## Практическое занятие 3

**Природно-техногенные условия территории**

**Вопросы:**

1.Дайте определение климату; перечислите характеристики климата.

2.Опишите прямую и рассеянную солнечную радиацию. Какой климатический режим они характеризуют?

3. Как определяется степень континентальности климата? Какой климатический режим она характеризует?

4. Назовите показатели ветрового режима. Что называется «розой ветров»? Какая «роза ветров» характерна для г. Омска?

5. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Как определяется относительная влажность воздуха?

6. В каком СНиПе следует искать информацию об атмосферных осадках?

7. Какие климатические районы выделены на территории России? К какому климатическому району относится г. Омск?

8. Дайте определение микроклимату.

9. Какие факиры оказывают влияние на формирование микроклимата?

10. Что такое «альбедо»?

11. От чего зависит микроклиматическая изменчивость радиационного режима?

12. От чего зависит микроклиматическая изменчивость температурного режима?

13. От чего зависит микроклиматическая изменчивость ветрового режима?

14. Охарактеризуйте инсоляционный режим. Какая величина инсоляции в г. Омске?

15. Охарактеризуйте световой климат. Какими показателями он определяется?

16. Дайте определение инверсии темрературы.

17. Микроклимат города. Какие факторы определяют его формирование?

18. Какие факторы определяют радиационный режим микроклимата города?

19. Какие факторы определяют температурный режим микроклимата города?

20. Какие факторы определяют ветровой режим микроклимата города?

21. Какие факторы определяют влажностный режим микроклимата города?

22. Дайте определение понятию «погода».

23. Метод температурных шкал как метод оценки биоклиматических условий территории.

24. Метод расчета теплового баланса тела человека как метод оценки биоклиматических условий территории.

25. Методы, основанные на классификации типов погод, как методы оценки биоклиматических условий территории.

26. Какими условиями определяется рассеивающая способность загрязняющих веществ в атмосферном воздухе? Как связаны рассеивающая способность загрязняющих веществ и потенциал загрязнения атмосферы?

27. Потенциал загрязнения атмосферы; сочетанием каких метеорологических условий он определяется?

28. Перечислите и охарактеризуйте опасные атмосферные явления.

29. Дайте характеристику фотохимического смога. Какие процессы протекают при этом явлении?

30. В чем сущность метода эколого-микроклиматического районирования территории? Опишите этапы его проведения.

***Теоретическая часть***

## 1. Климатические условия территории

Большое влияние на организацию планировочной структуры города, систему застройки, ориентацию зданий, характер озеленения, а также на экологическую обстановку на территории города оказывают климатические условия. *Климат* – это статистический многолетний режим погоды, одна из основных географических характеристик той или иной местности. Климат определяется поступлением солнечной радиации, процессами циркуляции воздушных масс, характером подстилающей поверхности.

Ведущими характеристиками климата являются: радиационный, температурный и ветровой режимы, влажность воздуха, показатели количества и качества осадков. Климатические параметры, которые применяются при планировке и застройке городских поселений, проектировании зданий и сооружений, приведены в СНиП 23-01-99 «Строительная климатология». Они установлены на основе метеорологических данных многолетних наблюдений в городах стран СНГ. Дополнительные сведения о климатических условиях района строительства могут быть получены из справочной литературы, а также при проведении инженерно-гидрометеорологических изысканий для строительства.

*Радиационный режим*. Мощность потоков света и тепла, падающих на земную поверхность, зависит от географической широты местности и состояния атмосферы. В градостроительстве учитывают прямую и рассеянную солнечную радиацию. *Прямая солнечная радиация* – часть солнечной радиации, поступающей на поверхность в виде пучка параллельных лучей, исходящих непосредственно из видимого диска солнца. *Рассеянная* (диффузная) солнечная радиация – часть солнечной радиации, поступающей на поверхность со всего небосвода после рассеяния в атмосфере. Радиационный режим определяется поступающей от солнца суммарной солнечной радиацией. Данные о суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) в МДж/м2, падающей на горизонтальную и вертикальную поверхности, по месяцам года для различных широт приведены в СНиПе.

*Температурный режим*. Его оценка строится на основе анализа средней месячной и годовой температуры воздуха, вероятности различных градаций температуры воздуха в холодный и теплый периоды года.

Степень континентальности климата может быть выражена через годовую амплитуду колебаний *А* среднемесячных температур воздуха:

*А = tс.ж.м – tс.х.м ,*

где *tс.ж.м* – среднемесячная температура наиболее жаркого месяца года, *tс.х.м* − среднемесячная температура наиболее холодного месяца года.

*Ветровой режим*. Причиной перемещения воздуха является неодинаковый нагрев земной поверхности солнцем. Воздушные массы перемещаются в направлении от высокого давления к низкому. Чем больше разность давления, тем выше скорость ветра. Направление ветра определяется той частью горизонта, откуда он дует. В СНиПе приведены следующие показатели ветрового режима: преобладающее направление ветра за декабрь − февраль и июль − август, максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь и минимальная – за июль в м/с.

Многолетние показатели ветрового режима, характерного для данной местности, принято изображать так называемой «розой ветров». Применяют розы ветров по направлению ветра, по повторяемости направления ветров и по скорости ветра. По длительности периода года различают годовую, сезонную и месячную розу ветров.

*Влажность воздуха*. Различают абсолютную и относительную влажность воздуха. Для характеристики абсолютной влажности пользуются величиной парциального давления водяного пара в воздухе, называемой упругостью водяного пара. Предельное значение упругости соответствует максимально возможному насыщению воздуха водяным паром. Чем выше температура, тем больше будет значение предельной упругости.

Относительная влажность воздуха *ϕ* - это отношение упругости водяного пара *е* к его предельной упругости *Е*, соответствующей данной температуре:

*ϕ = (е/Е)⋅*100. Относительная влажность воздуха характеризует степень насыщения воздуха влагой и выражается в процентах. В СНиПе приводятся значения среднемесячной относительной влажности воздуха наиболее холодного и наиболее теплого месяцев. Там же приводится схематичная карта зон влажности для стран СНГ.

*Атмосферные осадки* – это вода в жидком и твердом состоянии, которую получает земная поверхность в виде дождя, снега, града. Осадки определяют миграцию и распространение различных веществ, в том числе загрязняющих. Они играют значительную роль в круговороте влаги. Среднее количество осадков за временной период определяется высотой слоя воды в мм, образовавшегося на горизонтальной поверхности земли от выпавшего дождя, мороси, обильной росы и тумана, растаявшего снега, града, снежной крупы. Данные о количестве осадков за ноябрь − март и апрель − октябрь в городах стран СНГ приведены в СНиПе.

*Климатическое районирование* основано на комплексном сочетании средней месячной температуры воздуха в январе и июле, средней скорости ветра за три зимних месяца, средней месячной относительной влажности воздуха в июле. На территории стран СНГ выделено четыре климатических района и шестнадцать подрайонов. Суровый климат – I климатический район (подрайоны IА, IБ, IВ, IГ, IД); умеренный климат – II и III климатические районы (подрайоны IIА, IIБ, IIВ, IIГ, IIIА, IIIБ, IIIВ); теплый климат – IV климатический район (подрайоны IVА, IVБ, IVВ, IVГ).

Особенности климатических условий районов и подрайонов учитывают при планировке и застройке населенных мест, разработке основных типологических признаков жилых и общественных зданий массового строительства.

***Микроклиматические условия.*** Под влиянием неоднородности земной поверхности возникают локальные климатические особенности.

*Микроклимат*– это климат приземного слоя воздуха небольшой территории. На формирование микроклимата оказывает воздействие орография территории местоположения участка. Выделяют следующие местоположения: вершины, верхние, средние и нижние части склонов (южных и северных), понижения, дно долин (продуваемых и непродуваемых), замкнутые понижения и котловины, поймы и первые террасы, надпойменные террасы . Территория каждого типа местоположения имеет свой определенный микроклимат, метеорологические показатели которого отличаются от показателей открытого ровного места. Микроклиматическая изменчивость для каждого из указанных местоположений изучена и определена (табл. 1).

Водоемы – моря, озёра, водохранилища, реки − оказывают влияние на изменение микроклимата прилегающих к ним территорий. Выделяют зоны постоянного и сильного, а также слабого и несистематического влияния. Весной и в начале лета водоем охлаждает прилегающую территорию, а в конце лета и осенью отепляет её. Ночью температура воздуха вблизи водоема выше, а днем ниже на 2…3 оС. Водоемы способствуют увлажнению воздуха и уменьшению его запыленности. Скорость ветра вблизи водоемов уменьшается днем и усиливается ночью.

Кроме орографии территории и близости её к водоему на микроклимат оказывают влияние: *альбедо* (отражательная способность) подстилающей поверхности (снега, воды, песка, травы, земли), загрязненность атмосферы, характер растительного покрова. Выделяют микроклиматическую изменчивость радиационного, температурного и ветрового режимов. В целом микроклиматические изменения общеклиматических режимов могут быть описаны следующим образом.

*Микроклиматическая изменчивость радиационного режима*. Величина поступающей солнечной радиации существенно зависит от орографии земной поверхности, от ориентации склонов на юг, север, восток, запад и на промежуточные направления. Величина поступления солнечной радиации уменьшается при облачности и загрязнении. Поток солнечного излучения, падающий на землю, претерпевает изменения вследствие поглощения и отражения его земной поверхностью.

*Микроклиматическая изменчивость температурного режима.* Для холмистого и горного рельефов наблюдается изменение температуры воздуха с высотой. Для рельефа с уклоном более 3 % характерно явление стока холодных воздушных масс. В районах 1А и 1В стоковые явления зимой создают зоны скопления холодного воздуха.

*Микроклиматическая изменчивость ветрового режима.* Под влиянием неоднородности земной поверхности происходит деформация воздушных потоков, изменение скорости и направления ветра. Основную роль при этом играют направление горных хребтов и ориентация речных долин. Изменение направления ветра под влиянием рельефа может достигать 600. Наибольшее отклонение в направлении ветра наблюдается в речных долинах. На уровне микрорельефа также наблюдается изменение ветрового режима. Скорость ветра на вершине значительно больше скорости ветра в нижней части склона. Различают склоны наветренной и подветренной сторон.

Для перехода от общеклиматических характеристик к микроклиматическим используют коэффициенты изменения климатических показателей – микроклиматические поправки. Перейти от режимной информации к микроклиматической можно не только с помощью информации, снятой с климатических карт, но и на основе данных репрезентативной метеостанции – аналога. Эта станция расположена на ровном месте, свободна от влияния неоднородностей подстилающей поверхности, удалена от водоемов и объектов строительства.

Для анализа микроклиматических условий, кроме общеклиматических режимов, исследуют инсоляционный режим и световой климат. *Инсоляционный режим* – режим облучения территории прямыми солнечными лучами. Инсоляция зависит от наклона и ориентации поверхности.

*Световой климат* – это совокупность условий естественного освещения на горизонтальной и различно ориентированных по сторонам горизонта вертикальных поверхностях, создаваемых рассеянным светом и прямым светом солнца, продолжительность солнечного сияния и альбедо подстилающей поверхности. Световой климат определяется по показателям освещенности. Освещенность представляет собой величину светового потока, падающего на единицу поверхности, и измеряется в люксах (лк). Освещенность земной поверхности при лунном освещении (полнолунии) составляет 0,2 лк, в белые питерские ночи – 2…3 лк, а в полдень ясного дня на открытой горизонтальной поверхности достигает 100 000 лк.

***Метеорологические явления.*** К метеорологическим явлениям относятся инверсии температуры, туманы, снежные заносы и метели.

*Инверсия температуры* – это повышение температуры воздуха с высотой в некотором слое атмосферы вместо обычного понижения. Различают приземные инверсии температуры, начинающиеся непосредственно от земной поверхности, и инверсии в свободной атмосфере. Первые связаны с охлаждением воздуха от холодной земной поверхности, вторые – с нисходящими движениями воздуха, адиабатически повышающими его температуру. Повторяемость, высота расположения и мощность температурных инверсий влияют на температурный режим микроклимата. Инверсии температуры создают задерживающие слои воздуха. В Западной Сибири повторяемость общего числа инверсий такая же, как и на большей территории Европейской части России: 10…15 % в дневные, 60…90 % в ночные часы. В зимнее время в приземных слоях воздуха практически круглые сутки наблюдается устойчивое состояние атмосферы.

Таким образом, микроклимат территории, в условиях естественного ландшафта, формируется под влиянием местных природных факторов – рельефа, близости к водоемам, характера подстилающей поверхности. Задача градостроителей состоит в разработке мероприятий, компенсирующих или устраняющих недостатки естественных микроклиматических условий, и в максимальном использовании их полезных качеств.

**2. Микроклимат города**

В городе формируются особые микроклиматические условия, присущие отдельным участкам городской территории. На формирование микроклимата города, помимо природных условий, оказывают влияние условия, создаваемые городской застройкой, а также функционированием автотранспорта, теплоэлектростанций, промышленных и других предприятий.

Городская застройка изменяет природный рельеф: увеличивает шероховатость подстилающей поверхности (например, формирует котловинные условия на фоне равнинного рельефа), включает множество вертикальных поверхностей, создает пересеченную местность. Кроме того, теплофизические свойства (теплоемкость и отражательная способность) элементов городской застройки (стен зданий, крыш, дорог, мостовых) отличаются от теплофизических свойств элементов природного окружения.

Почва города скрыта под строениями и дорожными (асфальтовыми) покрытиями. В природных условиях часть влаги уходит в почву. В городе значительная часть осадков не попадает в нее. Стоки городских осадков отводятся в ливневую или городскую канализацию. При работе автотранспорта, отоплении зданий города, функционировании предприятий в атмосферный воздух поступают потоки тепла, выбрасываются газообразные загрязняющие вещества, жидкие и твердые взвешенные частицы.

Перечисленные особенности городской территории определяют факторы формирования микроклимата города:

* изменение рельефа, обусловленное городской застройкой;
* различие теплофизических свойств поверхностей элементов городской застройки и природного окружения;
* различие в альбедо подстилающих поверхностей территории города и окрестностей;
* искусственные потоки тепла;
* загрязнение воздуха;
* снижение испарения из-за асфальтовых покрытий и зарегулированности стока атмосферных осадков;
* резкое уменьшение площади поверхности с растительным покровом и естественной почвой и др.

Эти факторы влияют на микроклимат города одновременно, но их вклад в разное время года и в различных климатических условиях весьма различен. Они вызывают изменение естественного радиационного баланса, условий тепло- и массообмена, нарушение естественного круговорота влаги. Все это определяет микроклиматическую изменчивость общеклиматических режимов в отдельных районах крупного города.

*Радиационный режим микроклимата города*. Вследствие загрязнения атмосферного воздуха твердыми и жидкими взвешенными частицами (аэрозолями) происходит уменьшение его прозрачности. Поэтому часть солнечной радиации не проникает на территорию города. В зависимости от степени загрязнения воздуха, времени года и суток наблюдается снижение ее интенсивности до 20% .

В градостроительном проектировании важная роль принадлежит обеспечению инсоляционного режима зданий и территорий. *Инсоляционный режим* – режим облучения городских территорий и помещений зданий прямыми солнечными лучами. Инсоляцию городской застройки уменьшают облачность и загрязнение атмосферного воздуха. Солнечное облучение необходимо для жизни. Оно оказывает оздоровительное и положительное психологическое влияние на человека. Продолжительность инсоляции регламентируется СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий» и соответствующими параграфами СНиП 2.07.01-89\* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». Нормы инсоляции зависят от климатической зоны размещения городской территории. В соответствии с СанПиНом на территориях игровых площадок, спортивных площадок жилых домов, групповых площадок дошкольных учреждений, спортивных зон, зон отдыха общеобразовательных школ и школ-интернатов; зоны отдыха лечебно-профилактических учреждений стационарного типа продолжительность инсоляции должна составлять не менее 3 часов на 50% площади участка, независимо от географической широты.

СанПиНом также определены гигиенические требования по ограничению избыточного теплового воздействия инсоляции. На территории жилой застройки III и IV климатических районов защита от перегрева должна быть предусмотрена не менее чем для половины игровых площадок, мест размещения игровых и спортивных снарядов и устройств, мест отдыха населения.

*Температурный режим микроклимата города*. Температура воздуха в крупном городе по сравнению с его окрестностями выше на 1…4 градуса, иногда эта разница достигает 8 градусов.

Повышение температуры обусловлено нагревом элементов застройки за счет поглощения ими солнечной радиации и отражением радиации городскими поверхностями, а также уменьшением эффективного излучения тепла над городом. Величина отраженной радиации зависит от наклона и ориентации поверхностей, а также от альбедо строительных и дорожных материалов. При

этом может происходить взаимооблучение элементов застройки, а вблизи инсолируемых поверхностей городского окружения может значительно возрасти температура воздуха. Из-за загрязнения атмосферного воздуха, а также неоднородностей подстилающей поверхности, обусловленных застройкой, ослабляется эффективное излучение над городом и соответственно уменьшается его ночное охлаждение. Кроме того, на испарение влаги асфальтным покрытием и другими городскими поверхностями тратится значительно меньше энергии, по сравнению с энергией, необходимой для испарения влаги растительным покровом. Поэтому в приземном слое воздуха городской территории, за счет малого расхода энергии на испарение влаги, остается значительно больше тепла по сравнению с территорией окрестностей.

Дополнительное поступление тепла в атмосферный воздух происходит при сжигании топлива. Тепловые выбросы транспортных средств, промышленных и энергетических предприятий могут вызывать локальное повышение температуры воздуха над отдельными участками территории городской застройки – транспортной магистралью, промышленной зоной, ТЭЦ. Так, по данным космического мониторинга (съемки инфракрасного излучения), тепловые аномалии занимают четвертую часть территории г. Москвы (март 1997 г.).

Повышение температуры воздуха внутри города по сравнению с температурой окружающей местности приводит к образованию так называемого «острова тепла» над городом – области повышенной температуры воздуха, которая имеет вид купола. Размер «острова тепла» и другие его показатели зависят от метеорологических условий и особенностей города. «Остров тепла» разрушается ветром и атмосферными осадками, но устойчив в безветрие. На высоте до нескольких сот метров по границам «острова» происходит циркуляция масс теплого и холодного воздуха. Вертикальная скорость воздушных потоков сравнительно небольшая. Например, у «острова» диаметром 10 км при скорости ветра 1 м/с в слое толщиной 500 м она составляет около 10 см/с. В «острове тепла» давление атмосферного воздуха понижено. Это способствует притягиванию облаков верхних слоев атмосферы. Поэтому облака над городом расположены значительно ниже, чем над открытой местностью. Восходящие потоки воздуха образуют кучевую облачность. Образование «острова тепла» вызывает уменьшение притока солнечной радиации на территорию крупного города, увеличение количества атмосферных осадков, увеличение повторяемости туманов.

*Ветровой режим микроклимата города*. Элементы городской застройки и зеленые насаждения изменяют скорость ветра и его направление. Обычно скорость ветра в городе меньше, чем за его пределами. Усиление ветра возможно при расположении города на холмах или при совпадении направления ветра с направлением улиц. Для городов, где скорости ветра незначительны, характерны местные циркуляции воздуха. Причиной их возникновения может быть разная инсоляция отдельных участков городской территории. Движение воздуха, называемое термическим проветриванием, возникает между городом и его окрестностями, между зеленым массивом и территорией застройки, между нагретой солнцем и затененной частью улиц. Наличие водоемов способствует формированию местной циркуляции, подобной бризам.

Ветровой режим приземного слоя воздуха в условиях городской застройки принято называть *аэрационным режимом*. Аэрационный режим считается комфортным, если скорости ветра на территории застройки находятся в пределах от 1 до 5 м/с. Участки городской территории, где скорость ветра меньше 1 м/с, относятся к непроветриваемым, а более 5 м/с – к зонам продувания. В учебном пособии отдельно выделяются комфортный аэрационный режим (скорость ветра от 1 до 3 м/с) и аэрационный режим, близкий к комфортному (скорость ветра от 3 до 5 м/с). Непроветриваемые участки городской территории, или зоны застоя воздуха, создают антисанитарное состояние. Зоны продувания дискомфортны для человека.

*Влажностный режим микроклимата города.* Влажность воздуха в крупных городах ниже по сравнению с окрестностями. Это связано с повышенными температурами атмосферного воздуха и меньшим содержанием в нем влаги за счет снижения количества испарений. Наибольшая разница по влажности воздуха между городом и его окрестностями в течение года наблюдается летом, а в течение суток – в вечерние часы. Зимой в городе выпадает меньше снега, а летом выпадает больше дождей.

Образованию облачности в городе при высокой влажности способствует повышенная конвективная неустойчивость и загрязнение воздушных масс. Образованию облачности при недостаточной влажности также способствуют конвективные потоки над городом. Они препятствуют горизонтальному перемещению воздушных масс, поступающих с наветренной стороны, вовлекают их в восходящий поток воздуха. Вследствие этого образуется облачность и выпадают осадки.

При значительном загрязнении атмосферного воздуха и ослаблении скорости ветра туманов в городе может быть больше. С повышением температуры и понижением относительной влажности туманов в городе становится меньше, чем за его пределами .

***Биоклиматические условия территории города***. Погодные условия могут оказывать негативное влияние на самочувствие человека или вызывать чувство комфорта. Погодой называется состояние атмосферы в данном месте в определенный момент или за ограниченный промежуток времени (сутки, месяц). Погода обусловлена физическими процессами, происходящими при взаимодействии атмосферы с космосом и земной поверхностью. Погоду характеризуют метеорологические показатели: атмосферное давление, температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра.

Специалистами по медицинской климатологии разработан ряд биоклиматических показателей по восприятию человеком погодных условий. Эти показатели получены на основе параллельных физиологических и метеорологических наблюдений. Наибольшее применение получили показатели, отражающие тепловое состояние человека.

Тепловое состояние человека определяется его физиологическими показателями, физической нагрузкой, теплозащитными свойствами одежды, но в первую очередь комплексом метеорологических факторов: температурой и влажностью воздуха, солнечной радиацией и скоростью ветра. Установлено, что человек испытывает тепловой комфорт в том случае, когда его теплорегуляторная система находится в состоянии наименьшего напряжения. Так, низкая температура воздуха вызывает ощущение холодного дискомфорта, который возрастает с увеличением скорости ветра и повышением влажности. В жарком климате при температуре воздуха, близкой к температуре тела или превышающей ее, даже ветер не всегда приносит ощущение свежести. Сочетание высокой температуры и высокой влажности воздуха вызывает состояние духоты.

К биоклиматическим показателям, отражающим тепловое состояние человека, относятся: эквивалентно-эффективная температура, тепловая нагрузка на организм человека, физиологический тип погоды и др. На основе этих показателей разработаны методы оценки биоклиматических условий территории. Рассмотрим метод температурных шкал и методы, основанные на классификации типов погод.

*Метод температурных шкал.* В основном используются два вида температурных шкал: эквивалентно-эффективные температуры (ЭЭТ) и радиационно-эквивалентно-эффективные температуры (РЭЭТ). ЭЭТ учитывают комплексное воздействие температуры, влажности воздуха и скорости ветра на теплоощущение человека. РЭЭТ дополнительно учитывают солнечную радиацию. Комплексное воздействие на человека температуры воздуха, скорости ветра и относительной влажности вызывает такой эффект теплоощущения, который соответствует воздействию неподвижного, полностью насыщенного влагой воздуха при определенной температуре, называемой *эквивалентно-эффективной температурой*. Для оценки биоклимата городов, расположенных в разных климатических районах, даются следующие рекомендации по использованию системы температурных шкал. В качестве зоны комфорта принимается интервал ЭЭТ:

* для южных городов – 17…210С;
* для городов средней полосы, Сибири и Приморья – 13,5…180С.

ЭЭТ ниже указанных пределов характеризуют состояние охлаждения, а выше – перегрева. При расчетах ЭЭТ, помимо средних многолетних показателей, следует использовать и ежедневные метеорологические данные. Человек адаптируется к средним климатическим условиям. Экстремальные условия (их повторяемость, интенсивность, продолжительность) могут вызвать негативную реакцию организма, и прежде всего у людей с ослабленным здоровьем.

Данные по ЭЭТ и РЭЭТ позволяют оценить биоклиматические ресурсы конкретного города: определить среднюю продолжительность комфортного и дискомфортного периодов в течение года; рассчитать повторяемости погодных условий, обеспечивающих состояние перегрева, комфорта и охлаждения, и рассмотреть распределение их степени дискомфортности в аномально жаркие и холодные годы.

С помощью ЭЭТ и РЭЭТ можно определить особенности формирования биоклимата в зависимости от особенностей застройки, неоднородности рельефа, наличия лесных массивов, близости водных объектов и в итоге выделить зоны с различной степенью комфортности для проживания и отдыха горожан. Методы ЭЭТ и РЭЭТ могут быть использованы в любых климатических районах и обеспечивают сравнимость результатов.

*Методы, основанные на классификации типов погод,* состоят в том, что биоклиматическая характеристика территории дается по совокупности и последовательности повторяемости типов погод (методы комплексной климатологии). В свою очередь, типы погод определены в соответствующих классификациях погод.

*Климатическая классификация погоды*основана на объединении в типы и классы погод всего многообразия метеорологических условий теплого и холодного периодов года. Каждый тип (класс) погоды определяется интервалами температуры и влажности воздуха, скорости ветра и облачности (последняя рассматривается как косвенный показатель радиационного режима). Выделяют перегревную, жаркую, теплую, комфортную, прохладную, холодную и суровую погоду. Метод оценки биоклимата, основанный на этой классификации, позволяет получить фоновую картину распределения погодных условий применительно к тепловому состоянию человека. Метод нагляден, удобен и часто применяется для биоклиматической характеристики городов. В то же время метод недостаточно надежен для оценки биоклимата в зависимости от микроклиматических особенностей небольших районов.

*Физиологическая классификация погод* основана на различных типах теплового состояния человека и обусловленной им терморегуляторной нагрузки. Выделяют четыре класса холодных погод разной степени переохлаждения (1Х, 2Х, 3Х, 4Х), четыре класса теплых погод разной степени перегрева (1Т, 2Т, 3Т, 4Т) и комфортную погоду (Н) (табл. 2). Метод оценки биоклимата, основанный на физиологической классификации, состоит в учете повторяемости дискомфортных типов погод (2Х, 3Х, 4Х, 2Т, 3Т, 4Т). Результаты оценки выражают графически, в виде климатограмм.

*Климато-физиологическая классификация* основана на физиологических типах погод и их метеорологических характеристиках (сочетание различных значений температуры воздуха, скорости ветра и общей облачности) (рис. 3.2, табл. 3.3). Классификация предназначена для условий с относительной влажностью 30…60%, оптимальной для человека. Эта классификация погод, применяется для оценки рекреационного потенциала территории пригородов, использования ее для летнего отдыха.

Все существующие методы оценки влияния климата и погоды на организм человека нельзя признать универсальными. Связано это, прежде всего, со сложностью исследуемых объектов – человека и атмосферы, а также с разными способностями организма людей адаптироваться к местным климатическим условиям и с индивидуальными особенностями человека (возраст, пол, состояние здоровья, уровень физической нагрузки).

***Рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе*** влияет на экологическую обстановку в городе. Твердые частицы загрязняющих веществ размером более 0,1 мм оседают на подстилающую поверхность под действием гравитационных сил. Мелкие, твердые и жидкие частицы, а также газообразные вещества распространяются в атмосферном воздухе вследствие диффузии.

Степень рассеивания загрязняющих веществ зависит от метеорологических условий и в первую очередь определяется ветровым режимом и температурной стратификацией нижнего слоя атмосферы. Метеорологические условия могут способствовать:

* аккумуляции загрязняющих веществ при инверсиях, штилях и туманах;
* разложению загрязняющих веществ при благоприятных радиационных условиях, температурном режиме и наличии гроз;
* выносу загрязняющих веществ при сильном ветре и обильных осадках.

То есть рассеивающая способность атмосферы (РСА) определяется характеристиками метеорологических условий. При оценке загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспортных средств и промышленных предприятий используют понятие «*потенциал загрязнения атмосферы*» (ПЗА). ПЗА называется сочетание метеорологических условий, определяющих возможный уровень загрязнения атмосферы при заданных выбросах загрязняющих веществ (см. табл. 3). Характеристика потенциала загрязнения атмосферы противоположна рассеивающей способности атмосферы: чем выше РСА, тем ниже ПЗА.

***Опасные атмосферные явления***. К атмосферным явлениям, опасным для жизнедеятельности человека в городе, относятся инверсии температуры и смог.

*Инверсии температуры* создают задерживающие слои воздуха. Приземные инверсии обуславливают отсутствие аэрации жилых кварталов и тем самым способствуют скоплению загрязняющих веществ в приземном слое. Низкие приподнятые инверсии, как «крыша», закрывают город и препятствуют рассеянию вредных примесей. Инверсии в городах обуславливают увеличение концентрации загрязняющих веществ в воздухе и способствуют образованию неблагоприятной экологической обстановки.

При проявлениях инверсии температуры участки застройки на холмистом рельефе располагают выше верхней границы инверсионного слоя, на средних и верхних частях склона или плато. При этом непригодными для жилой застройки являются территории, расположенные в котловине или долине.

Смог (от англ. smoke − дым и fog − туман) − токсический туман. Он возникает при неблагоприятных метеорологических условиях и высоких концентрациях вредных веществ в приземном слое воздуха. Явления смога наблюдались в разные годы в Лондоне, Лос-Анджелесе, Нью-Йорке, Токио.

Выделяют три типа смога − восстановительный (смог лондонского типа), окислительный, или фотохимический, и смог ледяного типа.

Восстановительный смог характерен для крупных промышленных центров. Он представляет собой воздушную смесь частиц сажи и оксидов серы и азота. Оксиды при взаимодействии с водой атмосферы образуют аэрозоли серной и азотной кислот. За счет раздражающего действия кислот на бронхи и дыхательные пути смог оказывает отрицательное влияние на здоровье людей. В 1952 и 1962 гг. такой смог стал причиной смерти нескольких тысяч человек в Лондоне.

Фотохимический смог наблюдается в городах с высокой интенсивностью радиации солнца. Он образуется при взаимодействии солнечного света с оксидами азота и углеводородами, содержащимися в выхлопных газах автотранспорта и промышленных выбросах. *Фотохимический смог* – это комплексная воздушная смесь, состоящая из оксидантов, в основном озона, смешанного с другими окислителями, включая слезоточивый газ – пероксиацетилнитрат (ПАН).

Первоначальная реакция образования смога:

NO2 + hυ → NO + O.

Атомарный кислород взаимодействует с кислородом О2 и неактивным веществом М (например, азотом):

О + О2 + М → О3 + М, NO + O3 → NO2 + O2.

Озон и атомарный кислород окисляют олефиновые углеводороды, присутствующие в воздухе. При этом образуются радикалы:

RCH = CH2 + O3 → RCHO + CH2O2, RCH = CH2 + O → RCH2 + CHO.

Радикалы (RCH2) реагируют с компонентами атмосферы по цепному механизму, образуя водород- и кислородсодержащие, а также пероксиацетиловые (RC(O)O2) радикалы, из которых впоследствии образуется ПАН. Формирование смога и образование оксидантов заканчивается с закатом солнца.

Фотохимический смог – это сильное загрязнение воздуха. При воздействии смога на дыхательную и кровеносную системы человека возникает стойкая неспособность крови к усвоению и переносу кислорода. Образованию смога способствует интенсивная солнечная радиация и безветрие. Предвестником образования фотохимического смога является озон. Поэтому особое внимание при контроле атмосферного воздуха города необходимо уделять мониторингу озона.

Ледяной смог возникает в городах северных широт при неблагоприятных климатических условиях под воздействием пыли, оксидов серы и азота, высокой влажности и низкой температуры. Воздействие аэрозолей кислот на органы дыхания человека усиливается механическим действием мелких кристалликов льда.

На твердых взвешенных частицах загрязненного воздуха могут скапливаться электрические заряды. Их совокупность составляет *атмосферное статическое электричество*, называемое «электрическим смогом». Статическое электричество оказывает отрицательное влияние на здоровье человека, вызывая нарушения работы сердечно-сосудистой и др. систем организма.

***Эколого-микроклиматическая оценка территории города****.* Выделяют три основных экологических критерия для оценки микроклимата различных частей территории города. Микроклимат должен способствовать:

* уменьшению техногенного загрязнения атмосферы;
* повышению комфортности биоклиматических условий для человека; улучшению условий роста и развития растительности.

Экологическое состояние земной атмосферы определяется как прямодействующими метеорологическими факторами (температура и влажность воздуха, скорость ветра и др.), так и опосредованными эколого-географическими факторами (месторасположение территории, характер ее рельефа, наличие водоемов и растительности и др.).

Установлено влияние на эколого-микроклиматические условия территории города геоморфологического состояния подстилающей поверхности. Типы местоположений подстилающей поверхности ранжированы по комфортности микро- и биоклимата, а также по потенциальным условиям рассеяния атмосферных загрязнителей (табл.4). Комфортность климатических условий ухудшается с I по V ранг, то есть самым комфортным является I ранг.

Таблица 4

**Ранжирование типов микроклимата по степени комфортности**

**и потенциальным условиям рассеяния примесей (РП)**

**(скорость ветра 0…2 м/с)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип местоположения | Ранг микроклимата по | |
| степени  комфоности | потенциальным условиям РП |
| Ровные участки (в том числе и предгорные) | III | В |
| Возвышения, верхние части склонов | I - II | А, Б |
| Средние и нижние части склонов  разной ориентации | II – III | Б, В |
| Пониженные участки | IV | Г |
| Пониженные заболоченные участки | V | Г |
| Котловины | V | Д |
| Прибрежные территории (речные, морские):  а) высокий берег  б) низкий берег | II  III | А  Б |
| Поймы рек | IV | Г |
| Надпойменные террасы (первая, вторая и т.д.) | II – III | Б, В, Г |
| Ложбины, долины мелких речек, ручьев:  а) без стока  б) со стоком воздуха | IV  II | Д  Б |

Потенциальные условия рассеяния примесей ухудшаются в рангах в алфавитном порядке от А до Д, то есть наилучшие условия соответствуют рангу А. Как видно из табл. 4, комфортным микро- и биоклиматическим условиям не всегда соответствуют лучшие условия рассеяния загрязнителей .

*Метод эколого-микроклиматического районирования* территории большого города дает наиболее полную экологическую оценку микроклиматических условий. Рассмотрим основные положения этого метода на примере г. Нижнего Новгорода.

*Первый этап эколого-микроклиматического районирования*. Определяются эколого-микроклиматические факторы. Действие факторов оценивается в каждой точке – узле сетки квадратов наложенной на территорию города (шаг сетки – 750 м, суммарное количество точек – 495, масштаб карты – 1:25000). Выявлено 10 эколого-микроклиматических факторов: поля ветровых потоков зимой и летом (1, 2); скорости ветра зимой и летом (3, 4); местоположение точки по отношению к ближайшим промышленным предприятиям (5); температура воздуха зимой и летом (6, 7); относительная влажность воздуха летом (8); форма микрорельефа и экспозиция склона (9); факторы поглощения из атмосферы загрязняющих веществ – наличие водоемов и растительный покров (10). Количественным и качественным показателям каждого фактора присваивается балл (от 1 до 5 баллов). Первому баллу соответствуют наихудшие, а пятому баллу − наилучшие экологические условия.

*Второй этап эколого-микроклиматического районирования.* По определенному набору балльных значений всех десяти факторов с помощью математического анализа выделяются отдельные низовые микроклиматические районы. На территории г. Нижнего Новгорода выделено 28 низовых районов. Затем по уровню комфортности микроклимата для роста растительности и самочувствия человека выделяются более укрупненные районы территории города.

Для этого сначала вычисляется индекс комфортности микроклимата:

 , ,

где *Pi* – величина в баллах *i*-го фактора, *Wi*– весовой коэффициент или коэффициент значимости *i*-го фактора для роста растительности и самочувствия человека,  − средневзвешенный балл всех *i*-х факторов, *max* − максимальный средневзвешенный балл, определенный по наибольшим баллам всех факторов.

Уровень комфортности микроклимата района определяется по значениям статистических характеристик *Jк*. Для г. Нижнего Новгорода выделено 7 районов. Возрастанию уровня комфортности микроклимата в районах сопутствует уменьшение степени предрасположенности микроклиматических условий к загрязнению атмосферного воздуха. На рис. показаны карты и функционального зонирования эколого-микроклиматического районирования территории г. Нижнего Новгорода. Как видно из рисунков, промышленным зонам отвечает наименьший уровень, а рекреационным зонам − наибольший уровень комфортности микроклиматических условий.

Метод эколого-микроклиматического районирования позволяет проводить комплексную экологическую оценку микроклиматических условий территории города. В результате эколого-микроклиматического районирования могут определяться направления развития территории города, корректироваться его функционально-планировочная структура. При использовании метода выявление и обоснование значимости эколого-микроклиматических факторов и их комплекса необходимо проводить для каждого конкретного города с учетом его природно-климатических, экологических и др. особенностей.