Моделирование инсоляционного режима застройки с применением инсопланограммы

А.И. ГИЯСОВ
НИУ «МГСУ», Москва
E-mail: adham52@mail.ru

Аннотация

Предложена и описана в действии конструкция инсопланограммы планшетного типа, предназначенной для моделирования инсоляции и степени затенения территории разновысотной застройки и зданий в южных географических широтах путём определения оптимального разрыва между зданиями за счёт выявления площадей затенения и инсоляции.

Ключевые слова: инсоляция, инсопланограмма, затенение, радиация, светотень, здания, застройка.

Для регулирования свето- и микроклимата городской застройки и обеспечения санитарно–гигиенических требований большое значение имеет определение оптимального разрыва между зданиями. Выявление площади затенения и инсоляции является одной из наиболее значимых задач при определении плотности или процента застройки жилой территории и урбанизированной территории в целом. Архитекторы, строители, гигиенисты, врачи и др. специалисты уделяют этому вопросу большое внимание, так как инсоляция – важнейший природный фактор градостроительства.

Определение расположения здания в системе застройки с соответствующим санитарным разрывом и выбор его ориентации – одна из первоначальных задач оптимизации режима инсоляции, которая решается с учётом инсоляционных, противопожарных и других требований. При этом следует учитывать назначение здания, условия уже сложившейся городской застройки и климатические особенности района строительства.

Для оценок режима инсоляции и затенения территории городских застроек автором предлагается простая в применении конструкция инсопланограммы планшетного типа (ИПТ), которая позволяет моделировать воздействие лучистой энергии солнца на здания и территорию застройки.

Теоретические и экспериментальные исследования по инсоляции и естественному освещению начались более полувека назад (в связи с задачами архитектурного проектирования) и достаточно полно отражены, например, в книгах [1–5]. В них изложены методы геометрических и аналитических расчётов по инсоляции зданий, рассмотрены принципы солнцезащиты. Однако во всех этих и других подобных трудах вопросы инсоляции, естественного освещения и УФ облучения зданий рассматриваются для мест, существенно отличающихся от центральноазиатских и азиатских стран, находящихся в южных широтах – от 30 до 45° с.ш.

Солнечно-световой режим Центральной Азии весьма своеобразен: его характеризуют максимальная на территории СНГ вероятность и продолжительность солнечного сияния, наибольшая прямая, суммарная и отражённая радиация, незначительная рассеянная радиация и др. В этой связи режим солнечного облучения городских территорий и помещений (со значительной контрастностью природного освещения и с большой яркостью поверхностей), облучаемых прямыми лучами солнца, существенно влияет на характер светотени.

Вопросы инсоляции жилых помещений и территорий регулируются разными нормативными документами – в частности, [6–10].

В последние годы, наряду с аналитическим способом расчёта показателей инсоляции, появились работы по методам моделирования инсоляционного режима и графическим построениям теней от зданий и сооружений с целью оптимизации их расположения и ориентации на местности [11–15].

Геометрические методы построения конверта теней от затеняющих зданий в заданной местности и определения продолжительности инсоляции в заданном интервале времени приведены в работах [16,17].

Создано много программ для расчёта продолжительности инсоляции жилых зданий и территорий: см., напр., [18–20].

Встречаются примеры недооценки или переоценки таких средств регулирования, как воздействие лучистой энергии солнца на здания и территории застройки одновременно в качественном и количественном отношениях. Всё это приводит к ошибкам, которые трудно или вообще невозможно исправить после возведения зданий и городских построек, особенно в регионах с жарким климатом. Для выхода из этого положения архитектору-проектировщику необходимо иметь простые в применении, достаточно точные и пригодные для широкой практики методы учёта местных особенностей инсоляции и располагать некоторыми дополнительными данными.

Анализ существующих методов оценки режима инсоляции и способов соответствующего расчёта показывает, что круг решаемых ими задач ограничен лишь определёнными областями проектирования (в зависимости от поставленных архитектурно-строительных и градостроительных задач). На сегодня практически отсутствует универсальный метод, который бы позволял производить всестороннюю оценку как качественных, так и количественных показателей инсоляции. К качественным показателям инсоляции относится продолжительность биологического воздействия инсоляции, измеряемая в часах, а её количественным показателем, измеряемым в Вт/м^2, служит облучённость на поверхности, создаваемая параллельным пучком солнечных лучей, поступающих в помещения и на территорию застройки с направления, в котором виден в данный момент диск солнца.

В настоящее время известны два способа расчёта времени инсоляции: с помощью инсоляционного графика – вручную и с помощью специализированных компьютерных программ. Компьютерный способ позволяет точнее рассчитывать качественный показатель инсоляции, что очень важно для выполнения экспертных работ в случаях уплотнённой застройки, а ручной – простой, нетрудоёмкий и относительно точный способ оценки не только этого качественного показателя (при архитектурно-строительном

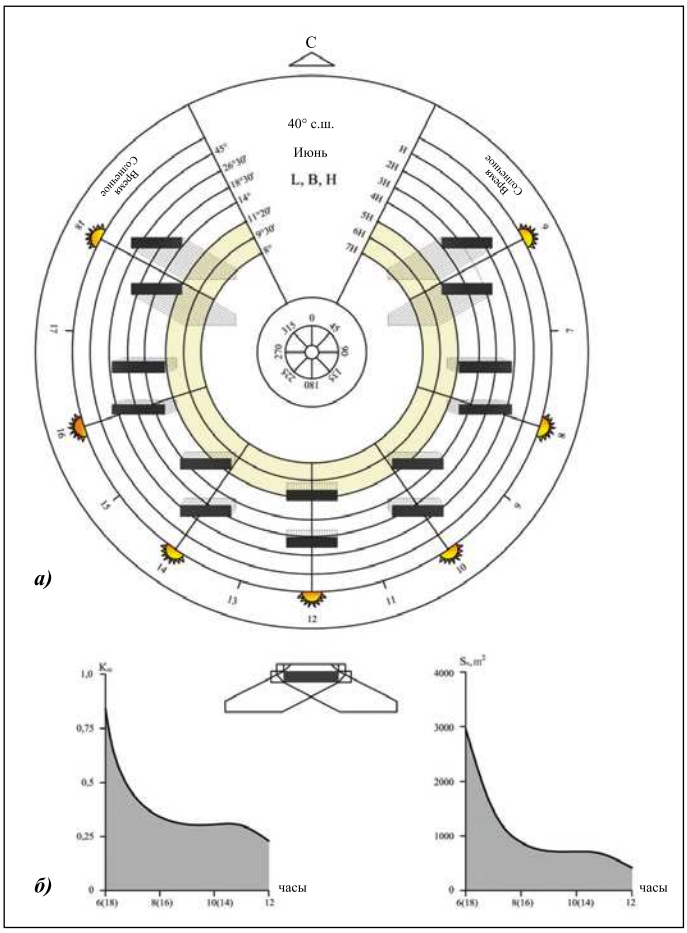


Рис. 1. ИПТ для оценки светотени от зданий широтной ориентации (*а*) и график коэффициента затенения в контуре междомовой территории $K_з$ (*б*) [$K_з = K_т / K_и$, $K_т = S_т / S_о$, $K_и = S_и / S_о$, где $S_и$, $S_т$ и $S_о$ – площади инсоляции, затенения и общая]

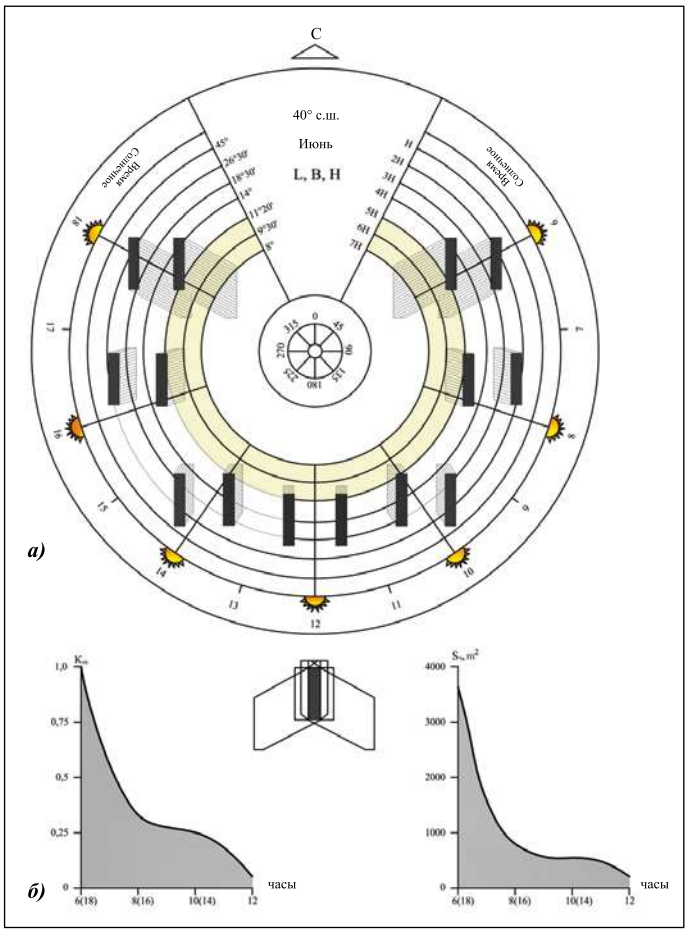


Рис. 2. ИПТ для оценки светотени от зданий меридиональной ориентации (*а*) и график коэффициента затенения в контуре междомовой территории (*б*) [$K_з = K_т / K_и$, $K_т = S_т / S_о$, $K_и = S_и / S_о$, где $S_и$, $S_т$, $S_о$ – площади инсоляции, затенения и общая]

проектировании), но одновременно и количественного показателя инсоляции объекта.

В этой связи способы расчёта, моделирующие естественный ход инсоляции на плане застройки, имеют практическое применение в градостроительном проектировании до настоящего времени. Они позволяют с помощью приборов планшетного типа определять как качественные, так и количественные инсоляционные показатели непосредственно на схеме плана застройки, выполненной в соответствующем масштабе.

Простым в применении прибором для определения значений качественного и количественного показателей инсоляции и зон затенения служит предлагаемая ИПТ, построенная на основе астрономических данных о положениях солнца и эталонов номограмм Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга.

Предлагаемая для практики проектирования ИПТ не претендует на универсальность применения. Расчёты, производимые с ИПТ, и приложенный к ней график интенсивности солнечной радиации не противоречат существующим методам оценки инсоляционного режима – с помощью разных графиков, планшетов и компьютерных расчётов.(Скорее они, напротив, восполняют отсутствие оценки «энергетической стороны» инсоляции).

Отличие расчёта показателей инсоляции с помощью ИПТ от других способов расчёта заключается в том, что ИПТ позволяет на плане разновысотной застройки прогнозировать инсоляционный режим в отношении светотени и производить «энергетический» расчёт.

Построение разрывов между зданиями, их сопоставление и анализ условий инсоляции территории и зданий на предлагаемой ИПТ позволяют сделать вывод, что при любой ориентации здания разрывы являются функцией площади конверта теней за нормативную продолжительность инсоляции (рис. 1 и 2).

Принцип построения и действия ИПТ обусловлен взаимодействием положения инсолируемого или затеняемого объекта на поверхности земли и хода солнца по небосводу в течение светового дня с 6 до 18 ч по солнечному времени. Построение конверта теней от зданий производится в период от восхода до заката солнца для разных географических районов на необходимые тёплый и холодный месяцы года, а также в период, предусмотренный в строительных и санитарных нормах.

ИПТ состоит из плоского прозрачного основания. Траектории движения солнца на необходимый месяц года в пределах азимута от 0 до 360° и положения инсолируемого объекта приведены в горизонтальную плоскость и выражены в круговом контуре центральной части ИПТ для периода светового дня.

В верхней части прибора нанесён указатель его направления на север при наложении прибора на схему застройки. Под указателем направления

Рис. 3. Шкала солнечно-декретного времени

приводятся географическая широта и параметры зданий –длина L, ширина B и высота H.

Основа ИПТ – круговая сетка, образованная несомкнутыми окружностями, нанесёнными с интервалом H, равным высоте затеняющего здания в масштабе чертежа. Справа от указателя направления отмечена длина радиусов неполных окружностей, кратных высоте затеняющего объекта (1H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6H и 7H). Слева приводятся угловая высота стояния Солнца (45°, 26°30′, 18°30′, 14°, 11°30′ и 9°30′и 8°) в момент прохождения луча через вершину здания высотой H в центр прибора.

На ИПТ время инсоляции приведено по среднему солнечному времени. Перевод солнечного времени в декретное или наоборот для территории СНГ – по приведённой солнечно-декретной шкале (рис. 3).

Качественные показатели инсоляции территории застройки, фасадов зданий и помещений, а также построение конверта теней и площадь затенения определяются путём наложения прозрачной планшетки непосредственно на планы застройки.

Продолжительность теплового воздействия инсоляции с установлением количества приходящей энергии солнца определяется в соответствии с прилагаемым к ИПТ графиком (рис. 4).

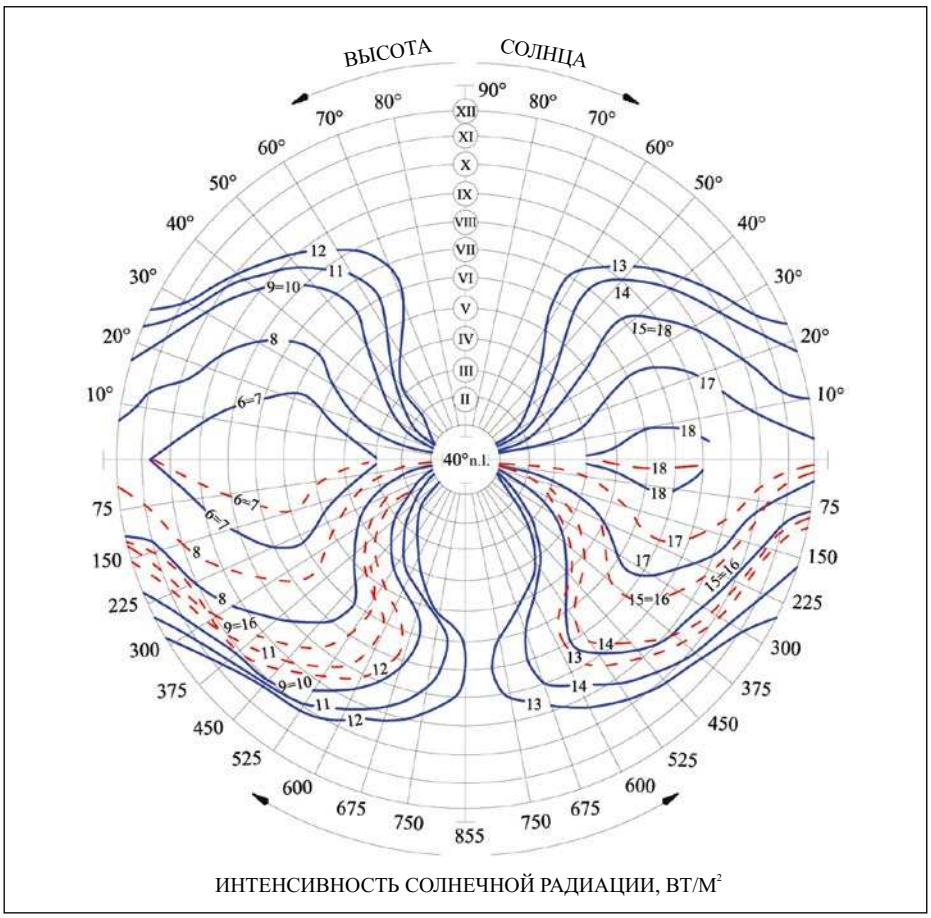


Рис. 4. Интенсивности суммарной (▬) и прямой (▬) солнечной радиации для 40° с.ш. в течение года с 8 до18 ч по солнечному времени, Вт/м²

ИПТ определяются показатели инсоляции и её воздействие на горизонтальные и вертикальные поверхности, ориентированные на азимуты от 0 до 360° и затеняемые зданиями, навесами, балконами и лоджиями.

Параметры, определяемые ИПТ при оценке инсоляции застройки: а) направление, площадь, время и продолжительность инсоляции и затенения; б) направление, площадь, время и продолжительность УФ воздействия инсоляции; в) направление, площадь облучения и затенения; г) направление, площадь, время, продолжительность теплового воздействия инсоляции, с установлением количества приходящей энергии солнца; д) места посадки деревьев и разных затеняющих устройств.

С помощью ИПТ визуально по планам застройки, выполненным в масштабе с 1:500 до 1:2000 (в жилом массиве и территории города) по высоте затеняющего объекта устанавливаются оптимальные ориентация зданий и величина разрывов между ними в застройке, а также планируется размещение спортивных и детских игровых площадок, проездов, дорожек, зелёных насаждений, зон отдыха, хозяйственных площадок и др.

За высоту здания при инсоляционных расчётах в равнинных условиях обычно принимают его размер от уровня земли до наивысшей отметки здания. Уровень земли под затеняющим зданием может быть (по отметкам горизонталей) выше или ниже исследуемой точки. В этом случае необходимо учитывать рельеф местности. За высоту затеняющего объекта следует принимать разность между наивысшей отметкой карниза затеняющего объекта и отметкой исследуемой точки.

Подбор необходимого прибора с определением расчётной высоты затеняющего здания – первое и обязательное условие, которое необходимо соблюдать при всех инсоляционных расчётах.

Точность оценки показателей инсоляции зависит от географической широты, масштаба чертежа, размера затеняющего объекта и направления меридиана ИПТ.

Предлагаемая ИПТ предназначена для прогнозирования режима инсоляции и выявления степени затенения

территории разновысотной застройки и зданий с целью оптимизации объёмно-планировочной структуры зданий и городских территорий, их благоустройства, озеленения и выбора солнцезащитных устройств.

Начальным этапом проектно-изыскательской работы по формированию планировочной схемы городской застройки с комфортной средой являются оценка, анализ и регулирование продолжительности инсоляции деятельного слоя застройки, являющегося определяющим климатообразующим фактором помещений и территории застройки.

Таким образом, экологическая ситуация территории городской застройки и зданий, возводимых в условиях жаркого климата, зависит от прогнозирования и оценки инсоляционного режима в качественном и количественном отношениях на стадии проектирования.

Разработанная ИПТ рекомендуется к применению в проектно-изыскательских работах при архитектурно-строительном проектировании зданий и в градостроительстве при разработке генпланов населённых пунктов, городов, схем планировочной организации земельных участков и при решении определённого круга задач по оценке инсоляционного режима.

Данная конструкция ИПТ с прилагаемым к ней графиком интенсивности солнечной радиации и методика пользования прибором были апробированы в ряде проектно-изыскательских и проектных работ и в учебной практике студентов архитектурно-строительных вузов, получив положительную оценку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гусев Н.М., Климов П.П.* Строительная физика. – М.: Госстройиздат, 1965. – 386 с.

2. *Дашкевич Л.Л.* Методы расчёта инсоляции при проектировании промышленных зданий. – М.: Гостройиздат, 1963. – 526 с.

3. *Дунаев Б.А.* Инсоляция жилища. –М.: Стройиздат, 1979. – 102 с.

4. *Olgyay V, Olgyay A*. Solar control and shading devices. – Princeton, New Jersey: Princeton university Press, 1957. – 325 p.

5. *Тваровский М.* Солнце в архитектуре (пер. с польского). – М.: Стройиздат, 1977. – 288 с.

6. .СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076–01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий».

7. СанПиН 2.1.2.2645–10 «Санитарно–эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».

8. СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные».

9. DIN5034–1:2005–02–16 «Daylight in interiors –Part 1: General requirements».

10. BS8206–2:2008 «Lighting for buildings. Code of practice for daylighting».

11.*Бахарев Д.В., Орлова Л.Н.* О нормировании и расчёте инсоляции // Светотехника. – 2006. – № 1. – С. 18–27.

12. Инсоляция помещений и территорий застройки: учеб. пособие / В.А. Каратаев [и др.]; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2013. – 64 с.

13. *Лециус Е.П.* Построение теней и перспективы ряда архитектурных форм: учеб. пособие – М.: Архитектура, 2005. – 144 с.

14. *Оболенский Н.В.* Архитектура и солнце. – М.: Стройиздат, 1988. – 207 с.

15. *Гиясов А.И.* Значение инсоляционного планшета для оценки инсоляционного режима городских территорий и зданий // Светотехника. – 2018. – № 5. – С. 68–71.

16. *Притыкин Ф.Н.* Виртуальное моделирование движений роботов, имеющих различную структуру кинематических цепей: Монография – Омск: Изд–во ОмГТУ, 2014. – 172 с.

17. *Притыкин Ф.Н., Шкуро Е.Ю.* Аналитический способ задания областей теней зданий и сооружений с целью определения оптимального их места расположения на заданной местности // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2017. – Т. 17, № 2.

18. *Хейфец А.Л.* Расчёт продолжительности инсоляции средствами 3D–моделирования пакета AutoCAD: сб. науч. тр. – Вып. 7. – Екатеринбург, 2004. –367 с.

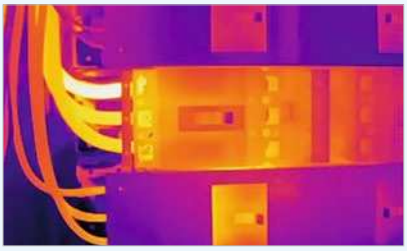
19. *Любимов А.* BIM – новые возможности платформы Revit // САПР и графика. 2007. – № 10. – С. 19–22.

20. СИТИС: Солярис 5.20. Расчёт инсоляции, КЕО и шумовых вибраций. Руководство пользователя. URL: http://www.sitis.ru/documentation/sitis-solaris.pdf (дата обращения: 10.08.2019).

Гиясов Адхам Иминжонович, *доктор техн. наук, профессор. Окончил в 1975 г. Таджикский политехнический институт. Профессор кафедры «Проектирование зданий и сооружений» НИУ «МГСУ». Область научных интересов: энергоэффективные здания, архитектурно–строительная физика, инсоляция, аэродинамика, градоэкология*

Создан прозрачный для ИК излучения материал

Учёные из Дальневосточного федерального университета вместе с российскими и украинскими коллегами создали керамический материал на основе оксидов иттрия и магния с «шахматной» структурой, средним размером зерна 250 нм и микротвёрдостью более 11 ГПа. Он пропускает более 70 % излучения в ИК диапазоне.



Такие уникальные оптические свойства новому материалу придаёт субмикронный размер зёрен и равномерное их распределение в объёме. Кроме того, созданная российскими учёными керамика оказалась жаропрочной, твёрдой и хорошо проводящей тепло. По этим параметрам новый материал превосходит все однофазные коммерческие аналоги Y_2O_3 и $Mg\ O$.

Материал изготовлен из нанопорошков Y_2O_3 и MgO с контролируемым размером частиц. В ходе синтеза исходные вещества уплотнили с помощью искрового плазменного спекания. Этот метод позволяет подавить диффузионный массоперенос, тем самым подавив рост размера зёрен выше критического значения в 400 нм.

По словам авторов работы, керамические нанокомпозиты Y_2O_3–MgO относительно недавно нашли применение в качестве перспективных материалов с высокой механической и термоустойчивостью для работы в ИК диапазоне длин волн.

Созданная исследователями керамика обладает «шахматной» структурой, в которой объёмы фаз одинаковы, средний размер зёрен равен 250 нм, а микротвёрдость более 11 ГПа – в 10 раз больше самой твёрдой фазы чугуна. При этом оптическая «прозрачность» керамики на длине волны 6000 нм (ИК диапазон) – более 70 %.

Работа опубликована в журнале «*Ceramics International*». – 2019. – Vol. 45, Iss. 3.

nanonewsnet.ru
27.12.2019