

Оценка метеорологических и микроклиматических условий в городском проектировании

На ощущения человека, отдыхающего в городском сквере, парке, да и просто находящегося во дворе, сильное влияние оказывает микроклимат территории. Без его учета невозможно спроектировать ландшафт, комфортный для жителей, создать в городе такой уголок природы, в котором было бы прохладно в жару и уютно в непогоду. Однако оценка изменения микроклимата в результате реализации градостроительных проектов в Москве ограничена из-за отсутствия нормативно-методических документов, регламентирующих процедуру таких оценок.



**Мягков
Михаил Сергеевич,**
кандидат технических наук

Важные факторы

Согласно существующей нормативной документации раздел «Охрана окружающей среды» в составе проекта планировки (реконструкции) жилых районов должен включать оценку метеорологических и микроклиматических условий, сделанную на основе утвержденных нормативных биоклиматических и санитарно-гигиенических показателей. Какие же показатели могут использоваться для этих целей?

Попробуем уйти от сложившегося стереотипа раздела «ООС». Что, например, может интересовать жителя проектируемого жилого дома, кроме вида из окон его будущей квартиры, а также концентрации загрязняющих веществ и уровня шума? Какой он хотел бы видеть окружающую среду своего места жительства? Конечно же, светлый уютный двор, где много открытых мест, но есть и кружевная тень, где нет сильного ветра и в то же время не душно, где в меру тепло и можно с удовольствием отдыхать пенсионерам и молодым мамам с колясками. Эти условия можно определить словом «комфортно».

Это взгляд простого человека, для которого город проектируется и строится. А профессионал скажет: совершенно очевидно, что к «тенечку» тяготеют хозяйственные площадки и открытые парковки, а в хорошем освещении нуждаются и детские площадки, и цветники, и клумбы. Вряд ли кто рискнет утверждать, что комфортность среды обитания человека в городе менее важна, чем такие традиционные показатели, как количество квадратных метров придомовой зелени на одного жителя или расстояние от крайнего рельса трамвайного пути до изофоны 55 дБА.

Человек в городе

Современные требования к проектированию требуют нового программного обеспечения. С этих позиций поговорим о том, какие микроклиматические параметры окружающей среды в застройке следует спрогнозировать и учесть при принятии решений? В первую очередь речь идет о самочувствии человека на различных участках городской территории (вне зданий). Оно определяется и степенью загрязнения атмосферного возду-

ха, и уровнем шума, и — в меньшей степени — тепловыми ощущениями человека.

Наиболее активным (с точки зрения влияния на организм) метеорологическим показателем является температура воздуха, поскольку она интегрирует взаимодействия многих микроклиматических факторов атмосферы. Состояние теплового комфорта возникает, когда складываются такие метеорологические условия, при которых терморегуляторная система организма испытывает наименьшее напряжение, т. е. имеется физиологический покой. Соотношение между субъективным ощущением тепла и метеоусловиями выражается эффективной или эквивалентно-эффективной температурой. Эти показатели сводят в одно эффект воздействия температуры, влажности и движения воздуха на ощущение тепла или холода человеческим организмом, поскольку тепловой комфорт является функцией не только температуры воздуха, но и других физических параметров.

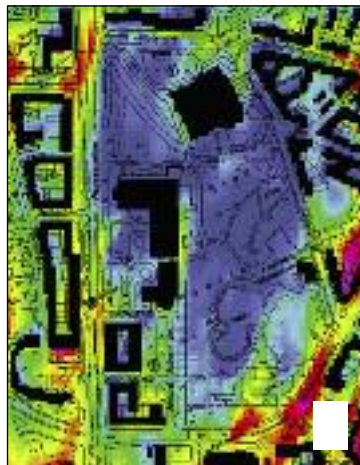
Числовое значение эффективной температуры определяется по температуре неподвижного, влагонасыщенного воздуха, которая вызывает адекватные ощущения у человека. Опытным путем установлен ряд сочетаний температуры и относительной влажности воздуха, при которых эффект теплоотдачи и теплоощущения будет одинаковым. Например, неподвижный воздух с влажностью 50 % при температуре 20,1 °С будет таким же образом влиять на теплоотдачу и теплоощущение, как влагонасыщенный воздух с темпера-



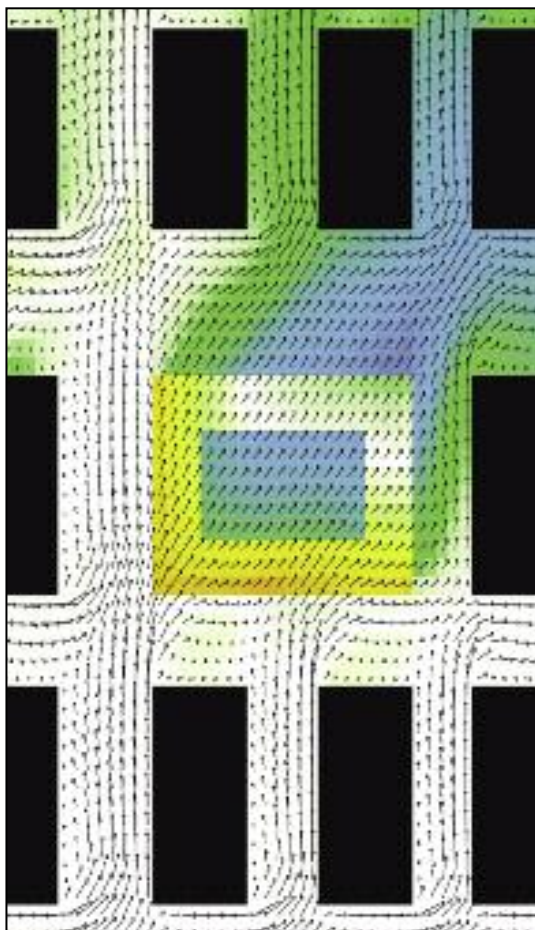
турой 17,8 °С. В подвижном воздухе интенсивность теплоотдачи усиливается, порядок уровня и структуры теплоощущения изменяется. Возможны самые разные сочетания температуры, скорости ветра и влажности, при которых степень теплоощущения будет одинаковой. Этот комплексный показатель называется эквивалентно-эффективной температурой (ЭЭТ) и широко используется в нашей стране для климатической паспортизации городов и регионов (в первую очередь — санаторно-курортных зон) градостроителями, гигиенистами и климатологами. Теплоощущения человека являются комфортными, когда ЭЭТ наружного воздуха находится в пределах от 16,7 °С до 20,6 °С.

Микроклиматические расчеты для проектируемого парка:

- а) модель территории
- б) прогноз изменения температуры
- в) условия комфортности



Пример расчета полей деформации температуры и ветра



Этот диапазон ЭТТ именуется зоной комфорта для человека. За пределами указанных величин возникают дискомфортные условия жизненной среды, которые следует учитывать в проекте и улучшать средствами планировки и благоустройства территорий.

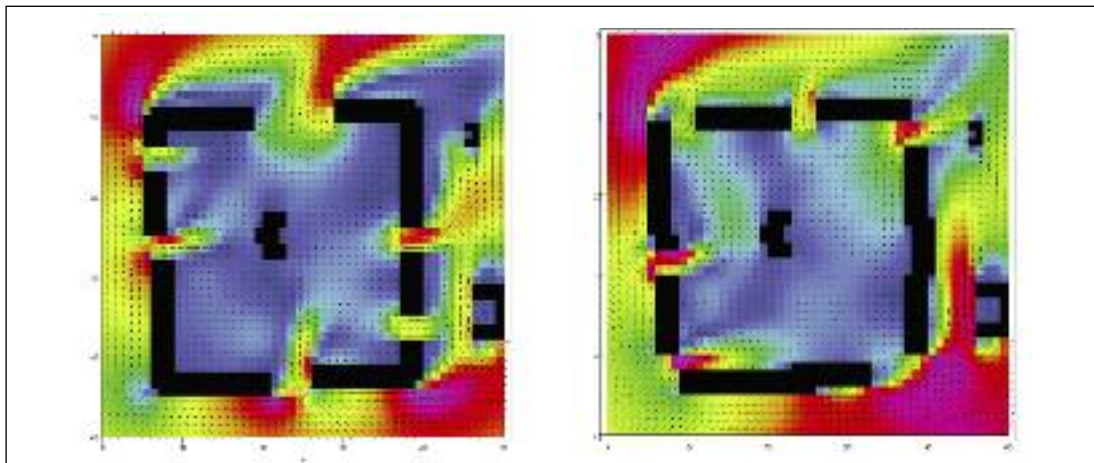
Градостроительные нормативы

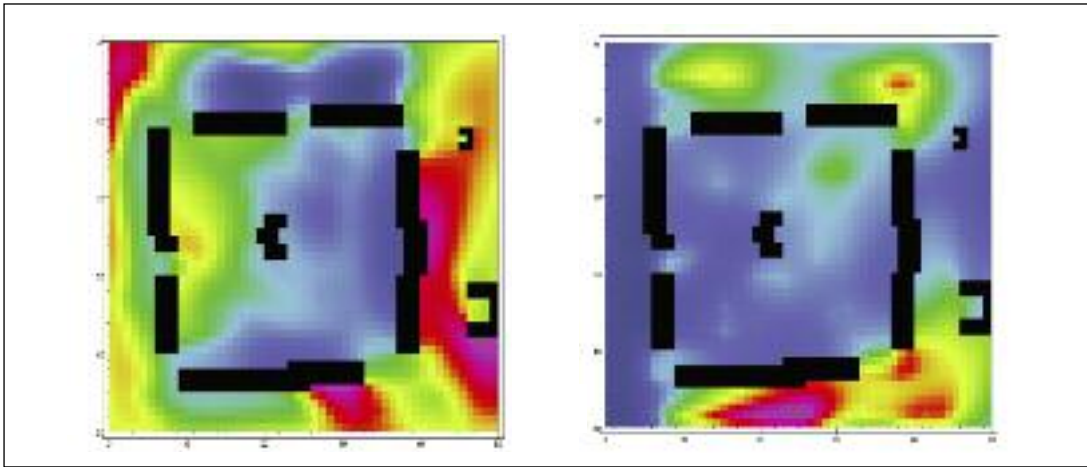
Для определения степени комфортности в строительстве действует ГОСТ 30494-96, содержащий требования к параметрам микроклимата помещений. Он определяет сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении. По функциональному назначению помещения делятся на 6 видов, включая коридоры, лестницы и санузлы с кладовыми:

- помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха;
- помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебной;
- помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды и т. д.

Показатель комфортности этих помещений определяется результирующей температурой – функцией температуры воздуха, скорости воздушного потока и радиационной температуры внутри помещения. Диапазон допустимых температур находится в пределах от 13 до 27 °С, а допустимая скорость ветра составляет 0,5 м/с. Недостатком метода является слишком формальное разделение нормируемых помещений по функциональному назначению, довольно узкий диапазон учитываемой физической актив-

Изменение скорости ветра (в %) при обтекании двух вариантов компоновки зданий примерно одинакового строительного объема при разной композиции





Изменение температуры (а) и влажности воздуха (б) под влиянием проектируемой застройки

ности и степени одетости людей. Тем не менее отечественный ГОСТ действует при метеорологических параметрах среды, которые реально встречаются в местах, связанных с отдыхом и рекреацией городского населения, по крайней мере, с апреля по октябрь. Отсюда появляется возможность применения ГОСТа для принятия проектных решений по планировке рекреационных зон и внутридворовых пространств.

В зарубежной практике стандартом ISO-7730 приняты комплексные показатели для определения комфортности среды — так называемый «Predicted Mean Vote (PMV)», который можно перевести как «ожидаемое значение теплоощущения», и обратный ему показатель PPD, что означает «ожидаемая вероятность теплового дискомфорта». Интересно отметить, что первая редакция этого стандарта разрабатывалась применительно к внутренней среде зданий (так же как и отечественный ГОСТ), а потом его действие было расширено на открытые пространства застройки.

Если подходить к зонированию территории, используя отечественный ГОСТ, то необходимо рассчитать и построить несколько «слоев» карты комфортности для разных видов деятельности. Рассчитав PMV один раз, мы сразу получим наглядную информацию о том, где и что на территории целесообразно разместить. Кроме того, увеличивая параметр «одетости», можно существенно расширить сезонный диапазон для принятия проектного решения. Так, например, максимальная «одетость», по отечественному ГОСТу, со-

ставляет 1 кло (летнее платье, костюм), по ISO-7730 — от 0,25 до 2,55 кло, а размер мета-близма тепла при этом не ограничен.

Модели для микроклиматических характеристик

Теперь нам необходимо определить метеорологические параметры, определяющие комфортность городской среды по биоклиматическим показателям, т. е. рассчитать значения на территории проектируемой застройки температуры и влажности воздуха, скорости ветра, инсоляции и радиационного баланса.

В динамической метеорологии для такого рода задач разработан целый класс математических моделей, описывающих физические процессы мезо- и микро-масштабной циркуляции, в том числе с учетом негидростатичности, обмена теплом и влагой между воздухом, растительностью и деятельной поверхностью земли. Эти модели основаны на решении системы уравнений трехмерного движения жидкости (Навье — Стокса), замкнутой уравнением неразрывности с теми или иными допущениями. Это довольно сложные математические модели, решаемые методом конечных разностей на расчетных решетках, включающих прогностическую область, при различных заданных начальных и граничных условиях. Получило также распространение упрощенное моделирование вынужденной конвекции и вихреобразования методом дискретных вихрей, менее требовательным к вычислительным ресурсам.

Расчеты необходимо выполнять в первую очередь в том случае, когда принимаемое проектное решение может повлиять на природные объекты, поскольку изменение скорости ветра, влажности и температуры воздуха определяет скорость транспирации и физиологическое состояние растительности. Меняются и ветровые нагрузки на деревья, в результате чего может возникнуть опасность ветровала.

Показатель PMV является функцией не только скорости воздушного потока, радиационной температуры и влажности воздуха, но и степени «одетости» и уровня физической нагрузки человека. За счет некоторого усложнения показателя появляется возможность его применения без предварительной классификации помещений и территорий по их функциональному назначению.



Расчет показателя комфорта (PMV) для существующего и проектируемого положения

Какие возможности дают подобные модели? В качестве примера рассмотрим результаты расчетов по одной из таких моделей, выполненной для группы гипотетических зданий, которая встречается в любом городе, в том числе Москве. Заданы следующие начальные условия: скорость юго-западного ветра 2 м/с на высоте 10 м; температура воздуха 20 °С; влагосодержание воздуха 10 г/м³; начальное время — 10 ч 00 мин 15 июля, определяющее условия инсоляции; альbedo кровли и стен; на поверхности земли размещены асфальтовые покрытия, газоны, кустарники и деревья в группах.

При первом варианте размещения зданий в их внутренних углах образуются зоны более глубокого застоя, чем во втором варианте, когда здания представлены только прямыми секциями с разомкнутыми углами, а арочные проемы, предусмотренные в обоих вариантах, существенно улучшают аэрационный потенциал внутриворотового пространства. Исходя из полученной картины проветриваемости и того факта, что юго-западный ветер является преобладающим для выбранной местности в течение года, остановимся на этом композиционном варианте застройки для дальнейших проектных проработок территории.

Рассмотрим изменения полей температуры и влажности воздуха, полученные в результате диагностического расчета микроклиматических условий, создаваемых нашей застройкой на фоне среднеклиматических показателей для летних месяцев. (Можно принять и другие значения метеовеличин, в зависимости от специфики режима эксплуатации проектируемого объекта или территории.) Как видно из рисунков, даже самая скромная, по современным московским меркам, застройка оказывает весьма ощутимый микроклиматический эффект: локальные изменения температуры воздуха при слабом ветре варьируют на 1–1,5 °С, а радиационная температура по сравнению с фоном изменяется в пределах 10–15 °С. В поле абсолютной влажности воздуха можно выделить участки с повышенным влагосодержанием и древесно-кустарниковой растительностью.

На основании прогнозных значений полей метеозаэроэлементов строится карта ус-

ловий комфортности территории для использования ее населением в рекреационных целях, которая может быть положена в основу проекта благоустройства территории. Можно выполнить расчеты более чем по 20 микроклиматическим показателям окружающей среды, включая инсоляционный режим, изменение влагосодержания почвы, температуру поверхности искусственных покрытий и растительного покрова и т. д.

В качестве примера можно привести результат расчетов, выполненных на предпроектной стадии строительства административно-гостиничного комплекса повышенной этажности на площадке, к которой вплотную примыкает территория природного комплекса (ПК). Изменение микроклиматических условий в вегетационный период приведет к заметному увеличению транспирации растительным покровом — с 0,18 до 0,22 г/см². На основании этого было поставлено условие дополнительного полива территории ПК на период адаптации его растительного сообщества к новым микроклиматическим условиям. В противном случае прогнозировалось резкое ухудшение растительного покрова ПК, а при значительном возрасте деревьев — неизбежность их усыхания.

Микроклиматические характеристики важны для градостроителя

В заключение необходимо отметить, что выполнение прогнозных оценок изменения микроклиматических условий при градостроительном проектировании в Москве в настоящее время ограничено не отсутствием необходимого программного обеспечения или вычислительной техники, а недостаточностью нормативно-методической базы, определяющей как требования к объему таких исследований, так и способы применения получаемых результатов в проектной деятельности. Уже выполнены некоторые разработки по оценке аэрационного режима. Требования о проверке вероятности неблагоприятных и опасных скоростей ветра внесены в МГСН 4.04-94 «Многофункциональные здания и комплексы». Аналогичные требования внесены в МГСН по высотным зда-

ниям. Однако эти нормы касаются только ограничения максимальных скоростей ветра в приземном слое на территории застройки. Другие параметры наружной среды не регламентируются.

Что предлагают специалисты

Чтобы заполнить этот пробел, в настоящее время сотрудники НИиПИ экологии города с привлечением специалистов ряда ведущих организаций по собственной инициативе проводят разработку методических указаний по учету микроклиматических условий для проектной подготовки строительства в Москве. Эти указания будут состоять из двух частей. Одну часть планируется посвятить методам учета того или иного метеоэлемента при проектировании, вторую — указаниям на то, как учитывать микроклиматические условия на разных стадиях проектирования того или иного градостроительного или архитектурно-строительного объекта или участка города. ☺

Выполнение прогнозных оценок изменения микроклиматических условий в результате реализации градостроительных проектов в Москве в настоящее время ограничено недостаточностью нормативно-методической базы, определяющей как требования к объему таких исследований, так и способы применения получаемых результатов в проектной деятельности.

