторов. Kilbourne (1992, 1999) выделил следующие обстоятельства в качестве факторов, позволяющих прогнозировать тепловой удар и тепловые заболевания и смерть, связанную с жарой:

- пожилой возраст;
- снижение умственной деятельности, например, деменция;
- наличие заболевания в анамнезе;
- применение определенных лекарственных препаратов;
- уровень гидратации;
- проживание в одиночестве;
- жилищные условия (например, проживание в доме определенного типа или на высоком этаже);
- наличие и использование кондиционера воздуха дома или в стационарном учреждении.

Исследование методом "случай – контроль", проведенное после периода сильной жары в 1995 году в Чикаго, подтвердило, что в группы повышенного риска входят следующие категории людей: уже страдающие каким-либо заболеванием, прикованные к постели, неспособные ухаживать за собой, живущие в изоляции, не имеющие кондиционеров воздуха (Semenza et al., 1996). Более 60% людей, умерших во время периода сильной жары 2003 года во Франции, умерли в больницах, частных лечебницах и домах престарелых (Национальный институт санитарного надзора, 2003).

Эпидемиологические исследования указывают на то, что между мужчинами и женщинами значительных различий в степени риска нет. Однако результаты исследований различаются в отношении возраста, в котором выявляется повышение уязвимости. Большинство популяционных исследований временных рядов показывают наличие определенного влияния во взрослых возрастных группах (Pajares Ortiz et al., 1997): это влияние больше среди лиц в возрасте 65 лет и старше по сравнению с другими возрастными группами (рис. 7). Поскольку в этих исследованиях для пожилых людей был использован заранее определенный возраст, тот возраст, при котором происходит возрастание уязвимости, более детально в различных категориях населения не изучался. Дети и грудные младенцы подвержены угрозе смерти, связанной с жарой (рис. 7). В промышленно развитых странах общая смертность в этой

Рис. 7. Среднегодовое число случаев смерти, обусловленной жарой^а, на миллион населения в Соединенных Штатах в результате погодных условий по возрастным группам, 1979-1997 гг.



^а Первопричина смерти отнесена на счет чрезмерного воздействия жары в соответствии с кодом E900.0 МКБ-9 "вследствие погодных условий (смертельные исходы)".

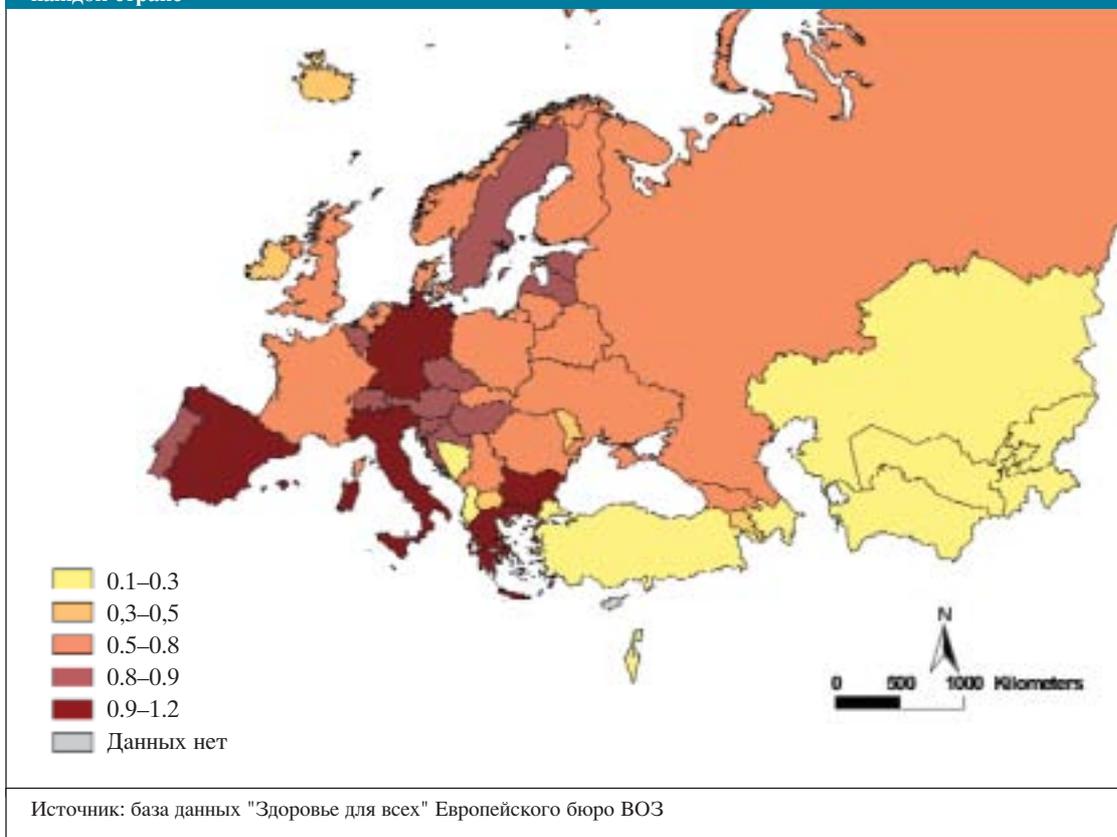
Источник: Центры профилактики болезней и борьбы с ними (2002).

группе очень низка. В Соединенных Штатах менее 4% людей, умирающих от перегрева, обусловленного погодными условиями, находятся в возрасте 4 года и младше (Центры профилактики болезней и борьбы с ними, 2002). Некоторые случаи смерти от жары среди детей вызваны тем, что детей в жаркие дни оставляли в автомобилях (Люди, имеющие более низкий социально-экономический статус, могут быть более чувствительными к смертности, обусловленной жарой, из-за более низкого качества жилья и отсутствия кондиционеров воздуха. У населения в более бедных районах города также больше вероятности наличия других факторов риска наступления смерти, связанной с жарой. Несколько исследований, в которых изучались показатели смертности, обусловленной жарой, в различных микрорайонах, показывают важность социально-экономических факторов (Semenza et al., 1996; Smoyer, 1998a, b). Физическая и социальная изоляция лиц пожилого возраста еще больше увеличивает их незащищенность от угрозы смерти в период сильной жары (Klinenberg, 2002).

Ввиду чувствительности пожилых людей к жаре важно отметить, что в Европе отмечается рост ожидаемой продолжительности жизни и старение населения. Самым высоким индексом старения (отношение численности населения старше 65 лет к численности населения в возрасте 0-14 лет) характеризуются Германия, Италия и Испания (рис. 8).

3.2. Эпидемиологические исследования жары

Рис. 8. Индекс старения (отношение численности населения старше 65 лет к численности населения в возрасте 0–14 лет) в странах Европейского региона ВОЗ, согласно последним данным, имеющимся по каждой стране



3.2.4. Анализ конкретной ситуации: влияние экстремальных температур на здоровье в Мадриде, Испания

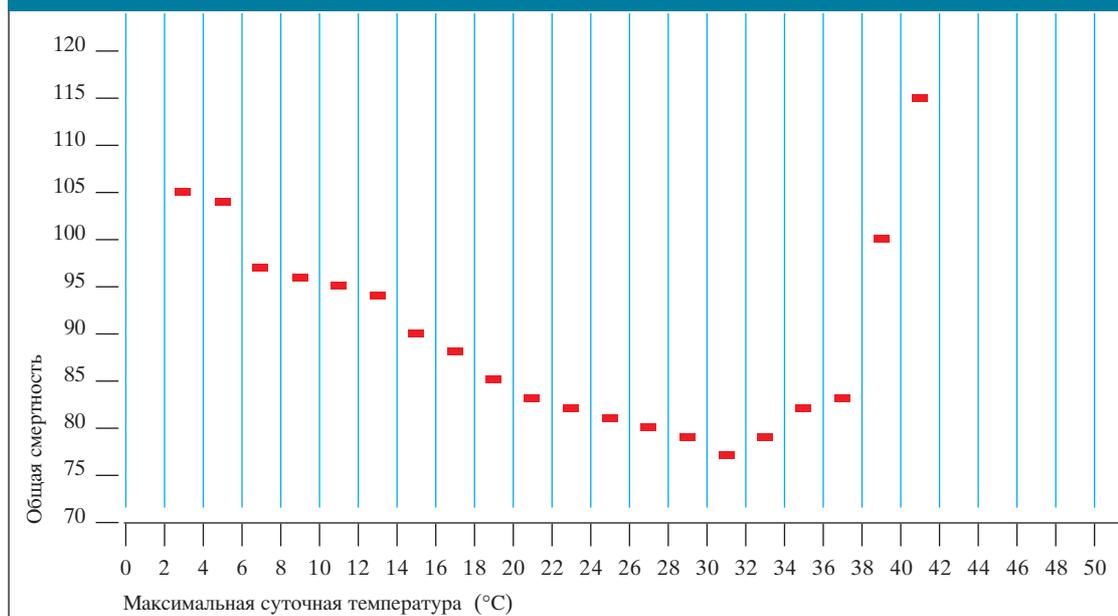
Распределение суточной средней смертности от всех причин в Мадриде как функция суточной максимальной наружной температуры с 1986 по 1997 год характеризуется обычной V-образной зависимостью (рис. 9), где минимум наблюдается при 30,8 °C (комфортная температура). Правая ветвь кривой имеет намного большую крутизну наклона, чем левая. Это позволяет сделать вывод о том, что жара влияет на смертность сильнее, чем холод (Alberdi et al., 1998). Суточная максимальная температура, при которой наклон кривой зависимости между смертностью и температурой становится круче, равна 36,5 °C (Díaz et al., 2002a). Дни, в которые максимальная температура превышает этот порог, называются чрезвычайно жаркими днями. Синоптические условия, при которых наступают чрезвычайно жаркие дни, в целом представляют собой ситуации низкого давления при южном ветре, а также застойные погодные условия, связанные с условиями высокого давления (García et al., 2002).

В Мадриде влияние чрезвычайно жарких дней на смертность наибольшее среди женщин старше 75 лет (увеличение на 28,4% на каждый градус выше 36,5 °C). Рост смертности от сердечно-сосудистых заболеваний больше, чем рост смертности от респираторных заболеваний. У мужчин рост смертности больше в возрастной группе от 65 до 75 лет (увеличение на 14,7% на каждый градус выше 36,5 °C), но при большем вкладе смертности от респираторных заболеваний (Díaz et al., 2002a). Предварительные результаты исследования детей до 10 лет не показали никакой статистической ассоциации между наступлением чрезвычайно жарких дней и ростом суточной смертности в Мадриде (в течение этого периода).

Результаты для Севильи были очень похожими (Díaz et al., 2002b), но порог теплового стресса был равен 41 °C, так как жители столицы Андалузии лучше приспособлены к тепловому стрессу.

Сравнение данных по Мадриду и Лиссабону показывает, что пороговое значение, выше которого происходит увеличение смертности, в Лиссабоне составило 33 °С, а синоптические атмосферные условия, связанные с чрезвычайно жаркими днями, представляли собой ситуации с восточными ветрами и неподвижным воздухом при ситуациях высокого давления. В Лиссабоне влияние на смертность, ассоциирующую с чрезвычайно жаркими днями, было больше: на каждый градус повышения температуры увеличение смертности составляло 31,1% против 21,5% в Мадриде (García et al., представлено в рукописи).

Рис. 9. Зависимость между смертностью от всех причин и максимальной суточной температурой в Мадриде, 1986-1997 гг.



Источник: Díaz & López Santiago (2003).

4. СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ ЖАРЫ

4.1. Методы, применяемые в системах медицинских предупреждений о наступлении сильной жары

4.2. Индикаторы теплового стресса

4.3. Ответные меры, принимаемые в системе общественного здравоохранения

4.4. Обзор систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в Европе

4.5. Анализ конкретных ситуаций

4.6. Рекомендации

4.7. Пробелы в исследованиях

4.8. Нынешнее исследование вопроса о развитии систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары

4.1. Методы, применяемые в системах медицинских предупреждений о наступлении сильной жары

Одним из путей снижения нынешнего бремени смертности от периодов сильной жары является внедрение систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, в которых для предсказания воздействий на здоровье человека, связанных с жарой, используются прогнозы погоды. Основными элементами таких систем являются: выявление метеорологических ситуаций, которые оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека; слежение за прогнозами погоды; внедрение механизмов выпуска предупреждений в тех случаях, когда прогнозируется метеорологическая ситуация, которая может отрицательно повлиять на здоровье; содействие мероприятиям в сфере общественного здравоохранения по профилактике тепловых заболеваний и смертности от них.

Об эффективности этих систем в снижении смертности от причин, связанных с жарой, на сегодняшний день известно мало. Нужны активные меры, такие, как внедрение систем предупреждения на уровне местных сообществ и населенных пунктов, чтобы таким образом можно было охватить уязвимых пожилых людей и дать правильные советы. Реализуются такие меры всегда по-разному, в зависимости от местной специфики, и нужна дополнительная оценка возможных стратегий реализации необходимых мер в Европе.

Системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары адаптируются к условиям каждого отдельного города и поэтому широко различаются по методикам, которые в них применяются. Для реально действующей системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары требуются следующие условия (Auger & Kosatsky, 2002):

- достаточно надежные прогнозы о наступлении периодов сильной жары для представляющих интерес категорий населения (метеорологическая составляющая);
- полное понимание причинно-следственных связей между тепловой средой и здоровьем (эпидемиологическая, статистическая и биометеорологическая составляющие);
- эффективные меры реагирования, подлежащие реализации в пределах интервала заблаговременности, который обеспечивается предупреждением (составляющая здравоохранения);
- сообщество, способное обеспечить необходимую инфраструктуру (составляющая здравоохранения).

В первую очередь для системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары требуется выявление погодных условий, ассоциирующих с неблагоприятными воздействиями на здоровье (индикатор теплового стресса). Важна точность прогноза погоды. Ложно-положительные прогнозы могут привести к растративанию ресурсов, тогда как ложно-отрицательные представляют собой упущенные возможности своевременной профилактики. И те и другие ведут к утрате доверия к прогнозам. По мере возрастания сложности индикатора возрастает вероятность неверного прогноза.

Важным фактором является своевременность предупреждения относительно ответных мер. Индикатор теплового стресса должен быть предсказан за 12–48 часов, чтобы дать достаточно времени для реализации плана мероприятий по реагированию на предупреждение. Максимальная заблаговременность для явления экстремальной жары составляет примерно 2 дня – таков предел современных моделей численного прогноза для точного прогнозирования местных погодных условий.

4.2. Индикаторы теплового стресса

Для выявления ситуаций, оказывающих неблагоприятное воздействие на здоровье человека, используется много различных методов. Эти методы можно разбить на простые и сложные. Системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары должны учитывать, что разные группы населения на одни и те же погодные условия реагируют по-разному. Пороговые величины, выше которых условия теплового стресса становятся настолько опасными для здоровья человека, что возникает необходимость выпуска медицинского предупреждения, в разных местностях разные и зависят от местного климата. Кроме того, определение порога – это решение практическое и потому зависящее от ряда других критериев, таких, как степень доверия, точность (например, изменение пороговой величины, при которой выпускается предупреждение, может улучшить чувствительность системы) и стоимость (например, частота, с которой инициируются предупреждения, влияет на стоимость системы предупреждения). Пороговые величины могут выводиться из биометеорологических исследований комфортности человека в условиях высоких температур и высокой влажности. Они также могут быть выведены из статистических анализов зависимости между метеорологическими индексами и смертностью.

4.2.1. Простые индексы

Простые методы основаны на пороговых величинах температуры воздуха (средней, максимальной или минимальной) или комбинации температуры воздуха и какой-либо меры влажности, иногда с учетом того, в течение какого времени сохраняется превышение этих пороговых величин. При простых методах легко производить расчеты и делать прогнозы. Поэтому и точность прогнозов, основанных на простых индексах с использованием лишь одного или двух параметров, относительно высока, так как при увеличении числа вводимых переменных возрастает неопределенность. Кроме того, населению и другим заинтересованным сторонам (например, специалистам, оказывающим медико-санитарные услуги) легче их понять.

4.2.1.1. Кажущаяся температура

Кажущаяся температура – это мера относительного дискомфорта от сочетания жары и высокой влажности. Она была разработана Steadman (1979a,b) на основе физиологических исследований охлаждения кожи за счет испарения при различных сочетаниях температуры и влажности окружающего воздуха. Кажущаяся температура равняется фактической температуре воздуха, когда точка росы равна 14 °С. При более высоких точках росы кажущаяся температура превышает фактическую и является мерой повышенного физиологического теплового стресса и дискомфорта, связанного с влажностью, величина которой выше комфортной. Когда точка росы ниже 14 °С, кажущаяся температура ниже фактической температуры воздуха и является мерой пониженного стресса и повышенного комфорта, связанного с более низкой влажностью и более интенсивным охлаждением кожи за счет испарения. Она не учитывает скорости ветра и излучения.

4.2.1.2 Индекс жары и средний индекс жары

Национальное управление исследований океана и атмосферы США выпускает предупреждения о наступлении жары для всей территории Соединенных Штатов Америки на основе среднего индекса жары. Средний индекс жары – это средняя величина индекса жары самого жаркого и самого холодного времени каждого дня, и поэтому она более репрезентативна для целых суток, чем одна суточная максимальная величина. В обычном порядке на веб-сайте Национального управления исследований океана и атмосферы даются прогнозы о метеоусловиях с заблаговременностью от 3 до 7 дней (рис. 10).

В случае, когда в ближайшие двое суток прогнозируются тяжелые метеоусловия, Национальное управление исследований океана и атмосферы выпускает сигнал тревоги (степень опасности выше, чем при предупреждении) для населения и соответствующих ведомств.

4.2. Индикаторы теплового стресса

Рис. 10. Прогноз среднего индекса жары на срок от 3 до 7 суток для г. Далласа, штат Техас, США

Средний индекс жары		Четверг 3 окт. 82 °F	Пятница 4 окт. 82 °F	Суббота 5 окт. 76 °F	Воскресенье 6 окт. 70 °F	Понедельник 7 окт. 69 °F
Вероятность превышения средним индексом жары	100 °F	0%	0%	0%	0%	0%
	95 °F	0%	0%	0%	0%	0%
	90 °F	1%	1%	0%	0%	0%
	85 °F	20%	22%	2%	0%	0%
	80 °F	69%	68%	21%	0%	0%
	75 °F	94%	94%	62%	15%	7%
	70 °F	100%	100%	91%	48%	40%

Источник: Национальная служба погоды, Национальное управление исследований океана и атмосферы (http://www.hpc.ncep.noaa.gov/heat_index.shtml, взято 29 октября 2003 г.)

4.2.2. Сложные индексы

Сложные индексы включают все важные метеорологические и физиологические параметры, которые нужны для более полного описания физиологической тепловой нагрузки: температуру воздуха, давление водяного пара, скорость ветра и коротковолновые и длинноволновые лучистые потоки. Сложные методы, применяемые в системах медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, основаны главным образом на синоптических классификациях погоды (выводимых из наблюдаемых метеорологических параметров) и моделях баланса прихода-расхода тепла (в которых метеорологические параметры используются для прогнозирования физиологической тепловой нагрузки).

4.2.2.1. Индексы, основанные на моделях баланса прихода-расхода тепла

Полные модели баланса прихода-расхода тепла (энергетического баланса) учитывают все механизмы теплообмена и поэтому с термифизиологической точки зрения имеют прямое касательство к индивидуальным экспозициям и ощущениям. В большинстве методов делается ссылка на эталонную среду, в которой ощущение холода и/или жары такое же, как и в реальных условиях.

Предсказанное среднее мнение по Фангеру (Fanger, 1970) – это тепловая нагрузка, которая потребовалась бы для восстановления состояния комфорта. Она оценивается с помощью уравнения комфорта Фангера, в основу которого положена полная модель баланса прихода-расхода тепла человеческого организма, предполагающая использование простых методов, учитывающих температуру кожи и интенсивность потоотделения. Предсказанное среднее мнение по-прежнему широко используется для оценки климата внутри помещений.

В Германии используется показатель ощущаемой температуры. Ощущаемая температура – это температура воздуха в эталонной среде, в которой ощущение жары и/или холода такое же, как и в реальных условиях (Staiger et al., 1997). В эталонной среде скорость ветра уменьшена до легкого сквозняка, а средняя лучистая температура равна температуре воздуха. Ощущаемая температура основана на уравнении комфорта Фангера, и в ней используется поправка на предсказанное среднее мнение по Gagge и соавторам (1986) для более точного учета латентных тепловых потоков (испарения). Теплофизиологическая оценка производится для стандартного человека, условно

4. СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ ЖАРЫ

называемого Клим Микель², который варьирует теплоизоляцию своей одежды в пределах от 0,5 до 1,75 Кло³ (взятая в качестве базовой теплоизоляция одежды в июле равна 1,0 Кло). Процедура оценки предназначена для нахождения вне помещения (Jendritzky et al., 2000).

4.2.2.2. Индексы, основанные на синоптических методах

В основе синоптических методов лежит идентификация типов погоды в данной местности. Несколькими исследованиями было установлено, что определенные типы погоды (воздушные массы) оказывают неблагоприятное влияние на смертность (Kalkstein & Davis, 1989). В 80-е годы Kalkstein распространил этот подход на системы предупреждения. В настоящее время системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, в которых используется этот метод, созданы в нескольких городах Соединенных Штатов, таких, как Цинциннати, Дейтон, Нью-Орлеан, Филадельфия, Феникс и Вашингтон.

Синоптическая методика предполагает классификацию дней, которые считаются метеорологически однородными. Это делается путем агрегирования дней по нескольким метеорологическим переменным (температура воздуха, точка росы, видимость, общая облачность, атмосферное давление на уровне моря, скорость ветра и направление ветра), которые измеряются четыре раза в день (Kalkstein, 1991).

² Модель "Клим Микель" представляет собой полную модель баланса прихода-расхода тепла человеческого организма, основанную на уравнении комфорта Фангера (1970). "Клим Микель" – это стандартизация, требуемая для оценки тепловой среды. Клим Микель – мужчина 35 лет, ростом 175 см и весом 75 кг

³ Единицы Кло выражают теплоизоляцию одежды. 1,0 Кло эквивалентна 0,155 м².К/Вт

4.3. Ответные меры, принимаемые в системе общественного здравоохранения

В тех случаях, когда ожидается превышение какого-либо порогового значения или прогнозируется поступление воздушной массы, которая несет с собой гнетущую погоду, требуются ответные меры. Процедуры предупреждения могут быть одно-, двух- и трехъярусными. В одноярусной системе один уровень ответных действий (типа "да" или "нет"). В Северной Америке создано много двух- и трехъярусных систем предупреждения. Они включают состояние "повышенного внимания" или состояние "готовности", когда наступает или прогнозируется определенный уровень теплового стресса, и фазу чрезвычайной ситуации ("предупреждение"), когда ожидается, что тепловой стресс превысит пороговый уровень, установленный для приведения в действие плана активных ответных мер. Например, в г. Филадельфии система предусматривает трехступенчатую процедуру предупреждения (рис. 18). Преимущество этого метода многоступенчатого заблаговременного предупреждения состоит в том, что предусматривается градация планов ответных мер в соответствии с повышением уверенности в прогнозе. Он обеспечивает максимальную заблаговременность 2 суток для принятия мер вмешательства. Это дает руководству общественного здравоохранения возможность оценить издержки по принятию ответных мер в сопоставлении с риском, возникающим для населения (National Academy of Sciences, 2000: 87).

Существует много разных уровней ответных мер. Простейшая (пассивная) ответная мера заключается в выпуске предупреждения о приближении высоких температур (условий теплового стресса) через средства массовой информации (телевидение, радио и публичные веб-сайты).

Публичные предупреждения адресованы широкому населению и имеют целью изменить поведение граждан и повысить информированность об опасностях, связанных с воздействием жары, чтобы тем самым уменьшить ее последствия. Поэтому предупреждения должны быть увязаны с конкретными советами о том, как людям распознать проблему и что они должны делать, чтобы защитить себя и других. Центры профилактики болезней и борьбы с ними в США издали рекомендации о том, как уменьшить угрозу тепловых заболеваний (врезка 1). В этих рекомендациях излагаются те же общие советы, что издаются повсеместно в Северной Америке, Австралии и Европе. В то же время, совет относительно использования вентиляторов, возможно, придется пересмотреть, так как при очень сильной жаре уровень теплового стресса из-за вентиляторов может повышаться, в частности, когда высока

Врезка 1. Рекомендации Центров профилактики болезней и борьбы с ними (США) о мерах предупреждения тепловых заболеваний и защиты во время жары

- Пейте больше жидкостей (безалкогольных), независимо от уровня вашей активности. Пейте, не дожидаясь, пока у вас появится жажда. Предостережение: если ваш врач обычно ограничивает количество потребляемой вами жидкости или назначил вам мочегонные таблетки, спросите у него, сколько вам следует пить, когда стоит жаркая погода.
- Не пейте жидкостей, содержащих кофеин, алкоголь или большое количество сахара: из-за них ваш организм еще больше теряет жидкость. Кроме того, избегайте употребления холодных напитков, так как они могут вызывать желудочные колики.
- Не выходите на улицу и, если есть такая возможность, оставайтесь в помещении с кондиционером. Если у вас дома нет кондиционера, пойдите в торговый пассаж или публичную библиотеку: пребывание в кондиционированном помещении хотя бы несколько часов может помочь вашему организму оставаться в охлажденном состоянии, когда вы снова вернетесь в жару. Позвоните в свой местный отдел здравоохранения и узнайте, нет ли в вашем районе каких-либо общественных приютов, где можно спастись от жары.
- Комфорт может быть обеспечен с помощью электрических вентиляторов, но, когда температура превышает 35 °C, вентиляторы не защищают от тепловых заболеваний. Для того, чтобы охладиться, гораздо лучше принять прохладный душ или ванну или перейти в помещение с кондиционером.
- Носите легкую, светлую и свободную одежду.
- НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ не оставляйте никого в закрытом припаркованном автомобиле.
- Хотя от теплового заболевания может пострадать любой человек в любое время, некоторые люди подвержены большему риску, чем другие. Регулярно проверяйте, как чувствуют себя грудные дети и дети

4. СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ ЖАРЫ

влажность окружающего воздуха. С другой стороны, использование вентиляторов даже при температуре выше 35 °С может обеспечить комфорт, так как обычно повышение теплоотдачи путем испарения бывает значительно, чем увеличение в ощутимом приращении тепла. Однако должно быть увеличено потребление жидкостей, чтобы избежать обезвоживания организма. Единого научного мнения в отношении пользы вентиляторов нет.

Более активный подход предполагает оповещение специалистов и организаций, оказывающих медико-санитарные и социальные услуги, и наличие плановых мероприятий и мер вмешательства. Одним из примеров может служить система мер вмешательства в Филадельфии (Kalkstein, 2001).

- Пропагандируется система "добрых услуг": в средствах массовой информации публикуются объявления, призывающие друзей, родственников, соседей и просто добровольцев в жаркую погоду ежедневно навещать пожилых людей.
- Начинает работать "жаркая линия", по которой население может получить по телефону информацию и советы о том, как избежать теплового стресса.
- Группы сотрудников департамента здравоохранения по работе с населением посещают на дому людей, нуждающихся в повышенном внимании, сведения о которых могут быть сообщены по "жаркой линии".
- Меры вмешательства в отношении частных пансионатов и лечебниц: когда издается предупреждение, эти учреждения получают информацию о погодных условиях, сопряженных с повышенным риском.
- В периоды жары прекращаются перерывы в работе служб, предоставляющих коммунальные услуги.
- Увеличивается численность персонала больничной неотложной помощи.
- Осуществляется программа помощи бездомным в дневное время.

Планы мероприятий должны разрабатываться так, чтобы максимально соответствовать местным потребностям, для чего необходима согласованность между местными органами здравоохранения и руководством метеорологической службы (Segnar & Kalkstein, 2000). Во всеобъемлющей системе предупреждения должны быть задействованы многие ведомства и должностные лица: руководители города, работники служб здравоохранения и социального обеспечения и врачи неотложной помощи.

раннего возраста, лица в возрасте 65 лет и старше, люди, болеющие психическим заболеванием, и физически больные люди, особенно страдающие сердечным заболеванием или повышенным кровяным давлением.

- Навещайте взрослых, входящих в группы риска, не менее двух раз в день и внимательно наблюдайте, не появилось ли у них признаков теплового истощения или теплового удара. Грудные дети и дети раннего возраста, разумеется, нуждаются в более частом и внимательном наблюдении.

В случае, если вы должны находиться на жаре

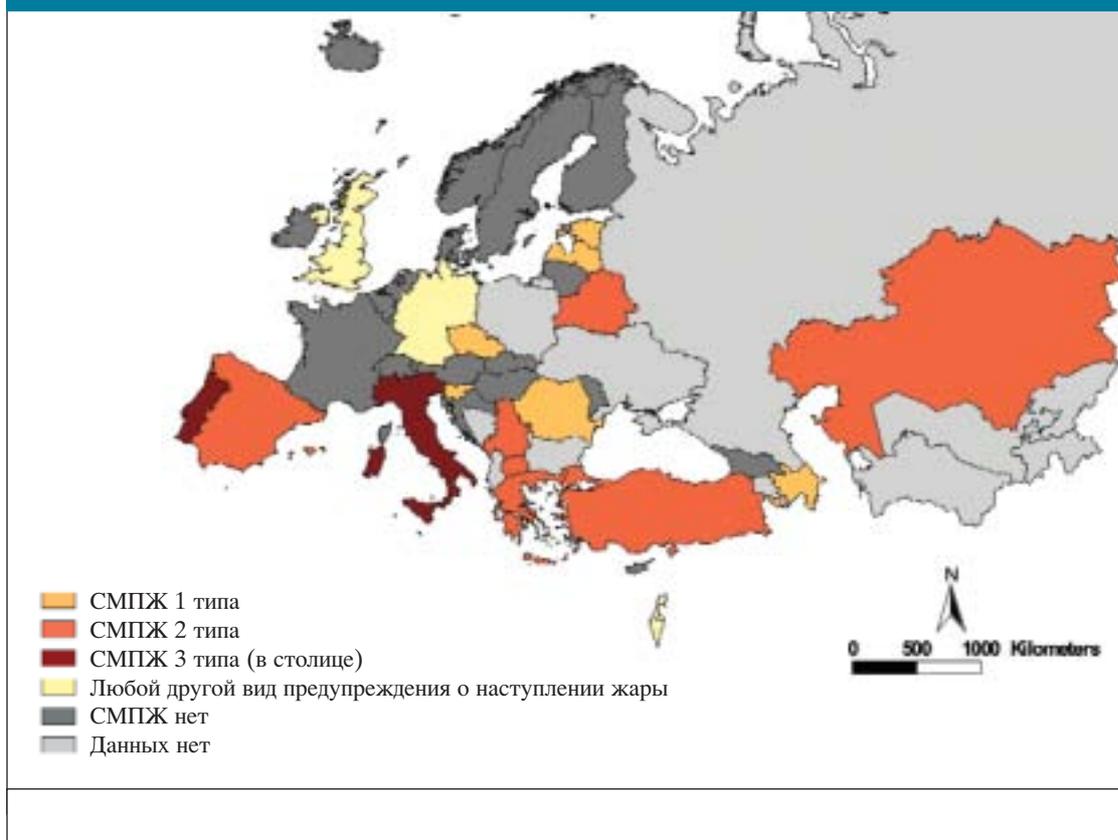
- Ограничьте свои занятия на открытом воздухе утренними и вечерними часами.
- Уменьшите физические упражнения. Если вы должны тренироваться, выпивайте от двух до четырех стаканов прохладной безалкогольной жидкости в час. Возместите соль и минералы, которые вы теряете вместе с потом, может специальный напиток для спортсменов. Предостережение: если вы находитесь на бессолевой диете, перед тем, как пить напиток для спортсменов, посоветуйтесь со своим врачом. Не забывайте также и о предостережении, которое содержится в первом полезном совете (см. выше).
- Старайтесь чаще отдыхать в тени.
- Для защиты от солнца носите широкополую шляпу (она заодно дает прохладу) и солнцезащитные очки и наносите на кожу солнцезащитный крем с индексом защиты 15 и выше (на этикетках наиболее эффективных продуктов указано: "широкого спектра действия" или "защита от УФ типа А/УФ типа Б").

4.4. Обзор систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в Европе

Обзор национальных метеорологических служб в Европе проводился методом анкетирования с целью определения наличия и типа систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары и оценки их пользы. Цель этого анкетирования состояла в том, чтобы понять, дают ли национальные службы определение периодов сильной жары, имеются ли у них системы предупреждения о наступлении сильной жары и как они работают. Вопросники (см. Приложение 2) были разосланы в 45 стран Европейского региона ВОЗ.

Пятнадцать стран заявили, что у них имеется система медицинских предупреждений о наступлении сильной жары (рис. 11, Приложение 3). В Германии предупреждения даются только курортам в юго-западной части страны. В Португалии система охватывает только район Лиссабона, а в Италии – только город Рим.

Рис. 11. Системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары (СМПЖ) в Европе



4.4.1. Критерии для инициирования предупреждений о наступлении жары

Во всех странах, кроме Германии, для прогнозирования влияния погоды на здоровье применяют простые индексы, основанные на температуре и/или влажности (таблица 9). В восьми странах используют простые пороги температуры (Азербайджан, Беларусь, Чешская Республика, Греция, Латвия, Мальта, Сербия и Черногория, Испания). В трех используют сочетание температуры и относительной влажности (Румыния, бывшая Югославская Республика Македония и Турция), а в бывшей Югославской Республике Македония используется средний индекс

4. СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ ЖАРЫ

ТАБЛИЦА 9. ПОРОГОВЫЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ ВЫПУСКА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ ЖАРКОЙ ПОГОДЫ

Страна	Критерии для выпуска предупреждения	Контрольная температура
Порог температуры		
Азербайджан	40 °С более чем на 30% территории, 42 °С в одной области	Не оговаривается
Беларусь	35 °С	"Температура воздуха"
Чешская Республика	29 °С - средний тепловой стресс, 33 °С - высокий тепловой стресс	"Максимальная температура воздуха"
Греция	38 °С	"Максимальная температура воздуха в течение 3 дней подряд"
Латвия	33 °С	"Температура воздуха" "Максимальная температура воздуха"
Мальта	40 °С	Максимальная температура
Португалия (район Лиссабона)	Суточная максимальная температура >32 °С и другие параметры, выводимые из местной зависимости температуры и смертности	Максимальная температура воздуха
Сербия и Черногория	35 °С – 20 °С	Минимальная температура воздуха
Испания		Максимальная температура
Порог температуры и влажности		
Румыния	Индекс температуры и влажности (ИТВ) > 80 $ИТВ = T(^{\circ}F) - (0,55 - 0,55 * ОВ / 100) * (T(^{\circ}F) - 58)$ ОВ: относительная влажность	
Бывшая Югославская Республика Македония	Рост индекса жары (кажущаяся температура)	
Турция	Температура >27 °С и относительная влажность >40%	
Порог сложного индекса		
Юго-западная Германия	Максимальная ощущаемая температура >26 °С	

жары (см. выше). Греция, Латвия и Румыния используют свое определение периода сильной жары как условие для выпуска предупреждений о наступлении жаркой погоды. В юго-западной Германии предупреждения даются на курортах, когда прогнозируемая ощущаемая температура превышает заданное пороговое значение (максимальная ощущаемая температура выше 26 °С). Ощущаемая температура – это сложный показатель, выводимый из полной модели баланса прихода-расхода тепла.

4.4. Обзор систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в Европе

Для лиссабонской системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары пороговый критерий равен 32 °С. Эта система была введена в действие летом 1999 года. Основой ее является индекс ICARO, разработанный Национальным институтом общественного здравоохранения. Для прогнозирования смерти от причин, связанных с жарой, в модели используется прогноз величины максимальной температуры на 3 дня. Расчеты, сделанные с помощью модели, направляются в Национальное управление здравоохранения и Управление защиты гражданского населения (см. ниже).

Обычно предупреждения прекращаются, когда критерии для выпуска предупреждения больше не удовлетворяются.

4.2.2. Целевые группы населения

Масштабы, в которых распространяются предупреждения, разные. В национальном масштабе предупреждения даются в Азербайджане, Беларуси, Латвии, Сербии и Черногории и в Турции. Предупреждать всю страну имеет смысл в небольших странах, имеющих однородные погодные условия. В Беларуси и Латвии рельеф местности относительно слабопересеченный. Однако для Турции, которая характеризуется неоднородным климатом, единое предупреждение может быть нецелесообразным. В Чешской Республике, Израиле, Казахстане, Словении и Испании выпускаются предупреждения в масштабах регионов. Остальные системы предупреждения о наступлении жары (5 из 15) нацелены на уровень отдельных городов.

4.4.3. Заблаговременность

В таблице 10 показаны значения заблаговременности предупреждения. Предупреждение передается населению средствами массовой информации с заблаговременностью от 1 до 3 дней. В Израиле принята трехступенчатая процедура предупреждения, при которой первое предупреждение дается за 2-3 дня, второе за 1 день, а третье предупреждение – за 12 часов до ожидаемого явления. Во многих странах органы здравоохранения и органы защиты гражданского населения уведомляются по отдельности.

4.4.4. Планы вмешательства

В большинстве стран системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары не включали никаких мер вмешательства, кроме выпуска пассивного предупреждения, адресуемого населению и местным учреждениям здравоохранения. В четырех странах предупреждения выпускались исключительно через средства массовой информации. В двух странах уведомлялись только учреждения здравоохранения. В Румынии рабочий день может быть сокращен или поделен на две части (до 11.00 и после 17.00). Меры вмешательства в Румынии сосредоточены

4. СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ ЖАРЫ

ТАБЛИЦА 10. МАКСИМАЛЬНАЯ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТЬ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О НАСТУПЛЕНИИ СИЛЬНОЙ ЖАРЫ В ОБСЛЕДОВАННЫХ ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАНАХ

Заблаговременность предупреждения	Страны
1 день или меньше	Чешская Республика, Казахстан, Латвия, Мальта, Сербия и Черногория, Словения и Турция
1-2 дня	Беларусь, юго-западная Германия и Испания
2-3 дня	Израиль, Греция и Португалия (район Лиссабона)

на защите работающих. В Сербии и Черногории никакого специального плана нет, но в число возможных вариантов, которые осуществляются государственными и муниципальными службами, входит обеспечение граждан дополнительным количеством воды и рекомендация предохраняться от ультрафиолетового излучения.

4.4.5. Целевые группы и назначение предупреждений

Во всех странах, имеющих системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, предупреждения адресуются всему населению. В Беларуси и Румынии предупреждения адресуются работающим и работодателям.

В Германии предупреждения посылаются примерно на 20 курортов в юго-западной части страны. Многие отдыхающие на этих курортах – это люди, выздоравливающие после тяжелой болезни или страдающие хроническим сердечно-сосудистым заболеванием.

В Азербайджане, Израиле, Казахстане и Латвии предупреждения также направляются в управления пожарной охраны, чтобы не допустить лесных пожаров. Предупреждения в Сербии и Черногории, помимо своей направленности на охрану здоровья людей, имеют еще одного адресата – сельское хозяйство. В Испании предупреждения нацелены на то, чтобы "не допустить катастроф, связанных с крайне высокими температурами."

4.5. Анализ конкретных ситуаций

4.5.1. Система медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в Риме, Италия

4.5.1.1. Введение

ВОЗ, ВМО и Программа Объединенных Наций по окружающей среде в рамках показательного проекта провели совместные работы по разработке и реализации системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары для Рима (Segnar & Kalkstein, 2000; Kalkstein, 2000). Система для Рима была разработана в университете штата Делавэр совместно с управлением здравоохранения области Лацио и Итальянской метеорологической службой. Руководство работой системы возложено на отдел эпидемиологии. Итальянская метеорологическая служба предоставляет прогнозы на 72 часа по пяти метеорологическим переменным. В опытно-режиме система работала летом в 2000 и 2001 годах. Активная фаза работы римской системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары началась летом 2002 года.

4.5.1.2. Методы

В основу римской системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары положен синоптический индикатор теплового стресса. В качестве первого шага была описана существующая на сегодняшний день зависимость среди населения Рима между смертностью и широким набором метеорологических параметров, для чего были взяты последние исторические данные (Kalkstein, 2000). Были получены данные о суточной смертности за 10-летний период с 1987 по 1996 год. Погодные условия были распределены по восьми типам. Оценивалось среднее влияние каждого из этих типов погоды на суточную смертность (от всех причин). Наибольшее влияние на смертность отмечалось среди лиц в возрасте 65 лет и старше и среди женщин (Segnar & Kalkstein, 2000). Среди лиц в возрасте 65 лет и старше статистически значимое повышение среднесуточной смертности ассоциировалось с двумя типами погоды:

- сухая тропическая (частота 7,0%)
- влажная тропическая плюс (частота 4,3%).

Типы погоды "сухая тропическая" и "влажная тропическая плюс" ассоциируют с 5-7 дополнительными случаями смерти в день. Во врезке 2 показаны алгоритмы расчета дополнительной смертности, когда на следующий день прогнозируются воздушные массы типа "сухие тропические" или "влажные тропические плюс". При воздушных массах типа "влажные тропические плюс" минимальные температуры значения не имеют, а суммарная тепловая нагрузка является функцией градусо-часов охлаждения.

Итальянская метеорологическая служба выполняет прогнозы на 72 часа со всеми метеорологическими переменными, которые нужны для того, чтобы определить, вероятно ли поступление в ближайшие дни "опасных" воздушных масс. Данные прогнозов поступают на защищенный паролем веб-сайт, доступ к которому имеют сотрудники медицинской службы области Лацио.

Процедура предупреждения состоит из трех ступеней: "внимание", "тревога" и "чрезвычайная ситуация". Сигнал предупреждения "внимание" дается в тех случаях, если в ближайшие два дня ожидается неблагоприятный тип погоды. Если такой тип погоды ожидается в ближайшие 24-48 часов и число дополнительных случаев смерти оценивается в два и более, дается сигнал "тревога". Если ситуация типа "тревога" сохраняется более двух дней, объявляется чрезвычайная ситуация (рис. 12). Уровни риска на прогнозируемом числе дополнительных случаев смерти не основываются, поскольку система имеет тенденцию к занижению отрицательных последствий для здоровья, выражающихся в показателях смертности.

4.5.1.3. Меры вмешательства

Отдел эпидемиологии департамента здравоохранения области Лацио в период с 15 мая по 15 сентября выпускает ежедневный бюллетень (рис. 13). Помимо указания на состояние предупреждения, в бюллетене даются рекомендации о том, как преодолевать жару. Бюллетень публикуется каждый день на веб-сайте департамента

Врезка 2. Алгоритм расчета дополнительной смертности в Риме при поступлении воздушных масс типа "сухие тропические" (СТ) и "влажные тропические плюс" (ВТ+)

Воздушные массы СТ^а

$$\text{Число случаев смерти} = -45,92 - 0,08 \cdot TS + 2,05 \cdot DIR + 1,61 \cdot AT_{\min+1} + 0,75 \cdot AT_{\min+2}$$

$$R^2 = 0,46$$

TS время сезона (количество дней, прошедших с 14 мая)

DIR количество дней подряд, в течение которых присутствуют неблагоприятные воздушные массы (СТ или ВТ+)

$AT_{\min+1}$ минимальная кажущаяся температура, прогнозируемая на завтра

$AT_{\min+2}$ минимальная кажущаяся температура, прогнозируемая на послезавтра

AT кажущаяся температура, выводимая из температуры, влажности воздуха и скорости ветра

Воздушные массы ВТ+^а

$$\text{Число случаев смерти} = -4,84 - 0,13 \cdot TS + 0,82 \cdot CH_{+1}$$

$$R^2 = 0,26$$

CH_{+1} часы охлаждения (часы * градусы выше 20 °С), прогнозируемые на завтра

^а К числу других переменных, включенных в регрессионный анализ, относились вчерашние, сегодняшние и завтрашние максимальные температуры, минимальная температура, облачный покров, послеполуденная точка росы, градусо-часы охлаждения и максимальная кажущаяся температура.

Рис. 12. Блок-схема процедуры предупреждения о наступлении сильной жары в Риме



Источники: Comune di Roma http://www.comune.roma.it/dipsociale/comunicati_stampa/com_warning_system_2003.htm (доступ 29 октября 2003 г.) и PHEWE (2003).

4.5. Анализ конкретных ситуаций

социальной политики и укрепления здоровья. В случае предупреждения типа "внимание", "тревога" или "чрезвычайная ситуация" бюллетень направляется в Оперативный центр Римского муниципалитета. Через местные муниципальные органы вводится в действие план вмешательства. Этот план предусматривает оповещение различных категорий лиц, которым угрожает неминуемая опасность, и предоставление рекомендаций о том, как уменьшить риск тепловых заболеваний (PHEWE, 2003).

Этот бюллетень адресован врачам общей практики, местным органам здравоохранения, больницам и курортам, домам престарелых, учреждениям социальной помощи, осуществляющим уход за лицами пожилого возраста, средствам массовой информации и отдельным зарегистрированным гражданам.

Рис. 13. Бюллетень римской системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары

Comune di Roma
Assessorato alle Politiche Sociali e Promozione della Salute

ALRE
Dipartimento di Epidemiologia
ALRE

FACSIMILE

Heat/Health Warning System

BOLLETTINO N.RO ___ DEL ___

Venerdì 19 luglio 2002		NESSUN AVVISO	✓
Temperatura alle 12	27.8	ATTENZIONE	
Temperatura massima	29.2	ALLARME	
Umidità relativa	60%	EMERGENZA	

Sabato 20 luglio 2002		NESSUN AVVISO	
Temperatura alle 12	29.3	ATTENZIONE	✓
Temperatura massima	29.6	ALLARME	
Umidità relativa	65%	EMERGENZA	

Domenica 21 luglio 2002		NESSUN AVVISO	
Temperatura alle 12	30.5	ATTENZIONE	
Temperatura massima	31.8	ALLARME	✓
Umidità relativa	68%	EMERGENZA	

ALTRE INFORMAZIONI SU www.comune.roma.it/dipsociale

Источник:
http://www.comune.roma.it/dipsociale/Downloads/Schede_estate_anziani/scheda%20heat%20warning%20system.pdf,
 (доступ 29 октября 2003 г.).

4. СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ ЖАРЫ

Методические рекомендации о том, как вести себя в периоды сильной жары, были разработаны совместно с Итальянской ассоциацией врачей общей практики.

Система медицинских предупреждений о наступлении сильной жары также связана с системой дистанционной помощи, которая соединяет дома зарегистрированных граждан с каким-либо оперативным центром (работающим 24 часа в сутки).

Эта система дистанционной помощи предоставляет различные виды помощи, например, консультирование, доставку продуктов и лекарств, визиты для оказания неотложной помощи, регулярные контрольные визиты и привлечение сетей по оказанию помощи (социальные службы и общественные организации). Первым шагом в этом направлении было интегрирование мер вмешательства, предпринимаемых в рамках системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, с программой дистанционной помощи через уже существующие сети (PHEWE, 2003).

Меры вмешательства нацелены на лиц пожилого возраста и других чувствительных к жаре людей, таких, как люди, страдающие хроническими заболеваниями. Для того, чтобы охватить эти целевые группы, в качестве посредников между системой медицинских предупреждений о наступлении сильной жары и населением были определены следующие государственные и частные учреждения и организации:

- Итальянская ассоциация врачей общей практики
- служба дистанционной помощи
- государственные и частные лечебницы
- местные органы здравоохранения и государственные больницы
- государственные и частные общественные организации
- частные больницы.

4.5.1.4. Оценка эффективности системы

На рис. 14 показано сравнение смертности, которая прогнозировалась системой медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, и смертности, которая наблюдалась фактически в 2001 году. Кроме предупреждений, сделанных в период между 25 июля и 6 августа, дополнительная смертность была занижена. Одной из причин такого занижения могло быть то, что в модели используются метеорологические данные, получаемые из аэропорта, который расположен более чем в 20 километрах от центра города и находится близко от моря. Поэтому следует ожидать, что прогнозы температуры для аэропорта будут ниже, чем температуры в центре города (в городском тепловом острове). Однако модель калибровалась метеорологическими данными из аэропорта. Поэтому, если не было никаких изменений зависимости между температурами в городе и температурами в аэропорту, этот факт не должен был бы приводить к занижению дополнительной смертности. Тем не менее, в необработанные данные метеопрогнозов лета 2003 года вводились поправки, позволяющие лучше представить местные погодные условия в Риме. Температуры корректировались на основании разницы между наблюдаемыми и прогнозными величинами в предыдущие сутки и относительно систематической ошибки прогноза, характерной для модели (PHEWE, 2003).

Предупреждения типа "тревога" объявлялись в 10% дней в 2000 году, в 22% в 2001 году и в 19% в 2002 году.

Для оценки системы требуется априорное определение периода сильной жары, основанное на метеорологических наблюдениях. В основу определения, используемого в Риме, положена комбинация порога максимальной кажущейся температуры, ее продолжительности и изменения в кажущейся температуре.

Периоды, определенные по неблагоприятным воздушным массам, ассоциирующим с дополнительными случаями смерти, которые были выявлены системой, соответствуют самым продолжительным наблюдаемым периодам сильной жары, тогда как кратковременных явлений система медицинских предупреждений о наступлении сильной жары не отображала, даже когда эти явления вызывали дополнительные случаи смерти. Включение в систему медицинских предупреждений о наступлении сильной жары периодов такой жары и кажущихся температур в последующие годы могло бы помочь повысить точность и чувствительность модели (PHEWE, 2003).

Для оценки эффективности системы были рассчитаны следующие показатели:

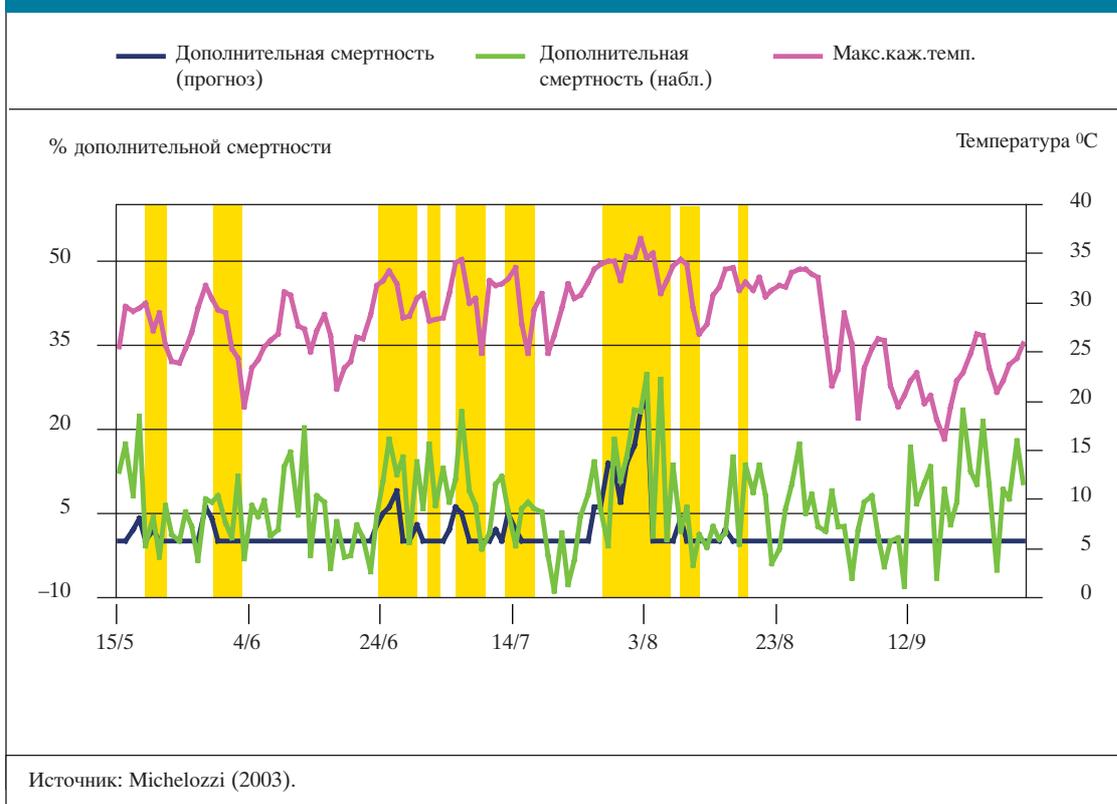
- чувствительность (способность обнаруживать истинные ситуации тревоги): число дней с истинными ситуациями тревоги/число дней с дополнительными случаями смерти;

4.5. Анализ конкретных ситуаций

- специфичность (способность обнаруживать истинные ситуации, не вызывающие тревоги): число дней с истинными условиями, не вызывающими тревоги/число дней без дополнительных случаев смерти;
- коэффициент оправдываемости: общее число дней с истинными ситуациями тревоги/общее число дней с объявлением тревоги

Дополнительная смертность рассчитывалась вычитанием среднего показателя за 11 дней подряд из суточной величины смертности. Система проявляет высокую специфичность (число истинных ситуаций, не вызывающих тревоги), но низкую чувствительность (прогнозируется мало истинных ситуаций тревоги). Чувствительность возрастает по мере возрастания наблюдаемой дополнительной смертности: при ситуации на уровне тревоги чувствительность увеличивается от 32% до 68%, когда дополнительная смертность увеличивается от 20% до 50% (PHEWE,2003). Коэффициент оправдываемости относительно высок (0,86) – это означает, что между 2000 и 2002 годами было мало ложно-положительных объявлений тревоги.

Рис. 14. Сравнение ситуаций тревоги, объявленных системой медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в Риме в 2001 году (желтые полосы), с наблюдаемой смертностью и максимальной кажущейся температурой



Эти результаты наглядно свидетельствуют о необходимости улучшения эффективности системы, в частности, повышения ее чувствительности. Система была более точной при явлениях, которые характеризовались длительными периодами присутствия неблагоприятных воздушных масс и большим числом наблюдаемых дополнительных случаев смерти, но в целом она занижает фактическое число дополнительных случаев смерти. Система достигала более высокого уровня прогнозирования благодаря включению дней, которые определялись в модели как соответствовавшие уровню "внимание", когда поступление неблагоприятных воздушных масс прогнозировалось на третий день, но не обязательно подтверждалось в последующем прогнозе. Также стало очевидно, что используемое определение уровней "тревога" и "внимание" было неудачным.

На 2003 год была разработана новая классификация, основанная исключительно на прогнозировании дополнительных случаев смерти и неблагоприятных воздушных масс. Наивысший уровень предупреждения (чрезвычайная ситуация) также учитывает длительность присутствия неблагоприятных воздушных масс. Уровень чрезвычайной ситуации объявляется лишь тогда, когда ситуация тревоги прогнозируется на срок более двух дней

4. СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ ЖАРЫ

подряд (PHEWE,2003). В заключение необходимо отметить, что хорошая система медицинских предупреждений о наступлении сильной жары может уменьшить смертность, но нужна формальная оценка действенности мер вмешательства. Действенность мер вмешательства будет оцениваться после того, как система в Риме заработает в полную силу.

4.5.2. Лиссабонская система медицинских предупреждений о наступлении сильной жары – проект ÍCARO

4.5.2.1. Введение

Проект ÍCARO был учрежден как ответная мера на жестокую жару в 1981 году. 15 июня 1981 года Лиссабон был самой жаркой столицей в мире. Когда максимальные температуры достигли отметки 43 °С, число случаев смерти, вызванных жарой, составило 63, а число дополнительных случаев смерти – 1906.

4.5.2.2. Методы

В проекте ÍCARO период сильной жары определяется посредством температурного порога 32 °С в сочетании с минимальной продолжительностью 2 дня. Это определение аналогично определению, которое используют в Соединенных Штатах: 90 °F (32,2 °С) и минимальная продолжительность 2 дня (Paixão & Nogueira, 2002). Для теперешней реализованной модели температурный порог в течение летнего сезона (1 мая – 30 сентября) является постоянным, хотя есть понимание того, в конце лета чувствительность ослабевает (Nogueira et al., 1999). Для системы контроля используется упрощенная статистическая модель, отражающая период времени, в течение которого превышено пороговое значение (рис. 15) (Nunes & Castro, 1997).

Индекс ÍCARO рассчитывается следующим образом:

$$\left(\text{Число ожидаемых случаев смерти при воздействии жары } (Y_t) / \text{число ожидаемых случаев смерти без воздействия жары} \right) - 1$$

"Число ожидаемых случаев смерти без воздействия жары" есть средняя летняя (здесь – с 1 мая по 31 августа

Рис. 15. Алгоритм лиссабонской системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары

Модель прогнозирования дополнительных случаев смерти, связанных с периодами сильной жары

$$Y_t = C + \alpha \text{ATO} (32)_{t-1} + \eta_t \quad \text{Nunes e Canto e Castro (1997)}$$

$$Y_t \text{ Число случаев смерти в день } t \quad \eta_t \text{ Стационарный процесс ARIMA (1,1)}$$

Накопленная тепловая перегрузка (выше порога τ) до дня t

$$\text{ATO} (\tau)_t = C - \text{OND} (\tau)_t \times \text{Ex} (\tau)_t$$

Число дней подряд, в которые максимальная температура превышает τ , до дня t

Превышение максимальной температуры над τ в день t

Источник: Nogueira & Paixão (2003).

4.5. Анализ конкретных ситуаций

включительно) смертность без дней сильной жары (Paixão & Nogueira, 2002). Поэтому индекс ÍCARO, равный нулю, означает, что жара не оказывает никакого воздействия на смертность, а индекс ÍCARO, равный единице, означает, что риск смертности от жары удвоился.

4.5.2.3. Меры вмешательства

Коалиция партнеров, обеспечивающая поддержку системы медицинского надзора за сильной жарой, представляет собой интегрированный функциональный блок учреждений, занимающихся вопросами здравоохранения и спасения человеческих жизней, в который входят: Португальский национальный институт здравоохранения, Португальский метеорологический институт, Португальское главное управление здравоохранения и Португальская служба защиты гражданского населения (рис. 16) (García et al., 1999).

Индекс ÍCARO имеет четыре разных уровня с разным влиянием на дополнительную смертность (таблица 11). Первый и второй уровни индекса ÍCARO (< 0.31) не требуют никакого особого вмешательства. Если индекс ÍCARO достигает третьего уровня, делается объявление о том, что в ближайшие несколько дней может наступить период сильной жары. Это объявление тревоги служит сигналом к принятию мер вмешательства, которые входят в компетенцию Португальского главного управления здравоохранения и Португальской службы защиты гражданского населения. Например, в качестве "горячей линии" используется телефонная линия службы неотложной помощи, и эта служба усиливается дополнительным сестринским персоналом при объявлении предупреждения о наступлении периода сильной жары.

4.5.2.4. Оценка

Система надзора оценивалась путем сравнения прогнозируемой и наблюдаемой смертности в летние периоды 1999 и 2000 годов (Nogueira, 2000a, b) (рис. 17). В первый период сильной жары летом 1999 года смертность была предсказана с большой точностью. Однако в последовавшие за ним периоды сильной жары все же оставались

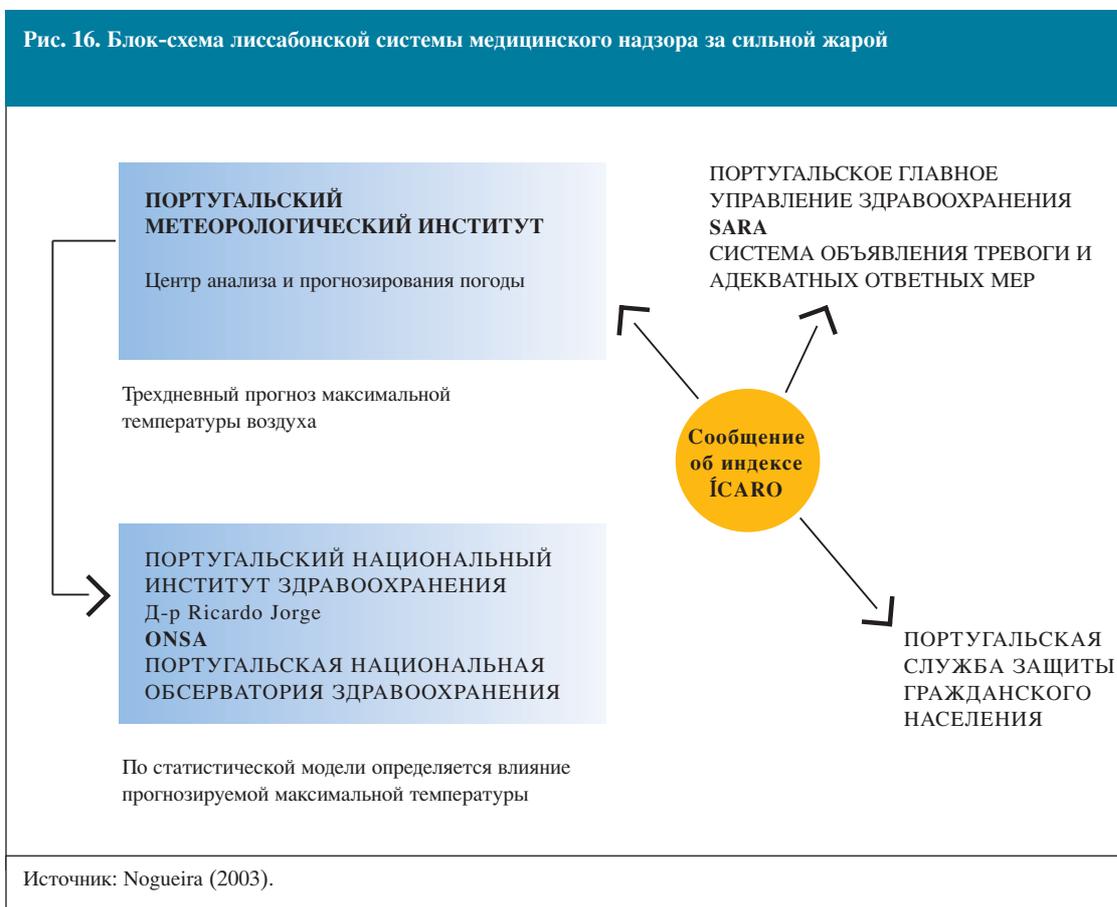


ТАБЛИЦА 11. ПОРОГОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ НИЖНЕГО ПРЕДЕЛА 95-ПРОЦЕНТНОГО ИНТЕРВАЛА ИНДЕКСА ÍCARO

Пороговое значение	Влияние на смертность
< -0,31	Влияния на смертность нет
-0,31-0,31	Значительного влияния на смертность нет
0,31-0,93	Влияние на смертность вероятно
>0,93	Предупреждение об опасности периода сильной жары

Источник: Nogueira et al. (1999).

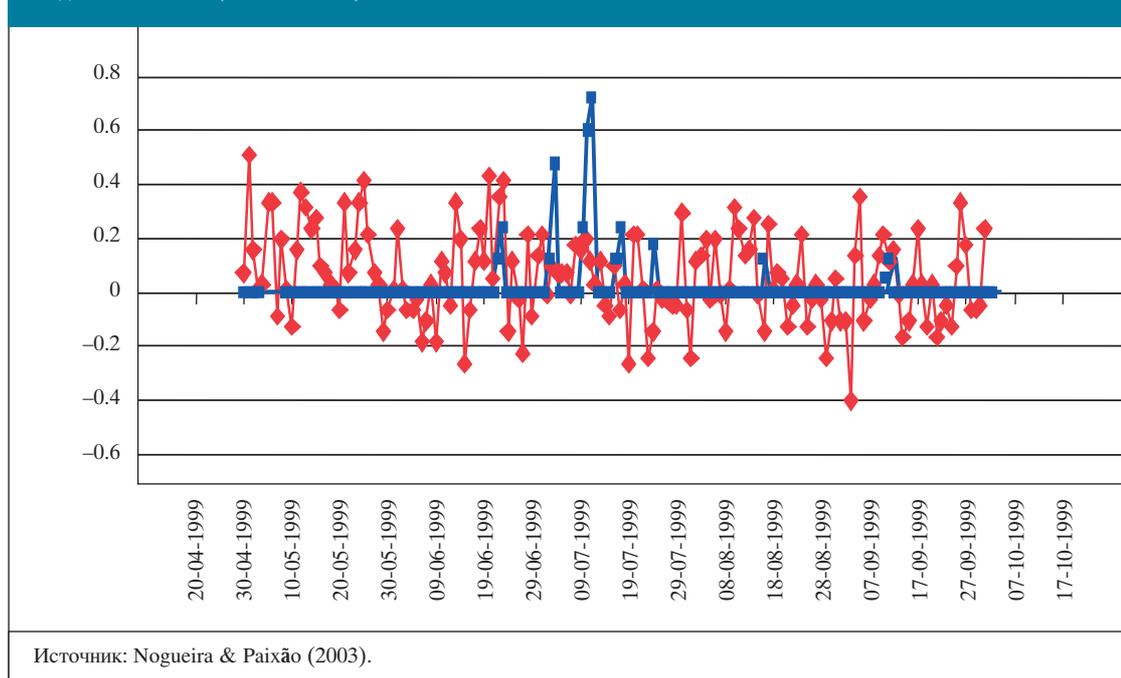
некоторые расхождения между наблюдаемыми и прогнозируемыми величинами. Даже когда не было превышения порогового значения, принятого для проекта ÍCARO, наблюдались относительно высокие значения индексов. Это было особенно характерно для начала лета, что позволяет сделать вывод о том, что скользящий порог может быть более подходящим для системы, чем фиксированное пороговое значение 32 °С.

4.5.3. Система медицинского наблюдения/предупреждения о наступлении жаркой погоды в г. Филадельфия

4.5.3.1. Введение

Филадельфия испытала несколько особенно тяжелых периодов сильной жары, из которых самые последние были в

Рис. 17. Сравнение между наблюдаемым индексом ÍCARO (красная линия) и прогнозируемым индексом ÍCARO (синяя линия)



4.5. Анализ конкретных ситуаций

1995 и 1999 годах. Начало Филадельфийской системы медицинского наблюдения/предупреждения о наступлении жаркой погоды было положено в 1995 году. Это была одна из первых систем, которые стали работать на основе синоптических индексов теплового стресса (Kalkstein et al., 1996; Sheridan & Kalkstein, 1998).

Метод, которым определяются опасные ситуации, такой же, как и в римской системе. В филадельфийской системе для прогнозирования дополнительного числа случаев смерти, относимых на счет жаркой погоды в определенный день, используется максимальная кажущаяся температура.

4.5.3.2. Методы

Система в Филадельфии является трехъярусной (рис. 18). В зависимости от прогнозируемых погодных условий объявляются состояния "внимание", "тревога", а затем "предупреждение". В последнем ярусе имеется три уровня медицинских предупреждений, которые зависят от дополнительного числа случаев смерти, прогнозируемого моделью.

Для облегчения сообщения между различными ведомствами внутри этих систем применяются инструменты передачи прогнозов по Интернету. Первоначальные прогнозы с заблаговременностью до 48-60 часов отправляются автоматически по электронным каналам связи в форме цифровой информации о прогнозах. После этого метеорологи могут в любой момент обновить сведения об ожидаемых погодных условиях, что приводит к переоценке степени опасности прогноза.

4.5.3.3. Меры вмешательства

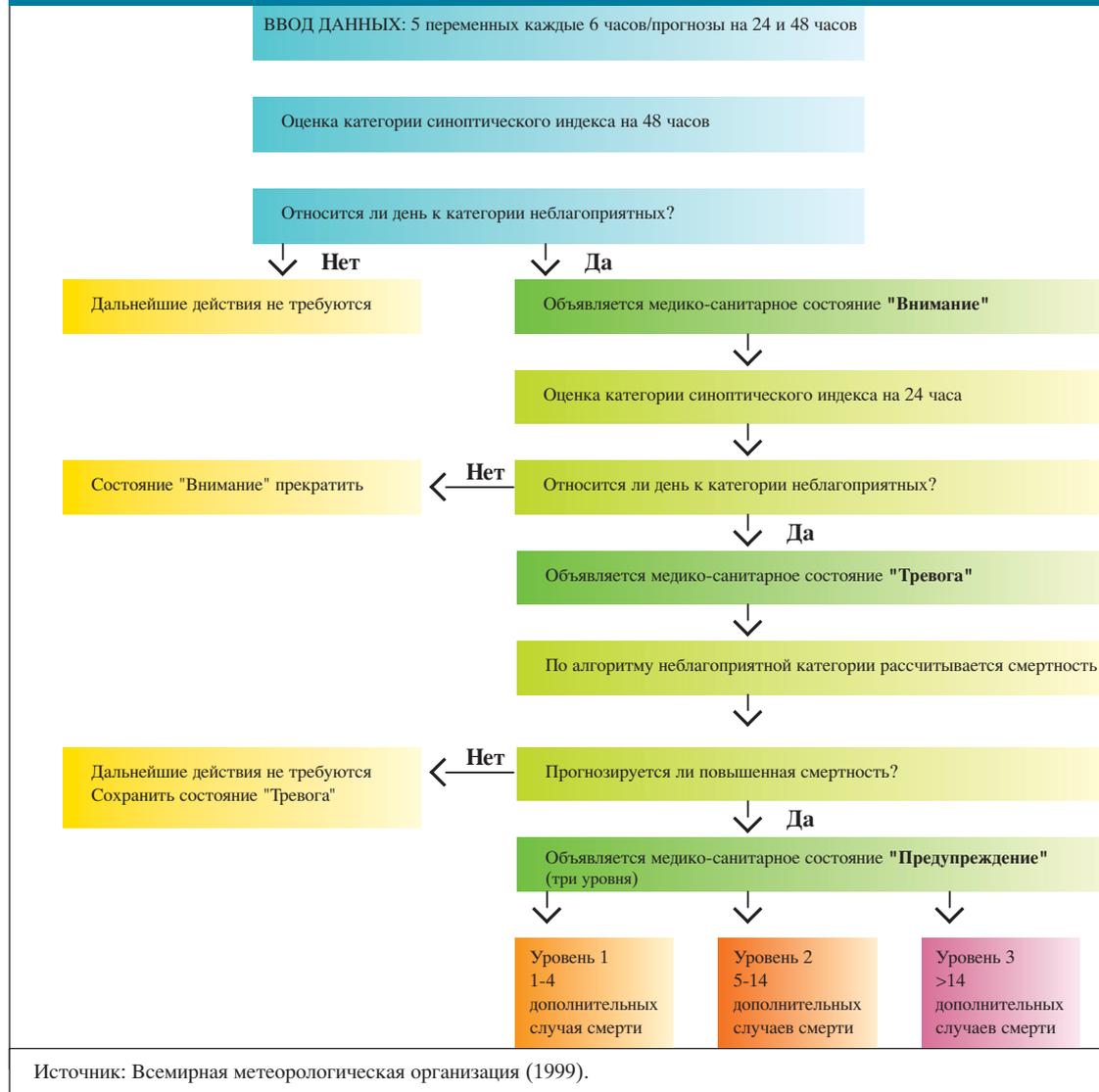
В Филадельфии разработан продуманный в деталях комплекс медико-санитарных мероприятий на случай наступления жары, которые начинают реализовываться всякий раз, когда Национальная служба погоды Соединенных Штатов объявляет предупреждение о приближении жары. План мероприятий города Филадельфии уникален предусмотренной в нем согласованностью в действиях между различными ведомствами и учреждениями, как государственными, так и частными. Департамент здравоохранения Филадельфии поддерживает очень тесные отношения с Филадельфийской корпорацией по проблемам старения – частной организацией, играющей важную роль при объявлении предупреждения (Kalkstein, 2002).

В Филадельфии предпринимаются следующие меры вмешательства:

- Средства массовой информации публикуют как сообщения о погодных условиях, так и информацию о том, как избежать тепловых заболеваний.
- Средства массовой информации обращаются к друзьям, родственникам и соседям лиц пожилого возраста с призывом ежедневно навещать этих людей.
- Город находит жителей, которые назначаются старшими по кварталам. Они набирают граждан, которые согласны помогать соседям. Город обучает старших по кварталам, посылая им информацию, помогающую решать связанные с жарой проблемы в своих кварталах.
- Совместно с Филадельфийской корпорацией по проблемам старения организуется работа "жаркой линии", по которой даются информация и советы. Номер "жаркой линии" публикуется в средствах массовой информации, а также помещается на большом экране, который хорошо виден людям издалека на обширной территории в центре города.
- Сотрудники мобильных бригад по работе с населением департамента здравоохранения посещают на дому людей, нуждающихся в большем внимании, чем то, которое может быть оказано им по "жаркой линии", но все же не требующих неотложного вмешательства.
- Департамент здравоохранения связывается с частными пансионатами и лечебницами и другими подобными учреждениями, чтобы проинформировать их о ситуации повышенного риска, связанного с сильной жарой, и дать консультации в отношении защиты находящихся там людей.
- Электроэнергетическая компания и отдел водоснабжения на время действия предупреждения прекращают перерывы в предоставлении своих услуг.
- Служба неотложной медицинской помощи управления пожарной охраны увеличивает численность своего персонала.
- Осуществляется программа помощи бездомным в дневное время.

4. СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ ЖАРЫ

Рис. 18. Схема процедуры объявления предупреждения в трехъярусной системе медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в г. Филадельфии



- Департамент здравоохранения располагает возможностью переводить лиц, входящих в группы повышенного риска, из опасных условий жизни в специальный приют, оснащенный кондиционерами воздуха (ночной).
- Клубы для пожилых людей увеличивают время своей работы.

В течение лета 2002 года по "жаркой линии" люди звонили более 2300 раз. Примерно в 25% случаев звонившего связывали с медсестрой, которая давала этому человеку более конкретную информацию, позволявшую уменьшить его стресс. Несколько случаев (64) были настолько серьезными, что к человеку, оказавшемуся в беде, высылали на дом мобильную бригаду (Kalkstein, 2002).

4.5.3.4. Оценка системы

Система, принятая в Филадельфии, является, вероятно, самой передовой в мире. Поэтому в большинстве исследований, проводимых с целью оценки систем, рассматривалась филадельфийская система.

Kalkstein и соавторы (1996) описали первый год функционирования системы (1995 г.), который, по случайному совпадению, оказался также годом, когда случился один из наиболее тяжелых периодов сильной жары. По

4.5. Анализ конкретных ситуаций

установленному алгоритму прогнозировалось 163 дополнительных случая смерти по причине присутствия неблагоприятных воздушных масс 15 дней. В соответствии с принятыми критериями, предупреждения уровня 2 и уровня 3 должны были издаваться соответственно 12 дней и 3 дня. Департамент здравоохранения фактически объявлял предупреждения только 9 из этих дней, так как были возражения у Национальной службы погоды.

Число зарегистрированных случаев смерти, вызванных жарой, составило за весь год 72, а за время эпизодов особенно сильной жары 13-15 июля и 2-5 августа, когда объявлялись предупреждения, от жары умерло 32 человека. Таким образом, система смогла предсказать случаи смерти в то время, когда они и произошли в действительности (в период наивысших температур). Впрочем, сравнивать эти результаты напрямую нельзя. Филадельфийская модель позволяет прогнозировать дополнительное число случаев смерти (во всех возрастных группах и от всех причин), а не освидетельствованные случаи смерти от жары. В период сильной жары дополнительное число случаев смерти всегда превышает число официально освидетельствованных случаев смерти, вызванных жарой. Прогноз смертности относился к району Большой Филадельфии, а официально освидетельствованные случаи смерти, вызванные жарой, брались только из города Филадельфия. Совершенно очевидно, что система не предотвратила всех случаев смерти от жары, которые произошли. Оценить же, могло ли произойти еще больше случаев смерти от жары, если бы не было предупреждения, нет никакой возможности.

Филадельфийская система допустила в своем прогнозе существенное завышение дополнительной смертности в начале и середине августа 1995 года (Kalkstein et al., 1996). Одной из причин тому может быть то обстоятельство, что эпизоды, происходящие в конце сезона, оказывают меньше влияния благодаря акклиматизации или вследствие потерь среди чувствительных к жаре людей. В ином случае система могла бы успешно снизить смертность.

4.5.3.5. Оценка мер вмешательства

Более детальную оценку филадельфийской системы дали Teisberg и соавторы (в печати). Они подсчитали затраты на филадельфийскую систему и выгоды, выразившиеся в снижении смертности среди лиц в возрасте 65 лет и старше – в возрастной группе, которая считается группой наибольшего риска. Стоимость статистической жизни рассчитывалась следующим образом. Во-первых, оценивалась стоимость для заинтересованных лиц небольших снижений их индивидуального риска смертности. Во-вторых, эти величины стоимости суммировались во всей категории населения, которую затрагивает риск смертности. В-третьих, суммировался риск смертности в этой категории населения. Ценность статистической жизни есть сумма, которую население готово платить, разделенная на ожидаемое число смертных случаев в данной категории. Единицей этой ценности является сумма денег на одну спасенную жизнь.

Одна из проблем этого метода заключается в неопределенности: для кого стоимость статистической жизни ниже – для лиц пожилого возраста или для людей, страдающих заболеваниями. Обе эти категории подвержены относительно высокому риску смерти во время периода сильной жары. Как отмечается в работе Teisberg и соавторов (в печати), лица пожилого возраста не столь высоко ценят снижение смертности по сравнению с людьми, страдающими серьезными заболеваниями. По этой причине авторы оценивают стоимость статистической жизни суммой около 4 миллионов долларов США за каждую жизнь, спасенную благодаря филадельфийской системе (против примерно 6 миллионов долларов у людей моложе 65 лет).

Дополнительная смертность среди лиц в возрасте 65 лет и старше определялась как зарегистрированная смертности за вычетом смертности, предсказываемой по линии исторического тренда, сложившейся за период 1964-1988 годов. На основе анализа линейных регрессий Teisberg и соавторы (в печати) установили, что объявление предупреждения во время периода сильной жары спасает примерно 2,6 жизни за каждый день предупреждения и за 3 дня после окончания предупреждения. Со смертностью убедительно ассоциировали две переменные величины: время в сезоне, когда начался данный период сильной жары, и переменная предупреждения, указывающая, было ли объявлено предупреждение о наступлении жары или нет. Важным моментом в этом анализе является малая величина R^2 , равная 0,04, и величина t , равная -1,43. Это означает, что вероятность случайного получения такой выгоды составляет около 8% - относительно высокая вероятность. Однако цифры были очень малы, поэтому достижение статистической значимости было маловероятно. Низкая величина R^2 подразумевает, что в основном колебания в дополнительной смертности можно объяснить переменными, не включенными в модель, как того можно было ожидать.

В период между 1995 и 1998 годами предупреждения объявлялись 21 день, и в регрессионную модель включались 24 дня, следовавшие за предупреждением. Поэтому было принято допущение о том, что система, существующая в Филадельфии, спасла жизни 117 человек. Если допустить, что каждая спасенная жизнь оценивается в 4 миллиона

4. СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ ЖАРЫ

долларов США, то общие выгоды от филадельфийской системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары составили порядка 468 миллионов долларов США, или 117 миллионов в год. Поскольку в модель не включалось снижение заболеваемости, можно говорить еще об одной выгоде, которую дала система медицинских предупреждений о наступлении сильной жары.

Часть затрат на систему в денежном выражении представляет собой косвенные издержки. Эти косвенные издержки возникают в результате действий, предпринимаемых городскими служащими в порядке выполнения ими своих обычных должностных обязанностей, и действий, предпринимаемых добровольцами. Эти косвенные издержки не оценивались.

Прямые издержки связаны с "жаркой линией" и дополнительными услугами неотложной медицинской помощи и за весь период 1995-1998 годов оцениваются в сумме примерно 300 тыс. долларов, или 75 тыс. долларов в год. По сравнению с выгодами в сумме 468 миллионов долларов, это очень низкие издержки. Тем не менее, для получения реальной оценки было бы важно оценить и косвенные издержки.

В 2002 году вновь была произведена оценка затрат на единичные меры вмешательства (таблица 12) (Kalkstein, 2002). Суммарные годовые затраты составляют около 115 тыс. долларов. Помимо ежегодных затрат, стоимость разработки системы составляет еще от 50 до 60 тыс. долларов США.

ТАБЛИЦА 12. СТОИМОСТЬ ЕДИНИЧНЫХ МЕР ВМЕШАТЕЛЬСТВА В ФИЛАДЕЛЬФИИ В 2002 ГОДУ

Мера вмешательства	Стоимость на единицу (долл. США)	Всего за лето 2002 года (долл. США)	Примечания
"Жаркая линия"	2950 (по выходным) 1220 (по будням)	25 000	Заработная плата: 19000 долларов Остальное: питание, пользование телефонами и т.д.
Выдача вентиляторов	13 (за один вентилятор)	7 000	
Дополнительные часы работы клубов для пожилых людей		3 000	
Мобильные бригады	357-476 (по выходным)	4 000	
Дополнительные часы работы службы неотложной медицинской помощи управления пожарной охраны	156 (по будням)	76 000	
Итого за год	4000	115 000	

Источник: адаптировано из Kalkstein (2002).

4.6. Рекомендации

4.6.1. Реализация систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары

Исходя из опыта существующих систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, можно дать несколько рекомендаций в отношении реализации таких систем.

Один из ключевых вопросов состоит в том, где создавать системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары. Страны в южной Европе и на Балканах чаще испытывают периоды сильной жары, но там население в какой-то степени адаптировалось к жаркой погоде. Что же касается стран в северной и центральной Европе, они, возможно, адаптировались не так хорошо и поэтому могут быть уязвимыми, когда наступает какое-либо экстремальное явление. Кроме того, имеющиеся сегодня данные свидетельствуют о том, что создавать системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары можно в крупных городах, но они также должны охватывать и сельские районы.

Ответственность за реализацию систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары должны нести совместно национальные метеорологические службы и министерства здравоохранения. Благодаря этому обеспечивается оперативная передача информации и объединяется профессиональная квалификация метеорологов и медиков, работающих в системе предупреждения. Необходима хорошо отлаженная координация действий метеорологического ведомства и министерства здравоохранения. Системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары должны выражать единое, согласованное мнение. На уровне всей страны и на местном уровне можно обсудить подробнее, какие еще учреждения должны быть привлечены для того, чтобы правильно планировать меры вмешательства.

Кроме того, должна быть создана структура, обеспечивающая финансирование всех занятых в системе служб и ведомств, в рамках которой проводились бы регулярные встречи между ними для поддержания интереса к решению данной проблемы. Если хотя бы у одного из задействованных в системе ведомств не будет финансирования и если это ведомство вынуждено будет выйти из состава системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, это создаст опасность утраты знаний и нарушения целостности потока информации.

Поскольку климат и культура в Европе разные, то и системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары должны строиться таким образом, чтобы вписываться в местные условия. Чрезвычайно важным аспектом является корректировка потока информации и мер вмешательства в соответствии с местными потребностями и имеющейся инфраструктурой. В то же время было бы полезно иметь во всех системах определенную степень унификации, чтобы было легче проводить сравнения и обмениваться знаниями. Нужна согласованность действий в масштабах региона, чтобы предупреждения для соседних городов не противоречили друг другу.

4.6.2. Методы предупреждения

Другой ключевой вопрос состоит в том, когда издавать предупреждение. Этот вопрос связан с определением показателя предупреждения, который зависит от влияния тепловой среды на здоровье. Возможностей выбора таких показателей много, но немногие из них отражают физиологическое значение тепловой среды. Показатель предупреждения должен основываться на данных, которые легко можно получить в представляющем интерес регионе. Независимо от выбранного показателя наступления периода сильной жары нужно предусмотреть более одного уровня предупреждения. Вокруг неблагоприятных условий нужно устроить своего рода буферную зону, так как ложноотрицательное предупреждение может серьезно подорвать доверие к системе и в некоторых случаях оказаться хуже ложноположительного.

Пороговые значения показателя предупреждения должны давать возможность включить фактор адаптации, сочетающий относительный (местный) и абсолютный компоненты. Благодаря этому даже при нестационарных климатических условиях (изменение климата и изменчивость климата) не придется изменять пороговые значения и показатели предупреждения.

В основу пороговых значений должен быть положен вероятностный подход (оценка риска), чтобы не прогнозировать фактических цифр случаев смерти.

4.6.3. Советы во время явлений сильной жары

К социальной и поведенческой специфике обслуживаемого системой населения должна быть адаптирована не только система медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в целом, но и сообщения с информацией и рекомендациями, касающимися жары, и то, каким образом они подаются, особенно когда речь идет о северной, южной и восточной Европе. Разным целевым группам населения можно адресовать разные сообщения с рекомендациями о действиях во время жары. Если сообщение приведено в соответствие с потребностями целевой группы, можно быть уверенным в том, что люди его поймут и смогут выполнить данные им советы. Хотя и желательно использовать новые методы подачи сообщений, как, например, система сообщений в берлинском метро, должны использоваться такие информационные каналы, которые приемлемы для различных континентов. Например, каналы электронной почты или SMS-сообщений могут не охватывать столько пожилых людей, сколько было бы желательно.

Поскольку советы, которые даются во время сильной жары, должны соответствовать месту и включать в себя аспекты культуры, для населения северной Европы, которое не привыкло к жаре, требуются более подробные рекомендации, чем для населения, привыкшего преодолевать жару.

Предупреждения должны быть адресованы всему населению, но с особым акцентом на наиболее уязвимые категории и на учреждения и организации, отвечающие за их благополучие. К таким категориям относятся:

- семьи, имеющие маленьких детей
- лица пожилого возраста
- больные
- туристы (нужна информация на нескольких языках)
- люди, которым приходится работать на открытом воздухе.

Кроме того, предупреждения должны направляться учреждениям, таким, как лечебно-профилактические учреждения, организаторам спортивных соревнований и патронажным работникам. Предупреждения должны доводиться до сведения компаний, осуществляющих электроснабжение, чтобы не допускать отключений электроэнергии.

В периоды чрезвычайно сильной жары на здоровье человека действует не только жара сама по себе, но и ультрафиолетовое излучение, озон и другие загрязняющие воздух вещества, которые прямо или косвенно связаны с погодными условиями. Для того, чтобы не нужно было издавать множество отдельных предупреждений и советов, информация и советы, касающиеся жары, должны быть увязаны с рекомендациями о том, как предохраняться от ультрафиолетового излучения и, если это диктуется обстановкой, от веществ, загрязняющих воздух, таких, как озон.

4.6.4. Образование и подготовка кадров

Для того, чтобы население было подготовлено к наступлению периода сильной жары, необходимо повышать осведомленность людей о грозящей им опасности, и в этом очень важная роль принадлежит стратегиям в области образования и просвещения. При разработке долгосрочной стратегии в области образования и укрепления здоровья следует принимать во внимание следующие аспекты:

- На уровне местного сообщества должны разрабатываться и распространяться рекомендации для каждой целевой группы – для школ, частных пансионатов и лечебниц, курортов и мест отдыха туристов, клиник и больницы.
- Необходимо давать информацию, например, о том, когда лучше всего использовать вентилятор, когда открывать окна и когда пользоваться оконными шторами (см. также раздел 5.5 о среде в помещении).

4.6.5. Планирование на случай чрезвычайных ситуаций

Данные, имеющиеся на сегодняшний день, указывают, что государственные службы и ведомства здравоохранения к периодам чрезвычайно сильной жары подготовлены плохо. Жару не воспринимают как проблему на государственном уровне. Поскольку меры, которые требуются для смягчения последствий жары, по большей части просты, государственные службы иногда недооценивают угрозы для здоровья людей. Периоды сильной жары

4.6. Рекомендации

нередко сопровождаются отключениями электричества и перебоями в водоснабжении. Поэтому особенно тяжелые периоды сильной жары тоже должны учитываться при планировании действий на случай чрезвычайных ситуаций на местном и общегосударственном уровнях.

4.6.6. Рекомендации в отношении оценки систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары

Проведенный обзор показал, что оценок систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары проведено мало. Получаемую в результате оценки информацию нужно использовать для планирования, реализации и оценивания текущей работы. В ходе оценки необходимо обращать внимание на то, выполняет ли система полезную функцию охраны здоровья населения и достигает ли поставленных перед нею целей. Во-первых, перед тем, как создавать систему, нужно четко описать цели, которым она будет служить. Затем по мере реализации системы нужно также создавать механизмы для сбора данных, которые требуются для оценки и контроля работы системы.

Для того, чтобы можно было оценить систему медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, необходимо предпринять следующие шаги:

1. Описать, какое значение для здоровья населения имеет то, что называется "жарой".
2. Описать систему, которую требуется оценить:
 - цели системы
 - административную структуру системы и входящих в нее ведомств
 - научную основу системы
 - составные элементы и работу системы
 - функциональную схему системы.
3. Определить полезность системы для общественного здравоохранения:
 - какие действия инициируются в ответ на предупреждение (предупреждения) и кто отвечает за них
 - если действия не осуществляются, указать причину (причины) этого
 - перечислить другие ожидаемые ответные меры, которые должны быть увязаны с предупреждением.
4. Описать ресурсы, используемые для обеспечения работы системы:
 - стоимость создания системы (первоначальные затраты)
 - ежегодные затраты на содержание системы, в том числе непрямые затраты
 - расчетные прямые затраты на одно предупреждение или уровень предупреждения.
5. Оценить систему по каждому из перечисленных ниже признаков:
 - прозрачность
 - целостность
 - приемлемость
 - распространение информации
 - эффективность
 - чувствительность и специфичность
 - своевременность
 - достаточность системы.
6. Оценить конкретные меры, принимаемые для достижения каждого из перечисленных ниже признаков:
 - приемлемость или достоверность
 - своевременность
 - эффективность.

4.7. Пробелы в исследованиях

Во время семинара в рамках проекта cCASHh "Чувствительность к тепловым стрессам" было отмечено несколько пробелов в исследованиях.

- По-прежнему остается неясным и трудноразличимым влияние, которое оказывают минимальные, максимальные или среднесуточные тепловые условия на смертность и заболеваемость, обусловленные жарой, поскольку метеорологические параметры находятся в тесной взаимосвязи.
- Нуждается в оценке эффективности системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары и принимаемых в связи с этим мер вмешательства.
- Необходимо лучше уяснить реакции лиц пожилого возраста и других уязвимых категорий на жару, в частности:
 - физиологические эффекты
 - роль поведения в реакции организма на повышенные окружающие температуры
 - составление правильных сообщений с советами том, что нужно делать во время жары.
- Необходимо оценить эффективность соответствующих обстановке мер по снижению риска, таких, как использование оборудования для охлаждения воздуха в больницах.

4.8. Нынешнее исследование вопроса о развитии систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары

В настоящее время в рамках двух научно-исследовательских проектов разрабатываются наиболее подходящие методы предупреждения о наступлении жары. Один из них – проект "Оценка и профилактика острых воздействий погодных условий в Европе на здоровье", финансируемый Европейским Союзом. Другой – "Группа экспертов по проблемам оперативных медицинских предупреждений о наступлении жары" Всемирной метеорологической организации (ВМО).

4.8.1. Оценка и профилактика острых воздействий погодных условий в Европе на здоровье

Поскольку климатические критерии для объявления предупреждений часто бывают произвольными и не основываются на фактической зависимости между климатом и здоровьем человека, для европейских городов необходимо создать такие системы предупреждения о тепловом стрессе, которые основаны на разумных принципах и хорошо изученной зависимости между тепловым стрессом и смертностью и заболеваемостью. Такова цель рабочего блока "Система наблюдений и предупреждений" (СНП) проекта Пятой рамочной программы Европейского Союза "Оценка и профилактика острых воздействий погодных условий в Европе на здоровье" (PHEWE).

Общей целью рабочего блока СНП является создание для пяти европейских городов (Лондона, Парижа, Барселоны, Рима и Будапешта) систем наблюдений и предупреждений о тепловом стрессе на основе изучения воздушных масс, которые можно использовать для снижения смертности и заболеваемости, связанных с жарой. С общей целью связаны следующие задачи:

- создать для вышеназванных городов общую систему классификации воздушных масс и построить на основе статистических алгоритмов систему анализа воздушных масс для каждого города, которая станет научной базой СНП для прогнозирования связанных с жарой смертности и заболеваемости (алгоритмы будут описывать зависимость между суточной смертностью (заболеваемостью) и серией стандартных и производных (скорость изменения и предшествующие значения) суточных метеорологических переменных и переменных индекса теплового стресса, основанных на энергетическом балансе человека);
- разработать комплекс общих и специальных для каждого города мер по смягчению последствий жары для снижения смертности и заболеваемости, обусловленных жарой, который был бы неотъемлемой частью СНП для каждого города;
- сформулировать протоколы для реализации СНП;
- установить и провести имитационное испытание СНП для каждого города и таким образом оценить потенциальную эффективность СНП и связанных с ней мер по ослаблению воздействия жары.

В процессе создания окончательного варианта СНП будут выполнены четыре связанных между собой этапа работы:

1. *Разработка статистических алгоритмов.* Анализы, в результате которых будут разработаны алгоритмы, будут основываться на стратифицированных и нестратифицированных данных смертности (заболеваемости). Стратификация по характеристикам населения и типам воздушных масс представляет собой новый аспект метода, так как принято считать, что подверженность смертности и заболеваемости от теплового стресса зависит от взаимодействия между характеристиками населения и неблагоприятными типами воздушных масс. Для того, чтобы создать прозрачные в научном отношении и удобные для пользователя алгоритмы прогнозирования, будут смоделированы зависимости между воздушными массами, погодой и состоянием здоровья с использованием стандартной линейной регрессии, хотя будет также оцениваться полезность и более передовых методов, таких, как анализ путем разбиения на группы и анализ деревьев регрессии. В итоге будет получена серия прогнозов, включая бинарный, непрерывный, многокатегорийный и вероятностный прогнозы.

2. *Предсказуемость алгоритмов.* Предсказуемость алгоритмов и окончательный выбор варианта (вариантов) модели будут определяться с использованием серии количественных шкал способностей прогнозирования и перекрестного признания объективности.

3. *Протоколы работы системы и меры по ослаблению воздействия жары.* Будет проведено посещение пяти выбранных для данного проекта городов с целью а) оценки кандидатуры возможных операторов СНП в выбранных городах; б) разработки комплекса общих и специальных для каждого города методических указаний об организации работы СНП; в) выяснения потребностей операторов СНП в подготовке персонала; г) составления общего и специальных для каждого города планов вмешательства, которые могут быть приведены в действие для снижения обусловленных жарой смертности и заболеваемости; д) разработки методических указаний по установке и испытанию СНП. Ожидается, что в рабочих семинарах будут принимать участие представители заинтересованных учреждений и ведомств, таких, как органы здравоохранения, метеорологические службы и департаменты по чрезвычайным ситуациям в выбранных для участия в проекте городах.

4. *Установка и испытание системы.* СНП будет установлена на веб-сайте, чтобы было легче провести имитационное испытание СНП в течение одного лета (2004 г.) Будут прогнозироваться последствия для здоровья и направляться виртуальные предупреждения ведомству, определенному в качестве ответственного за реализацию СНП. Ведомства, являющиеся заинтересованными партнерами в СНП, будут оценивать свою способность реагировать на предупреждение и реализовать планы вмешательства путем самооценки своей степени готовности.

При разработке систем предупреждений города, в которых будет проводиться эта работа, могут использовать методические указания по оценке системы.

4.8.2. Группа экспертов ВМО по проблемам оперативных медицинских предупреждений о наступлении жары

Группа экспертов ВМО по проблемам оперативных медицинских предупреждений о наступлении жары была создана в 2001 году. К основным задачам Группы экспертов ВМО относятся следующие:

1. Для уязвимых городов, в которых имеются хорошие метеорологические базы данных и базы данных о смертности, будут разработаны еще две системы оперативных медицинских предупреждений о наступлении сильной жары. На сегодняшний день в качестве подходящих городов-кандидатов определены Касабланка и Дели.

2. Будут разработаны методические материалы, которые позволят передавать технологию всем городам и регионам, у которых может возникнуть интерес к системам медицинских предупреждений о наступлении сильной жары. Эти материалы позволят городам самостоятельно разработать собственные системы наблюдений и предупреждений. В них будут входить:

- данные, необходимые для разработки системы;
- фактическая разработка системы;
- установка программного обеспечения;
- работа системы и сотрудничество между местными ведомствами, которые являются важными заинтересованными партнерами;
- планы вмешательства, оказавшиеся удачными в других местах;
- оценка эффективности системы.

3. Системы могут быть расширены таким образом, чтобы с их помощью можно было делать сезонные прогнозы. Системы рассчитаны на предупреждение о наступлении периода жары с заблаговременностью 48-60 часов. В настоящее время многие страны разрабатывают прогнозы на более длительное время (с заблаговременностью от 3 до 6 месяцев), но они относятся к сезонной погоде, будут в течение многих лет иметь характер экспериментальных и не могут прогнозировать отдельно взятые погодные системы.

Группа экспертов ВМО будет давать общие методические рекомендации любому городу, разрабатывающему систему медицинских предупреждений о наступлении сильной жары. Эти методические рекомендации будут касаться эпидемиологического анализа метеорологических и медико-санитарных данных, реализации процедуры прогнозирования и серии мер вмешательства. Планируется, что методические рекомендации появятся в 2004 году.

4.8.3. Группа экспертов ВМО по климатическим индексам, связанным со здоровьем, и их использованию в системах раннего предупреждения

Параллельно с Группой экспертов ВМО по проблемам оперативных медицинских предупреждений о наступлении жары была создана Группа экспертов ВМО по климатическим индексам, связанным со здоровьем, и их использованию в системах раннего предупреждения. В круг задач этой Группы экспертов входит:

- критически анализировать универсальные тепловые климатические индексы и давать рекомендации в отношении их действенности и годности;
- анализировать и организовывать постоянное количественное определение зависимости между такими стресс-факторами, влияющими на здоровье, как озон, другие вещества, загрязняющие окружающую среду, трансмиссивные болезни и болезни, передаваемые через воду, неблагоприятное воздействие радиации, тепловой и низкотемпературный стресс, с одной стороны, и метеорологическими факторами, включая климатические индексы, с другой стороны;
- определять или разрабатывать специально для конкретного случая климатические индексы для оценки уязвимости, планирования мер по поддержанию готовности и объявления предупреждений об определенных воздействиях колебаний климата на здоровье;
- определять требования и давать рекомендации в отношении координации дальнейших исследований в области климата и здоровья людей.

Кроме того, в настоящее время разрабатывается универсальный тепловой климатический индекс, который будет сопоставлен с существующими процедурами и испытан и утвержден для практического использования (Jendritzky et al., 2002). Затем он будет представлен в ВМО и ВОЗ вместе с рекомендациями и методическими указаниями относительно его внедрения.

5. БИОКЛИМАТОЛОГИЯ ГОРОДОВ

5.1. Введение

5.2. Климат городов и городские тепловые острова

5.3. Биоклимат городов

5.4. Городское планирование, проектирование и архитектура

5.5. Среда в помещении

5.6. Потенциальное воздействие изменения климата на городской климат

5.7. Обсуждение проблемы и рекомендации

5.1. Введение

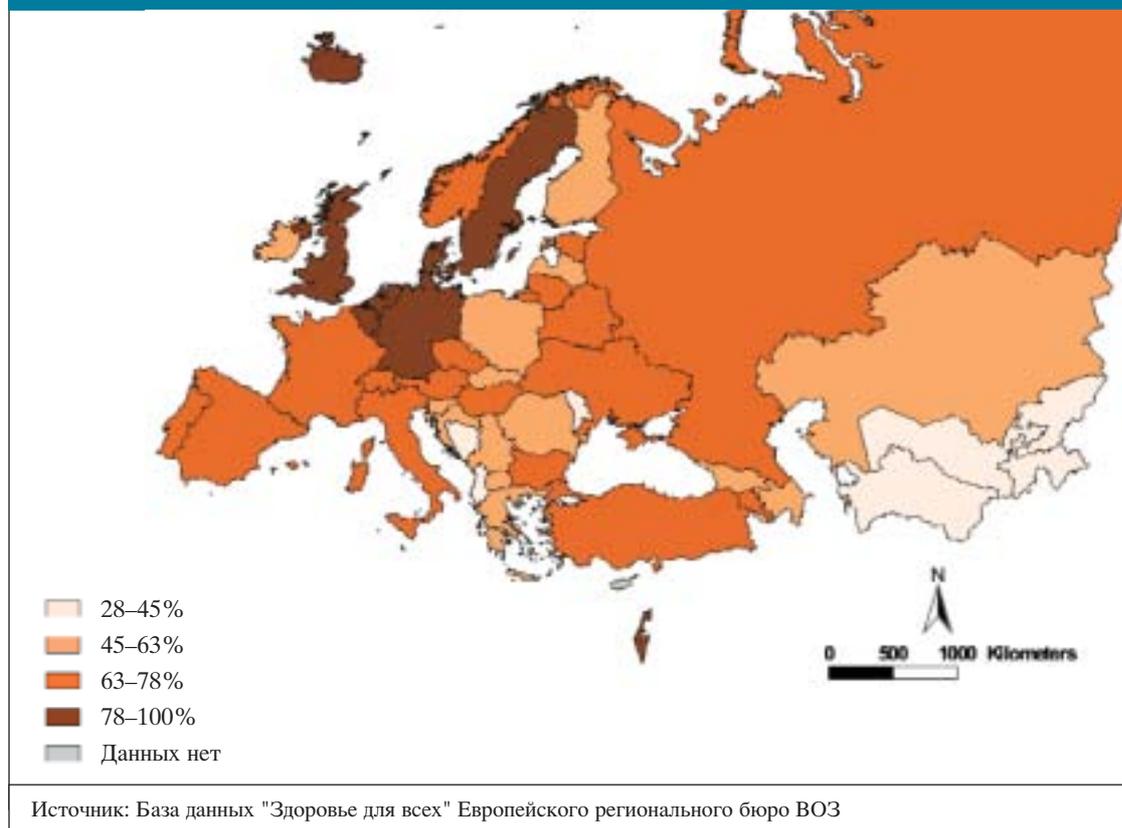
Городские населенные пункты занимают всего лишь 0,2% площади земной поверхности (Matzarakis, 2001), но в них проживает 47% населения земного шара и 73% населения Европы (Deutsche Stiftung Weltbevölkerung, 2002). Быстро растет численность людей, проживающих в городах в развивающихся странах. Предполагается, что к 2007 году в городах будет проживать половина мирового населения. Если такие тенденции сохранятся (Arnfield, 2003), к 2025 году население, проживающее в городах, увеличится до 60% (Bitan, 2003). Однако в Западной Европе и Северной Америке наблюдается отток населения из больших городов в пригороды и небольшие населенные пункты городского типа. Тем не менее, в период с 1990 до 1995 год городское население Европы увеличилось примерно на 0,4% (Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2000).

Эта тенденция ведет к расширению городов и создает противоречие между городскими районами и открытыми пространствами внутри городов и вокруг них (рис. 19) (Bitan, 2003).

В городах температуры выше. Это вызывается многими факторами, в том числе меньшей отдачей лучистой тепловой энергии в нижнем приземном слое городского воздуха, меньшими скоростями ветра и повышенным воздействием радиации (Jendritzky & Grätz, 1999).

Местные и региональные климатические условия в значительной степени меняются под влиянием урбанизации и других изменений в землепользовании. Городские климатические условия меняются в результате изменений водного баланса, радиационно-теплого баланса и изменений в поле ветра (Gross, 1996). Глобальное изменение климата будет взаимодействовать с другими важными факторами (городское планирование и строительство вновь создаваемой среды), и это будет влиять на биоклимат городов в будущем (Wagner, 1994).

Рис. 19. Процент населения, живущего в городах, в странах Европейского региона ВОЗ, согласно последним данным, имеющимся по каждой стране



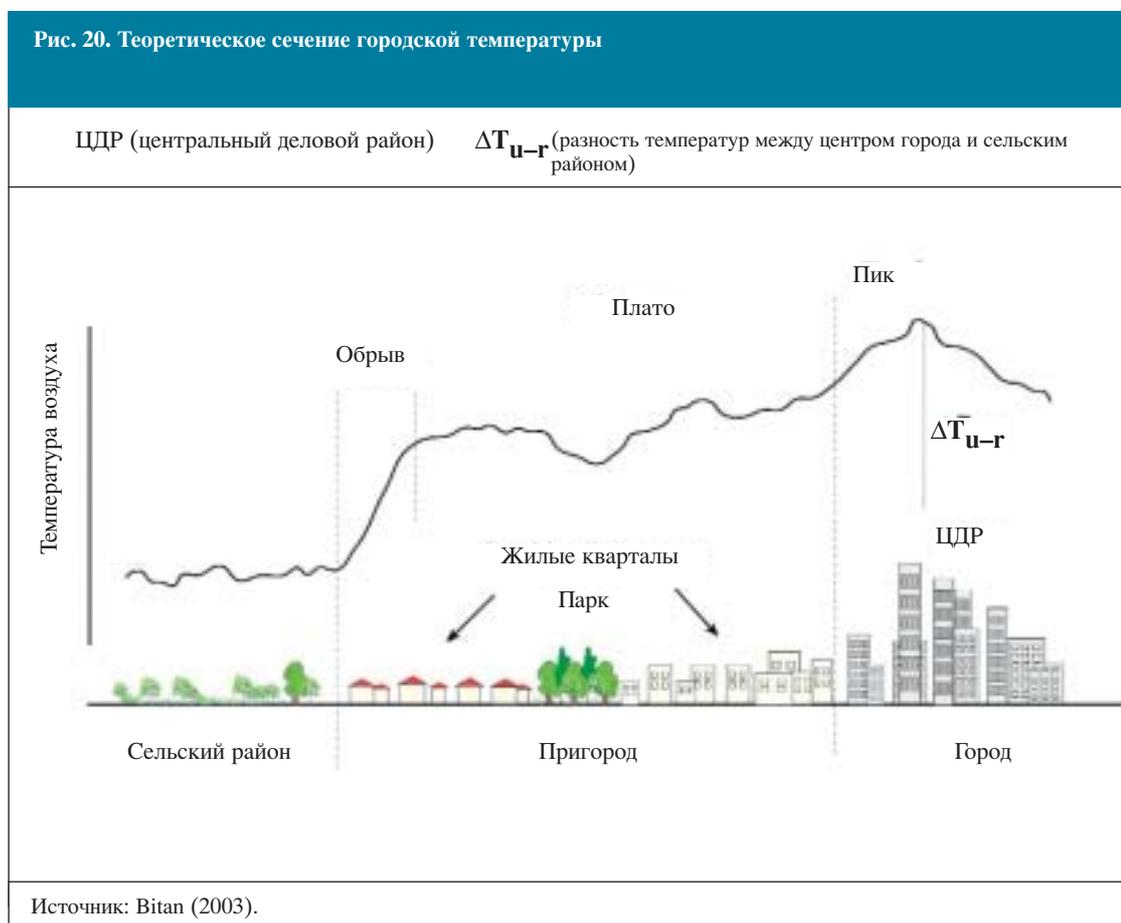
5.2. Климат городов и городские тепловые острова

ВМО (1983) определяет городской климат как местный климат, модифицированный в результате взаимодействий между застроенной территорией (включая использованное тепло и выбросы веществ, загрязняющих воздух) и региональным климатом. Климат города – это местный мезоклимат (пространственная протяженность около 250 км). Город влияет как на физические, так и на химические процессы в пограничном атмосферном слое (самые нижние 1000 м атмосферы) (Mayer, 1992; Fezer, 1995), и это влияние обусловлено, в частности, такими факторами, как:

- препятствия для воздушных потоков;
- территория с неравномерной неровностью надземной аэродинамической поверхности;
- тепловые острова;
- источники выбросов, как, например, аэрозоли сульфатов, влияющие на формирование облаков и альбедо.

В таблице 13 показано изменение метеорологических параметров в городских районах. Одно из наиболее известных явлений городского климата – это городской тепловой остров. Термин "городской тепловой остров" обозначает повышенную температуру города по сравнению с температурой окружающей сельской местности. Разность температур увеличивается с ростом численности населения и плотности застройки. На рис. 20 показано теоретическое сечение городской температуры. В самом городе могут быть выделены отдельные районы, которые теплее других. И наоборот, зеленые зоны внутри города являются причиной образования городских островов холода, которые прохладнее, чем остальная территория города.

Рис. 20. Теоретическое сечение городской температуры



5.2. Климат городов и городские тепловые острова

ТАБЛИЦА 13. СРАВНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ МЕЖДУ ГОРОДСКИМИ РАЙОНАМИ И СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТЬЮ

Метеорологический параметр		По сравнению с сельской местностью
Излучение	солнечное излучение	меньше
	ультрафиолетовое излучение (зимой)	меньше
	ультрафиолетовое излучение (летом)	меньше
	продолжительность солнечного света	меньше
Температура воздуха	среднегодовая	выше
	дни солнечной радиации	выше
	минимальная температура	выше
	максимальная температура	выше
Влажность	относительная	меньше
	абсолютная	без изменений
Туман		меньше
Облачность		больше
Осадки	среднегодовые	меньше
	снег	меньше
Ветер	средняя скорость ветра	меньше
	периоды затишья	больше
	порывы ⁴	больше
Загрязняющие вещества	твердые частицы	больше
	газы	больше

В зависимости от того, какая рассматривается температура, можно выделить много видов городских тепловых островов.

Различные виды городских тепловых островов проявляют разные характеристики и определяются разными сочетаниями процессов теплообмена. Например, можно выделить городские тепловые острова по температуре воздуха на разных высотах. Другой тип городского теплового острова можно различить по температурам городских поверхностей. Хотя поверхностные температуры и проявляют некоторое сходство в картине пространственно-временного распределения с картиной распределения температур воздуха, это соответствие неточное (Arnfield, 2003). В зависимости от структур населенных пунктов, может возникнуть не только один городской тепловой остров, но и целый городской тепловой архипелаг.

Вследствие разных поверхностей и конструкций зданий в пределах городского климата существуют разные микроклиматы (например, каньоны улиц, дворы и парки). Факторами, которые делают городской климат отличным от климата в окружающей сельской местности, являются антропогенная выработка тепла, воздушный поток и форма застройки (Yannas, 2001).

Здания – это постоянно работающие нагревательные приборы, круглый год выбрасывающие тепло от отопления и

⁴ Порыв определяется тем, что скорость ветра во время порыва более чем на 5,1 м/с превышает среднюю скорость ветра. Минимальная продолжительность порыва – 3 секунды.

охлаждения помещений, искусственного освещения и использования бытовых приборов и офисного оборудования. В зимнее время в северной Европе количество тепла, рассеиваемого внутри приземного слоя городского воздуха зданиями и автомобилями, может превышать количество тепла, поступающего от солнечной радиации. Однако *антропогенное выделение тепла* зависит от роли, которую играет теплоизоляция зданий (Amfield, 2003).

Скорость ветра в городах обычно ниже, чем на открытой местности за городом. Следствием этого является снижение скорости рассеяния тепла путем конвективного охлаждения. Тем не менее, высокие здания и каналовый эффект городских каньонов приводят к сложным структурам воздушного потока и создают турбулентность.

Плотность застройки и *форма застройки* представляют собой составные переменные, объединяющие такие параметры, как площадь открытых наружных поверхностей, теплоемкость и отражательная способность поверхности элементов застройки и вид на солнце и небо с поверхностей. Кубическая форма может собрать количество радиации, более чем в три раза превышающее годовое количество радиации, которое падало бы на незастроенный участок земли.

В "идеальных условиях" (безветрие и безоблачность) в ночное время двумя главными причинами формирования городского теплового острова являются влияние геометрии уличных каньонов на радиацию и влияние тепловых свойств на выделение накопленного тепла. В условиях очень сильного холода главной причиной может стать отопление помещений в зданиях, в зависимости от изоляции стен (Ichinose et al., 1999).

5.2.1. Городской климат и качество воздуха

Во многих городах высок уровень загрязнения наружного воздуха, особенно монооксидом углерода, оксидами азота, летучими органическими соединениями и твердыми частицами. Образование фотохимического смога может мешать солнечной радиации достигать земной поверхности и уменьшать теплоотдачу путем излучения длинноволновой лучистой энергии. Поэтому ультрафиолетовое излучение на уровне земной поверхности во время эпизодов сильного загрязнения часто уменьшается.

В городах температура воздуха, облачный покров и количество осадков выше, чем в окружающей местности. Средняя скорость ветра ниже, однако чаще бывают порывы ветра. Недостаточный воздухообмен в уличных каньонах из-за низких скоростей ветра может ухудшать качество приземного воздуха.

5.2.2. Интенсивность

Измерить городской тепловой остров сравнительно легко, и в ходе нескольких исследований были выявлены факторы, ассоциирующие с величиной этого эффекта.

5.2.2.1. Размеры города

Чем больше городской район и чем больше людей проживает в городе, тем более явно проявляется городской тепловой остров (Oke, 1973; Moreno-Garcia, 1994; Goldreich, 1995; Nichol, 1996; Yamashita, 1996; Chambers & Bazel, 2000, цитируется в Matzarakis, 2001).

В Северной Америке величина городского теплового острова связана численностью населения. В идеальных условиях максимальная разность температур между городом и сельской местностью составляет 2,5 °C для поселков с населением 1000 человек, увеличиваясь до 12 °C для городов с населением 1 миллион (Oke, 1973). В европейских городах ниже потребление энергии на душу населения и поэтому ниже антропогенная выработка тепла, чем в городах Северной Америки, и, следовательно, меньше разность температур между сельскими и городскими районами. Другими причинами меньших размеров тепловых островов в Европе могут быть более низкая теплоемкость городской среды и большая эвапотранспирация, чем в городах Северной Америки. Однако в этот анализ не вошла информация об этой зависимости в городах южной Европы.

Уравнения регрессии, приведенные в таблице 14, описывают логарифмически линейную зависимость между городским тепловым островом (ΔT_{u-r}) и численностью населения (P) для Северной Америки и Европы (Oke, 1973).

5.2. Климат городов и городские тепловые острова

ТАБЛИЦА 14. ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ГОРОДСКИМ ТЕПЛОВЫМ ОСТРОВОМ (ΔT_{u-g}) И ЧИСЛЕННОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА (P)

Регион	Ассоциация	Города, включенные в исследование
Северная Америка	$\Delta T_{u-g} = 2,96 \log P - 6,41$ $r^2=0,96$ $s \Delta T^2 = \pm 0,7 \text{ } ^\circ\text{C}$	Монреаль, Ванкувер, Сан-Франциско, Виннипег, Эдмонтон, Гамильтон, Сан-Хосе, Пало Альто и Корваллис
Европа	$\Delta T_{u-g} = 2,01 \log P - 4,06$ $r^2 = 0,74$ $s \Delta T^2 = \pm 0,9 \text{ } ^\circ\text{C}$	Лондон, Берлин, Вена, Мюнхен, Шеффилд, Утрехт, Мальмё, Карлсруэ, Реддинг, Уппсала и Лунд
Источник: Оке (1073)		

5.2.2.2. Топографическое и климатическое положение города

В зависимости от структуры и направления открытой сельской местности вблизи города, может быть индуцировано проникновение ночного холодного воздуха. Это снижает интенсивность теплового острова в ночное время. Городской тепловой остров также может быть уменьшен региональными системами ветров, такими, как морские бризы или системы ветров в горных долинах (Clarke, 1969; Böhm & Gabl, 1978; Bernhofer, 1984; Goldreich, 1984; Nasrallah et al., 1990; Adebayo, 1991; Jauregui et al., 1992; Kuttler et al., 1996; Tso, 1996; Baumbach & Vogt, 1999; Padmanabhamurty, 1999; Ali, 2000; Asaeda et al., 2000; Jonsson, 2000; King'uyu, 2000; Okpara, 2000; Saaroni et al., 2000, цитируется в Matzarakis, 2001).

Wienert (2001) проанализировал максимальный городской тепловой остров в 150 городах мира (46 европейских городов, таблица 15). Он установил, что городской тепловой остров зависит от географической широты, так как антропогенное выделение тепла, радиационный баланс и его годовая изменчивость колеблются в зависимости от широты. В более низких широтах максимальная разность температур между городской и сельской средой меньше, чем в более высоких широтах. Например, максимальная разность между сельской местностью и городом в Амстердаме составляет 8,7 °C, а в Парме 3 °C.

Данные, полученные Винертом, показывают, что зависимость, установленная Оке (1973), справедлива только для регионов, находящихся на более менее одинаковой географической широте. По сути дела приходится учитывать достаточно большие расхождения, и разные авторы устанавливали разные максимальные тепловые острова. В одном исследовании максимальный городской тепловой остров в Готенбурге оценивается в 8,5 °C – чуть ли не в два раза больше, чем по оценке Винерта. В другом исследовании (Santamouris, 1998, цитируется в Matzarakis, 2001) было определено, что величина максимального городского теплового острова для Афин в дневное время летом составляет 18 °C. Винерт же установил только 7,5 °C.

5.2.2.3. Распределение городских структур

Самые жаркие зоны в городе – это зоны, где расположены самые высокие здания и где наибольшая плотность застройки, нет участков зеленых насаждений и происходит интенсивная выработка антропогенного тепла (Eriksen, 1976; Roth et al., 1989; Asaeda et al., 1996; Eliasson, 1996; Upmanis et al., 1998; Goh & Chang, 1999; Santamouris et al., 1999; Unger, 1999; Eliasson & Upmanis, 2000; Pinho & Manso Orgaz, 2000, цитируется в Matzarakis, 2001).

5.2.3. Тенденции изменений во времени

В нескольких исследованиях были изучены изменения в городском тепловом острове во времени (Böhm, 1979, 1998; Sazan & Douglas 1984; Katsoulis & Theoharatos, 1985; Feng & Petzold, 1988; Karl et al., 1988; Kozuchowski et al., 1994; Karaca et al., 1995; Hughes & Balling, 1996; Nakamura, 1998; Magee et al., 1999; Philandras et al., 1999; Green et al., 2000, цитируется в Matzarakis, 2001).

ТАБЛИЦА 15. ЕВРОПЕЙСКИЕ ГОРОДА И МАКСИМАЛЬНЫЕ ГОРОДСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ ОСТРОВА

Город	Максимальный городской тепловой остров (°С)
Лунд (Швеция)	2
Парма (Италия)	3
Рейкьявик (Исландия)	3
Люнен (Германия)	3,5
Оснабрюк (Германия)	3,5
Валенсия (Испания)	3,6
Биль (Швейцария)	4
Рединг (Соединенное Королевство)	4,4
Лиссабон (Португалия)	4,5
Аннеси (Франция)	5
Фрибург (Швейцария)	5
Готенбург (Швеция)	5
Гиссен (Германия)	5,5
Кёльн (Германия)	5,7
Фрайбург (Германия)	6
Грац (Австрия)	6
Рим (Италия)	6
Стокгольм (Швеция)	6
Штольберг (Германия)	6
Сегед (Венгрия)	6
Вена (Австрия)	6
Бохум (Германия)	6,6
Мальмё (Швеция)	7
Мюнхен (Германия)	7
Шеффилд (Соединенное Королевство)	7
Упсала (Швеция)	7
Загреб (Хорватия)	7
Афины (Греция)	7,5
Авейру (Португалия)	7,5
Эссен (Германия)	7,5
Карлсруэ (Германия)	7,5
Москва (Российская Федерация)	7,8
Барселона (Испания)	8
Бухарест (Румыния)	8
Хельсинки (Финляндия)	8
Лодзь (Польша)	8
Свердловск (Российская Федерация)	8
Утрехт (Нидерланды)	8
Амстердам (Нидерланды)	8,7
Иркутск (Российская Федерация)	9
Берлин (Германия)	10
Бирмингем (Соединенное Королевство)	10
Чита (Российская Федерация)	10
Дортмунд (Германия)	10
Лондон (Соединенное Королевство)	10
Липецк (Российская Федерация)	12

Источник: адаптировано из Wienert (2001).

5.2. Климат городов и городские тепловые острова

В результате исследования процесса урбанизации в Афинах было установлено, что быстрый рост населения и числа автомобилей в сочетании с тенденцией к уменьшению количества осадков в период с 40-х до 90-х годов вызвал увеличение максимальных температур (Philandras et al., 1999). Brzdil и Budiková (1999) проанализировали формирование городского теплового острова в Праге начиная с 1922 года по настоящее время. Они установили увеличение теплового острова на 0,06 °C в год зимой и весной и на 0,01 °C в год летом вплоть до 1960 года. С 1960 года тренд изменений в городском тепловом острове стагнирует.

Wilby (2003) объясняет более быстрое ночное потепление весной, летом и осенью в центральной части Лондона по сравнению с участком сельской местности в период между 1961 и 1990 годами присутствием в городской атмосфере загрязненного воздуха, который поглощает, а затем ночью опять испускает уходящую земную лучистую энергию, а также антропогенным выделением тепла в виде увеличившихся в последние десятилетия объемов кондиционирования воздуха.

Величина городского теплового острова ограничена (Oke, 1973), так как по достижении определенного уровня развития города строительство новых городских сооружений требует разрушения старых сооружений, и, таким образом, бетон заменяется бетоном. Кроме того, большой градиент температур между городом и сельской местностью индуцирует сходящуюся термическую бризовую циркуляцию.

5.2.4. Изменчивость

Процессы и явление городского климата зависят от погодных условий, времени суток, времени года и места расположения города (мезо- и макроклимат города). Наибольшую выраженность городской тепловой остров имеет в безветренные, безоблачные ночи в зимнее время.

5.2.4.1. Погода

Интенсивность городского теплового острова достигает пика при автохтонных (антициклонических) погодных условиях (Oke, 1976, 1998; Nkemdirim, 1980; Balling & Cerveny, 1987; Kidder & Essenwanger, 1995; Unger, 1996; Figuerola & Mazzeo, 1998; Pinho & Manso Orgaz, 2000, цитируется в Matzarakis 2001).

5.2.4.2. Годичная изменчивость

Тепловой остров в городах, расположенных в средних широтах, в летнее время более выражен, чем в зимнее. Wilby (2003) установил, что ночной городской тепловой остров в Лондоне в среднем наиболее интенсивен в августе (+2,2 °C), а слабее всего в январе (+1,1 °C). Arnfield (2003) изучил литературу об интенсивности городского теплового острова и пришел к выводу, что наиболее выражен он летом или в теплое полугодие. Однако исследования (Montávez et al., 2000) показывают, что в более низких географических широтах (например, в южной Европе) городской тепловой остров более выражен зимой, а не летом.

5.2.4.3. Суточная изменчивость

Вследствие охлаждения за счет ночного излучения в сельской местности городской тепловой остров ночью более выражен, чем днем (Oke & Maxwell, 1975; Helbig, 1987; Johnson et al., 1991; Oke et al., 1992; Jauregui, 1993; Runnals & Oke, 1998; Klyzik & Fortuniak, 1999; Bai & Kubo, 2000; Barton & Oke, 2000; Boo & Oh, 2000; Gallo & Owen, 2000; Montávez et al., 2000, цитируется в Matzarakis, 2001; Kim & Baik, 2002; Livada et al., 2002).

Отрицательное воздействие городского теплового острова проявляется главным образом в летнее время, поскольку тепловой остров увеличивает подверженность воздействию высоких летних температур. Кроме того, городской тепловой остров сохраняет более высокие температуры ночью. Это, по мнению исследователей, увеличивает воздействие на здоровье, оказываемое постоянной чередой жарких дней, так как и ночью почти нет облегчения (см. также раздел 5.5).

5.3. Биоклимат городов

Традиционные исследования тепловых островов обычно не включают в себя аспектов биоклимата и потому имеют лишь ограниченную ценность для специалистов по городскому планированию. Им же нужна оценка влияния антропогенных изменений в тепловой среде на здоровье и благополучие людей (Jendritzky & Nübler, 1981).

Большое значение для поддержания теплового баланса в организме человека имеют температура, влажность, движение воздуха и лучистый теплообмен (Clarke, 1972; Jendritzky, 1983). Все эти элементы климата модифицируются под влиянием городских строений.

Летом в дневное время повышенная температура воздуха, более низкая интенсивность ветра и изменяющиеся в пространстве условия излучения могут привести к тепловому стрессу. В ситуациях теплового стресса нужна адаптация поведения: нужно носить соответствующую одежду и избегать прямой солнечной радиации. Степень тепловой нагрузки определяется главным образом солнечной радиацией. Под прямыми солнечными лучами тепловая нагрузка очень высока (Jendritzky & Sievers, 1989). Людям с нарушенным кровообращением в самое жаркое время дня следует избегать занятий на открытом воздухе.

В городских районах периоды сильной жары представляют особую проблему, так как, если вентиляции для охлаждения ночью недостаточно, здания сохраняют тепло. В периоды сильной жары жители городов могут испытывать непрекращающийся тепловой стресс и днем и ночью, тогда как для жителей сельской местности ночью может наступить некоторая передышка от теплового стресса (Clarke, 1972; Jendritzky, 2000).

Большое влияние на биоклимат городского района оказывают дающие тень участки зеленых насаждений, особенно с широколиственными деревьями. Солнце и тень приводят к экстремальным различиям в тепловых условиях на очень малом пространстве. Эти различия подчеркивают, как важно рассматривать биоклимат в городском районе в микромасштабе (Jendritzky & Sievers, 1989; Matzarakis, 2001).

Ниже приводятся два ситуационных исследования по биоклимату в европейских городах: в Сегеде (Венгрия) и в Берлине (Германия).

5.3.1. Сегед

Unger (1999) изучил влияние города средних размеров (г. Сегед, Венгрия) на биоклиматические условия жизни людей. Для оценки различий между городским и сельским биоклиматом он использовал следующие индексы:

- термогигрометрический индекс (ТГИ (°C)): температура воздуха, относительная влажность (комфортное значение = 15,0 – 19,9 °C);
- индекс относительного напряжения (ИОН): температура воздуха и давление пара (комфортное значение > 0,2) и
- число "дней, в которые нужно прохладиться в пивной с садом": температура воздуха в 21.00 превышает 20 °C.

Unger пришел к выводу, что изменения важнейших элементов климата в Сегеде в основном благоприятны для теплового комфорта. В городской среде в категорию комфортных вошли 30% дней, тогда как в сельской местности к комфортным можно отнести лишь 20% дней. Зато в городе к категории жарких было отнесено 6% дней, а в окружающей сельской местности – 1%. "Дней для пивной с садом" в сельской среде не было вообще.

5.3.2. Берлин

Измерение метеорологических полей в нижнем приземном слое городского воздуха стоит очень дорого. Кроме того, метеорологические составляющие города не могут быть измерены с той степенью детализации, которая нужна для биоклиматологической оценки. Поэтому упор нужно делать на моделирование этих полей. Такой подход также позволяет оценить последствия для городского биоклимата разных вариантов планирования. Представляется, что моделирование как раз и есть тот метод, который нужен для генерирования необходимых данных для решения задач городского планирования с целью создания и сохранения здоровых условий.

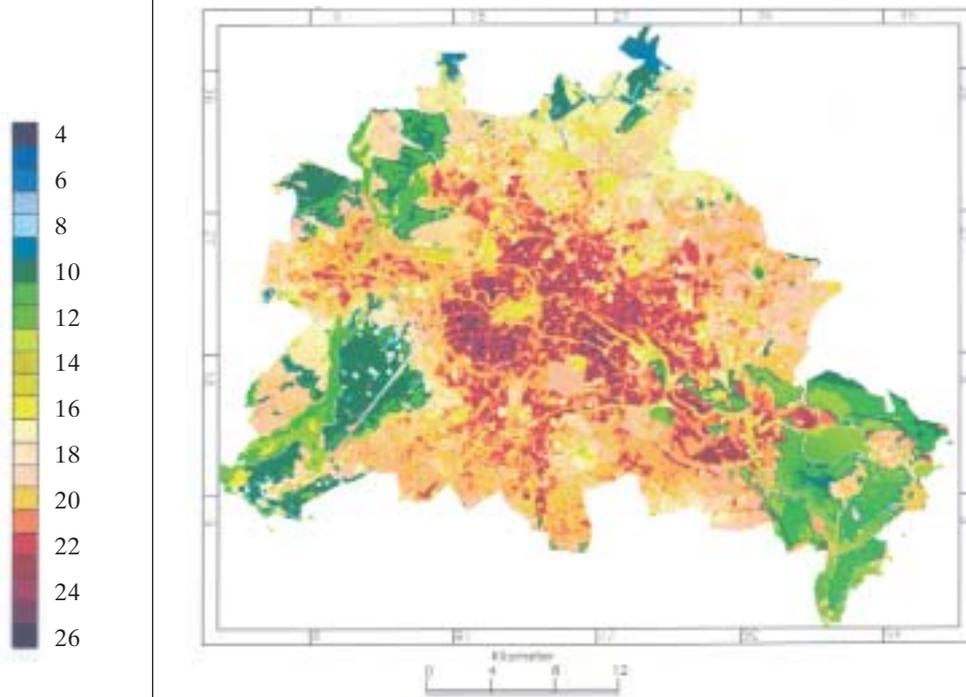
5.3. Биоклимат городов

Для удовлетворения потребностей специалистов по городскому планированию "Дойчер Веттердинст" разработал модель городского биоклимата УБИКЛИМ – экспертную систему, которая в объективной процедуре применяет имеющиеся знания в области климатологии городов для практических целей. Используя методы географической информационной системы, УБИКЛИМ моделирует тепловую среду в городском пограничном слое, которая зависит от типа землепользования – существующей или планируемой структуры населенного пункта (это переменные планирования, которые должны быть трансформированы в параметры пограничного слоя). При этом учитываются взаимодействия между соседними строениями, топография (местный масштаб) и мезо- и макроклимат (Jendritzky, 1988; Jendritzky & Grätz, 2003). В качестве вводимых данных для УБИКЛИМ требуется цифровая модель рельефа в значениях высоты с разрешением 10 м и соответствующая информация о землепользовании. Достаточно разделения города на ограниченное число микрорайонов, каждый из которых характеризуется собственным типом землепользования. Основными типами являются водный объект, лес, парки, луга, асфальтированные и неасфальтированные открытые пространства и застроенные участки. Для дифференциации меняющейся структуры города застроенный участок разбивается на более мелкие участки с учетом степени заасфальтированности, плотности застройки, высоты зданий и степени озелененности. В результате получается развернутая и подробная биоклиматическая карта горизонтального распределения тепловой нагрузки с разрешением 10 метров, которая дает специалистам по городскому планированию, медикам и другим лицам, принимающим решения, необходимую им информацию (Jendritzky & Grätz, 2003).

Модель УБИКЛИМ была использована для оценки тепловой ситуации в Берлине в 1996 году (Piehl & Grätz, 1996). Она позволяет оценивать городской климат и тем самым способствует надлежащему учету вопросов городского климата при планировании и принятии решений (Jendritzky et al., 1994). Тепловая составляющая биоклимата оценивается путем определения физиологически значимых метеорологических величин, обусловленных типом землепользования и нижним приземным слоем городского воздуха, и путем анализа этих величин для одного безоблачного летнего дня с помощью модели "Клима Михель". Результатом этих действий является биоклиматическая карта (рис. 21), позволяющая дать относительную оценку и провести сравнение биоклимата разных городов (Grätz & Jendritzky, 1998).

Биоклимат города зависит как от региональных факторов (топографического положения и географической широты), так и от местных (городские строения). Для оценки тепловой ситуации мезомасштабная статистическая модель биоклимата определяет региональные факторы, а БИОКЛИМ определяет факторы местные. В противоположность модели УБИКЛИМ, которая рассчитывается для одного единственного дня, фоновая ситуация определялась для периода 30 лет (1951-1980 гг.). На основании этих моделей можно определить число дней теплового стресса в году.

Рис. 21. Число дней теплового стресса в году в Берлине

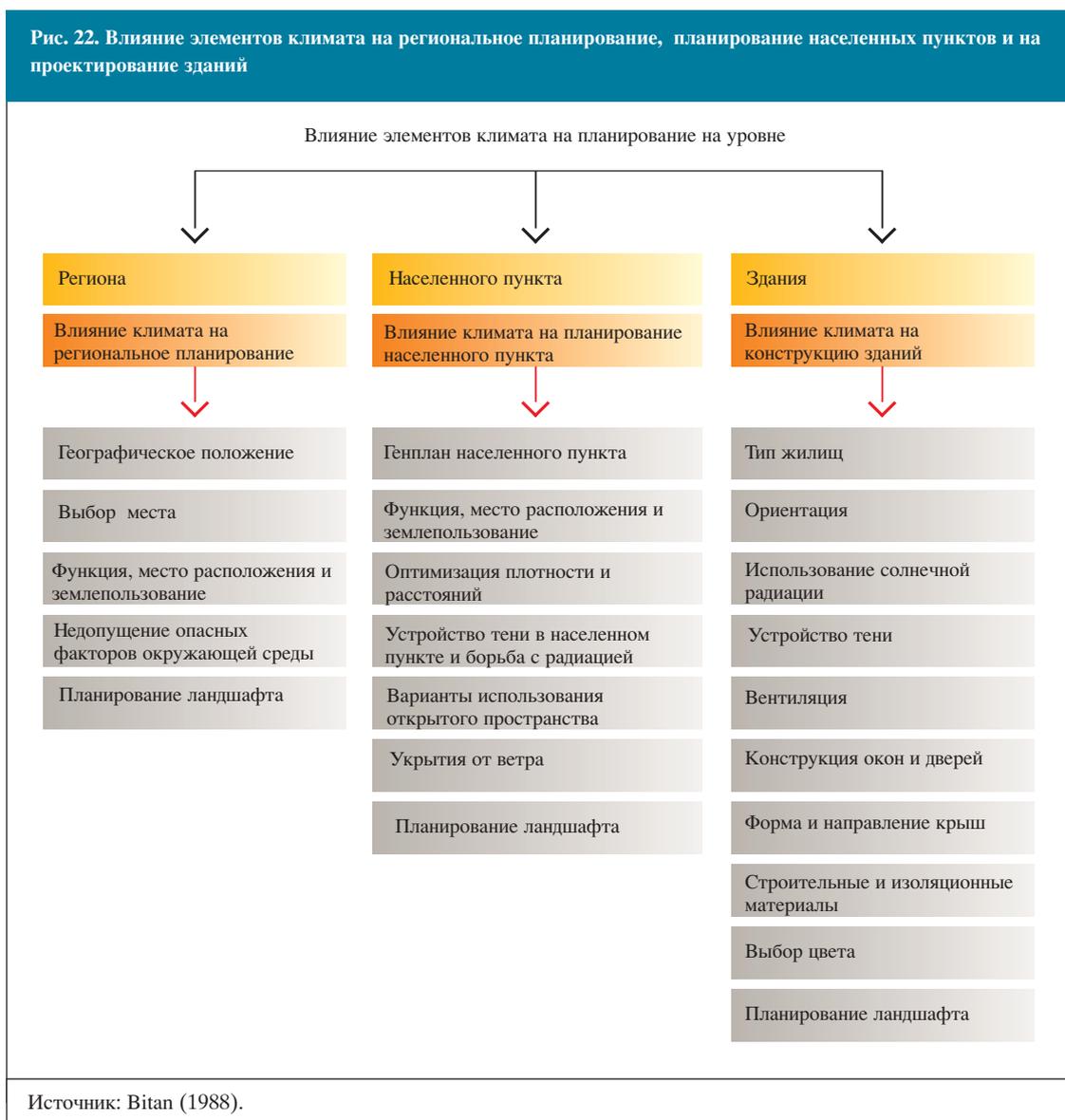


Источник: Grätz & Jendritzky (1998).

5.4. Городское планирование, проектирование и архитектура

Разумное городское планирование и рациональная конструкция зданий дают возможность принять меры по снижению теплового стресса для людей, живущих в городах, и позволяют уменьшить городской тепловой остров. Если человеческий организм подвергается прямому облучению солнечной радиацией, экстремальность тепловой нагрузки возрастает, поэтому с помощью мер планирования, обеспечивающих тень для пешеходов (деревья, аркады, узкие улицы) можно уменьшить тепловую нагрузку (Jendritzky, 1988). Благодаря архитектуре, соответствующей климатическим условиям, можно воспрепятствовать нагреванию зданий и тем самым обеспечить комфортную внутреннюю среду, не прибегая к использованию искусственного кондиционирования воздуха. Предметом архитектуры являются отдельные здания, тогда как городское проектирование имеет отношение к планированию структуры населенных пунктов.

Для достижения максимального теплового комфорта в городских районах нужно рассматривать климатические аспекты во всех масштабах – от проекта отдельного здания до планирования на региональном уровне. На рис. 22 схематично иллюстрируется влияние элементов климата на региональное планирование населенных пунктов (проектирование городов) и на конструкцию зданий.



5.4.1. Городское проектирование

Если исследования в области внутреннего комфорта проводятся давно и основательно, то влиянию наружной тепловой среды в городских пространствах внимания уделяется меньше. Хотя наружная тепловая среда не все время может быть комфортной, окружающие искусственные и природные элементы в принципе могут создавать множество микроклиматов благодаря образованию локальных участков солнца и тени, имеющих разную степень защищенности от ветра или открытости для ветра (Forwood et al., 2000).

При оптимизации условий для поддержания здоровья, благополучия и работоспособности людей интерес для специалистов по городскому планированию представляют следующие вопросы (Grätz et al., 1994; Jendritzky, 1995):

- Какие структуры городских населенных пунктов обычно создают стресс для биоклимата?
- Как можно оптимизировать планы строительства с точки зрения здоровья людей?
- Какие аргументы можно было бы вывести в пользу принятия норм и правил застройки?
- Какие районы пригодны для нового строительства?
- Где нужно принять срочные меры?

5.4.1.2. Проблемы, возникающие при включении климатических аспектов в городское проектирование

Перед проектировщиками городов не стоит какой-то единой, доминирующей цели, а с точки зрения масштабов им приходится принимать решения, которые могут относиться как к целым регионам, так и к отдельным зданиям. Климатические соображения часто почти не оказывают влияния на городское планирование. И хотя специалистов по городскому планированию климатические аспекты интересуют, использование информации о климате имеет низкую степень приоритетности. Для того, чтобы облегчить учет климатических факторов в городском планировании, Eliasson (2000) предлагает включить в него следующие этапы:

- улучшить осведомленность о городском климате;
- улучшить взаимодействие и обмен информацией между специалистами по планированию;
- разработать инструменты планирования и курсы, соответствующие потребностям специалистов по городскому планированию.

Принципы планирования должны учитывать следующие климатические аспекты (Verein Deutscher Ingenieure, 1998; Scherer et al., 1999):

- вентиляция: поддерживать и улучшать вентиляционные пути, восстанавливать соединение с вентиляционными путями и снижать угрозу опасных факторов, создаваемых ветром;
- качество воздуха: поддерживать перенос свежего воздуха и снижать загрязнение в районах, в которых проживают чувствительные категории населения;
- тепловая ситуация: снижать тепловую нагрузку и уменьшать отрицательные эффекты стресса от мороза или холода.

De la Croix (1991) более подробно описывает способ реализации мер, ведущих к уменьшению городского теплового острова:

- определение нынешней тенденции изменения температур в городе;
- определение факторов, которые создают мотивацию для города и которые соответствуют обстоятельствам данного города (снижение расходов на энергию, качество воздуха и влияние на социальную сферу);
- разработка общего плана и стратегии;
- документальный учет экономии.

5.4. Городское планирование, проектирование и архитектура

5.4.1.3. Элементы городского проектирования, влияющие на городской климат

На городской климат, условия комфортности и потребление энергии влияют следующие элементы городского проектирования (Givoni, 1986):

1. Размеры и плотность района застройки:

- микроклимат в непосредственной близости от участков озеленения отличается от микроклимата, преобладающего в районах без зеленых насаждений;
- растительность имеет более низкую теплоемкость и удельную теплопроводность, чем материалы, из которых построены здания;
- солнечная радиация поглощается настолько, что отраженное излучение очень мало (низкое альbedo);
- на участках озеленения скорость эвапотранспирации выше, чем на участках без зеленых насаждений;
- листья деревьев способны отфильтровывать пыль из воздуха;
- участки озеленения уменьшают скорость ветра и ее колебания у земли. В жарком сухом климате уменьшение скорости ветра в дневное время может быть желательным, в то время как во влажных районах тепловой стресс лучше уменьшать за счет естественной вентиляции и насаждения деревьев с высоким и широким листовым пологом, которые дают тень, не препятствуя приземной вентиляции (Nieuwolt, 1986).

2. План и ширина улиц, их ориентация и расположение относительно преобладающих ветров.

3. Схемы разбиения на участки и форма, размеры и ориентация строительных участков.

4. Высота, форма и расположение зданий относительно друг друга.

5. Условия затененности вдоль улиц и стоянок для автомобилей.

6. Обеспечение коротких расстояний для передвижения пешком.

Города можно планировать так, чтобы не допускать явления теплового острова (Givoni, 1986). Увеличение альbedo города (например, окраской крыш в белый цвет) может вызвать отрицательный баланс излучения, и тогда теплоотдача путем излучения длинноволновой лучистой энергии будет превышать приращение тепла за счет солнечной энергии. Поскольку размеры города и более высокая плотность застройки делают городской район менее зависимым от регионального климата, любое такое снижение городской температуры будет заметнее в более крупных и гуще застроенных городских районах.

В нескольких исследованиях было проанализировано влияние отдельных городских строений на тепловую среду и на условия комфортности человека (таблица 16). Эти исследования убедительно доказывают, что уменьшение плотности застройки, насаждение деревьев и планирование участков озеленения снижает тепловой стресс в городской среде.

5.4.1.4. Анализ конкретной ситуации: Штутгарт (Германия)

В 1951 году бургомистр Штутгарта отдал распоряжение о том, чтобы все городские ведомства, деятельность которых может влиять на городской климат, консультировались с климатологами. С 1976 года, в "Федеральных строительных нормах и правилах" Германии содержится положение о том, что в городском планировании как важные факторы должны учитываться климат, загрязнение воздуха и здоровье людей. Привлекать городских климатологов к городскому планированию в Штутгарте начали раньше, чем в других городах.

Еще в 1938 году муниципальный совет постановил принять на работу метеоролога для изучения городского климата Штутгарта и налаживания сотрудничества с отделом городского планирования. С тех пор городской климат в Штутгарте является для городского планирования весьма важным фактором.

Деятельность отдела городского климата ограничена городской чертой Штутгарта, в пределах которой проживают около 590000 человек. Главными областями изучения являются городской климат, загрязнение воздуха и шум.

Необходимость получения детальных величин как для характеристики условий загрязненности воздуха в Штутгарте,

ТАБЛИЦА 16. ИССЛЕДОВАНИЯ ВАРИАНТОВ ПЛАНИРОВАНИЯ И ТЕПЛОВОЙ СРЕДЫ

Город	Год	Результаты	Источник												
Изменения в землепользовании															
Берлин	1994	Потсдаммер-плац и Шпреебоген: планируемые изменения в плотности застройки приведут к дополнительному повышению температуры воздуха на 1-2 °С и к снижению скорости ветра на 80%.	Wagner (1994)												
Влияние деревьев в уличных каньонах															
Мюнхен	1985	Сравнение уличных каньонов (север-юг) с деревьями и без деревьев. Деревья мало влияли на температуру воздуха на высоте 1,10 м от уровня земли. Деревья оказывали большое влияние на среднюю радиационную температуру (максимальная 28 °С). Деревья снижали экстремальный тепловой стресс (предсказанное среднее мнение 3,5) до умеренного теплового стресса (предсказанное среднее мнение 1,5). Физиологическая эквивалентная температура была снижена с 46 °С до 31 °С, благодаря чему тепловой стресс уменьшился на 40%. Средняя радиационная температура – это метеорологический параметр, оказывающий наибольшее влияние на предсказанное среднее мнение и физиологическую эквивалентную температуру.	Mayer (1996)												
Влияние участков озеленения															
Берлин	1985	Дни экстремального безветрия. Участки озеленения площадью 30 га: температура воздуха понижалась в непосредственной близости и на расстояниях от 150 до 660 м. В случае участка озеленения площадью 212 га его влияние можно было измерить на расстоянии до 900 м с подветренной стороны.	Kuttler (1988)												
Бонн	1974	Влияние участков озеленения на температуру распространяется на расстояние до 250 м вокруг таких участков.													
Вальдкирх (Германия)	1994	Моделировались варианты планирования с использованием модели городского биоклимата УБИКЛИМ. Уменьшение теплового стресса (предсказанное среднее мнение) в результате снижения плотности застройки (36%, а не 50%). Дополнительное уменьшение теплового стресса благодаря насаждению деревьев.	Grätz et al. (1994)												
Влияние водоемов															
Тель Авив (Израиль)	2000	Влияние небольшого пруда на тепловой стресс (в пределах 40 м с подветренной стороны) (Индекс дискомфорта = 0,5 * (температура сухого термометра + температура смоченного термометра) По сравнению с наветренной стороной, на подветренной стороне пруда были: <ul style="list-style-type: none"> • более низкая температура воздуха; • более высокая относительная влажность; • более низкий индекс теплового стресса: в полдень индекс дискомфорта уменьшался на 0,8-1,6; • отсутствовали значимые изменения в давлении водяного пара. 	Saaroni & Ziv (2003)												
Влияние дворов															
Берлин	Июль 1999	Биоклиматическая ситуация в центральных точках трех дворов в Берлине в жаркий летний день в дневное время	Mertens (1999)												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Площадь двора (м²)</th> <th>Предсказанное среднее мнение при быстрой ходьбе</th> <th>Предсказанное среднее мнение при сидении</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12 600</td> <td>0,0 – 2,8</td> <td>-3 – 2,8</td> </tr> <tr> <td>4 370</td> <td>0,2 – 2,0</td> <td>-3 – 1,2</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,2 – 0,9</td> <td>-3 – -1,7</td> </tr> </tbody> </table>	Площадь двора (м ²)	Предсказанное среднее мнение при быстрой ходьбе	Предсказанное среднее мнение при сидении	12 600	0,0 – 2,8	-3 – 2,8	4 370	0,2 – 2,0	-3 – 1,2	180	0,2 – 0,9	-3 – -1,7	
Площадь двора (м ²)	Предсказанное среднее мнение при быстрой ходьбе	Предсказанное среднее мнение при сидении													
12 600	0,0 – 2,8	-3 – 2,8													
4 370	0,2 – 2,0	-3 – 1,2													
180	0,2 – 0,9	-3 – -1,7													

5.4. Городское планирование, проектирование и архитектура

так и для метеорологических параметров постоянно возрастает. Для этого требуется закупка дорогостоящих приборов, в том числе автоматической станции контроля качества воздуха и передвижной измерительной станции.

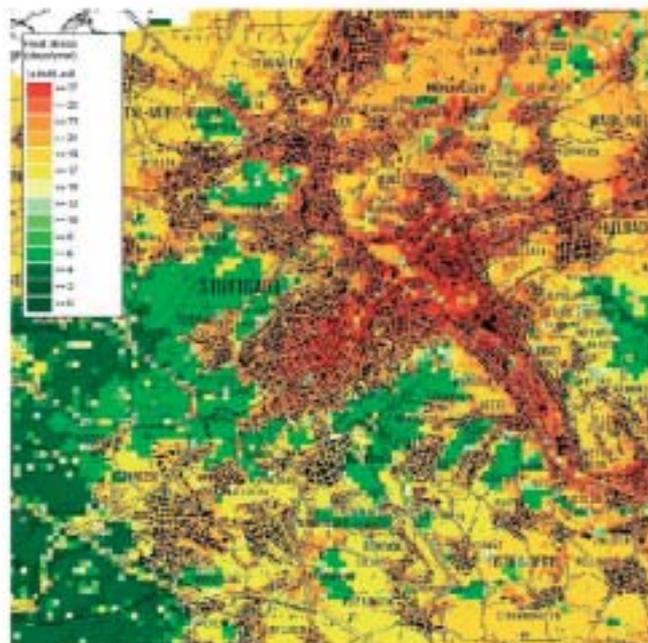
Спрос на подробные данные привел к тому, что в 1988 году были сделаны инфракрасные снимки с помощью дистанционного зондирования, которые продемонстрировали контраст между сельской местностью и городом. Хотя эти снимки показывают только поверхностную температуру, измерения оказались очень полезными при разработке нового плана застройки Штутгарта.

При исследовании базовых условий для составления климатического атласа в 1992 году были проведены дистанционное зондирование с самолета (теплота от инфракрасного излучения) и метеорологические измерения, были использованы цифровая орографическая модель и карты структуры выбросов в воздух. В результате исследования были составлены тепловые карты поверхности земли, карты температуры воздуха, влажности воздуха, скорости ветра и теплового комфорта, карта климатического анализа и карта с рекомендациями для планирования.

Среднее количество дней теплового стресса в городе, выведенное на основании моделирования с помощью модели "Клима Михель", составляет 27 дней в году, тогда как в лесистой местности вокруг города таких дней всего шесть (рис. 23). Отдел городского климата стремится к тому, чтобы все результаты его исследований были доступны для населения. С этой целью отдел публикует собственную серию бюллетеней и выпускает информацию на компакт-дисках. С 1976 года Федеральным законом Германии "О развитии" предусматривается, что климат, загрязнение воздуха и здоровье являются важными факторами городского планирования.

Практика Штутгарта вполне может служить образцом для других городов Германии и других стран, хотя такое понимание и учет климатических факторов является скорее исключением, чем правилом.

Рис. 23. Число дней теплового стресса в Штутгарте в течение года



Источник: Baumüller (2003).

5.4.2. Издержки и выгоды, связанные с вариантами планирования

Одним из методов уменьшения теплового стресса на территории города является насаждение деревьев и увеличение участков озеленения. К издержкам, связанным с проектами посадки деревьев, относятся собственно посадка, подрезка ветвей и полив деревьев и удаление мертвых деревьев. Выгоды же включают затенение, охлаждение путем эвапотранспирации, уменьшение пыли, регулирование поверхностного стока, поглощение углекислого газа и экономию воды. В ходе исследования в Мюнхене, было проведено сравнение уличных каньонов с деревьями и без деревьев (Mauger, 1996). Деревья оказывали мало влияния на температуру воздуха на высоте человеческого роста, но эффективно уменьшали тепловой стресс благодаря снижению радиационной температуры.

Проведенный в Соединенных Штатах анализ способности зеленых насаждений снижать летнюю нагрузку по охлаждению жилых домов в городах показал, что дополнительное увеличение древесного покрова в городе на 25% может сэкономить 40% годового расхода энергии на охлаждение в г. Сакраменто (шт. Калифорния) и 25% в г. Феникс (шт. Аризона) и г. Лэйк-Чарльз (шт. Луизиана) (Huang et al., 1987). Расчетная экономия была минимальной в Лос-Анджелесе, где расход энергии на охлаждение был небольшой. Издержки и выгоды посадки деревьев в г. Тусон (шт. Аризона), где за 40 лет было посажено 50 тысяч деревьев, оценивались следующим образом: издержки - 9,61 долларов за одно дерево, суммарные выгоды – 25,09 долларов на каждое дерево (McPherson, 1991). Для всего проекта насаждения деревьев прогнозируется внутренняя норма прибыли в размере 7,1% (в анализе инвестиции этот показатель включает стоимость денег с учетом дохода будущего периода). Во втором проекте ставилась цель оценить издержки и выгоды насаждения деревьев для затенения автобусных остановок. Посадка деревьев сравнивалась с сооружением металлических навесов для автобусных остановок. И в этом случае суммарные затраты на посадку деревьев за период 40 лет составили лишь половину затрат на сооружение металлических навесов.

В результате исследования, проведенного министерством энергетики США (McCulloch, 1991, цитируется в Bitan, 2003), было установлено, что издержки, связанные с эффектом теплового острова в летний день в Лос-Анджелесе, составляют примерно 150000 долларов в час. Если время, в течение которого производится охлаждение жилых зданий в районе Лос-Анджелеса, составляет в год 500-1000 часов, тогда ежегодные затраты в связи с эффектом теплового острова возрастают примерно до 100 миллионов долларов на охлаждение. Подсчитано, что дополнительная потребность в электроэнергии в районе Лос-Анджелеса составляет около 300 МВт на каждый градус по Фаренгейту. Это значит, что повышение температуры на 5 °F (2,8 °C), вызванное городским тепловым островом в Лос-Анджелесе, увеличивает потребность в электроэнергии примерно на 1,5 ГВт.

В рамках предпринятой Управлением охраны окружающей среды США "Инициативы по уменьшению эффекта теплового острова" в городах северо-восточной части США была проведена оценка влияния мер по снижению величины городского теплового острова на приземную концентрацию озона (Hudischewskyj et al., 2001). Влияние двух мер – увеличение альбедо и растительного покрова – анализировалось с помощью инструмента метеорологического и фотохимического моделирования - "Мезомасштабной модели", разработанной фирмой Systems Applications International. Был выполнен прогон модели для эпизода сильной жары 9-15 июля 1995 года. Максимальное уменьшение городского теплового острова было рассчитано для четырех сценариев: полная реализация мер, только увеличение альбедо, только увеличение растительного покрова и частичная реализация (на

ТАБЛИЦА 17. МАКСИМАЛЬНОЕ УМЕНЬШЕНИЕ (°C) ГОРОДСКОГО ТЕПЛОГО ОСТРОВА 14-15 ИЮЛЯ 1995 ГОДА ПО СРАВНЕНИЮ С БАЗОВЫМ СЛУЧАЕМ

Принятые меры	14 июля 1995 г.	15 июля 1995 г.
Альбедо + растительный покров 100%	1,2 °C	0,9 °C
Только альбедо	1,1 °C	0,6 °C
Только растительный покров	0,4 °C	0,2 °C
Альбедо + растительный покров 50%	0,7 °C	0,4 °C
Источник: Hudischewskyj et al. (2001).		

5.4. Городское планирование, проектирование и архитектура

50%) обеих мер (см. таблицу 17). Увеличение альбедо города дает почти такой же эффект, как и реализация обеих мер. Однако увеличение растительного покрова больше влияет на радиационную температуру, чем на температуру воздуха. Средняя радиационная температура – это метеорологический параметр, оказывающий наибольшее влияние на ощущение теплового стресса у людей (Jendritzky, 1988; Mayer, 1996).

Эффективных мер по снижению теплового стресса у людей, живущих в городах, можно добиться за счет рациональной конструкции зданий. В отчете по проблеме адаптации в Соединенном Королевстве (Environmental Resources Management, 2000) был сделан вывод о том, что способностью интегрировать аспекты климатических изменений обладают многие процессы и системы планирования, но для этого требуется более полная и достоверная информация о потенциальных последствиях изменения климата и лучшее понимание заинтересованными сторонами важности адаптации.

В Афинах Santamouris и соавторы (2001) показали, что городской тепловой остров может удвоить нагрузку на системы охлаждения и утроить пиковое потребление электроэнергии для целей охлаждения городских зданий энергосберегающей конструкции, т.е. зданий, имеющих множество конструктивных особенностей для снижения потребностей в отоплении и охлаждении. Зимой городской тепловой остров уменьшал отопительную нагрузку зданий энергосберегающей конструкции, расположенных в центре города, на величину до 30%. Информации об энергопотреблении "обычных" зданий авторы не приводят.

К сожалению, в Европе исследований для оценки издержек и выгод различных вариантов уменьшения городского теплового острова и тепловой нагрузки в зданиях проводится мало. В 2001 году началось осуществление проекта BUGS ("Польза городского озелененного пространства", <http://www.ruhr-uni-bochum.de/bugs/index.html>, доступ 29 октября). Целью этого проекта, осуществляемого на средства Европейского Союза, является разработка комплексного метода оценки пользы городского озелененного пространства.

5.5. Среда в помещении

5.5.1. Введение

Главное назначение зданий состоит в том, чтобы служить укрытием и защитой от стихии и от наружных климатических условий. Поэтому так важно создавать безопасную, здоровую среду и принимать во внимание преобладающие климатические условия. Люди обладают немалой способностью адаптироваться к разным типам климата и окружающей среды. В результате того, что они в течение многих тысячелетий подвергались воздействию резко различающихся климатических режимов, за этот период возникли физиологические и поведенческие различия между культурами. В большинстве жилищ температура внутри поддерживается в диапазоне от 17 °С до 31 °С. За пределами этого диапазона люди жить комфортно не могут. У отдельного человека диапазон переносимости обычно бывает меньше и с возрастом или по мере ослабления организма имеет тенденцию к сужению.

В странах Европы подавляющую часть своего времени люди проводят в закрытых помещениях – и на работе, и дома. Среда в помещении изучалась и изучается в сопоставлении с индексами теплового комфорта. Для оценки теплового комфорта отдельного человека разработаны шкалы ощущений (например, шкала ASHRAE). В условиях умеренного климата оптимальная для здоровья температура в помещении составляет от 18 °С до 24 °С (Европейское региональное бюро ВОЗ, 1987). В более теплом климате предел комфортной температуры выше – например, 28 °С в Греции и 25 °С во Франции. Большинство рекомендаций касаются в основном поддержания минимальных температур в помещении и снижения воздействия на здоровье холода, а не потенциального влияния тепла (ВОЗ, 1990).

Когда условия отличаются от комфортных, это может отрицательно повлиять на производительность труда и работоспособность. Снижение концентрации внимания из-за дискомфорта может приводить к повышению риска несчастных случаев. Кроме того, некоторые люди, уже страдающие такими заболеваниями, как болезни сердца, повышенное или пониженное кровяное давление, заболевания органов дыхания и почек, могут быть чувствительными к неблагоприятным воздействиям на здоровье из-за работы в условиях жары и/или влажности. Тепловой комфорт определяется по субъективным суждениям, и некоторые люди могут испытывать дискомфорт даже в оптимальных условиях.

Комфортная температура в помещении зависит от наружной температуры (рис. 24). Комфортный термопреферендум не постоянен, а зависит от степени акклиматизации, привыкания и ожидания (психофизиологической адаптации) (Humphreys, 1978; Aliciems 1981, 1983, 1992). Исследованием, проведенным в ряде городов, была выявлена линейная зависимость между комфортными температурами в помещении и среднемесячной наружной температурой, особенно в зданиях со свободной или естественной вентиляцией (De Dear & Brager, 2001). Эта зависимость была справедлива для диапазона наружных температур от 5 °С до 32 °С. Нижний предел этого диапазона наружных температур ассоциировался с комфортной температурой в помещении 19 °С, а верхний – с комфортной температурой 32 °С. В зданиях, имеющих системы кондиционирования воздуха, температура в помещении не связана с наружной температурой и зависимость между наружной температурой и температурой комфорта в помещении выражена намного слабее.

Различные исследования показывают, что многие люди носят одну и ту же одежду в разное время года, независимо от преобладающих наружных климатических условий в этом месте. Исходной посылкой, связанной с таким образом поведения, является то, что субъективные реакции находящихся в помещении людей на температуру, скорость движения воздуха и другие факторы не зависят от наблюдаемых наружных условий (Givoni et al., 2003). Однако другие исследования показывают даже в зданиях с кондиционированием воздуха отрицательную зависимость между теплоизоляцией одежды и наружной температурой.

На тепловой комфорт в помещении влияют температура воздуха, движение воздуха, влажность и радиационная температура поверхностей в помещении. Еще одним фактором, влияющим на здоровье в помещении, является качество внутреннего воздуха, которое в данной публикации не рассматривается. Bitan (1988) утверждает, что в большинстве случаев планировка зданий в соответствии с нормами климатологии не приводит к значительному увеличению расходов на строительство, но зато улучшает качество жизни и позволяет экономить деньги за счет использования меньшего количества обычных видов энергии на кондиционирование воздуха и отопление.

На рис. 25 показана зависимость между внутренней и наружной температурами в трехэтажном здании со свободной

Рис. 24. Зависимость между среднемесячной наружной температурой и температурой комфорта

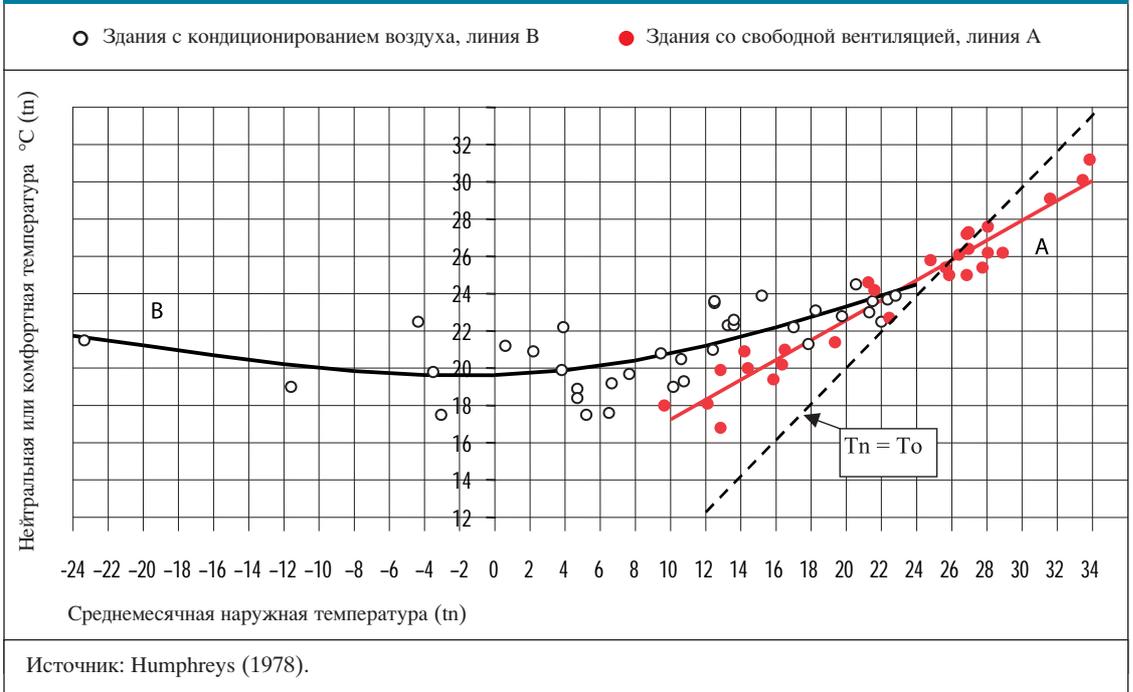
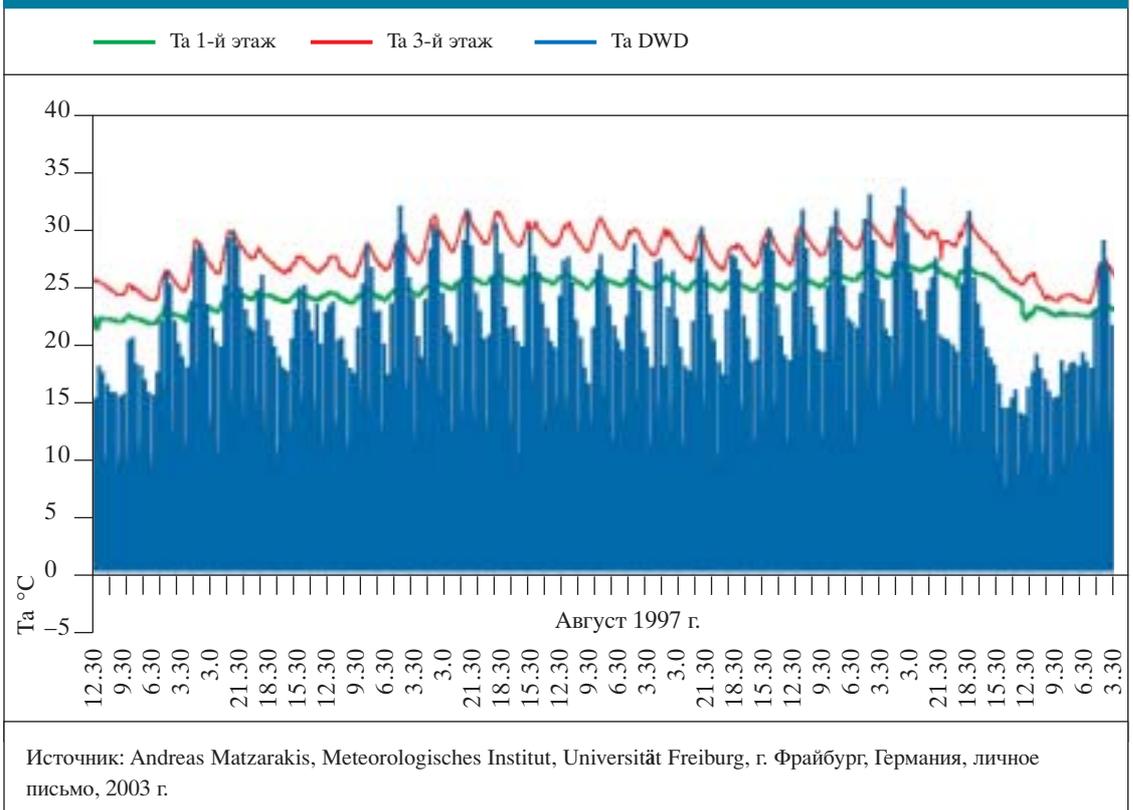


Рис. 25. Температура в помещении на первом этаже (Ta 1-й этаж) и на третьем этаже (Ta 3-й этаж) здания по сравнению с наружной температурой (Ta DWD) в г. Фрайбурге, Германия



вентиляцией летом в г. Фрайбурге, Германия. Ночью и большую часть дня температуры в здании (на третьем этаже) выше, чем снаружи. Тем не менее, пиковые наружные температуры в теплые дни ($T_a > 25^\circ\text{C}$) выше, чем в помещении на третьем этаже. Другим важным моментом является то, что температуры на третьем этаже примерно на 4°C выше, чем температуры на первом этаже, и там температуры часто ниже, чем снаружи. Во многих удачно спроектированных зданиях температурный профиль совершенно иной, и там в летние дни постоянно прохладней, чем снаружи.

5.5.2. Адаптационное поведение, потребление энергии и устойчивые условия, обеспечиваемые в зданиях

Люди проявляют физиологическую реакцию на тепловые условия, однако поддержанию теплового баланса организма способствуют одежда, здания и многие другие социальные, экономические, контекстуальные и поведенческие факторы. Кроме того, тепловой комфорт (который характеризуется как душевное состояние) представляет собой по сути дела психологическую, а не физиологическую концепцию.

В реальной жизни люди не реагируют пассивно на условия, которые создаются в зданиях, а активно взаимодействуют со зданиями, которые они занимают. Есть два наиболее распространенных типа такого взаимодействия:

- адаптация (такими средствами, как одежда, вид занятий, поза, дрожание или потение) к условиям, в которых люди находятся, и
- регулирование созданных условий (например, путем устройства окон, с помощью штор и жалюзи, отопления или кондиционирования воздуха), чтобы было удобно обитателям зданий.

Эти меры должны приниматься в определенном социальном, экономическом и культурном контексте, но они означают, что в большинстве случаев люди знают, как сделать жизнь удобной в своей обычной окружающей среде. При условии, что изменения в этой окружающей среде происходят достаточно медленно и что ограничения культурного и социального характера не слишком жесткие, люди также могут создавать для себя комфортные условия в самых разнообразных типах окружающей среды.

В более экстремальных условиях окружающей среды необходимость согреться (или охладиться) может приводить к потреблению большого количества энергии. Плохо спроектированные здания могут увеличивать время расходов из-за плохой теплоизоляции, плохой планировки, чрезмерного остекления и прочих неблагоприятных особенностей. Их обитатели также могут быть вынуждены больше, чем нужно, пользоваться электрическим осветительным и другим оборудованием. На долю зданий приходится около 50% всей энергии, потребляемой в промышленно развитых странах, и значительная часть этого количества используется для предоставления коммунальных услуг, особенно в зданиях с кондиционированием воздуха, где большое количество энергии используется в виде электричества.

Нынешнюю практику, когда проблему теплового стресса, обусловленного глобальным потеплением, пытаются решить посредством кондиционирования воздуха внутри помещений, можно охарактеризовать как потенциально опасный феномен положительной обратной связи или своего рода порочный круг. Дело в том, что кондиционирование воздуха приводит к увеличению потребления энергии, увеличение потребления энергии ведет к увеличению выбросов двуоксида углерода (если не используется энергия, не вызывающая выбросов углекислого газа, как, например, солнечная или ветровая энергия), это в свою очередь вызывает дальнейшее потепление, а дальнейшее потепление требует больше кондиционирования воздуха. Когда об условиях жизни в здании говорят, что они постоянны и устойчивы в долгосрочном плане, это означает, что в нем не должно возникать теплового стресса и при этом не применяются энергоемкие решения. При удачной конструкции здания могут обеспечивать условия, которые для обитателей будут вполне приемлемы, больше того – положительно приятны!

Для этого нужно, чтобы здания:

- приспособлялись к климату и природной способности людей к адаптации, а не противостояли им;
- позволяли обитателям регулировать свою окружающую среду и
- обеспечивали в помещениях постоянные и ровные условия, которыми обитатели могут научиться наслаждаться.

Кроме того, люди (или те, кто ими руководит) не должны сдерживать адаптационные возможности человека, ограничивая его доступ к механизмам регулирования среды, разнообразие одежды и видов занятий и т.п.; нужно

5.5. Среда в помещении

взаимодействовать со службой эксплуатации зданий для обеспечения оптимального функционирования зданий.

Наконец, замена ископаемых видов топлива на возобновляемые источники энергии, особенно интегрированная в здание система выработки электроэнергии означает, что в будущем могут быть спроектированы такие здания, которые будут энергетически нейтральными, а то даже и нетто-донорами для энергетической системы.

5.5.3. Конструкция зданий

Здания проектируются с расчетом на долгий срок службы. Для конструкции здания имеет значение все – и изменение климата (как, например, увеличение числа дней экстремальной жары), и меняющийся образ жизни людей, и новые технологии. Что касается изменения климата, то здесь приоритетом является проектирование удобных, энергосберегающих и безопасных зданий. В частности, конструкция должна быть направлена на то, чтобы ограничивать и частоту возникновения эпизодов повышенной температуры внутри здания, и интенсивность и продолжительность этих эпизодов в помещениях. Традиционные конструкции зданий возникали и развивались в гармонии с окружающей средой и обычно обеспечивают вполне достаточную защиту от жары. Однако в последние десятилетия, по-видимому, ускоренная урбанизация привела во многих городах к увеличению числа случаев неудачной конструкции зданий. Поэтому люди в таких жилищах менее приспособлены и, возможно, более чувствительны к эпизодам жары.

Технический прогресс позволяет проектировать такие строения, в которых делается упор на искусственные методы регулирования внутреннего климата. В результате современные строения часто не отражают местных климатических условий, в них напрасно расходуются большие количества энергии и принимается единый уровень комфортности для обитателей зданий. Архитектурным проектированием можно предотвратить нагревание зданий и тем самым добиться комфортности внутренней среды без использования энергоемкого кондиционирования воздуха. В таблице 18 представлены методы, с помощью которых можно уменьшить тепловой стресс в помещениях в условиях жаркой и сухой окружающей среды. При строительстве всех новых зданий или модернизации старых предпочтение следует отдавать методам естественного охлаждения. За счет эффективного использования простых принципов естественного охлаждения в проектах зданий для жаркого климата можно уменьшить внутренние температуры как в дневное, так и в ночное время (ВОЗ, 1990).

Внутри здания климат регулируется за счет (Givoni, 1986):

- геометрической конфигурации здания;
- ориентации здания;
- размеров и расположения окон;
- свойств строительных материалов и
- окраски наружных поверхностей.

В качестве целей проектирования зданий предлагаются следующие (Givoni, 1986):

1. Минимизировать нагрев здания солнечными лучами в жаркое время года.
2. Минимизировать скорость повышения температуры в помещениях в дневное время летом.
3. Довести до максимума скорость охлаждения помещений летом в вечернее время и обеспечить комфорт в помещениях в ночное время.
4. Использовать естественную энергию для пассивного охлаждения летом.
5. Минимизировать теплоотдачу здания зимой.
6. Использовать пассивные системы солнечной энергии для отопления зимой.

Достичь этих целей проектирования зданий можно за счет архитектурных элементов, перечисленных в таблице 18. Например, строительство более компактных домов отрицательно влияет на цель 3, но благоприятствует достижению целей 1, 2 и 5.

ТАБЛИЦА 18. АРХИТЕКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СПОСОБНОСТЬ ЗДАНИЯ УМЕНЬШАТЬ ТЕПЛОВЫЙ СТРЕСС

Архитектурный элемент	Влияние или принципы строительства	Отрицательное влияние на достижение целей	Положительное влияние на достижение целей
План здания	Чем более компактное здание, тем меньше площадь поверхности стен при данной общей площади здания.	3, 2 (освещение)	1, 2, 5
	Чем более компактное здание, тем больше требуется электрического освещения. Влияние на энергопотребление и на выделение тепла. Здание с пассивной системой солнечной энергии может использовать южную стену и окна на южной стороне в качестве элементов, собирающих солнечную энергию. Здания, вытянутые вдоль оси восток-запад, всегда имеют лучшие характеристики энергосбережения, чем здания квадратной формы, несмотря на большую площадь поверхности стен.	1, 2, 5	3, 6
Ориентация здания и цели в отношении затенения	Наибольшая интенсивность падающего солнечного излучения: • Летом: восточная и западная стены • Зимой: южная стена Ориентация главных фасадов и окон по оси север-юг.		1, 2, 5, 6
Размер и расположение окон	Естественная вентиляция: для жарких засушливых регионов нужны маленькие окна.	3, 6	1, 2, 5
Окраска здания	Разница в максимальной температуре поверхности между белой и черной крышей в пустыне может достигать 40 °С. Приращение тепла зависит от теплоизоляции. Лучше всего белые крыши.	6	1, 2
Тепловые свойства строительных материалов	Хорошая теплоизоляция в сочетании с эффективным затенением.	3	1, 2, 5
	Высокая теплоемкость.	3	1, 2, 5
Высота здания (Nieuwolt, 1986)	Только для влажных регионов: строительство высоких зданий, т.к. на большей высоте выше скорость ветра, тогда как температура и влажность обычно понижаются.	5	3, 4
Кухни, нагреватели воды и ванны на подветренной стороне (Nieuwolt, 1986)	Тепло может легко выноситься сквозняком.	5	2, 3
Источники: адаптировано из Givoni (1986) и Nieuwolt (1986).			

5.5.4. Air-conditioning

Air-conditioning (space cooling) in homes, at working places and in public and commercial buildings provides a cooled environment and reduces people's exposure to high temperature. Evidence from the United States indicates that air-conditioning seems to be an effective intervention in preventing heat stroke and heat-related illness during a heat-wave (Marmor, 1975; Kiernan, 1996; Semenza et al., 1996). More than 80% of homes in the United States have air-conditioning. Air-conditioning has significantly reduced the death rate during hot weather: by 42% for those with central air-conditioning. Single-room air-conditioning did not confer a substantial benefit over no air-conditioning (Rogot et al., 1992), and moving from unventilated, indoor locations to air-conditioning reduced the mortality risk of individuals by a factor of about 5–6 during the 1995 Chicago heat-wave (Chan et al., 2001; Semenza et al., 1996). A study the Energy Information Agency carried out in the United States in 2003 found that the mortality decline from the 1980s to the 1990s was linked with increased air-conditioning penetration. In addition, air-conditioning reduces the penetration of (polluted) outdoor air to indoor air and ventilation exchange. Associations between hospital admissions and airborne particles in 14 United States cities were significantly lower in cities with a higher prevalence of air-conditioning (Janssen et al., 2002).

Nevertheless, air-conditioning has disadvantages, being associated with negative effects that directly or indirectly affect human health. Air-conditioning increases energy consumption, which increases greenhouse gas emissions if no carbon dioxide-neutral technology is used for energy production. Power plants may fail especially during heat-waves, when the energy demand rises and they emit pollutants, which endangers air quality. Air-cooling devices spread microbes, such as that causing Legionnaire's disease (Merz, 1993), and inadequate maintenance puts the indoor air quality at risk. The sick-building syndrome is more prevalent in air-conditioned buildings. Auliciems & De Dear (1986) conducted a survey about the perceived disadvantages of air-conditioning in offices in Darwin, Australia. The perceived disadvantages included health issues such as general health problems, excessively cold indoor environments and great thermal gradients between indoor and outdoors. The perceived advantages were coolness and comfort and productivity, concentration and ease of paperwork. It is not very surprising that the factors ranking highest in the perceived disadvantages of home air-conditioning were the costs followed by health issues. The perceived advantages were better sleep and comfort and relief.

The energy use of air-conditioning can also be reduced by letting the indoor temperature drift with outdoor temperature, thus reducing the amount of cooling the air-conditioning system has to provide. Air-conditioning often counteracts good building design because architects can use air-conditioning to avoid responsibility for providing comfort for the building occupants in more natural ways.

Anthropogenic heat production worsens the urban heat island effect: Wilby (2003) assumes that the increasing trend in the nocturnal urban heat island in London in spring, summer and autumn is caused in part by the greater use of air-conditioning in recent decades. The need to use extra energy to counteract the urban heat island disproportionately affects resource-constrained people, who often live in urban areas and thus face the heat island phenomenon even more.

However, quantifying the role of air-conditioning in reducing mortality is difficult because of multiple confounding factors. Davis et al. (2003) pose interesting questions, such as whether air-conditioning is indeed the main cause of the observed declines. Once air-conditioning penetration approaches market saturation, will heat continue to significantly influence mortality in the United States? Will air-conditioning be available to all socioeconomic classes? Will future changes in energy markets and pricing inadvertently force some people to put their health at risk during heat-waves? Can poorer people afford to buy and operate air-conditioning? What is the role of energy efficiency standards and changing policies?

Providing air-conditioned public spaces (cooling centres) and offices and improving social conditions and assistance to the people at risk may reduce disparities in the effects of heat on mortality (O'Neill, 2003).

5.6. Потенциальное воздействие изменения климата на городской климат

5.6.1. Введение

Рост урбанизации и связанные с ним изменения в землепользовании значительно изменяют местный и региональный климат. По мере того, как климат будет становиться теплее, будут, скорее всего, изменяться и крупномасштабные атмосферные параметры, имеющие отношение к энергетическому балансу. Такие изменения будут влиять на биоклиматическую ситуацию в городских населенных пунктах (Wagner, 1994, 1999).

Ожидается, что изменение климата приведет к увеличению частоты дней с температурой выше пороговой, так как даже небольшие повышения средней температуры могут вызывать большие смещения в частоте экстремальных значений температуры. Однако будет ли изменение климата ассоциировано с увеличением эффекта городского теплового острова – сказать трудно. Повышение базисных температур может увеличить суммарную тепловую нагрузку на город, но отнюдь не обязательно изменит разницу между городом и сельской местностью (Oke, 1997).

Величина теплового острова модулируется преобладающей синоптической погодой. Если в региональном климате города происходит сдвиг в сторону более антициклонических условий, эффект теплового острова может усилиться; если же этот сдвиг происходит в сторону более циклонических условий, разница температур города и сельской местности может уменьшиться (Oke, 1997).

Оценить возможные последствия будущего изменения климата для городского климата трудно. Нынешние прогнозы изменения климата с помощью моделей общей циркуляции атмосферы не дают результата с подходящим пространственным разрешением. Кроме этого, для любого местного исследования в качестве достоверных вводимых данных требуются сведения об экстремальных величинах (Dalfes, 1991). Воздействие глобального изменения климата на города можно разделить на две категории (Frago, 1991):

- воздействие на климатические особенности и
- воздействие на химический состав городского воздуха.

Для оценки воздействия изменения климата на городской климат в будущем необходимо провести следующие исследования (Gross, 1996):

- оценка исходного климата;
- определение региональных последствий глобального изменения климата;
- учет специфики географического положения города и
- учет факторов не климатического характера, например, технические нововведения, автомобильный транспорт, поведенческие аспекты и культурные тенденции.

5.6.2. Прогнозы воздействия изменения климата на европейские города

Было проведено несколько исследований, в которых для оценки будущих изменений в биоклиматических индексах к конкретным городам были применены климатические сценарии (Приложение 4).

Результаты моделей общей циркуляции атмосферы необходимо уменьшить в масштабах для оценки городского климата. Для получения разрешения, пригодного для городов, Wagner (1994) произвел вложение региональной модели климата. Погрешность результатов моделей общей циркуляции атмосферы часто превышает 20%, что также повышает неопределенность оценок городского теплового острова. К тому же в этих исследованиях не рассматриваются будущие изменения в факторах не климатического характера (таких, как рост населения, плотность застройки и потребление энергии) и их воздействие на городской климат.

5.6. Потенциальное воздействие изменения климата на городской климат

5.6.3. Анализ конкретной ситуации: Тель-Авив

Был выполнен проект по исследованию климата в г. Тель-Авиве, Израиль. Был выявлен тепловой остров города и произведен расчет теплового стресса. Было решено изучить, что произойдет, если на территории города Тель-Авива произойдет потепление в соответствии с прогнозами глобального потепления или из-за увеличения плотности, компактности застройки и жизнедеятельности города. В расчет было принято прогрессивное изменение на 1°C. В июле 1990 года тепловой стресс в самом центре теплового острова Тель-Авива находился в верхнем "умеренном" диапазоне, а вблизи побережья был чуть ниже (рис. 26). Повышение температуры каждый раз на 1°C до верхнего ожидаемого предела 4°C вызывает резкие изменения в тепловом стрессе (рис. 26). От уровня "умеренного" тепловой стресс в Тель-Авиве будет повышаться и достигнет уровня "сильного", с высокими абсолютными величинами, подобными величинам, которые отмечаются в самых суровых климатических зонах Израиля (Bitan, 2003).

Тепловой стресс определяется на основании индекса дискомфорта (ИД), который рассчитывается по следующей формуле (Bitan & Potcher, 1995):

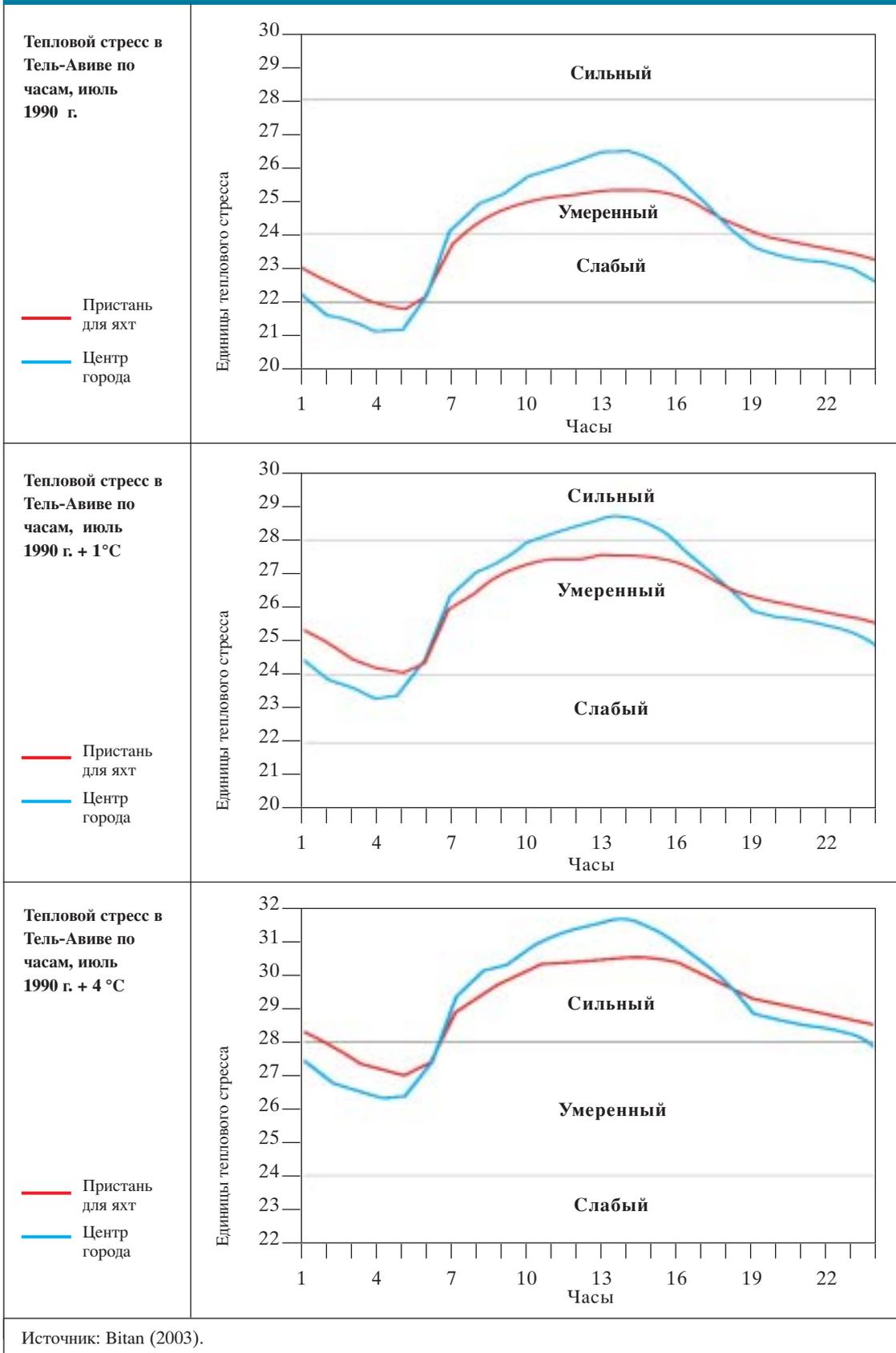
$$\text{ИД} = 0,5 * (\text{температура сухого термометра} + \text{температура смоченного термометра})$$

Тепловой стресс классифицируется как слабый, умеренный и сильный по следующим показателям:

Ниже 22,0 °C	Тепловой стресс отсутствует
22,0-23,9 °C	Слабый тепловой стресс
24,0-27,9 °C	Умеренный тепловой стресс
28,0 °C и выше	Сильный тепловой стресс

Как показывает пример Тель-Авива, увеличение интенсивности теплового стресса всегда ведет к росту использования кондиционирования воздуха, что означает потребность в большем количестве энергии, получаемой главным образом из ископаемых источников. Помимо увеличения выбросов двуокиси углерода и воздействия на парниковый эффект, это влечет за собой добавление в городскую атмосферу прямого излишка ощутимой тепловой энергии (Bitan, 2003).

Рис. 26. Почасовая картина теплового стресса в Тель-Авиве



Источник: Bitan (2003).

5.7. Обсуждение проблемы и рекомендации

Воздействие городского теплового острова на здоровье людей может быть уменьшено благодаря разумному планированию и принятию соответствующих мер при строительстве зданий. От чрезмерного перегрева города могут избавиться участки озеленения, а конструкция зданий, адаптированная к климатическим условиям, позволяет повысить тепловой комфорт внутри зданий, не прибегая к искусственному кондиционированию воздуха. В ночное время большее значение для теплового комфорта, отдыха и глубины сна имеют условия в помещении. Днем же на тепловой комфорт влияют как внутренние, так и наружные условия.

Оценка вклада отдельных мер планирования в снижение наружного теплового стресса – дело непростое. Хотя пространственная биоклиматическая информация и помогает оценить различные уровни теплового стресса в разных структурах городской застройки, дать оценку тепловой нагрузки, которой подвергается отдельный человек в конкретный период времени, трудно.

Прогнозировать тепловой стресс в городских районах при изменении климатических условий очень сложно. Нужно уменьшить масштаб климатических сценариев, чтобы оценить изменения климата на уровне региона, а затем последствия этих региональных изменений должны быть увязаны с городским климатом. Поскольку на городской климат влияет не только региональный климат, но и изменения в численности населения, плотности застройки, потреблении энергии и в других факторах, для оценки будущего городского климата нужно учитывать изменения во всех этих других факторах. Периоды сильной жары станут более интенсивными и более частыми. Исследования, в которых моделируются городская тепловая среда и изменение климата, указывают на то, что тепловая нагрузка на человека будет возрастать.

5.7.1. Обсуждение проблемы: городские тепловые острова

Тепловые острова представляют собой наиболее изученное явление городского климата. В периоды сильной жары городской тепловой остров создает дополнительную тепловую нагрузку на людей. Городские тепловые острова влияют на здоровье человека, хотя последствия всякого уменьшения теплового острова могут быть минимальны. Впрочем, не все эффекты городского теплового острова носят отрицательный характер. Зимой, например, городской тепловой остров может быть полезен тем, что позволяет экономить энергию, расходуемую на отопление. Кроме того, в каждом городе имеются самые разнообразные микроклиматы, позволяющие людям выбрать себе предпочтительную среду. Температурные различия в пределах разных городских микроклиматов могут быть больше, чем различие между городским климатом и климатом сельских районов (в пространственных средних значениях). Чем город больше, тем более выражен городской остров и тем выше риск теплового стресса летом.

Специалистам по городскому планированию следует знать о важности городского климата для здоровья и о том, как городское планирование влияет на городской климат. Разумное городское планирование должно ставить перед собой следующие цели:

- уменьшение теплового острова летом;
- уменьшение тепловой нагрузки на здания;
- уменьшение проблемы высокой температуры в помещениях в ночное время;
- учет изменения климата при планировании новых микрорайонов и зданий и при принятии новых правил строительства и городской застройки.

Для снижения тепловой нагрузки, которой подвержен человек в городе, можно принять несколько мер, таких, как насаждение деревьев или строительство домов с аркадами, которые дают тень. В ночное время, когда солнечное излучение роли не играет, города могут охлаждаться. Поэтому специалистам по планированию нужно подумать о том, чтобы дать возможность прохладному воздуху из пригородов проникать в город, для чего нужно сохранять открытыми пути вентиляции. В то же время о перепроектировании города в широких масштабах, как правило, можно только мечтать, и поэтому меры планирования обычно ограничиваются небольшой частью города.

5.7.1.2. Как можно реализовать меры на практике

В странах Европейского Союза приняты разные стратегии реализации мер по уменьшению эффекта городского теплового острова. В законодательство, регулирующее городское планирование и нормы и правила застройки, необходимо включить положения о проектировании с учетом климатических особенностей, как это сделано в Германии. Например, нормы и правила застройки могли бы включать меры планирования, уменьшающие эффект городского теплового острова. К примерам аспектов планирования, которые законодательно регламентируются в Германии, относятся высота зданий, плотность застройки и виды деревьев, которыми должны быть обсажены улицы. Возможно, однако, что подобный подход не удастся распространить на другие страны Европы.

Нормы и правила застройки должны предусматривать не только уменьшение теплового стресса, но и снижение загрязнения воздуха, и должны быть направлены на улучшение качества жизни в городе. Учет всех этих аспектов превращает планирование в сложную и комплексную задачу. Однако разумное планирование и включение в план города участков озеленения дает дополнительные выгоды, в том числе ведет к повышению привлекательности города для бизнеса и туризма.

Нормы и правила застройки должны не только распространяться на новые застраиваемые районы, но и учитываться при проведении реконструкции отдельных частей города. Кроме того, специалисты по планированию должны уметь включать в процесс планирования такие нормы и правила застройки, которые имеют отношение к климату. Это в свою очередь означает, что специалисты по городскому планированию и архитекторы должны быть обучены вопросам планирования и строительства с учетом климатических особенностей. Информированность в этих вопросах должна быть повышена не только среди специалистов по планированию и архитекторов, но и среди работников местных органов власти и лиц, вырабатывающих политику, которые отвечают за принятие норм и правил и обеспечение их соблюдения. Учебные материалы должны быть написаны языком, понятным различным целевым группам (лицам, вырабатывающим политику, работникам местных органов власти, специалистам по планированию и архитекторам).

Для того, чтобы определить количественно климатические эффекты различных вариантов планирования, нужны модели и результаты экспериментов. С помощью моделирования можно показать выгоды и издержки, связанные даже с самыми незначительными изменениями в структуре города. Но для того, чтобы такие модели превратились в рабочий инструмент специалистов по городскому планированию, нужна обширная база климатических данных.

5.7.2. Обсуждение проблемы: тепловой комфорт в помещениях

Один из адаптационных вариантов снижения тепловой нагрузки в условиях изменяющегося климата заключается в поддержании или повышении теплового комфорта в помещениях. Для того, чтобы максимально повысить уровень теплового комфорта в помещениях, нужно обратить внимание на несколько моментов. Одним из таких моментов является необходимость делать упор не на кондиционировании воздуха, а на застройке, адаптированной к климатическим условиям, и на энергосберегающей конструкции зданий. Особое значение этот момент приобретает в случае энергетического кризиса. Если стоимость энергии резко возрастет, переход от активной системы энергообеспечения зданий к пассивной системе будет сложным и дорогостоящим. Поэтому не следует предлагать кондиционирование воздуха прежде, чем будут изучены и просчитаны другие варианты конструкции здания, в том числе затенение, остекление, ориентация здания и естественная вентиляция за счет теплообмена. К таким вариантам относятся (см. также раздел 5.5.3):

- затенение здания, уменьшающее воздействие солнечного излучения летом;
- деревья и растения, затеняющие стены и окна летом, и другие устройства затенения окон;
- строительные материалы с повышенными теплоизолирующими свойствами;
- окраска всех поверхностей в яркие цвета;
- ориентация здания и размер окон;
- вентиляция.

Некоторые из этих вариантов, дающих выгоду в летнее время, могут неблагоприятно влиять на климат внутри помещений зимой и приводить к росту потребления энергии в зимнее время (например, окраска зданий в яркие цвета уменьшает приращение энергии зимой). Таким образом, необходимо тщательно взвешивать летние "за" и зимние "против", и все эти стратегии планирования должны реализовываться разумно. Поскольку климатические характеристики в северной и южной Европе разные, то и стратегии снижения теплового стресса в помещениях

5.7. Обсуждение проблемы и рекомендации

должны быть разными и соответствовать климату. Стратегии, дающие положительный эффект в южной Европе, потому что зима там мягкая, могут оказаться вредными в зимнее время в северной Европе.

Архитекторов нужно обучать тому, чтобы они могли оценивать, какие стратегии лучше всего применить для оптимизации теплового комфорта при минимальном дополнительном расходе энергии на отопление или охлаждение. Но обучать нужно не только архитекторов. Нужно также проводить кампании просвещения среди населения, рассказывать людям о том, как правильно использовать окна и устройства затенения, или, например, о том, что лучше избегать варки пищи в периоды сильной жары. И та, и другая кампании просвещения (для архитекторов и для населения) должны во главу угла ставить разъяснение того, что для здоровья людей особенно вредны высокие температуры в ночное время.

5.7.3. Уроки из накопленного опыта

В жарких странах уже есть стратегии по уменьшению воздействия жары в помещениях и на улице в городах. Теперь нужно перенести эти стратегии в страны центральной и северной Европы и адаптировать их там. Важно включать в эти стратегии требования местной специфики. Другие важные уроки можно извлечь из опыта неудачного городского проектирования. Для того, чтобы в городском планировании и конструкции зданий в обязательном порядке учитывались климатические аспекты, нужно включить эти климатические аспекты в строительные нормы и правила застройки в более детализованном виде, как это сделано в Германии.

В Соединенных Штатах городами с наилучшими стратегиями городского планирования являются города с наиболее неблагоприятной окружающей средой, вызывающей необходимость защиты граждан от природных опасных факторов. К сожалению, периоды сильной жары часто не принято считать опасным фактором окружающей среды, который убивает людей. Меры по уменьшению городского теплового острова в некоторых городах являются лишь побочным эффектом других мер или намерений. В Чикаго проект насаждения деревьев начали в связи с необходимостью защитить электроснабжение путем снижения городских температур, а не для того, чтобы защитить здоровье людей. А в Италии одна из политических партий посадила множество деревьев в ходе предвыборной кампании.

Содействовать устройству участков озеленения в городах можно путем включения соответствующего требования в правила застройки или субсидирования посадки деревьев и других растений. Например, в Бельгии людям выдают субсидии для устройства зеленой крыши для сдерживания воды. Но и в этом случае цель состоит не в уменьшении городского теплового острова, а в уменьшении подтопления, хотя и с побочным эффектом для городского климата.

6. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Период сильной жары летом 2003 года показал, что Европа не защищена от воздействия таких явлений на здоровье человека.

В некоторых странах высокой дополнительной смертности способствовал целый ряд сопутствующих факторов, таких, как неожиданно большая продолжительность и интенсивность этого периода сильной жары, неподготовленность систем здравоохранения и социальной защиты к подобным явлениям, отсутствие планов по вмешательству и отсутствие эффективных технических решений.

Существуют пробелы в понимании эффективности систем раннего предупреждения и объявления тревоги, но до тех пор, пока не появится больше таких систем и не будет выполнена их оценка, по-настоящему вникнуть в то, как лучше создавать подобные системы и какие эффективные стратегии вмешательства нужно рекомендовать на общеевропейском уровне, будет трудно.

Рекомендации и выводы настоящего доклада адресованы в первую очередь научно-исследовательскому сообществу, ведомствам общественного здравоохранения и метеорологическим службам, а также отраслям, связанным с жилищным строительством и городским планированием и проектированием.

6.1. Научно-исследовательское сообщество

Необходимо добиться лучшего понимания следующих вопросов:

- Влияние минимальных, максимальных или среднесуточных температурных условий на смертность и заболеваемость, связанные с жарой: оно по-прежнему остается неясным и трудноразличимым, так как метеорологические параметры тесно взаимосвязаны друг с другом.
- Действенность мер и вмешательств, принимаемых в сфере общественного здравоохранения, в контексте Европы.
- Реакции на жару лиц пожилого возраста и других уязвимых категорий:
 - физиологическое влияние;
 - роль поведения в реагировании на повышенные температуры окружающего воздуха;
 - выработка правильных советов о том, что делать во время жары.

Хотя в области климатологии городов и проведено немало исследований, для получения ответов на некоторые вопросы нужны дополнительные исследования.

- Необходимо оценить потенциал отдельно взятых мер планирования и стратегий с точки зрения уменьшения городского теплового острова и тепловой нагрузки, а также удовлетворения потребностей граждан, в том числе с учетом того, как это влияет на здоровье и на издержки и получаемые выгоды.
- Нужно разработать более подробные методы и модели для оценки теплового стресса в помещениях и снаружи в изменившихся климатических условиях.
- Как наружные климатические условия влияют на тепловой комфорт в помещении и, следовательно, на здоровье?
- На рис. 26 показано, что температуры в помещениях на верхних этажах выше, чем внизу. Поэтому было бы интересно провести исследование с целью изучения индивидуальных характеристик жилища и экспозиции людей, у которых развиваются тепловые заболевания. В качестве гипотезы принимается, что сравнительно высокий процент этих людей проживают на верхних этажах или под крышами домов с плохой теплоизоляцией.
- Необходимо более полно исследовать зависимость между наружными температурами, городскими тепловыми островами и индивидуальным риском смертности, связанной с жарой.

- Нужны дополнительные исследования для изучения вопроса о том, как климат и глобальное изменение будут влиять на тепловую среду городов:
 - более подробные модели регионального и местного климата – уменьшение их масштаба до уровня города;
 - включение в комплексные модели оценки более детального моделирования климата;
 - разработка специальных сценариев для городов.

6.2. Ведомства общественного здравоохранения и метеорологические службы

Исходя из опыта лета 2003 года, странам и городам нужно начинать думать о том, не следует ли им создать системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары и планы вмешательства на этот случай. Относительно реализации подобных систем можно дать несколько рекомендаций, основанных на опыте существующих систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары.

Системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары могут быть созданы в ряде европейских городов после того, как будет признано, что периоды сильной жары представляют потенциальную угрозу здоровью людей, и будет начато необходимое сотрудничество между метеорологическими службами и ведомствами общественного здравоохранения. Системы должны находиться в совместном ведении. На общенациональном и местном уровнях можно дополнительно обсудить вопрос о том, какие еще учреждения должны быть привлечены для того, чтобы обеспечить надлежащее планирование мер вмешательства. В течение всего процесса должны быть также обеспечены механизмы финансирования.

Поскольку Европа отличается разнообразием климатических условий и культур, системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары должны создаваться в соответствии с местной спецификой. Одним из очень важных аспектов является приспособление потока информации и мер вмешательства к местным потребностям и имеющейся инфраструктуре. В то же время полезно было бы иметь определенную унификацию систем, чтобы легче было сравнивать их работу и обмениваться знаниями и опытом. Нужна согласованность на уровне региона, чтобы предупреждения в одном городе не противоречили предупреждениям в другом.

Методы, используемые для составления предупреждений, должны отражать физиологическую значимость тепловой среды. Показатель предупреждения должен быть основан на данных, которые можно легко получить для представляющего интерес региона. Но какой бы показатель периода сильной жары ни был выбран, нужно иметь не один, а несколько уровней предупреждения. Пороговые значения показателя предупреждения должны давать возможность включать фактор адаптации, сочетающий относительный (местный) и абсолютный компоненты. Благодаря этому даже при нестационарных климатических условиях (изменение климата и изменчивость климата) не придется изменять пороговые значения и показатели предупреждения.

Любые сообщения с информацией и рекомендациями, касающимися жары, должны быть приспособлены к социальному и поведенческому контексту того населения, которому они адресованы, особенно когда речь идет о северной, южной и восточной Европе. Разным целевым группам населения следует адресовать разные сообщения с информацией и рекомендациями, касающимися жары. Поскольку советы, которые даются во время сильной жары, должны соответствовать месту и включать в себя разнообразные аспекты культуры, для населения северной Европы, которое не привыкло к жаре, требуются более подробные рекомендации, чем для населения, привыкшего преодолевать жару.

Предупреждения должны быть адресованы всему населению, но особенно наиболее уязвимым категориям и учреждениям и организациям, отвечающим за их благополучие. Кроме того, предупреждения должны направляться учреждениям, таким, как лечебно-профилактические учреждения, врачам общей практики, организаторам спортивных соревнований и патронажным работникам. Предупреждения должны доводиться до сведения компаний, осуществляющих электроснабжение, чтобы не допускать отключений электроэнергии.

В периоды чрезвычайно сильной жары на здоровье человека действует не только жара сама по себе, но и ультрафиолетовое излучение, приземный озон и другие загрязняющие воздух вещества, которые прямо или косвенно связаны с погодными условиями. Для того, чтобы не нужно было издавать множества отдельных предупреждений и советов, информация и советы, касающиеся жары, должны быть увязаны с рекомендациями о том, как предохраняться от ультрафиолетового излучения и, если это диктуется обстановкой, от загрязнения воздуха. Стратегии в области просвещения очень важны для повышения информированности населения о грозящей ему опасности, чтобы люди были подготовлены к наступлению периода сильной жары.

Имеющиеся на сегодняшний день данные указывают, что государственные службы и ведомства здравоохранения к периодам чрезвычайно сильной жары подготовлены плохо. Жару не воспринимают как проблему на государственном уровне. Поскольку меры, которые требуются для смягчения последствий жары, по большей части просты, государственные службы недооценивают угрозы для здоровья людей. Периоды сильной жары нередко сопровождаются отключениями электричества и перебоями в водоснабжении. Поэтому периоды сильной жары тоже должны учитываться при планировании действий на случай чрезвычайных обстоятельств на местном и общегосударственном уровнях.

6.3. Долгосрочные стратегии вмешательства

Указанные выше меры представляют собой краткосрочные стратегии, предназначенные для того, чтобы население могло преодолевать острые проблемы, но в долгосрочной перспективе могут понадобиться другие стратегии для преодоления последствий изменения климата. Такие стратегии выходят за пределы компетенции служб общественного здравоохранения, однако может понадобиться точная оценка последствий этих стратегий для здоровья населения.

В жарких странах уже есть стратегии по уменьшению воздействия жары в помещениях и на улице в городах. Теперь нужно перенести эти стратегии в страны центральной и северной Европы и адаптировать их там. Важно включать в эти стратегии требования местной специфики. Другие важные уроки можно извлечь из опыта неудачного городского проектирования. Для того, чтобы в городском планировании и конструкции зданий в обязательном порядке учитывались климатические аспекты, нужно включить эти климатические аспекты в строительные нормы и правила застройки в более детализованном виде, как это сделано в Германии.

- *Строить и проектировать с расчетом на климат в будущем.* В Европе проектируются новые здания, которые должны стоять десятилетиями. Поэтому при строительстве новых зданий и планировании новых городских районов должен приниматься во внимание климат будущего, чтобы обеспечить максимальный тепловой комфорт сегодня и в будущем.
- *Уделять первостепенное внимание сбережению энергии.* Для отопления и охлаждения использовать возобновляемые источники энергии (солнечная энергия в краткосрочном плане не влияет на городской тепловой остров). Ископаемые виды топлива выделяют двуокись углерода, усиливая тем самым парниковый эффект.
- *Уменьшать количество автомобилей.* Каждый автомобиль является источником антропогенного тепла и, таким образом, вносит вклад в ухудшение городского теплового острова и городского климата.
- *Создавать информационные системы по городскому климату.*
- *Поддерживать высокие естественные уровни тепловой акклиматизации.* Этого можно достичь благодаря активному образу жизни (тренированности) при правильно регулируемой климатической экспозиции (поведение и климат) (Havenith, 2001a).

ЛИТЕРАТУРА

- Adebayo YR (1991). Heat island development in a humid tropical city and its relationship with potential evaporation. *Theoretical and Applied Climatology*, 43:137–147.
- Alberdi JC et al. (1998). Daily mortality in Madrid Community (Spain) 1986–1991: relationship with atmospheric variables. *European Journal of Epidemiology*, 14:571–578.
- Ali SA (2000). Some peculiar features of the urban climate of Addis Abeba. In: de Dear RJ et al., ed. *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium: selected papers from the Conference ICB-ICUC'99 (Sydney, 8–12 November 1999)*. Geneva, World Meteorological Organization (WMO/TD No. 1026, WCASP-50).
- Anderson GS (1999). Human morphology and temperature regulation. *International Journal of Biometeorology*, 43:99–109.
- Armstrong LE (1998). Heat acclimatization. In: Fahey TD, ed. *Encyclopedia of sports medicine and science*. Internet Society for Sport Science (<http://www.sportsci.org/encyc/heataccl/heataccl.html>, доступ 29 октября 2003 г.).
- Armstrong LE, Dziados JE (1986). Effects of heat exposure on the exercising adult. In: Bernhardt DB, ed. *Sports physical therapy*. New York, Churchill Livingstone.
- Arnfield AJ (2003). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23:1–26.
- Asaeda T, Ca VT, Wake A (1996). Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere. *Atmospheric Environment*, 30:413–427.
- Asaeda T, Fujino T, Arnfield SW (2000). Effects of a drainage flow from surrounding mountains on urban heat island of a city located at the bottom of a basin. In: *Preprints of the Third Symposium on the Urban Environment, August 2000, Davis, CA, USA*. Boston, American Meteorological Society:82–83 (http://ams.confex.com/ams/AugDavis/techprogram/paper_15186.htm, доступ 29 октября 2003 г.).
- Auger N, Kosatsky T (2002). *Chaleur accablante: Mise à jour de la littérature concernant les impacts de santé publique et proposition de mesures d'adaptation*. Montréal, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Québec, Direction de la santé publique.
- Auliciems A (1981). Towards a psycho-physiological model of thermal perception. *International Journal of Biometeorology*, 25:109–122.
- Auliciems A (1983). Psycho-physiological criteria for global thermal zones of building design. *International Journal of Biometeorology*, 26(Suppl. 2):69–86.
- Auliciems A (1992). Greenhouse warmed Europe: thermoregulatory criteria for future indoor climate management. *International Journal of Biometeorology*, 36:201–209.
- Auliciems A, De Dear R (1986). Air conditioning in a tropical climate: impacts upon European residents in Darwin, Australia. *International Journal of Biometeorology*, 30:259–282.
- Babayev AB (1986). Some aspects of man's acclimatization to hot climates. In: *Proceedings of the Symposium on Climate and Human Health*, Volume 2. Leningrad, World Meteorological Organization:125–126.
- Bai Y, Kubo S (2000). Measuring and monitoring urban heat islands in the developing countries: the case study of Shanghai and Bangkok. In: *Preprints of the Third Symposium on the Urban Environment, August 2000, Davis, CA, USA*. Boston, American Meteorological Society: 117–118 (http://ams.confex.com/ams/AugDavis/techprogram/paper_15242.htm, доступ 29 октября 2003 г.).

- Ballester DF et al. (1997). Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain, 1991–1993. *International Journal of Epidemiology*, 26:551–561.
- Balling RC, Cerverny RS (1987). Long-term associations between wind speeds and urban heat island of Phoenix, Arizona. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 26:712–716.
- Barton M, Oke TR (2000). Tests of the performance of an algorithmic scheme of the hourly urban heat island. In: *Preprints of the Third Symposium on the Urban Environment, August 2000, Davis, CA, USA*. Boston, American Meteorological Society:80–81
(http://ams.confex.com/ams/AugDavis/techprogram/paper_15184.htm, доступ 29 октября 2003 г.).
- Basu R, Samet J (2002). An exposure assessment study of ambient heat exposure in the elderly population in Baltimore, Maryland. *Environmental Health Perspectives*, 110(12):1213–1224.
- Baumbach G, Vogt U (1999). Experimental determination of mountain-valley breeze circulation on air pollution in the vicinity of Freiburg. *Atmospheric Environment*, 33:4019–4027.
- Baumüller J (2003). Planning measures. *cASHh Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5–7 May, Freiburg, Germany*.
- Bernhofer C (1984). Jahreszeitliche und tägliche Variation einer städtischen Wärmeinsel auf Grund von Topographie und Windverhältnissen. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Series B*, 34:121–139.
- Bitan A (1988). The methodology of applied climatology in planning and building. *Energy and Buildings*, 11:1–10.
- Bitan A (2003). The urban heat island – its negative impact on human comfort and measures to be taken to reduce its effects. *cASHh Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5–7 May, Freiburg, Germany*.
- Bitan A, Potcher O (1995). Theory and methodology of climatic planning and its application to the new city of Bet-Shemesh. *Town Planning Review*, 66:61–81.
- Böhm R (1979). Stadtentwicklung und Trend der Wärmeinselintensität. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Series B*, 27:31–46.
- Böhm R (1998). Urban bias in temperature time series – a case study for the city Vienna, Austria. *Climatic Change*, 38:113–128.
- Böhm R, Gabl K (1978). Die Wärmeinsel einer Grossstadt in Abhängigkeit von verschiedenen meteorologischen Parametern. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Series B*, 26:219–237.
- Boo KO, Oh SN (2000). The characteristics of air temperature distribution in Seoul, Korea using automatic weather station data, 1999. In: *Preprints of the Third Symposium on the Urban Environment, August 2000, Davis, CA, USA*. Boston, American Meteorological Society:129–130
(http://ams.confex.com/ams/AugDavis/techprogram/paper_16587.htm, доступ 29 октября 2003 г.).
- Brázdil R, Budiková M (1999). An urban bias in air temperature fluctuations at the Klementinum, Prague, the Czech Republic. *Atmospheric Environment*, 33: 4211–4217.
- Bull GM, Morton J (1975). Relationships of temperature with death rates from all cause and from certain respiratory and arteriosclerotic diseases in different age groups. *Age Ageing*, 4:232–246.
- Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2000). *Eine Zukunft für Städte schaffen – Entwicklungspolitik im urbanen Jahrhundert*. Bonn, Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- Cayan DR, Douglas AV (1984). Urban influences on surface temperatures in the southwestern United States during recent decades. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23:1520–1530.
- Cegnar T, Kalkstein LS (2000). Development of heat watch/warning system in Rome. In: de Dear RJ et al., ed. *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium: selected papers from the Conference*

- ICB-ICUC'99 (Sydney, 8–12 November 1999). Geneva, World Meteorological Organization (WMO/TD No. 1026, WCASP-50).
- Centers for Disease Control and Prevention (2002). Heat related deaths – four states, July–August 2001 and United States, 1979–1999. *MMWR Mortality and Morbidity Weekly Report*, 51:528–531.
- Chambers FB, Bazel AJ (2000). Heating and cooling in Colorado mining towns. In: *Preprints of the Third Symposium on the Urban Environment, August 2000, Davis, CA, USA*. Boston, American Meteorological Society:119–120 (http://ams.confex.com/ams/AugDavis/techprogram/paper_15514.htm, доступ 29 октября 2003 г.).
- Chan NY et al. (2001). An empirical mechanistic framework for heat-related illness. *Climate Research*, 16:133–143.
- Clarke JF (1969). Nocturnal urban boundary layer over Cincinnati, Ohio. *Monthly Weather Review*, 97:582–589.
- Clarke JF (1972). Some effects of the urban structure on heat mortality. *Environmental Research*, 5:93–104.
- Conti S (2003). *Indagine epidemiologica sulla mortalità estiva. Presentazione dei dati finali*. [Epidemiological analysis of the summer heat-wave: presentation of final results]. Rome, Istituto Superiore di Sanità, Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute, Ufficio di Statistica (http://www.epicentro.iss.it/mortalita/presentazione%20mortalit_%20estiva2.pdf, доступ 29 октября 2003 г.).
- Dalfes HN (1991). Climatic change and Istanbul: some preliminary results. In: McCulloch J, ed. *Cities and global change*. Washington, DC, Climate Institute:92–107.
- Davis RE et al. (2003). Changing heat-related mortality in the United States. *Environmental Health Perspectives*, 111(14):1712–1718.
- De Dear R, Brager GS (2001). The adaptive model of thermal comfort and energy conservation in the built environment. *International Journal of Biometeorology*, 45:100–108.
- De la Croix L (1991). Implementation of urban heat island reduction measures and examples of U.S. projects. In: McCulloch J, ed. *Cities and global change*. Washington, DC, Climate Institute:225–230.
- Dematte JE et al. (1998). Near fatal heat stroke during the 1995 heat wave in Chicago. *Annals of Internal Medicine*, 129:173–181.
- Deutsche Stiftung Weltbevölkerung (2002). *Soziale und demografische Daten zur Weltbevölkerung*. Hannover, Deutsche Stiftung Weltbevölkerung.
- Díaz J, López Santiago C (2003). Health impact of thermal extremes in Iberia: analysis and trends. *cCASHh Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5–7 May, Freiburg, Germany*.
- Díaz J et al. (2002a). Heat waves in Madrid, 1986–1997: effects on the health of the elderly. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 75:163–170.
- Díaz J et al. (2002b). Effects of extremely hot days on people older than 65 in Seville (Spain) from 1986 to 1997. *International Journal of Biometeorology*, 46:145–149.
- Donoghue ER et al. (1997). Criteria for the diagnosis of heat-related deaths: National Association of Medical Examiners. Position Paper. National Association of Medical Examiners Ad Hoc Committee on the Definition of Heat Related Fatalities. *American Journal of Forensic Pathology*, 18:11–14.
- Drinkwater BL, Horvath SM (1979). Heat tolerance and ageing. *Medical Science and Sports*, 11(1):49–55.
- Eliasson I (1996). Urban nocturnal temperatures, street geometry and land use. *Atmospheric Environment*, 30:379–392.
- Eliasson I (2000). The use of climate knowledge in urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 48:31–44.
- Eliasson I, Upmanis H (2000). Nocturnal airflow from urban parks – implications for city ventilation. *Theoretical and Applied Climatology*, 66:95–107.

- Ellis FP et al. (1980). Mortality and morbidity in Birmingham during the 1976 heatwave. *Quarterly Journal of Medicine*, 49:1–8.
- Environmental Resources Management (2000). *Potential UK adaptation strategies for climate change*. London, Environmental Resources Management.
- Eriksen W (1976). Die städtische Wärmeinsel. *Geographische Rundschau*, 28:368–373.
- Falcão JM et al. (2003). *Projecto ÍCARO. Onda de calor de agosto de 2003: Repercussões sobre a saúde da população. Estimativas Provisórias (até 12.08.2003)* [The ÍCARO Project. Effects of the heat-wave in August 2003 on the health of the population. Preliminary estimates as of 12 August 2003]. Lisbon, Onsa – Observatório Nacional de Saúde, Instituto Nacional de Saúde Dr Ricardo Jorge
(http://www.onsa.pt/conteu/fontes/proj_icaro.html, доступ 29 октября 2003 г.).
- Fanger PO (1970). *Thermal comfort. Analysis and application in environment engineering*. Copenhagen, Danish Technical Press.
- Farago T (1991). Quality of urban air and climate change. In: McCulloch J, ed. *Cities and global change*. Washington, DC, Climate Institute:155–166.
- Faunt JD et al. (1995). The effete in the heat: heat related hospital presentations during a ten day heat wave. *Australia and New Zealand Journal of Medicine*, 25:117–120.
- Feng JZ, Petzold DE (1988). Temperature trends through urbanization in metropolitan Washington, D.C., 1945–1979. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 38:195–201.
- Fezer F (1995). *Das Klima der Stadt*. Gotha, Justus Perthes Verlag.
- Figuerola PI, Mazzeo NA (1998). Urban-rural temperature differences in Buenos Aires. *International Journal of Climatology*, 18:1709–1723.
- Forwood B, Hayman S, Tadepalli S (2000). Thermal comfort in urban open spaces. In: de Dear RJ et al., ed. *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium: selected papers from the Conference ICB-ICUC'99 (Sydney, 8–12 November 1999)*. Geneva, World Meteorological Organization (WMO/TD No. 1026, WCASP-50).
- Frisancho R (1991). *Human adaptation: a functional interpretation*. Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Gagge AP, Fobelets AP, Berglund LG (1986). A standard predictive index of human response to the thermal environment. *ASHRAE Transactions*, 92:702–731.
- Gallo KP, Owen TW (2000). Seasonal trends in urban and rural temperatures of twenty-eight cities within the United States. In: *Preprints of the Third Symposium on the Urban Environment, August 2000, Davis, CA*. Boston, American Meteorological Society:78–79
(http://ams.confex.com/ams/AugDavis/techprogram/paper_15498.htm, доступ 29 октября 2003 г.).
- García AC, Nogueira PJ, Falcão JM (1999). Onda de calor de 1981 em Portugal: efeitos na mortalidade [Effects of the heat-wave in June 1981 in Portugal on mortality]. *Revista Nacional de Saúde Pública*, volume temático 1:67–77.
- García R et al. (2002). Synoptic conditions leading to extremely high temperatures in Madrid (Spain). *Annales Geophysicae*, 20:237–245.
- García R et al. (submitted). Extreme summer temperatures in Iberia: health impacts and associated synoptic conditions.
- Givoni B (1986). Design for climate in hot, dry cities. In: Oke TR, ed. *Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas. Proceedings of the Technical Conference, Mexico D.F., 26–30 November 1984*. Geneva, World Meteorological Organization:487–513 (WMO No. 652).

- Givoni B et al. (2003). Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 35:77–86.
- Goh KC, Chang CH (1999). The relationship between height to width ratios and the heat island intensity at 22:00 h for Singapore. *International Journal of Climatology*, 19:1011–1023.
- Goldreich Y (1984). Urban topoclimatology. *Progress in Physics and Geography*, 8:336–364.
- Goldreich Y (1995). Urban climate studies in Israel: a review. *Atmospheric Environment*, 29:467–478.
- Grätz A, Jendritzky G (1998). *Bewertung des Klimas in städtischen Gebieten mit Hilfe von UBIKLIM*. Hamm, UVP-Gesellschaft e.V. (UVP-report 1/98):17–19.
- Grätz A et al. (1994). Stadtökologie. Zur Berücksichtigung von Klima in der Stadtplanung. *Die Bauverwaltung*, 3/94:122–126.
- Green GD, Skindlov JA, Butzke K (2000). Urbanization and its effect on temperature in Phoenix, Arizona. In: *Preprints of the Third Symposium on the Urban Environment, August 2000, Davis, CA, USA*. Boston, American Meteorological Society:121–122
(http://ams.confex.com/ams/AugDavis/techprogram/paper_15440.htm, доступ 29 октября 2003 г).
- Gross G (1996). Stadtklima und globale Erwärmung. *Geowissenschaften*, 14(6):245–248.
- Hajat S et al. (2002). Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 56:367–372.
- Havenith G (2001a). Temperature regulation and technology. *Gerontechnology*, 1:41–49.
- Havenith G (2001b). Individualized model of human thermoregulation for the simulation of heat stress response. *Journal of Applied Physiology*, 90:1943–1954.
- Havenith G (2002). Interaction of clothing and thermoregulation. *Exogenous Dermatology*, 1:221–268.
- Havenith G (2003). The physiology of heat related illness/mortality. *cASHh Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5–7 May, Freiburg, Germany*.
- Havenith G, Luttikholt VGM, Vrijkotte TGM (1995). The relative influence of body characteristics on humid heat stress response. *European Journal of Applied Physiology*, 70:270–279.
- Helbig A (1987). Beiträge zur Meteorologie der Stadtatmosphäre. *Abhandlung der Meteorologische Dienst der DDR*, Nr. 113.
- Hodgkinson B, Evans D, Wood J (2003). Maintaining oral hydration in older adults: a systematic review. *International Journal of Nursing Practice*, 9(3):19–28.
- Hori S (1995). Adaptation to heat. *Japanese Journal of Physiology*, 45:921–946.
- Houghton JT et al., eds. (2001). *Climate change 2001: the scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Huang YJ et al. (1987). The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 26:1103–1116.
- Hudischewskij AB, Douglas SG, Lundgren JR (2001). *Meteorological and air quality modeling to further examine the effects of urban heat island mitigation measures on several cities in the northeastern U.S.* San Rafael, CA, ICF Consulting – Systems Applications International (Final Report SYSAPP-01-001).
- Hughes WS, Balling RC Jr (1996). Urban influences on South African temperature trends. *International Journal of Climatology*, 16:935–940.

- Hulme M et al. (2002). *Climate change scenarios for the United Kingdom: the UKCIP02 scientific report*. Norwich, Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia.
- Humphreys M (1978). Outdoor temperatures and comfort indoors. *Building Research and Practice*, 6(2).
- Ichinose T, Shimodozono K, Hanaki K (1999). Impact of anthropogenic heat on urban climate in Tokyo. *Atmospheric Environment*, 33:3897–3909.
- Janssen NA et al. (2002). Air conditioning and source-specific particles as modifiers of the effect of PM10 on hospital admissions for heart and lung disease. *Environmental Health Perspectives*, 110:43–49.
- Jauregui E (1993). Urban bioclimatology in developing countries. *Experimentia*, 49:964–968.
- Jauregui E, Godinez L, Cruz F (1992). Aspects of heat island development in Guadalajara, Mexico. *Atmospheric Environment*, 26B:391–396.
- Jendritzky G (1983). Die thermische Komponente im Bioklima einer Stadt. *Annalen der Meteorologie*, 20:110–112.
- Jendritzky G (1988). Bioklima. In: VDI Kommission Reinhaltung der Luft, ed. *Stadtklima und Luftreinhaltung*. Berlin, Springer Verlag:411–426.
- Jendritzky G (1995). Urban ecological assessment procedures for urban areas in European climates based on MUKLIMO and UBIKLIM. In: *Prospects for climate-orientated planning in European cities. The urban environment in Europe*. Berlin, European Academy of the Urban Environment:34–37.
- Jendritzky G (2000). Impacts of extreme and persistent temperatures – cold waves and heat waves. In: *Proceedings of the WMO/UNESCO Sub-Forum on Science and Technology in Support of Natural Disaster Reduction, Geneva, 6–8 July 1999*. Geneva, World Meteorological Organization:43–53 (WMO No. 914).
- Jendritzky G, Grätz A (1999). Das Bioklima des Menschen in der Stadt. In: Helbig A, Baumüller J, Kerschgens MJ, ed. *Stadtklima und Luftreinhaltung*. Heidelberg, Springer:126–158.
- Jendritzky G, Grätz A (2003). UBICLIM: Urban Bioclimate Model. *cASHh Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5–7 May, Freiburg, Germany*.
- Jendritzky G, Nübler W (1981). A model analysing the urban thermal environment in physiologically significant terms. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Series B, 29(4):313–326.
- Jendritzky G, Sievers U (1989). Human biometeorological approaches with respect to urban planning. In: Driscoll D, Box EO, ed. *Proceedings of the 11th International Congress on Biometeorology*. Amsterdam, SPB Academic Publishing:25–39.
- Jendritzky G et al. (1994). Urban bioclimatology. In: *Report of the Technical Conference on Tropical Urban Climates, March 1993, Dhaka, Bangladesh*. Geneva, World Meteorological Organization (WCASP-30, WMO/TD-No. 647):245–264.
- Jendritzky G et al. (2000). The perceived temperature. The method of the Deutscher Wetterdienst for the assessment of cold stress and heat load for the human body. *Internet Workshop on Windchill, April 3 to 7, 2000, hosted by the Meteorological Service of Canada, Environment Canada*.
- Jendritzky G et al. (2002). An update on the development of a universal thermal climate index. In: *Proceedings of the 15th Conference on Aerobiology and 16th International Congress of Biometeorology, 27 Oct–1 Nov 2002, Kansas City MO, USA*. Boston, American Meteorological Society:129–133 (http://ams.confex.com/ams/15BioAero/techprogram/paper_49599.htm, доступ 29 октября 2003 г.).
- Johnson GT et al. (1991). Simulation of surface urban heat island under “ideal” conditions at night. I. Theory and tests against field data. *Boundary-Layer Meteorology*, 56:275–294.
- Jonsson P (2000). *The climate of a growing sub-tropical urban area – a field study of Gaborone, Botswana*. Gothenburg, Earth Sciences Centre, Göteborg University, B237.

- Kalkstein LS (1991). A new approach to evaluate the impact of climate on human health. *Environmental Health Perspectives*, 96:145–150.
- Kalkstein LS (2000). Climate–health showcase projects: international heat/health watch-warning systems. In: de Dear RJ et al., ed. *Selected Papers from the Conference ICB-ICUC, Sydney, 1999*. Geneva, World Meteorological Organization/United Nations Environment Programme (WCASP-50):127–129.
- Kalkstein LS (2001). Biometeorology – looking at the links between weather, climate and health. *WMO Bulletin*, 2:136–142.
- Kalkstein LS (2002). *Description of our heat/health watch–warning systems: their nature and extent, and required resources*. Unpublished.
- Kalkstein LS, Davis RE (1989). Weather and human mortality: an evaluation of demographic and interregional responses in the United States. *Annals of the Association of American Geographers*, 79(1):44–64.
- Kalkstein LS, Jamason PE, Greene JS (1996). The Philadelphia Hot Weather–Health Watch/Warning System: development and application, summer 1995. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77(7):1519–1528.
- Karaca M, Tayanc M, Toros H (1995). Effects of urbanization on climate of Istanbul and Ankara. *Atmospheric Environment*, 29:3411–3421.
- Karl TR, Diaz HF, Kukla G (1988). Urbanization: its detection and effect in the United States climate record. *Journal of Climate*, 1:1099–1123.
- Katsoulis BT, Theoharatos GA (1985). Indications of the urban heat island in Athens, Greece. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 24:1296–1302.
- Katsouyanni K et al. (1988). The 1987 Athens heatwave [letter]. *Lancet*, 2(8610):573.
- Keatinge WR et al. (1986). Increased platelet and red cell counts, blood viscosity, and plasma cholesterol level during heat stress, and mortality from coronary and cerebral thrombosis. *American Journal of Medicine*, 81:795–800.
- Keatinge WR et al. (2000). Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study. *British Medical Journal*, 321:670–673.
- Kidder SQ, Essenwanger OM (1995). The effect of clouds and wind on the difference in nocturnal cooling rates between urban and rural areas. *Journal of Applied Meteorology*, 34:2440–2448.
- Kiernan V (1996). If you can't stand the heat go shopping. *New Scientist*, 20 July:10.
- Kilbourne EM (1992). Illness due to thermal extremes. In: Last JM, Wallace RB, eds. *Public health and preventative medicine*. Norwalk, CT, Appleton Lang:491–501.
- Kilbourne EM (1999). The spectrum of illness during heatwaves. *American Journal of Preventive Medicine*, 16:359–360.
- Kim YH, Baik JJ (2002). Maximum urban heat island intensity in Seoul. *Journal of Applied Meteorology*, 41:651–659.
- King'uyu SM (2000). Urbanisation and the climate of Nairobi. In: de Dear RJ et al., ed. *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium: selected papers from the Conference ICB-ICUC'99 (Sydney, 8–12 November 1999)*. Geneva, World Meteorological Organization (WMO/TD No. 1026, WCASP-50):1–6.
- Klein Tank A, Wijngaard J, van Engelen A (2002). *Climate of Europe: assessment of observed daily temperature and precipitation extremes*. De Bilt, the Netherlands, Royal Dutch Meteorological Institute.
- Klinenberg E (2002). *Heat wave: a social autopsy of disaster in Chicago*. Chicago, University of Chicago Press.
- Klysik K, Fortuniak K (1999). Temporal and spatial characteristics of the urban heat island of Łódź, Poland. *Atmospheric Environment*, 33:3885–3895.

- Koch E, Hammer N, Rudel E (1992). Long-term variations in thermal comfort in Vienna. *Theoretical and Applied Climatology*, 45:257–264.
- Kovats S, Koppe C (forthcoming). Heat waves: past and future impacts. In: Ebi K, Burton I, Smith J, eds. *Integration of public health with adaptation to climate change: lessons learned and new directions*. Lisse, Swets & Zeitlinger.
- Kovats S, Wolf T, Menne B (2004). Heatwave of August 2003 in Europe: provisional estimates of the impact on mortality. *Eurosurveillance Weekly*, forthcoming.
- Kozuchowski K, Trepinska J, Wibig J (1994). The air temperature in Cracow from 1826 to 1990: persistence, fluctuations and the urban effect. *International Journal of Climatology*, 14:1035–1049.
- Kunst AE, Looman CW, Mackenbach JP (1993). Outdoor air temperature and mortality in the Netherlands: a time series analysis. *American Journal of Epidemiology*, 137:331–341.
- Kuttler W (1988). Spatial and temporal structures of the urban climate – a survey. In: Grefen K, Löbel J, eds. *Environmental meteorology*. Dordrecht, Kluwer:305–333.
- Kuttler W, Barlag A-B, Rossmann F (1996). Study of thermal structure of a town in a narrow valley. *Atmospheric Environment*, 30:365–378.
- Landsberg HE (1981). *The urban climate*. New York, Academic Press.
- Livada I et al. (2002). Determination of places in the great Athens area where the heat island effect is observed. *Theoretical and Applied Climatology*, 71:219–230.
- Lye M, Kamal A (1977). Effects of a heatwave on mortality-rates in elderly inpatients. *Lancet*, 1:529–531.
- Magee N, Curtis J, Wendler G (1999). The urban heat island effect at Fairbanks, Alaska. *Theoretical and Applied Climatology*, 64:39–47.
- Marmor M (1975). Heat wave mortality in New York City, 1949 to 1970. *Archives of Environmental Health*, 30:130–136.
- Matzarakis A (2001). Die thermische Komponente des Stadtklimas. *Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg*, 6:286 S.
- Mayer H (1992). Planungsfaktor Stadtklima. *Münchener Forum, Berichte und Protokolle*, 107:167–205.
- Mayer H (1996). Human-biometeorologische Probleme des Stadtklimas. *Geowissenschaften*, 14(6):233–239.
- McCulloch J, ed. (1991). *Cities and global change*. Washington, DC, Climate Institute.
- McPherson G (1991). Environmental benefits and costs of the urban forest: two examples from Tuscon, Arizona. In: McCulloch J, ed. (1991). *Cities and global change*. Washington, DC, Climate Institute:218–224.
- Mentes JC, Culp K (2003). Reducing hydration-linked events in nursing home residents. *Clinical Nursing Research*, 12: 210–225.
- Mertens E (1999). Bioclimate and city planning – open space planning. *Atmospheric Environment*, 33:4115–4123.
- Merz M (1993). Machen Klimaanlage krank? *Bad Inform*, 2:1–3.
- Michelozzi P (2003). Evaluation of the Rome heat/health watch/warning system. *cCASHh Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5–7 May, Freiburg, Germany*.
- Ministry of Health and Consumer Affairs (2003). *Informe sobre el potencial impacto sanitario de la ola de calor y la evolución reciente de la mortalidad general y por causas en España* [Information on the potential health impact of heat-waves and the recent trends in all-cause and cause-specific mortality in Spain]. Madrid, Ministry of Health and Consumer Affairs.

- Mirchandani HG et al. (1996). Heat related deaths in Philadelphia – 1993. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 17(2):106–108.
- Montávez JP, Rodriguez A, Jiménez JI (2000). A study of the urban heat island of Granada. *International Journal of Climatology*, 20:899–911.
- Moreno-Garcia MC (1994). Intensity and form of the urban heat island in Barcelona. *International Journal of Climatology*, 14:705–710.
- Nafstad P, Skrondal A, Bjertness E (2001). Mortality and temperature in Oslo, Norway, 1990–1995. *European Journal of Epidemiology*, 17:621–627.
- Nakamura Y (1998). Characteristics of human mortality in Japan concerning global warming. *Global Environmental Research*, 2:121–131.
- Nasrallah HA, Brazel AJ, Balling RC Jr (1990). Analysis of the Kuwait City urban heat island. *International Journal of Climatology*, 10:401–405.
- National Academy of Sciences (2000). Toward the development of disease early warning systems. In: *Under the weather: climate, ecosystems, and infectious disease*. Washington, DC, National Academies Press
(<http://www.nap.edu/books/0309072786/html>, доступ 29 октября 2003 г.).
- National Institute of Public Health Surveillance (2003). *Impact sanitaire de la vague de chaleur en France survenue en août 2003. Rapport d'étape – 29 août 2003*. Saint Maurice, France, National Institute of Public Health Surveillance
(http://www.invs.sante.fr/publications/2003/chaleur_aout_2003, доступ 29 октября 2003 г.).
- Nichol J (1996). High-resolution surface temperature patterns related to urban morphology in a tropical city: a satellite-based study. *Journal of Applied Meteorology*, 35:135–146.
- Nieuwolt S (1986). Design for climate in hot, humid cities. In: Oke TR, ed. *Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas. Proceedings of the Technical Conference, Mexico D.F., 26–30 November 1984*. Geneva, World Meteorological Organization (No. 652):514–534.
- Nkemdirim LC (1980). A test of a lapse rate/wind speed model for estimating heat island magnitude in an urban airshed. *Journal of Applied Meteorology*, 19:748–756.
- Nogueira PJ (2000a). Acreditando no ... ÍCARO [Believing ... ÍCARO]. *Observações*, 12
(http://www.onsa.pt/conteu/publicacoes/pub_observacoes-012_onsa.zip, доступ 29 октября 2003 г.).
- Nogueira PJ (2000b). 4 x ÍCARO: um balanço [4 x ÍCARO: a balance]. *Observações*, 17
(http://www.onsa.pt/conteu/publicacoes/pub_observacoes-017_onsa.jpg, доступ 29 октября 2003 г.).
- Nogueira P, Paixão E (2003). Evaluation of the Lisbon heat health warning system. *cASHh Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5–7 May, Freiburg, Germany*.
- Nogueira PJ et al. (1999). Um sistema de vigilância e alerta de ondas de calor com efeitos na mortalidade: o índice Ícaro [A heat-wave surveillance and warning system based on the effects on mortality: the ÍCARO index]. *Revista Nacional de Saúde Pública*, volume temático 1:79–84.
- Nunes B, Castro L (1997). Não morrer de calor!... Será uma questão de habituação? [Not dying from heat! ... Is it a question of habituation?]. *V Congresso Anual da Sociedade Portuguesa de Estatística 1997*.
- Office for National Statistics. *Summer mortality – deaths up in August heat wave*. London, Office for National Statistics
(<http://www.statistics.gov.uk/cci/nugget.asp?id=480>, доступ 29 октября 2003 г.).
- Oke TR (1973). City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment*, 7:769–779.
- Oke T (1976). The distinction between canopy and boundary layer urban heat islands. *Atmosphere*, 14:268–277.

- Oke T (1987). *Boundary layer climates*. 2nd ed. London, Methuen.
- Oke TR (1997). Urban climates and global environmental change. In: Thompson RD, Parry AH, eds. *Applied climatology: principles and practice*. London: Routledge:273–287.
- Oke TR (1998). An algorithmic scheme to estimate hourly heat island magnitude. In: *Preprints of the Second Urban Environment Symposium, November 1998, Albuquerque, NM, USA*. Boston, American Meteorological Society:80–83.
- Oke TR, Maxwell GB (1975). Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver. *Atmospheric Environment*, 9:191–200.
- Oke TR, Zeuner G, Jauregui E (1992). The surface energy balance in Mexico City. *Atmospheric Environment*, 33:3919–3930.
- Okpara JN (2000). A study of urban heat island over Akure in Nigeria during the end of 1997 wet season. In: de Dear RJ et al., ed. (2000). *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium: selected papers from the Conference ICB-ICUC'99 (Sydney, 8–12 November 1999)*. Geneva, World Meteorological Organization (WMO/TD No. 1026, WCASP-50):1–6.
- O'Neill M (2003). Air conditioning and heat-related health effects. *Applied Environmental Science and Public Health*, 1(1):9–12.
- Padmanabhamurty B (1999). Hot cities in a hot world. In: de Dear RJ et al., eds. *Proceedings of the 15th International Congress of Biometeorology & International Conference on Urban Climate, Sydney, Australia*. Geneva, World Meteorological Organization:ICUC4.1 (1–6) (WCASP-50;WMO/TD No. 1026).
- Paixão E, Nogueira PJ (2002). *Estudo da onda de calor de Julho de 1991 em Portugal: efeitos na mortalidade: relatório científico* [A study of the July 1991 heat-wave in Portugal: effects on mortality – scientific report]. Lisbon, Observatório Nacional de Saúde (http://www.onsa.pt/conteu/fontes/proj_icaro_relac-cientifico-out02_onsa.zip, доступ 29 октября 2003 г.).
- Pajares Ortiz MS et al. (1997). Mortalidad diaria en la Comunidad de Madrid durante el periodo 1986–1991 para el grupo de edad de 45 a 64 años: su relación con la temperatura del aire [Daily mortality in the Municipality of Madrid during 1986–1991 for the group between 45 and 64 years of age: relationship with air temperature]. *Revista Española de Salud Pública*, 71(2):149–160.
- PHEWE (2003). *Implementation of the Heat/Health Watch Warning System in Rome*. Unpublished.
- Philandras CM, Metaxas DA, Nastos PT (1999). Climate variability and urbanisation in Athens. *Theoretical and Applied Climatology*, 63:65–72.
- Piehl HD, Grätz A (1996). *Klimakarten für das Land Berlin. 1. Bioklima Berlin*. Potsdam, Deutscher Wetterdienst.
- Pinho OS, Manso Orgaz MD (2000). The urban heat island in a small city in coastal Portugal. *International Journal of Biometeorology*, 44:198–203.
- Rogot E, Sorlie PD, Backlund E (1992). *Air-conditioning and mortality in hot weather*. *American Journal of Epidemiology*, 136:106–116.
- Rooney C et al. (1998). Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52:482–486.
- Roth M, Oke TR, Emery WJ (1989). Satellite-derived urban heat island from three coastal cities and the utility of such data in urban climatology. *International Journal of Remote Sensing*, 10:1699–1720.
- Runnals KE, Oke TR (1998). The urban heat island of Vancouver, BC. In: *Preprints of the Second Urban Environment Symposium, November 2–6, 1998, Albuquerque, NM, USA*. Boston, American Meteorological Society:84–87.
- Saaroni H, Ziv B (2003). The impact of a small lake on heat stress in a Mediterranean urban park: the case of Tel Aviv, Israel. *International Journal of Biometeorology*, 47:156–165.

- Saaroni H et al. (2000). Spatial distribution and microscale characteristics of the urban heat island in Tel-Aviv, Israel. *Landscape and Urban Planning*, 48:1–18.
- Santamouris M et al. (1999). Thermal and air flow characteristics in a deep pedestrian canyon under hot weather conditions. *Atmospheric Environment*, 33:4503–4521.
- Santamouris M et al. (2001). On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. *Solar Energy*, 70(3):201–216.
- Scherer D et al. (1999). Improved concepts and methods in analysing and evaluation of the urban climate for optimizing urban planning processes. *Atmospheric Environment*, 33:4185–4193.
- Semenza JC et al. (1996). Heat related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *New England Journal of Medicine*, 335(2):84–90.
- Sheridan SC, Kalkstein LS (1998). Heat watch–warning systems in urban areas. *World Resource Review*, 10:375–383.
- Smoyer KE (1998a). A comparative analysis of heat waves and associated mortality in St. Louis, Missouri 1980 and 1995. *International Journal of Biometeorology*, 42:44–50.
- Smoyer KE (1998b). Putting risk in its place: methodological considerations for investigating extreme event health risks. *Social Science and Medicine*, 47:1809–1824.
- Staiger H, Bucher K, Jendritzky G (1997). Gefühlte Temperatur. Die physiologisch gerechte Bewertung von Wärmebelastung und Kältestress beim Aufenthalt im Freien in der Maßzahl Grad Celsius. *Annalen der Meteorologie*, 33:100–107.
- Steadman RG (1979a). The assessment of sultriness. I. A temperature–humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology*, 18:861–873.
- Steadman RG (1979b). The assessment of sultriness. II. Effects of wind, extra radiation, and barometric pressure on apparent temperature. *Journal of Applied Meteorology*, 18:861–873.
- Teisberg TJ et al. (in press). The net benefits of the Philadelphia heat wave warning system. *Bulletin of the American Meteorological Society*.
- Todisco G (1987). Indagine biometeorologica sui colpi di calore verificatisi a Roma nell'estate del 1983 [Biometeorological study of heat stroke in Rome during summer 1983]. *Rivista di Meteorologica Aeronautica*, 47:189–197.
- Tso CP (1996). A survey of urban heat island in two tropical cities. *Atmospheric Environment*, 30:507–519.
- Unger J (1996). Heat island intensity with different meteorological conditions in a medium sized town: Szeged, Hungary. *Theoretical and Applied Climatology*, 54:147–151.
- Unger J (1999). Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a central European city. *International Journal of Biometeorology*, 43:139–144.
- Upmanis H, Eliasson I, Lindquist S (1998). The influence of green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Göteborg, Sweden). *International Journal of Climatology*, 18:681–700.
- Verein Deutscher Ingenieure (1998). *Environmental meteorology – methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for urban and regional planning at regional level. I. Climate*. Düsseldorf, Beuth Verlag (VDI Richtlinien. VDI 3787/Part 2. VDI/DIN-Handbuch – Reinhaltung der Luft, Band 1b).
- Wagner D (1994). Wirkungen regionaler Klimaänderungen in urbanen Ballungsräumen. In: Hupfer P, ed. *Spezialarbeiten aus der Arbeitsgruppe Klimaforschung des Meteorologischen Instituts der Humboldt-Universität zu Berlin*. Berlin, Arbeitsgruppe Klimaforschung des Meteorologischen Instituts der Humboldt-Universität zu Berlin (Spezialarbeiten aus der Arbeitsgruppe Klimaforschung des Meteorologischen Instituts der Humboldt-Universität zu Berlin Nr. 7).

- Wagner D (1999). Assessment of the probability of extreme weather events and their potential effects in large conurbations. *Atmospheric Environment*, 33:4151–4155.
- Whitmann et al. (1997). Mortality in Chicago attributed to the July 1995 heat wave. *American Journal of Public Health*, 87(9):1515–1518.
- WHO (1990). *Indoor environment: health aspects of air quality, thermal environment and noise*. Geneva, World Health Organization
(http://whqlibdoc.who.int/hq/1990/WHO_EHE_RUD_90.2.pdf, доступ 29 октября 2003 г.).
- WHO Regional Office for Europe (1987). *Health impact of low indoor temperatures*. report on a WHO meeting, Copenhagen, 11–14 November 1985. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe (Environmental Health Series, No. 16).
- Wienert U (2001). *Untersuchungen zur Breiten- und Klimazonenabhängigkeit der urbanen Wärmeinsel: Eine städtische Analyse*. Essen, Fachbereichs Bio- und Geowissenschaften, Landschaftsarchitektur an der Universität Essen (dissertation).
- Wilby RL (2003). Past and projected trends in London's urban heat island. *Weather*, 58:251–260.
- Williams CG, Heyns AJ (1969). Differential acclimatisation as a function of duration of exposure. *Internationale Zeitschrift für Angewandte Physiologie*, 27(2):198–211.
- Williams CG, Wyndham CH, Morrison JF (1967). Rate of loss of acclimatisation in summer and winter. *Journal of Applied Physiology*, 22:21–26.
- World Meteorological Organization (1983). *Abridged final report, 8th session*. Geneva, Commission for Climatology and Applications of Meteorology, World Meteorological Organization (WMO No. 600).
- World Meteorological Organization (1999). *Weather, climate and health*. Geneva, World Meteorological Organization (WMO No. 892).
- World Meteorological Organization (2003). *According to the World Meteorological Organization, extreme weather events might increase*. Geneva, World Meteorological Organization, 2 July
(<http://www.wmo.ch/web/Press/Press695.doc>, доступ 29 октября 2003 г.).
- Yamashita S (1996). Detailed structure of heat island phenomena from moving observations from electric tram-cars in metropolitan Tokyo. *Atmospheric Environment*, 30:429–435.
- Yannas S (2001). Toward more sustainable cities. *Solar Energy*, 70(3):281–294.

Приложение 1.

Программа семинара в рамках проекта сCASHh "Чувствительность к тепловым стрессам", 5-7 мая 2003 г., г. Фрайбург, Германия

ПОНЕДЕЛЬНИК, 5 МАЯ 2003 г.

9.00-9.15	Приветственные выступления (<i>Gerd Jendritzky & Bettina Menne</i>)
9.15-9.30	Краткое представление участников
9.30-10.00	Цели исследования и семинара (<i>Bettina Menne</i>)
10.00-10.30	Физиология заболеваний и смертности, связанных с жарой (<i>George Havenith</i>)
10.30-11.00	Эпидемиология заболеваний и смертности, связанных с жарой (<i>Sari Kovats</i>)

11.00-11.15 *Перерыв*

ЗАСЕДАНИЕ 1. Системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары - методика

11.15-11.30	Исследование систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в Европе (<i>Christina Koppe</i>)
11.30-12.00	Системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары: обзор (<i>Scott Sheridan</i>)
12.00-12.20	Оценка системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в г. Риме (<i>Paola Michelozzi</i>)
12.20-12.40	Оценка системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в г. Лиссабоне (<i>Paulo Jorge Nogueira</i>)
12.40-13.00	Проект "Оценка и предупреждение острых воздействий погодных условий на здоровье в Европе" (PHEWE) (<i>Paola Michelozzi & Glenn McGregor</i>)

13.00-14.00 *Перерыв на обед*

ЗАСЕДАНИЕ 2. Системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары – меры вмешательства и оценка

14.00-14.15	Мадридское исследование (<i>César López Santiago & Julio Díaz Jiménez</i>)
14.15-14.45	Филадельфийская система – ценность информационного исследования (Kristie L. Ebi)
14.45-17.30	Работа в группах
	1. Каковы наилучшие методы определения "периодов сильной жары"?
	2. Когда следует создавать систему медицинских предупреждений о наступлении сильной жары?
	3. На кого должна быть нацелена система медицинских предупреждений о наступлении сильной жары?
	4. Как можно наилучшим образом реализовать систему медицинских предупреждений о наступлении сильной жары?
	5. Какие проблемы бывают после выпуска предупреждения?
	6. Как лучше всего оценивать систему?

Перерыв во время работы в группах

Вечер: *Ужин в ресторане "Даттлер"*

ВТОРНИК, 6 МАЯ 2003 г.

9.00-10.30	Представление результатов работы в группах
10.30-10.45	Перерыв

ЗАСЕДАНИЕ 3. Городское планирование

10.45-11.15	Городской тепловой остров – его отрицательное воздействие на комфорт человека и меры, которые должны быть приняты для уменьшения его влияния (<i>Arieh Bitan</i>)
11.15-11.45	Климат в помещении: зависимость между тепловым комфортом в помещении и зданиями с точки зрения многопрофильности проблемы (<i>Fergus Nicol</i>)
11.45-12.15	Модель городского биоклимата УБИКЛИМ (<i>Gerd Jendritzky</i>)
12.15-12.45	Меры планирования (<i>Jürgen Baumüller</i>)
12.45-13.45	<i>Перерыв на обед</i>
13.45-16.30	Работа в группах <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие существуют стратегии вмешательства и какие из них наиболее эффективны? 2. Можно ли извлечь какие-либо уроки из опыта вмешательств в других городах? 3. Если да, что можно порекомендовать? <p><i>Перерыв во время работы в группах</i></p>
16.30-17.30	Представление результатов работы в группах
19.00	<i>Прием от имени города Фрайбурга</i>

СРЕДА, 7 МАЯ 2003 г.

8.45-9.15	Модель комплексной оценки: тепловой стресс (<i>Michael van Lieshout</i>)
9.15-9.45	Оценка мер по адаптации: методика (<i>Aline Chiabai</i>)
9.45-10.00	Адаптация к тепловому стрессу: уроки концептуальной основы (<i>Hans-Martin Füssel</i>)
10.00-11.00	Заключительная дискуссия о стратегиях адаптации
11.00-11.15	<i>Перерыв</i>
11.15-12.30	Выработка и рассмотрение рекомендаций
12.30-13.00	Следующие шаги

Приложение 2

Вопросник об экстремальных температурных явлениях и системах медицинских предупреждений

Данный вопросник был разослан в 45 стран Европейского региона ВОЗ.

ЧАСТЬ 1: ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Название и адрес Вашей организации:
2. К кому мы можем обратиться, если у нас появятся дополнительные вопросы по данной проблеме?
3. Интересуют ли Вас итоги данного исследования (они будут высланы лицу для контактов, названному выше)?

ЧАСТЬ 2: ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

1. Существует ли в Вашей стране официально принятое определение "периода сильной жары"?
 - а) Если да, напишите, пожалуйста, это определение:
 - б) В каком пространственном масштабе определяется период сильной жары?

масштаб города масштаб региона масштаб страны
 другое

2. Существует ли в Вашей стране официально принятое определение "периода суровых холодов"?
 - а) Если да, напишите, пожалуйста, это определение:
 - б) В каком пространственном масштабе определяется период суровых холодов:

масштаб города масштаб региона масштаб страны
 другое

ЧАСТЬ 3: СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ СИЛЬНОЙ ЖАРЫ

1. Существует ли в Вашей стране какая-либо система предупреждений об экстремальных температурных явлениях?
- а) Если да, то подразумевает ли эта система предупреждения о наступлении жаркой погоды?
- Если да,
- Каков критерий для издания предупреждения?
 - Каков критерий для прекращения действия предупреждения?
 - Для какого пространственного масштаба издается предупреждение?

- масштаб города масштаб региона масштаб страны
- другое

- Кому адресовано предупреждение (например, органам здравоохранения, населению)?
 - Как организуется издание предупреждения (например, через какие средства информации распространяется предупреждение, с какой заблаговременностью издается предупреждение)?
 - Какова цель системы предупреждений?
 - Имеются ли какие-либо планы вмешательства на случай издания предупреждения?
 - Если да, опишите, пожалуйста, этот план вмешательства в нескольких словах:
 - Кто реализует план? Назовите, пожалуйста, фамилию лица для контактов в этих "учреждениях"? (Например, в США в осуществлении мероприятий после предупреждения о наступлении сильной жары часто участвуют отделы пожарной охраны).
- б) Постарайтесь, пожалуйста, оценить издержки по реализации системы предупреждений:*

..... (евро)

- в) Постарайтесь, пожалуйста, оценить выгоды от реализации систем предупреждений:*

..... (евро)

..... (количество спасенных жизней)

* Если вы не можете ответить на эти вопросы, знаете ли вы кого-нибудь, к кому мы могли бы обратиться с этими вопросами?

- г) Если системы предупреждений о наступлении жары нет, рассматривает ли Ваше ведомство вопрос о создании системы предупреждений о наступлении жаркой погоды?
2. В какие другие ведомства можно обратиться, чтобы получить полезную информацию об экстремальных температурных явлениях и системах медицинских предупреждений?

Приложение 3.

Современное состояние систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары в Европе

Указанные ниже страны прислали ответы на вопросник о системах медицинских предупреждений о наступлении сильной жары (Приложение 2) или были определены как имеющие такие системы.

ТАБЛИЦА 1. СТРАНЫ, В КОТОРЫХ ИМЕЮТСЯ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ СИЛЬНОЙ ЖАРЫ				
Страна	Ответ	Тип системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары +		
		I	II	III
Албания				
Армения				
Австрия	X			
Азербайджан	X	X*		
Беларусь	X		X*	
Бельгия	X			
Босния и Герцеговина				
Болгария				
Хорватия	X			
Кипр	X			
Чешская Республика	X	X		
Дания	X			
Эстония	X	X*		
Финляндия	X			
Франция	X			
Грузия	X			
Германия	X			
Греция	X		X*	
Венгрия	X			
Исландия	X			
Ирландия	X			
Израиль	X			
Италия (Рим)				X
Казахстан	X		X*	
Латвия	X	X*		
Литва	X			
Люксембург	X			
Мальта	X		X*	
Монако				
Нидерланды	X			
Норвегия	X			
Польша				
Португалия (округ Лиссабон)	X			X
Республика Молдова	X			
Румыния	X	X*		
Сербия и Черногория	X		X*	

ТАБЛ.1 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)				
Страна	Ответ	Тип системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары +		
		I	II	III
Словакия	X			
Словения	X	X*		
Испания	X		X*	
Швеция	X			
Швейцария	X			
Бывшая Югославская Республика Македония	X		X*	
Турция	X		X*	
Украина				
Соединенное Королевство**	X			

Ответы на вопросник прислали тридцать семь из сорока пяти обследованных стран (82%).

+ Определения типов систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары см. в таблице 2.

* Ситуации, оказывающие неблагоприятное воздействие на здоровье человека, в явной форме не указываются.

** В Соединенном Королевстве есть система, которая обеспечивает больницы ежедневной информацией, основанной на метеорологической ситуации, но специальной системы медицинских предупреждений о наступлении сильной жары нет.

ТАБЛИЦА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПОВ СИСТЕМ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ О НАСТУПЛЕНИИ СИЛЬНОЙ ЖАРЫ		
Тип 1	Тип 2	Тип 3
<ul style="list-style-type: none"> Указание погодных ситуаций, оказывающих неблагоприятное воздействие на здоровье Мониторинг прогнозов погоды Механизмы, посредством которых издаются общие предупреждения, когда прогнозируется неблагоприятная погодная ситуация 	<ul style="list-style-type: none"> Доведение предупреждения до сведения всего населения и/или учреждений и ведомств здравоохранения 	<ul style="list-style-type: none"> Предупреждение влечет за собой вмешательства в сфере общественного здравоохранения на уровне и с участием местного населения

Приложение 4

Прогноз изменения климата в европейских городах

Город	Сценарий	Методы	Результаты	Примечания	Источник
Берлин	ЕСНАМ1 Моделирование до 2100 года Контрольный прогон (концентрации двуокиси углерода остаются на уровне 1985 года)	Было выполнено вложение региональной модели климата FITNAH (высокое разрешение (сетка 100 м x 100 м), трехмерное моделирование городского мезоклимата)	<p><i>Изменения в средней температуре</i></p> <p>В период между 2040 и 2070 годами температура воздуха повысится на 2 °С без изменений в структуре застройки и на 3-4 °С после того, как будут застроены Потсдаммер-плац и Шпреебоген.</p> <p>Кроме того, скорость ветра уменьшится на 80% по сравнению с исходным климатом.</p> <p><i>Изменения в вероятности экстремальных явлений</i></p> <p>Увеличение числа, продолжительности и интенсивности периодов сильной жары</p> <p><i>Изменения в средней температуре зимы</i></p> <p>Потепление (2080 г.) на 2,5 °С по сравнению с базисным прогоном (без учета изменений в структуре города)</p>		Wagner (1994)
Берлин			<p><i>Изменения в вероятности экстремальных явлений</i></p> <p>В три раза больше жарких дней (Тмакс.>30 °С) в 2080 году и в девять раз больше очень жарких дней (Тмакс.>39 °С), чем в 1985 году.</p>		Gross (1996)

Город	Сценарий	Методы	Результаты	Примечания	Источник
Берлин	Модель: ECHAM1/LSG; Временной горизонт (2050-2079 гг.)	Моделирование методом Монте-Карло с использованием авторегрессионной модели первого порядка	<p>Повышение средней температуры воздуха на 1,7 °С , увеличение стандартного отклонения на 19%, незначительное увеличение коэффициента автокорреляции первого порядка.</p> <p><i>Изменения в вероятности экстремальных явлений в июле</i></p> <p>Экстремальное явление определяется как величины максимальной суточной температуры в течение пяти дней подряд:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выше 30 °С : интервалы повторения уменьшатся с 8 до 3 лет • выше 33 °С : интервалы повторения уменьшатся с 47 до 8 лет 		Wagner (1999)
Вена	<p>Для разработки сценариев изменяющегося климата и расчета воздействия этого изменения на тепловой комфорт используются данные многолетних наблюдений с 1873 по 1990 год</p> <p>Модель общей циркуляции атмосферы Института космических исследований имени Годдарда для Европы (удвоение концентрации CO₂)</p>		<p>Повышение температуры модели общей циркуляции атмосферы Института космических исследований имени Годдарда равно десяти самым жарким месяцам в период с 1873 по 1990 год.</p> <p><i>Изменения в вероятности экстремальных явлений</i></p> <p>Количество дней с тепловым стрессом в июле возрастет с 1,8 до 5,2. Количество дней со стрессом холода в январе уменьшится с 21 до 7,5.</p>	<p>Недостатки: временной аналог работает только в том случае, если другие метеорологические параметры, влияющие на тепловой стресс, останутся неизменными</p>	Koch et al. (1992)

Тепловой стресс определяется по модели баланса прихода-расхода тепла человеческого организма. Дискомфорт наступает в том случае, если удовлетворяется один из следующих критериев: средняя температура кожи ниже 29 °С или выше 35 °С; приращение тепла, вызываемое дрожанием, >0; интенсивность потоотделения >1,5 раз выше средней интенсивности потоотделения в случае комфорта; влажность кожи >25%. Одежда изменяется на + 0,5 кло (исходная одежда в июле эквивалентна 1 кло). Тепловой стресс (стресс холода) возникает, если модель показывает дискомфорт после улучшения в одежде.

Город	Сценарий	Методы	Результаты			Примечания	Источник
Стамбул		<p>Допускаемое изменение температуры: 5 °С (июль и август, сдвиг в средней величине, а не в дисперсии)</p> <p>Функция плотности вероятности (данные за 15 лет) была сдвинута на допускаемое изменение температуры на 5 °С.</p>	<p><i>Изменения в вероятности экстремальных явлений</i></p> <p>Вероятность достижения среднесуточных температур выше 30 °С:</p> <p>при нынешнем климате: ~ 0</p> <p>в будущем: 8 из 61 (~ 8 в год)</p>			<p>Недостатки:</p> <p>Не были учтены изменения в дисперсии</p> <p>Грубое разрешение глобальной модели циркуляции атмосферы</p> <p>Не были учтены прогнозируемые изменения численности населения (с 7,4 млн. в 1990 г. до 15,5 млн. в 2040 г.)</p>	Dalfes (1991)
Лондон	NadCM3 (1961–2099) UKCIP02	<p>Регрессионная модель на базе периода 1961-1990 гг.</p> <p>Прогнозирующие элементы:</p> <p>сила приповерхностного ветра</p> <p>сила западного ветра</p> <p>завихрённость</p> <p>относительная влажность</p> <p>геопотенциальная высота 850 гПа</p>	<p>ΔUNI (°С)</p> <p>20-е годы 0,07</p> <p>50-е годы 0,16</p> <p>80-е годы 0,26</p>	<p>ΔUKC IP02 (°С)</p> <p>0,5-1,0</p> <p>2,0-2,5</p> <p>3,5-4,0</p>	<p>Δf (дней)</p> <p>5</p> <p>9</p> <p>15</p>	<p>ΔUNI: изменения в годовой ночной интенсивности городского теплового острова; изменения происходят в дополнение к региональному потеплению.</p> <p>ΔUKCIP02: изменения региональных температур, прогнозируемые с помощью UKCIP02.</p> <p>Δf: изменения в частоте дней интенсивного (>4°С) городского теплового острова</p> <p>Все изменения относительно средней величины за 1961-1990 гг. (городской тепловой остров = 1,8 °С)</p>	Wilby (2003)
	Средне-высокий уровень выбросов						
	Средне-низкий уровень выбросов						



Всемирная организация здравоохранения
Европейское региональное бюро

Scherfigsvej 8, DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark
Тел.: +45 39 17 17 17
Факс: +45 39 17 18 18

Эл.почта: postmaster@euro.who.int
Веб-сайт: <http://www.euro.who.int>

Адреса учреждений, принявших участие в выполнении исследования:

Всемирная организация здравоохранения
Европейское региональное бюро
Scherfigsvej 8, DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark
Тел.: +45 39 17 17 17
Факс: +45 39 17 18 18
Эл.почта: postmaster@euro.who.int
Веб-сайт: <http://www.euro.who.int>

По вопросам изменения климата и стратегий адаптации в интересах здоровья человека:
<http://www.euro.who.int/ccashh>

Служба погоды Германии
(Deutscher Wetterdienst)
Stefan-Meier-Str. 4-6
D-79104 Freiburg
Тел.: +49 (0)761 28202-0
Факс: +49 (0)761 2820277
<http://www.dwd.de>

Лондонский институт гигиены и тропической медицины
(London School of Hygiene and Tropical Medicine)
Keppel Street
London WC1E 7HT
United Kingdom
Тел.: +44 20 7636 8636
Факс: +44 20 7436 5389
<http://www.lshtm.ac.uk>

Европейская Комиссия
Управление энергетики, охраны окружающей среды и устойчивого развития
(European Commission
Energy, Environment and Sustainable Development) (EESD) (FP5)
1049 Brussels
Belgium
<http://www.cordis.lu/eesd/>