В.А. КАРАТАЕВ
Е.В. АДОНКИНА
М.Г. ТЕН
С.А. НЕФЕДОВА

ИНСОЛЯЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ И ТЕРРИТОРИЙ ЗАСТРОЙКИ



НОВОСИБИРСК 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (СИБСТРИН)

В.А. Каратаев, Е.В. Адонкина, М.Г. Тен, С.А. Нефедова

ИНСОЛЯЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ И ТЕРРИТОРИЙ ЗАСТРОЙКИ

Рекомендовано Новосибирским региональным отделением УМО вузов Российской Федерации по образованию в области строительства в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство»

НОВОСИБИРСК 2013

УДК 628.92
ББК 31.252
И 697

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. : ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-5-7795-0645-8

Учебное пособие предназначено для студентов направлений подготовки 270800.62 «Строительство», 270100.62 «Архитектура», 271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений» всех форм обучения. Пособие выполнено в соответствии с Государственным образовательным стандартом.

Прилагаемый к пособию компакт-диск содержит материал для визуального сопровождения лекций.

Печатается по решению издательско-библиотечного совета НГАСУ (Сибстрин)

Рецензенты:

- С.В. Литвинов, канд. архитектуры, декан архитектурно-градостроительного факультета НГАСУ (Сибстрин);
- В.А. Каменева, канд. архитектуры, доцент, завкафедрой архитектуры и реконструкции городской среды НГАСУ (Сибстрин);
- Г.М. Скуратовский, канд. архитектуры, доцент кафедры «Здания, строительные конструкции и материалы» СГУПС

ISBN 978-5-7795-0645-8

© Каратаев В.А., Адонкина Е.В., Тен М.Г., Нефедова С.А., 2013
© Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНСОЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ И ТЕРРИТОРИЙ ЗАСТРОЙКИ 5

2. НОРМИРОВАНИЕ ИНСОЛЯЦИИ 11

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОРМИРОВАНИЯ ИНСОЛЯЦИИ И СОЛНЦЕЗАЩИТЫ 12

4. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТУ ИНСОЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ 20

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ В РАСЧЕТНОЙ ТОЧКЕ (В) НА ПЛАНЕ СВЕТОПРОЕМА 21

6. ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ ИНСОЛЯЦИИ И СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ, ОСНОВАННЫЙ НА ПРИМЕНЕНИИ ИНСОЛЯМЕТРА 23

6.1. Устройство инсоляметра 23

6.2. Построение схемы затенения территории от здания с использованием инсоляметра 27

6.3. Определение площади инсолируемых поверхностей в помещении и техника построения реальных теней на фасаде здания 28

7. ИНСОЛЯЦИОННЫЙ ГРАФИК (ИНСОГРАФИК) 29

7.1. Видимое движение солнца по небосводу 29

7.2. Солнечное и декретное время 29

7.3. Построение инсографика. Примеры расчетов. 32

8. РАСЧЕТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ С ПОМОЩЬЮ ИНСОГРАФИКОВ 39

9. СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ 42

ТЕСТОВЫЕ ПРОРАБОТКИ 48

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 53

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) 54

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Пример оформления учебного задания «Построение конверта теней и хода теней на фасаде здания» 61

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Инсоляционный график (летний период) 62

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Инсоляционный график для 55-й широты 63

ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Основные понятия и термины 64

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие содержит сведения, необходимые для оценки инсоляционного режима территорий застройки и помещений. Приведены методика определения продолжительности инсоляции, примеры решения задач, нормативные сведения по инсоляции и солнцезащите.

Цели

1. Ознакомиться с теоретическими основами инсоляции помещений и территории застройки.
2. Изучить способы определения продолжительности инсоляции помещений и территории застройки.
3. Изучить нормативные документы, определяющие параметры продолжительности инсоляции помещений и территории застройки (СНиП, СанПиН).
4. Научиться определять продолжительность инсоляции для заданного участка, зданий, помещений.

План выполнения задания

1. Ознакомиться с теоретической частью данного пособия.
2. Выбрать самостоятельно или с помощью преподавателя вариант задания и выполнить его в полном объеме.
3. Оформить индивидуальный отчет (прил. Б).

Примечание

Контрольная проверка усвоения студентами материала данного пособия осуществляется путем выполнения одного или нескольких заданий. По каждому из них при необходимости может быть оформлен индивидуальный отчет по установленной форме.

Проверка усвоения материала дополнительно может сопровождаться тестированием на усвоение и закрепление материала с использованием тестовых проработок.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНСОЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ И ТЕРРИТОРИЙ ЗАСТРОЙКИ

В области архитектурно-строительного проектирования ***инсоляция*** означает облучение помещений и территорий застройки солнечными лучами, падающими на Землю при ее вращательном движении вокруг Солнца. Под облучением необходимо понимать совокупность светового, биофизического и теплового воздействий Солнца.

В зависимости от интенсивности и продолжительности действия Солнца инсоляция может оказывать положительное или отрицательное влияние на организм человека и микроклимат помещений. Отражение солнечных лучей от гладких поверхностей создает явление слепящей блесткости, утомляющее зрение, избыток солнечной радиации приводит к перегреву помещений, действие прямого солнечного света разрушительно воздействует на некоторые материалы.

Термин «***инсоляция***» используют в основном в гигиене, архитектуре и строительной светотехнике. Различают астрономическую, вероятную и фактическую инсоляции.

Астрономическая инсоляция определяется вращениями Земли вокруг Солнца и собственной оси, наклоненной под углом 66,55° к эклиптике.

Вероятная инсоляция зависит от состояния атмосферы и облачного покрова. Продолжительность вероятной инсоляции на территории Российской Федерации составляет около 50 % продолжительности астрономической инсоляции и определяется в основном высотой стояния солнца.

Фактическая инсоляция всегда отличается от вероятной и может быть определена лишь натурными наблюдениями. Фактическая инсоляция зависит от ориентации и конфигурации застройки, оконных проемов, положения расчетного помещения, балконов и лоджий.

Угол падения солнечного луча в определенный момент в данной точке поверхности земли характеризуется двумя угловыми величинами:

A_o – ***азимут солнца*** – угол, образуемый горизонтальной проекцией солнечного луча, достигшего заданной точки, и направлением на север от этой точки; измеряется в горизонтальной плоскости от северного направления по часовой стрелке, выражается в градусах;

h_o – ***высота солнца*** – угол, образованный солнечным лучом и его горизонтальной проекцией (измеряется в вертикальной плоскости) (рис. 1).

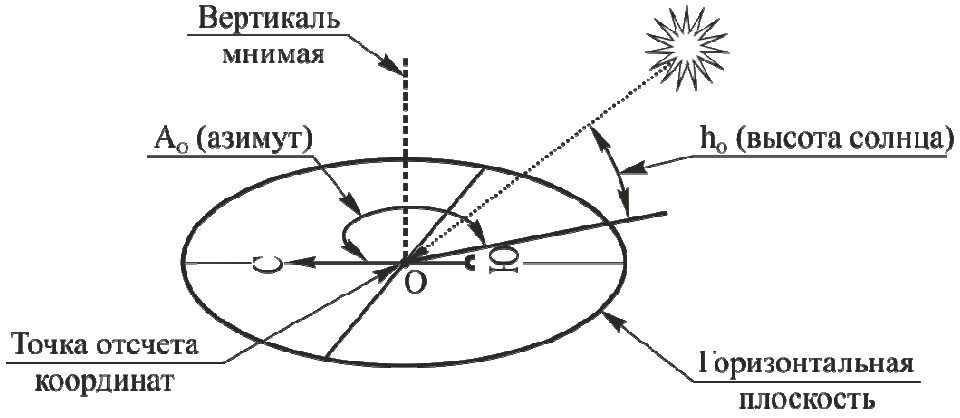


Рис. 1. Высота (h_o) и азимут (A_o) солнечных лучей

Угол падения солнечного луча на землю, найденный таким образом для исследуемой точки, определяется тремя другими показателями: ***географической широтой*** исследуемой точки; ***склонением солнца*** в день исследования; ***временным моментом исследования***, выраженным в солнечном времени (рис. 2).

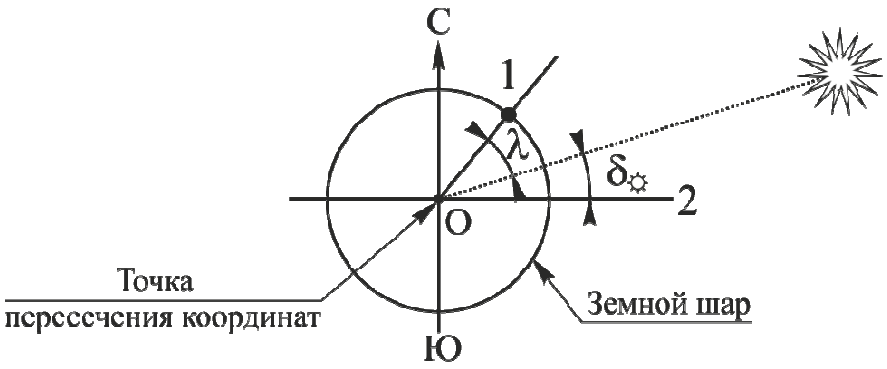


Рис. 2. Географическая широта λ населенного пункта и склонение солнца $\delta_{☼}$:
1 – населенный пункт (исследуемая точка): г. Новосибирск (55º с. ш.);
2 – экватор

Исходя из этих данных, можно рассчитать азимуты и высоты на основе астрономических формул. Чтобы избежать трудоемких расчетов, были разработаны и опубликованы числовые таблицы (Жонголович И. Д. Таблицы для определения координат Солнца // Труды I Всесоюзной конференции по естественному освещению. – М. ; Л., 1933) для некоторых интересующих нас широт, взятых через каждые 2º для 24 дней года с углами, измеренными через каждый час (прил. А, табл. 4).

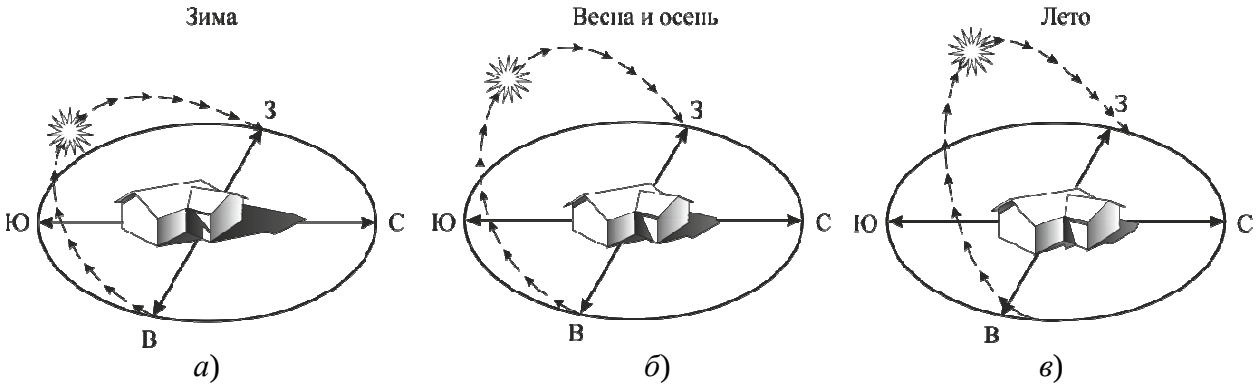


Рис. 3. Воображаемые эклиптики (траектория движения солнца) на небосклоне:
а) 22 декабря; *б*) 22 сентября и 22 марта (в дни равноденствия);
в) 22 июня (в день солнцестояния)

Продолжительность и сила солнечного излучения, достигающего Земли на протяжении всего года, зависят от географической широты, погодных условий и облачности. Совершенно разными будут излучения в ясную погоду и при сильной облачности.

Для анализа инсоляции строений, т. е. для составления архитектурного проекта, необходимо знать, какова продолжительность солнечной фазы на Земле, в том числе в местности предполагаемой застройки, а также учитывать прочие факторы:

а) продолжительность года – 8760 часов;

б) общую продолжительность дневного времени 4380 часов, что составляет приблизительно 4300 часов «светлого времени»;

в) продолжительность солнечного сияния (в среднем) в год.

Таким образом, большую часть года – 2/3 часов светлого дневного времени, в зависимости от местных погодных условий, – на поверхность Земли падает более-менее рассеянный свет.

Поступающее прямо или косвенно на поверхность Земли солнечное излучение (глобальное излучение) формирует климат (рис. 4, 5). Продолжительность солнечного излучения на различных территориях Земли неодинакова. Она зависит от удаленности данной террито-

рии от экватора (т. е. географической широты), ее удаленности от гринвичского меридиана, а также от условий рельефа, который определяет погоду на данной территории, высоты над уровнем моря и т. д. Так, например, в Европе средняя продолжительность солнечного сияния составляет 1800 – 2200 часов в год; она, естественно, распределяется неравномерно между различными сезонами, и вследствие видимого движения солнца по небосводу угол падения лучей значительно изменяется в зависимости от дней и сезонов года.

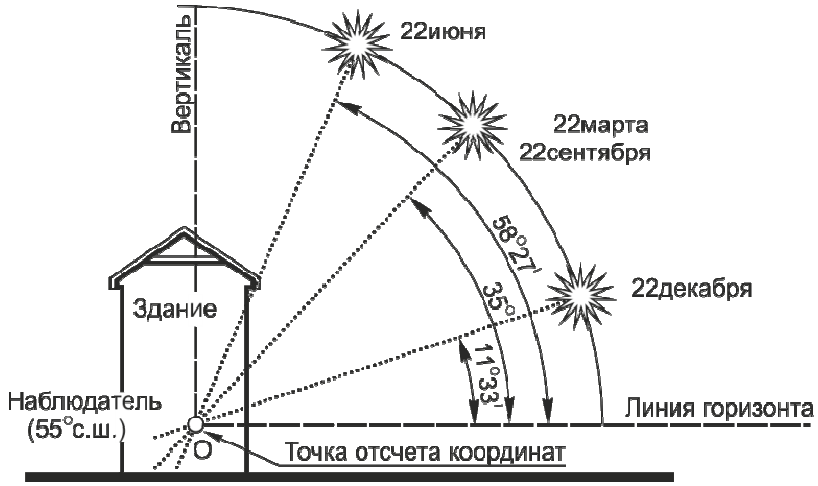


Рис. 4. Угол падения лучей относительно наблюдателя в здании в дни смены сезонов (в 12 часов дня)

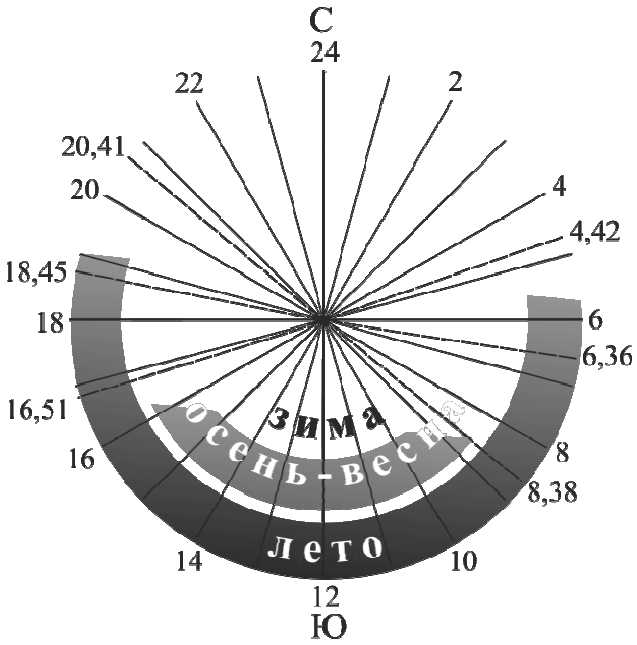


Рис. 5. Продолжительность дня от восхода солнца до захода в дни временных смен сезонов

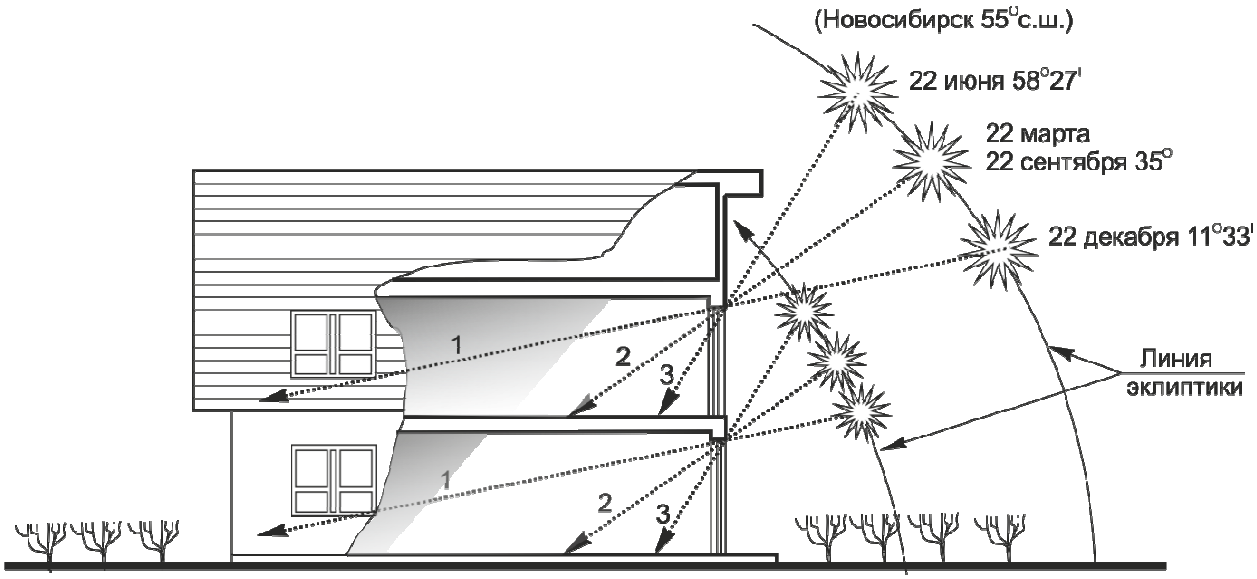


Рис. 6. Анализ инсоляции через проемы в торцовой стене здания:
1 – зимой; *2* – осенью/весной; *3* – в период летнего солнцеворота (в полдень)

Углы падения, направление, и прежде всего, интенсивность излучения имеют большое значение с точки зрения ориентации квартиры и помещений, предназначенных для постоянного проживания, а также с точки зрения их распределения (рис. 6). Все это необходимо знать для того, чтобы рассчитать вероятную продолжительность излучения. Энергию лучей, падающих под углом менее 10°, можно не принимать во внимание, потому что их поглощают растения и строения; поступающим под таким углом лучам приходится преодолевать очень толстый слой атмосферной пыли и испарений, что значительно снижает их интенсивность.

Определение продолжительности инсоляции жилых зданий и прочих строений, предназначенных для нахождения в них человека, – постоянная задача проектировщика. Особенно точные расчеты нужны в том случае, если мы не можем свободно выбирать ориентацию строения или если на окружающей здание территории имеются объекты, строения, элементы рельефа таких размеров, что они, пусть и временно, будут значительно затенять проектируемое здание.

Для условий Сибири наиболее благоприятной инсоляция будет при южной ориентации фасада. Инсоляцию, которую определяют путем расчетов и схем, можно изменить поразному, не прибегая к перепланировке здания, не меняя его ориентации или размеров застекленных поверхностей. Например, можно:

- изменить размеры и форму оконной коробки;
- перекомпоновать эти застекленные поверхности (окна «вразброс»);
- изменить местоположение окна (окон).

При составлении проекта будущего здания необходимость затенения будет зависеть, во-первых, от функционального предназначения дома, во-вторых, от требований архитектуры.

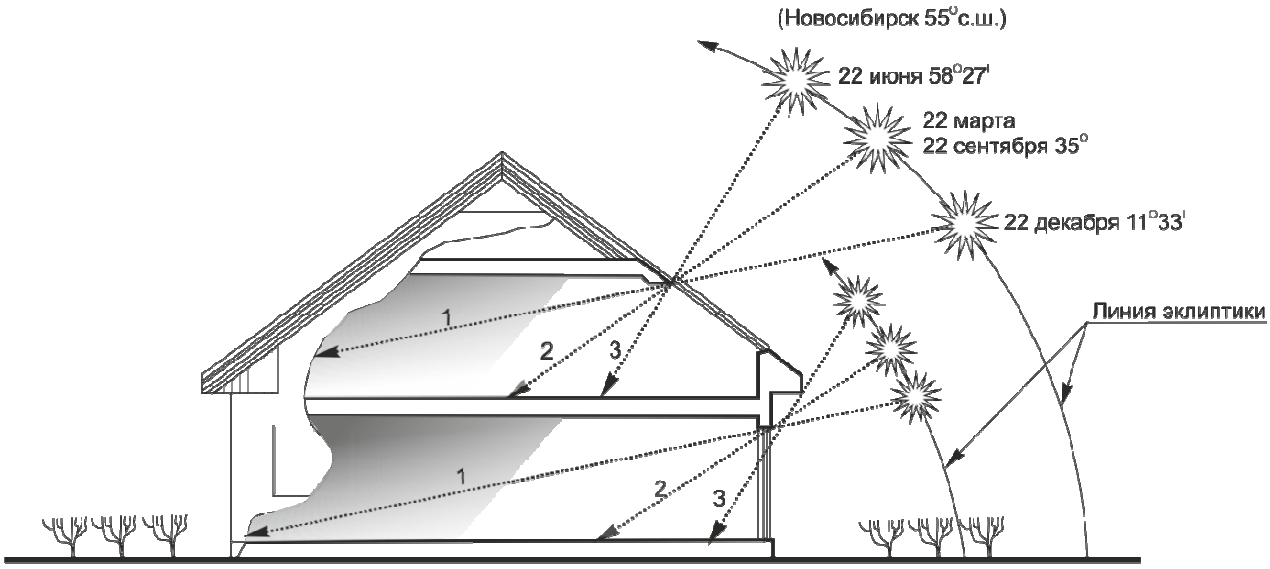


Рис. 7. Южная инсоляция дома, конек кровли которого ориентирован в направлении восток–запад, с окнами, размещенными на стенах и в плоскости крыши. На схеме видно, что в мансардном пространстве инсоляция имеет большую глубину и более интенсивное «рассеивание», чем на первом этаже: *1* – зимой; *2* – осенью/весной; *3* – в период летнего солнцеворота (в полдень)

Прямые лучи солнца являются для человека жизненно необходимым фактором. Они благотворно влияют на его центральную нервную систему. Гигиенически обоснованной является не менее чем трехчасовая инсоляция помещений, так как именно такое время необходимо для гибели кишечной палочки; кроме того, известно, что при времени облучения помещений до одного часа наблюдаются активация микрофлоры и рост бактерий.

Стремление полнее использовать положительные качества солнечного света как активного источника ультрафиолетовой радиации приводит к регламентации продолжительности инсоляции. Согласно строительным нормам, размещение и ориентация жилых и общественных зданий должны обеспечивать непрерывную продолжительность инсоляции помещений в летний и весенне-осенний периоды года:

- для северной зоны (севернее 58° с. ш.) – не менее 2,5 ч в день с 22 апреля по 22 августа;
- для центральной зоны (58–48° с. ш.) – не менее 2 ч в день с 22 марта по 22 сентября;
- для южной зоны (южнее 48° с. ш.) – не менее 1,5 ч в день с 22 февраля по 22 октября.

При определении продолжительности инсоляции расчетной точки или помещения необходимо учитывать, что в течение первого часа после восхода солнца и последнего перед его заходом для районов южнее 58° с. ш. и полутора часов для районов севернее 58° с. ш. инсоляция из-за малой ее эффективности не учитывается.

Продолжительность инсоляции в жилых зданиях должна быть обеспечена не менее чем в одной комнате для 1 − 3-комнатных квартир и не менее чем в двух комнатах для квартир с четырьмя и более комнатами. В зданиях общежитий должно инсолироваться не менее 60 % жилых комнат. Допускается прерывистость продолжительности инсоляции, при которой один из периодов должен быть не менее 1 ч. При этом суммарная продолжительность нормируемой инсоляции должна увеличиваться на 0,5 ч соответственно для каждой зоны.

Допускается снижение продолжительности инсоляции на 0,5 ч для северной и центральной зон в двух- и трехкомнатных квартирах, где инсолируется не менее двух комнат, и в многокомнатных квартирах (четыре и более комнаты), где инсолируется не менее трех комнат, а также при реконструкции жилой застройки, расположенной в центральной и исторической зонах городов, определенных генеральными планами развития.

При планировке городов и микрорайонов очень важно правильно выбрать ориентацию улиц и зданий по сторонам света. Решение этих вопросов с учетом требований инсоляции позволяет значительно уменьшить ширину разрывов между зданиями и увеличить плотность заселения микрорайона.

Способы ориентации зданий могут быть различными. Выделяют здания меридиональной и широтной ориентаций.

Здания ***меридионального*** типа (помещения располагаются вдоль продольных сторон) на участке располагают так, чтобы продольная ось здания совпадала с направлением север–юг. В этом случае восточный и западный фасады получают примерно равную продолжительность инсоляции.

Здания ***широтного*** типа (помещения располагаются по одной его продольной стороне) на участке располагают так, чтобы продольная ось здания имела направление восток–запад. В этом случае окна помещений здания обращены на юг, юго–восток и юго–запад.

По условиям инсоляции, расстояние между продольными сторонами зданий не должно быть меньше расстояния, измеренного от уровня подоконника первого этажа проектируемого здания до уровня карниза затеняющего здания. По этому условию принимается расстояние и между торцами зданий, если в торцовых стенах располагаются окна помещений.

Если в торцовых стенах отсутствуют окна, то расстояние между торцами зданий назначается в соответствии с противопожарными требованиями (от 6 до 15 м) и принимается в зависимости от степени огнестойкости здания.

2. НОРМИРОВАНИЕ ИНСОЛЯЦИИ

Законодательно (см. «Библиографический список» – с. 53) установлено нормирование инсоляции таким образом:

1. Необходимое психологическое и оздоравливающее действие инсоляции должно быть обеспечено в жилых и общественных зданиях и на территориях жилой застройки. Исключение составляют помещения, где по условиям технологии инсоляция не допускается. К таким относятся: операционные, реанимационные залы больниц, выставочные залы музеев, химические лаборатории, книгохранилища, архивы и т. п.
2. Нормируемая продолжительность инсоляции устанавливается для помещений жилых и общественных зданий и территорий жилой застройки.
3. Нормируемая продолжительность инсоляции для помещений жилых зданий устанавливается дифференцированно для центральной части и исторических зон и остальной территории города.
4. Требования настоящих норм относятся к проектированию и размещению новых, реконструкции существующих зданий и сооружений и их комплексов, а также к оценке существующих зданий.
5. Государственный контроль соблюдения гигиенических норм инсоляции осуществляется только органами государственной санитарно-эпидемиологической службы (система Роспотребнадзора РФ).
6. Требования норм инсоляции достигаются соответствующим размещением и ориентацией зданий по сторонам горизонта, а также их объемно-планировочными решениями.
7. Требования к ограничению слепящего действия инсоляции на человека и перегрева помещений распространяются на жилые комнаты квартир, спальные комнаты санаториев, игровые, групповые и спальные помещения детских образовательных учреждений, классные комнаты, учебные кабинеты школ, палаты лечебных учреждений, а также территории жилой застройки, где защита от перегрева должна быть предусмотрена не менее чем для половины игровых площадок, площадок для отдыха, мест размещения игровых устройств и спортивных снарядов.
8. Требования к инсоляции помещений жилых домов, включая комнаты коммунальных квартир, следует принимать по прил. А, табл. 2 для центральной части и исторических зон города на 22 апреля (22 августа), а для остальной части города – на 22 марта (22 сентября).
9. Требования к инсоляции помещений общественных зданий и территорий жилой застройки следует принимать по прил. А, табл. 3 на 22 марта (22 сентября).

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОРМИРОВАНИЯ ИНСОЛЯЦИИ И СОЛНЦЕЗАЩИТЫ

Инсоляция

Среди множества видов воздействий солнечных лучей первостепенное значение имеет бактерицидный эффект. Микробиологические исследования показали, что подавляющее большинство бактерий погибает от воздействия прямых солнечных лучей за довольно короткое время. Простой дневной свет тоже имеет бактерицидные свойства, но примерно в три раза слабее прямого солнечного света.

Обычное оконное стекло, поглощая или отражая определенную часть солнечного излучения, уменьшает бактерицидное действие последнего. Поэтому необходимо чаще открывать окна, а для таких зданий, как санатории, детские учреждения и т. п., необходимо использовать специальное стекло, прозрачное для всего спектра.

Количественный фактор, который стал условием для инсоляции территорий, зданий и помещений, называется продолжительностью инсоляции – время от начала облучения прямыми солнечными лучами до его прекращения. Инсоляция подразделяется на ***возможную***, ту, которая могла бы быть, если бы небо было постоянно безоблачным, и ***реальную***, которая гораздо меньше возможной из-за облачности. В расчетах и нормировании инсоляции принимается во внимание ее максимально ***возможная*** продолжительность, но с учетом сокращения времени инсоляции, которое имеет место в действительности.

Инсоляцию изучают и нормируют обычно по четырем характерным дням в году: солнцестояния (летнее – 22 июня, зимнее – 22 декабря) и равноденствия (весеннего – 22 марта, осеннего – 22 сентября).

В нашей практике не принимается во внимание инсоляция, при которой угол падения меньше

– $10-12^{o}$ при облучении земельного участка; в этом случае солнечные лучи проникли через толстый слой атмосферы и потеряли много энергии; к тому же различные предметы на земле оставляют очень длинные тени;

– 12^{o} при касательном падении на фасад; в этом случае из-за большой толщины стен и наличия переплетов солнечные лучи попадают в помещение в очень незначительном количестве или не попадают совсем.

При определении инсоляции территории принимаются во внимание только препятствия в виде зданий и не учитывается ее ограничение различными природными препятствиями: рельефом, лесом и т. д.

Некоторые нормативные документы ставят условие, чтобы участки жилой застройки получали прямые солнечные лучи во время зимнего солнцестояния не менее 6 часов. Нормативная продолжительность инсоляции 6 ч используется в расчетах в зоне умеренного климата, а в холодных, жарких и жарких влажных зонах расчеты другие.

Нормы гигиены 1969 г. предусматривали выделение территории под жилое строительство таким образом, чтобы обеспечить инсоляцию квартир минимум $1{,}5-2$ ч ежедневно для всех жилых комнат или, по меньшей мере, для одной–двух. Как исключение, объяснимое наличием склона, планировкой и т. д., допускается ориентация некоторых квартир не в соответствии с вышеуказанными нормами; количество таких квартир не должно превышать 5 % от общего количества квартир в данном ансамбле.

Нормативы [3, 6] вообще не ставят условий внутренней инсоляции помещений. Считается, что если обеспечена инсоляция фасада, а окна имеют соответствующие размеры, чтобы обеспечить дневное освещение, то инсоляция удовлетворительная.

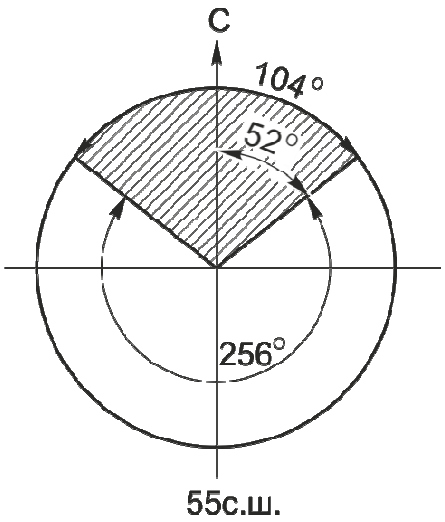


Рис. 8. Нормируемый географический сектор ограничения ориентации жилых зданий

Условия российских и иностранных нормативов в общем похожи. Необходимо отметить, однако, что иногда условия инсоляции разработаны только для определенного периода времени, исключая месяцы, когда эти условия выполнить было бы очень тяжело. Во Франции, например, требуется, чтобы половина поверхности всех окон здания получала инсоляцию не менее 2 ч в течение каждого из 200 дней в году и не менее половины жилых комнат выходило бы на данный фасад. Для других комнат необходимо, чтобы не более половины их было закрыто другими зданиями, чтобы в комнату попадал дневной свет.

Следует отметить, что общие тенденции в нормативных документах разных стран существуют, но полного согласия на основе научных исследований все еще нет.

В зданиях, сооруженных в последнее время, большую площадь фасадов занимают окна. Это и определило во многих случаях чрезмерность инсоляции, что привело к перегреву в летнее время. Действительно, в этом случае мы имеем дело с так называемым тепличным эффектом: тепловые солнечные лучи с длиной волны 0,4 − 2,5 мк, которая меньше длины волны светового луча, проникая через оконное стекло, нагревают помещение; стены и предметы поглощают это тепло, а затем излучают, но уже на более длинной волне — 5 − 10 мк, для которой обычные оконные стекла непрозрачны. Таким образом происходит накопление тепла в помещении, которое создает разницу температур по сравнению с внешней средой до 10 ºС.

С этим излишком тепла, вызванным прямой инсоляцией, необходимо бороться путем затенения, вентиляции или обоими методами вместе. Можно использовать специальные стекла, поглощающие тепловое излучение и пропускающие только 20 − 40 % солнечного излучения длительное время.

Перегрев летом возникает также при поглощении солнечного излучения непрозрачными элементами зданий. Стены, обшивка и т. п. элементы фасадов зданий нагреваются и отдают потом накопленное тепло помещениям длительное время.

Температурой, эквивалентной солнечному излучению, или иначе фиктивной температурой, называется температура воздуха, которая может повысить температуру непрозрачных элементов зданий в том случае, когда они не подвергаются инсоляции. Измерения и расчеты, произведенные в Париже в июне 1961 г. в условиях серых матовых стен, подвергнутых инсоляции, в безветренную погоду зарегистрировали повышение температуры практически до 70 ºС при температуре воздуха в тени 30 ºС.

Для защиты окон от чрезмерной инсоляции (солнцезащиты) до сих пор нормы не разработаны.

В странах Центральной и Южной Америки и даже в южных районах США считается, что окна должны быть затенены, когда температура наружного воздуха достигает +21 ºС. Это предложение основывается на общих субъективных ощущениях. Необходимо руководствоваться научными критериями, основанными на целой серии наблюдений и измерений. Исходя из такой метеорологической статистики, можно будет для различных населенных пунктов или районов определить периоды, когда окна должны быть затенены полностью или частично посредством подвижных или неподвижных архитектурных деталей.

По данным Главмосархитектуры и ЦНИИЭП жилища, рациональное применение нормирования инсоляции застройки приводит к повышению ее плотности на 8–10 %, экономии городских территорий и более широкому применению экономичных домов меридионального типа. Общая оценка экономической эффективности нормирования инсоляции застройки производилась по методике профессора В.А. Варежкина путем расчета сравнительного экономического эффекта по единовременным и текущим расходам в сравниваемых вариантах, приведенным к размерности единовременных затрат. В НИИПИ Генплана Москвы было определено, что рациональное применение норм инсоляции позволяет повысить плотность жилищного фонда на 8 − 12 %. По ряду причин было принято, что половина из разуплотненных районов застройки может быть реконструирована путем дополнительного ввода новых зданий и надстройки уже существующих.

Солнцезащита

Негативное отношение к солнцезащите как фактору, удорожающему строительство, объясняется в основном отсутствием соответствующих знаний и технологической базы.

Экономическую эффективность солнцезащитных средств (СЗС, наиболее распространенные СЗС – конструктивные солнцезащитные устройства (СЗУ)) целесообразно определять по минимуму приведенных затрат и повышению производительности труда в помещениях с солнцезащитой. Методика этих расчетов была разработана в НИИСФ и МархИ (Руководство по технико-экономической оценке солнцезащитных средств в зданиях различного назначения / В.А. Варежкин [и др.]. – М. : Стройиздат, 1983).

Применение СЗС увеличивает единовременную стоимость сооружения. Однако, как показали исследования, реальная стоимость борьбы с тепловым и световым дискомфортом в помещениях современных зданий настолько велика, что применение рациональных СЗС окупается за счет снижения эксплуатационных расходов на вентиляцию и искусственное охлаждение воздуха, повышения производительности труда и качества продукции. Установка СЗС в светопроемах способствует снижению зрительного утомления и повышению производительности труда и качества продукции как в южных, так и в центральных светоклиматических районах.

Рекомендации по ориентации зданий

Гражданские здания

Различные экономические и социальные причины привели в прошлом к неправильному использованию земли: появилась улица-коридор, на которой здания расположены по прямой сплошной линии, глухая стена к стене, высота домов зачастую больше ширины пространства между фасадами. Это привело к антисанитарным условиям с точки зрения инсоляции и естественного освещения.

Спустя некоторое время, с появлением новых социально-экономических условий, здания начали строить все дальше друг от друга, вокруг технически оснащенных зданий появились зеленые насаждения, структурные единицы были созданы таким образом, что фасады и помещения получили удовлетворительные условия инсоляции и естественного освещения. Но появилась опасность расточительства по отношению к земле.

В этой ситуации необходимо точно сформулировать и решить проблемы инсоляции и естественного освещения как с точки зрения условий жизни, так и с экономической.

При параллельно расположенных зданиях на улице в форме коридора необходимо определить, каким должно быть отношение между высотой зданий и расстоянием между ними, чтобы была обеспечена желаемая инсоляция фасадов.

Следует отметить, что каждый из фасадов представляет собой препятствие для инсоляции фасада на другой стороне улицы и что фасад, направленный на южную сторону под каким-либо углом, называется благоприятным (ПБФ) Благоприятный фасад при вращении его горизонтальной проекции вокруг оси С–Ю в момент пересечения ее становится неблагоприятным (ПНФ).

Ход лучей солнца, представленный на рис. 9, демонстрирует связь между высотой препятствия и расстоянием от него до противоположного фасада в зависимости от азимута параллельных благоприятного и неблагоприятного фасадов и высоты солнцестояния.

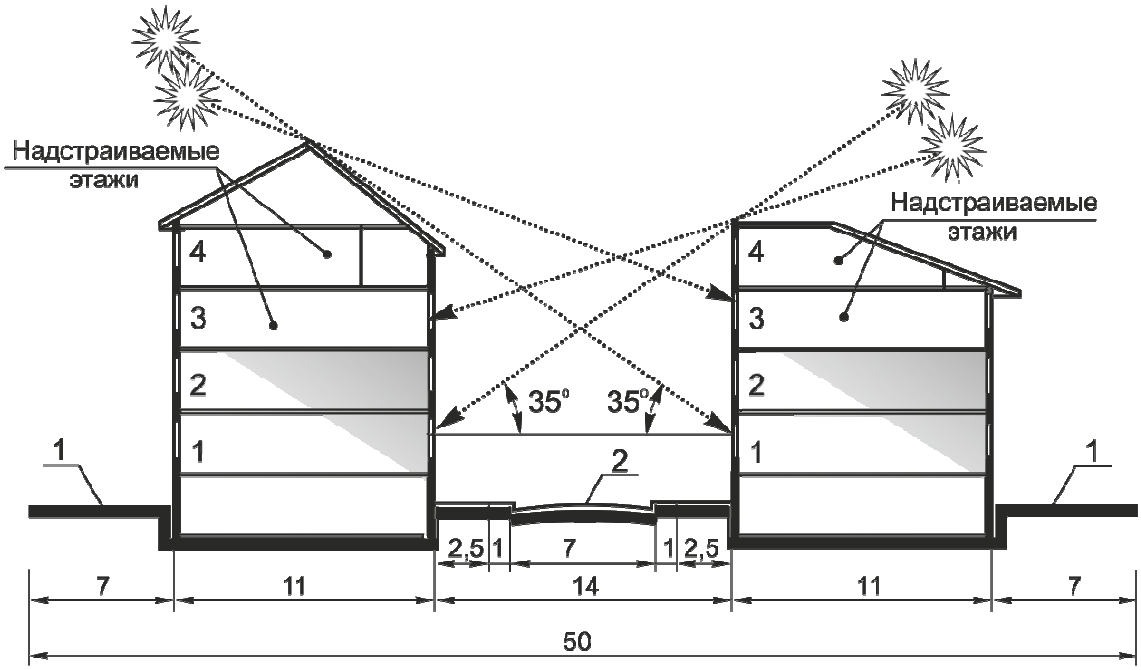


Рис. 9. Пример использования возможной реконструкции зданий в зависимости от азимута и углов солнцестояния:
1 – двор; *2* – улица

Исследовав рис. 9 можно сделать следующие выводы.

Для обеспечения инсоляции на протяжении двух часов в марте и сентябре необходимы условия, которые невозможно удовлетворить при интенсивном использовании земли (сокращенном расстоянии между зданиями): при высоте зданий 9 м расстояние между ними должно быть 15 м. Для застройки городов в будущем это не может быть принято в качестве правила в условиях реконструкции территорий.

При экономном использовании земли возможно строить здания, противостоящие фасады которых были бы разной высоты (см. рис. 9) с учетом их реконструкции. Между зданиями предполагается улица шириной 14 м; при этом самые низкие точки, которые должны подвергаться инсоляции, взяты на уровне подоконников на первом этаже, так как подвал не предназначен для жилья. Получились три полностью и один частично инсолирующиеся этажи, а также терраса на «благоприятной» стороне. Условие двухчасовой инсоляции дает отношения, которые при расчете инсоляции по верхнему краю окна свидетельствуют об обеспечении инсоляцией четвертого, третьего и частично второго этажей в течение двух часов во время зимнего солнцестояния. Можно считать данную ситуацию благоприятной для жилых помещений в условиях реконструкции.

К какой же плотности приводит такое расположение? Предположим, что наша площадка застроена параллельно расположенными зданиями на расстоянии 14 м друг от друга. В таком случае ширина исследуемого участка земли, на котором изучается плотность застройки только двух рядов зданий, представляющих собой повторяемый элемент, равна 50 м (см. рис. 9). Возьмем длину участка 200 м с тем, чтобы иметь площадь в 50×200 = = 10000 м² = 1 га. Предположим, что длина ряда зданий меньше длины участка и составляет только 80 %, или 160 м, т. е. остаются просветы на каждой стороне улицы в общей сложности 40 м для проездов во двор, перекрестков и т. д.

На основании этого можно вычислить некоторые данные. При общей площади участка (брутто) 1 га чистая площадь участка (нетто) равна 0,80 га.

Застроенная площадь участка: два ряда зданий длиной по 160 м и шириной 11 м занимают площадь 2×160×11 = 3520 м².

Развернутая поверхность без учета площади подвала и террасы на 4-м этаже (см. рис. 9), которая составляет 58 % площади этого этажа, равна 3,42 этажа×3520 м² = 12 000 м².

Жилая площадь составляет 0,5 развернутой площади, т. е. 6 000 м², а остальные 0,5 площади – подсобные помещения и площадь конструкций.

На этих физических данных получаем следующие показатели:

– процент застройки участка (брутто) 3520 / 10 000×100 % = 35,20 %;

– процент застройки участка (нетто) 3520 / 8000×100 % = 44 %;

– коэффициент использования земельного участка (брутто) 12 000 / 10 000 = 1,2, или 120 %, или 12 000 м² на 1 га;

– коэффициент использования земельного участка (нетто) 12 000 / 8000 = 1,5, или 150 %, или 15 000 м² на 1 га;

– плотность жилой площади (брутто) 6000 / 1 = 6000 м² жилой площади на 1 га.

В соответствии с советскими нормами периода прошлой застройки (СНиП 11-60-75), плотность общей площади жилого фонда на 1 га составляет 4000 м², что несколько выше предлагаемой:

– плотность жилой площади (нетто) 6000 / 0,8 = 7500 м² жилой площади на 1 га.

Если при расчетах для будущего брать нормы сегодняшнего дня (14 м² жилой площади на одного человека), то получим 428 человек на 1 га (брутто) и 535 человек на 1 га (нетто). Отсюда вытекает, что мы можем руководствоваться принципом инсоляции на протяжении 2 ч. И все-таки инсоляция в течение 2 ч – не реальная, а возможная, зависящая от облачности. Появляется сомнение, стоит ли руководствоваться данными, соответствующими только одному дню года. Некоторые нормативы рекомендуют обязательную продолжительность ежедневной инсоляции только для определенной части года, исключая зимние месяцы.

Учитывая данные чертежа, можно рекомендовать увеличение плотности при хороших условиях инсоляции путем уменьшения расстояния между зданиями или их надстройке. Конечно, этот пример служит только иллюстрацией при объяснении метода и получаемых результатов без учета широты местности.

Архитектурные ансамбли часто составлены из домов, разных по форме и сгруппированных под различными углами, продиктованными условиями используемого под застройку участка. Чтобы изучить инсоляцию ансамблей с помощью графических методов, необходимо выбрать характерные точки на различных фасадах и определить для них данные. В большинстве случаев мы использовали двойную проекцию, так как она дает результаты на одном и том же графике для всех точек, расположенных на одной вертикальной прямой, а значит, на всех этажах.

Точки выбирают на уровне подоконников на осях характерных жилых комнат. Проверке должны подвергаться особенно точки с неблагоприятными условиями инсоляции – при плохой ориентации или затенении высокими зданиями. Эти точки должны быть исследованы с учетом планировок квартир и действующих норм. Это значит, например, что такая точка не

будет находиться в одной комнате двухкомнатной квартиры, если другая в достаточной степени инсолируется.

Бывает, что согласно графикам некоторые квартиры на нижних этажах недостаточно инсолируются, а находящиеся непосредственно над ними – достаточно. В таких случаях мы стремимся к тому, чтобы не допустить количества малоинсолирующихся квартир выше 5 %.

Такую проверку инсоляции группы зданий нужно проводить на первом этапе проектирования, чтобы была возможность сделать поправку.

Очень удобно проводить исследования на макете с проверкой на гелиодоме. Располагая передвижными деталями ансамбля с магнитным креплением и возможностью уменьшать или увеличивать этажность, менять расположение зданий, можно изучить различные варианты. Фотографирование их расположения и инсоляции в различные часы и дни помогает быстро выбрать оптимальный вариант. Пример используемой для этой цели программы – «СИТИС: солярис» (см. гл. 9).

Какие ориентации самые благоприятные? Это в первую очередь зависит от назначения зданий и помещений, от количества солнечной энергии, принимаемой фасадами, а также продолжительности инсоляции при различной их ориентации. Во время летнего солнцестояния, когда пытаются избежать перегрева, южный фасад – самый неблагоприятный, так как получает больше тепла, чем восточный и западный; северный получает незначительное количества тепла. Во время зимнего солнцестояния, когда следует максимально использовать солнечное тепло, южный фасад самый благоприятный, а западный и восточный менее благоприятны, чем юго-восточный и юго-западный. При равноденствиях, когда необходимо проникновение солнечных лучей в здания, самыми благоприятными фасадами будут юго-восточный и юго-западный; северо-восточный и северо-западный фасады при такой ориентации зданий также находятся в довольно хороших условиях.

Можно сделать следующие выводы, действительные для всей умеренной зоны:

– тенденция ориентации жилых домов протяженными фасадами к востоку и западу с целью создания одинаковых условий инсоляции не оправдана, поскольку эти условия для обоих фасадов одинаково неблагоприятны;

– ориентация длинных фасадов к юго-западу и юго-востоку создает самые благоприятные условия без создания неудобств противоположным – северо-восточным и северо-западным, – где и должны быть расположены помещения, соответствующие пониженной инсоляции. В то же время такое расположение зданий дает возможность правильно использовать земельный участок и повысить плотность застройки без нарушения санитарных норм путем сокращения расстояний между зданиями. Южное направление – самое благоприятное для зданий северной зоны, но требует размещения на противоположном северном фасаде помещений, для которых пониженная инсоляция приемлема.

Существуют помещения, для которых инсоляция необходима (ясли, детские сады, санатории и т. д.) и в которые солнечные лучи не должны проникать (некоторые лаборатории, операционные и т. д.). Значит, при определении количества инсоляции необходимо учитывать назначение здания. Главную роль в определении размера окон играет естественное освещение. Относительно этого следует отметить следующие факторы.

В городских условиях особое значение имеют впередистоящие препятствия, поэтому рекомендуется изучать элементы, препятствующие проникновению дневного света, с применением указанных геометрических методов.

Ансамбль, состоящий из чередующихся низких и высоких зданий, включая дома-башни, более рационален, чем сплошная застройка одинаковыми зданиями, препятствующими проникновению света. Это касается как инсоляции, так и дневного света.

Препятствия, видимая высота которых уменьшается с увеличением высоты расположения окон на фасаде, приводят к увеличению размеров окон на нижних этажах по сравнению с верхними, что легко осуществимо при современном уровне строительной техники.

Сокращение видимости неба компенсируется увеличением высоты окон. Значит, необходимо прибегать к использованию конструктивных решений, позволяющих достичь нужной высоты окон: свертывающиеся жалюзи на уровне перемычки без железобетонного козырька, перевернутая балка, грибовидные столбы и т. д.

С северной стороны окна должны быть расположены в середине стены с тем, чтобы солнце проникало в помещения в летнее время; окна должны быть как можно шире, что обусловлено небольшим углом падения лучей; верхний край окна может быть ниже, так как солнце находится низко над горизонтом; подоконники должны быть низкими, чтобы и пол подвергался инсоляции, но в такой степени, чтобы это не привело к излишним потерям тепла зимой.

На западных и восточных стенах, если позволяют условия освещения, вентиляции, эстетики и т. д., хорошо бы разместить окна ближе к южному углу, чтобы солнечные лучи пересекали помещение по диагонали; окна должны быть высокими, но могут быть уже, чем с северной стороны.

С южной стороны хорошо бы разместить окна в середине стены, как можно выше и, если возможно, до самого пола; они не должны быть слишком широкими.

Глубина восточных и западных комнат может быть больше, так как солнечные лучи, падая под малым углом, проникают довольно далеко.

Промышленные здания

Если проблема инсоляции квартир, школ, больниц, социально-культурных заведений и административных зданий заключается в том, чтобы обеспечить инсоляцию фасадов на протяжении определенного отрезка времени, то совсем иная задача ставится при проектировании промышленных зданий, в которых должен быть строгий режим освещения, свет должен быть равномерным и без прямых солнечных лучей во всем поле зрения на протяжении почти всего рабочего времени.

Таким образом, эти две группы зданий выдвигают с точки зрения условий инсоляции совершенно противоположные требования.

Влияние оптимального естественного освещения рабочего места на производительность труда и качество промышленной продукции делает ориентацию промышленных зданий и защиту их от инсоляции одной из самых актуальных проблем промышленной архитектуры.

Первые промышленные здания, которые переняли архитектуру гражданских зданий соответствующего периода, не могли обеспечить оптимальные условия труда, так как наружные стены были несущими, построенными из кирпича, и не могли позволить создание достаточно больших световых проемов для соответствующего внутреннего освещения.

Вместе с переменами в строительстве, структуре и архитектуре промышленных зданий с появлением новых материалов изменился и принцип освещения вообще. В свою очередь, новые формы освещения и способы защиты от инсоляции вызвали поиск новых конструктивных и архитектурных решений. Поиск наилучшего решения с учетом формы участка и правильной ориентации здания должен стать важнейшим элементом проектирования.

Оптимальное размещение промышленных зданий в конкретной местности должно быть сделано с учетом климатических условий зоны, дневного движения солнца и направления преобладающих ветров. Известно, что для промышленных зданий с одним остекленным фасадом или шедами рекомендуется северная ориентация фасада или близкая к ней, а для зданий с двумя остекленными фасадами – северная и южная (рис. 10).

Общее правило расположения зданий фасадами на север и на юг вытекает из желания использовать северную ориентацию с самым коротким периодом инсоляции и южную с самым высоким положением солнца, при котором легче сделать солнцезащитные устройства, чем на восточных и западных фасадах. Если северная ориентация в общем соответствует поставленной цели, то южная не создает оптимальных условий, не регулирует инсоляцию в неблагоприятное время дня. Из повседневной практики замечено, что помещения, выходящие на юг, подвержены перегреву.

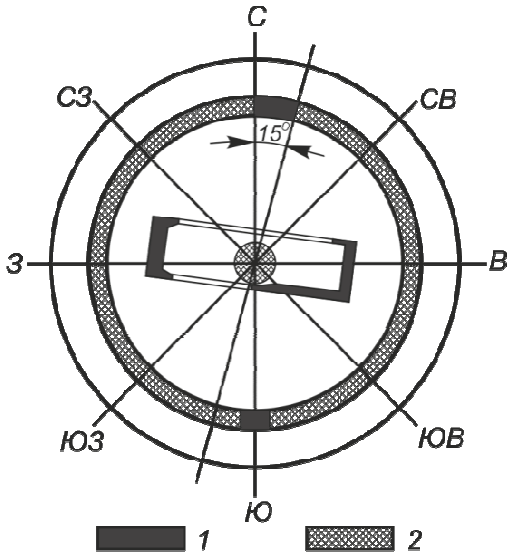


Рис. 10. Общие концепции по ориентации промышленных зданий:
1 – рекомендуемая; *2* – недопустимая

Возникает вопрос: какие факторы могут влиять на инсоляцию и микроклимат в помещениях и в какой степени возможно снизить инсоляцию, не применяя других средств, кроме ориентации зданий?

Чтобы эффективно бороться с инсоляцией промышленных зданий, необходимо изучить климатические условия географической зоны, в которой находится изучаемый объект, в первую очередь – прямое солнечное излучение на вертикальные плоскости, расположенные в разных направлениях, температуру внешней среды данной зоны.

Анализ средних данных полного солнечного излучения для восьми основных направлений (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ) как для самого жаркого месяца августа, так и для июня, июля, августа и сентября вместе взятых позволяет сделать интересные выводы.

Максимальные дневные показатели для направлений В, ЮВ, ЮЗ и З не возрастают в значительной степени по сравнению с соответствующими данными южного направления, взятыми за 100 %. Если средние данные максимальных дневных показателей для восточного и западного направлений на 21 и 19 % больше показателей южного, то сумма средних часов показателей для этих же направлений соответственно на 13 и 15 % меньше показателей южного.

Сделав вывод, что самая благоприятная ориентация в незначительной степени зависит от общего солнечного излучения (практически любое направление В, ЮВ, Ю, ЮЗ или З – будет иметь один и тот же термический эффект на внутренний микроклимат), проанализируем критерии, которые несомненно влияют на ориентацию промышленных зданий.

Исходя из предпосылок, что ориентация определена общим действием внешней температуры воздуха и полного солнечного излучения на внешние поверхности, выдвигается гипотеза, что определяющим фактором для внутреннего микроклимата является распределение внешних температур, точнее положение солнца во время максимальных температур в определенные дни. Считая температуру воздуха 21 ºС самой подходящей для работы, предлагается исключить только те направления, при которых имеет место инсоляция фасадов во время внешних температур выше 21 ºС.

Из реальных замеров вытекает, что температура поднимается выше 21 ºС во второй половине дня, когда солнце склоняется к юго-западу, а зона максимальных температур (среднемесячная максимальная t = 28 ºС) имеет центр, направленный на З–ЮЗ. Предлагаемые ориентации фасада следующие: С, СВ, В и ЮВ (сектор в 130 ºС) при непрозрачном фасаде, направленном на Ю, ЮЗ, З и СЗ, принимающем на себя тепловой эффект внешних максимальных температур и солнечного излучения. Оптимальная ориентация фасадов – не С, а С–СВ с азимутом 27º, при которой инсоляция имеет место только тогда, когда температура окружающей среды равна или ниже 21 ºС.

4. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТУ ИНСОЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ

1. Расчет продолжительности инсоляции помещений и территорий выполняется по инсоляционным графикам с учетом географической широты территории, утвержденным в установленном порядке.

2. Расчет продолжительности инсоляции выполняется для территорий 55º с. ш.:

- на 22 апреля (22 августа) для жилых зданий центральной и исторической частей города;
- на 22 марта (22 сентября) для жилых зданий на основной территории города, а для общественных – на всей территории города.

3. Расчет продолжительности инсоляции помещений выполняется в расчетной точке, которая определяется с учетом расположения и размеров затеняющих элементов здания (рис. 10, 11).

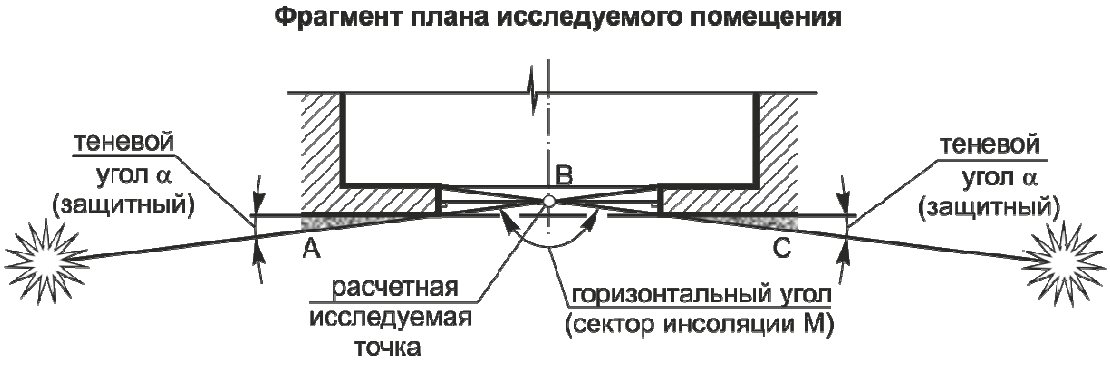


Рис. 11. Определение расчетной точки светового проема помещения (точка *B*)

4. При расчете продолжительности инсоляции участка территории принимается расчетная точка, которая расположена в центре инсолируемой половины участков территории.

5. В расчетах продолжительности инсоляции не учитывается первый час после восхода и последний час перед заходом солнца для районов южнее 58° с. ш. и соответственно по 1,5 ч для районов севернее 58° с. ш. (время от 6 до 7 ч и от 17 до18 ч не учитывается ввиду незначительной интенсивности инсоляции. Время восхода и захода солнца указывается в данных службы времени РФ).

6. Допускаемая погрешность метода определения продолжительности инсоляции по инсоляционным графикам составляет не более 10 минут.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ В РАСЧЕТНОЙ ТОЧКЕ (В) НА ПЛАНЕ СВЕТОПРОЕМА

Определение продолжительности инсоляции проводится в следующей последовательности:

– на плане помещения определяют горизонтальный инсоляционный угол *ABC* светопроема и расчетную точку *B* помещения в плане (см. рис. 11). В нормативной литературе для характеристики затеняющего эффекта толщины стены применяется термин «инсоляционный угол светопроема» *M*, который связан с углом постоянного затенения помещения соотношением $M = 180° - 2\alpha$;

– на генплане участка застройки определяют положение расчетной точки помещения (рис. 12);

– центральную точку инсоляционного графика совмещают с расчетной точкой *B* помещения, схема определения которой приведена на рис. 13, 14;

– инсоляционный график ориентируют по сторонам горизонта;

– отмечают расчетную высоту противолежащего здания по условному масштабу высот зданий на инсоляционном графике;

– по инсоляционному графику определяют продолжительность инсоляции помещения в пределах секторов инсоляционного угла светового проема. При этом продолжительность инсоляции равна сумме часов по графику в пределах углов *ABF* и *EBD* (см. рис. 12). Действующими санитарными нормами и правилами установлены достаточные условия инсолируемости помещений в зависимости от достаточной инсолируемости расчетной точки оконного проема. Это положение распространяется на условия, когда затеняющими элементами являются противостоящие здания.

Допускается выполнять расчеты продолжительности инсоляции по компьютерным программам, согласованным с ЦГСЭН в Москве и Новосибирске и отвечающим следующему требованию: результаты расчетов по программе должны совпадать с результатами ручного счета в пределах его погрешности при прочих равных условиях.

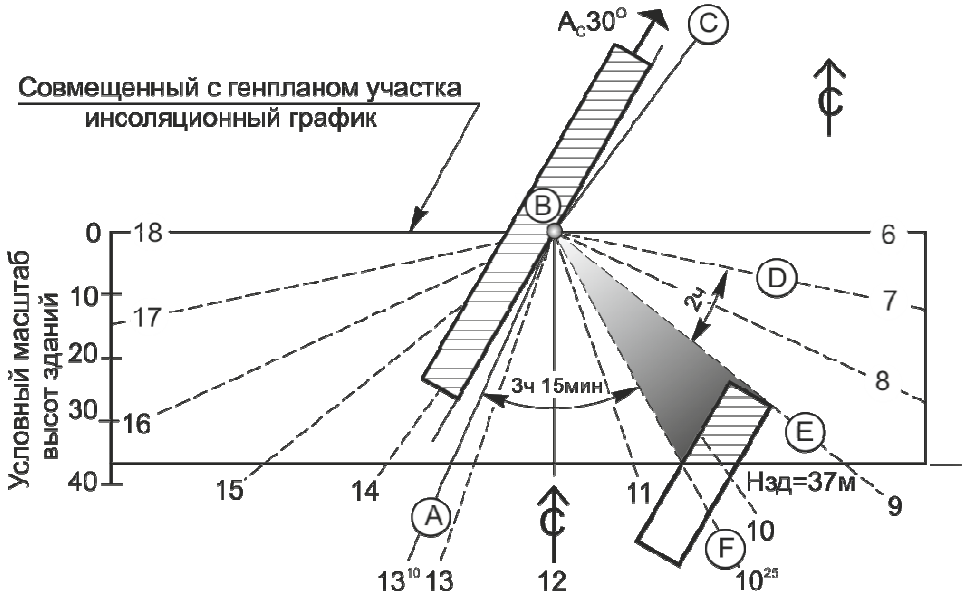


Рис. 12. Продолжительность суммарной инсоляции помещения (в точке *B*) равна 5 часам 15 минутам

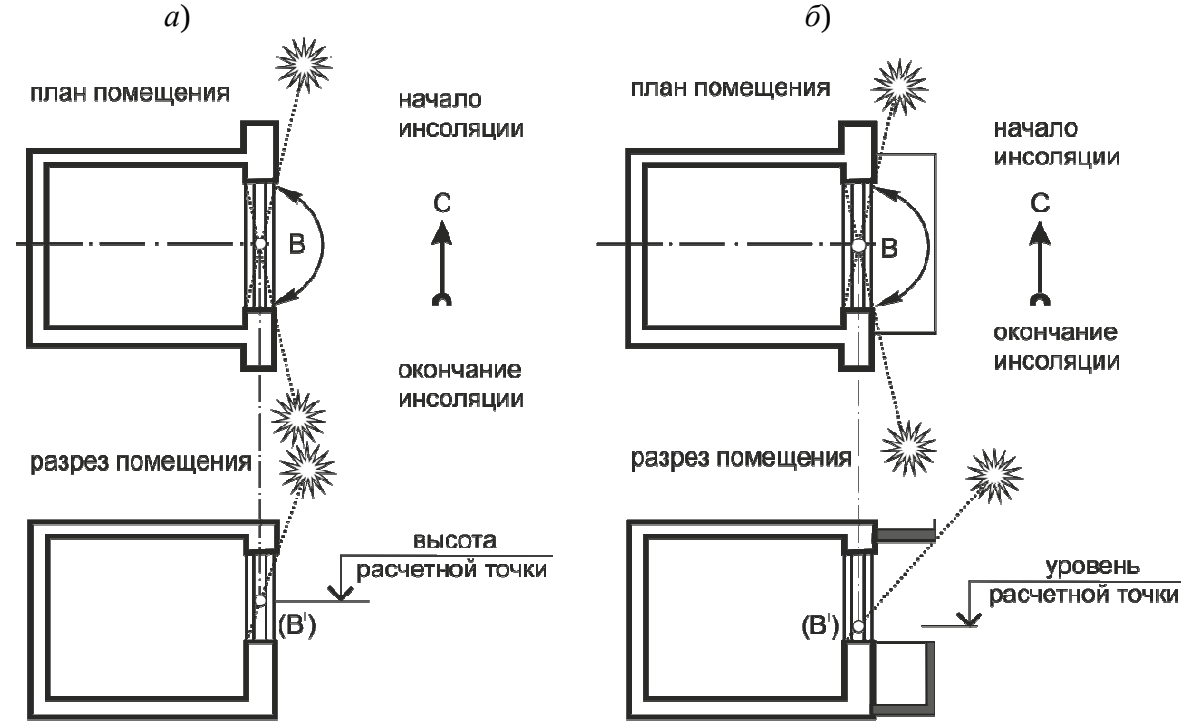


Рис. 13. Схема определения расчетной точки *В* (*В'*):
а – для окна; *б* – для окна с балконом

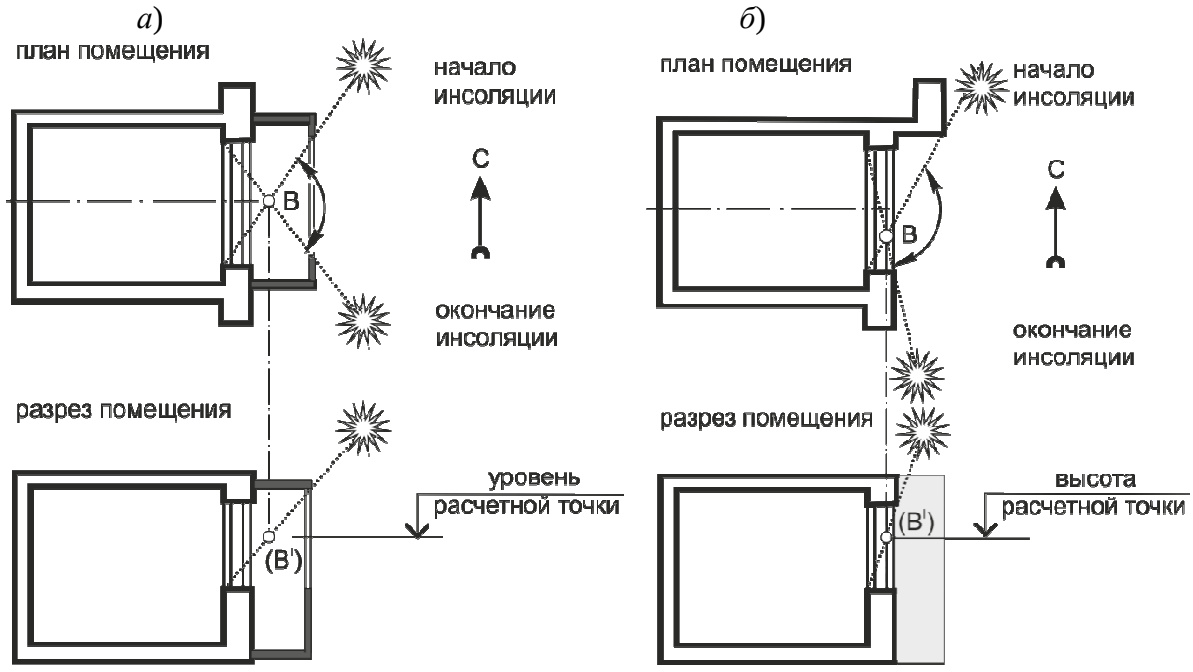


Рис. 14. Схема определения расчетной точки *В* (*В'*):
а – для окна с лоджией; *б* – для окна с выступающей стеной

Результаты расчетов продолжительности инсоляции должны отвечать требованиям СанПин 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».

6. ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ ИНСОЛЯЦИИ И СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ, ОСНОВАННЫЙ НА ПРИМЕНЕНИИ ИНСОЛЯМЕТРА

6.1. Устройство инсоляметра

Инсоляметр (рис. 15) содержит необходимые и достаточные данные для наглядного определения ориентации здания по отношению к солнцу, положению его на небосводе в любое время суток и года и служит для определения затенения участка или здания, а также вида, размеров, расположения и углов наклона различных солнцезащитных устройств (на чертежах любого масштаба, что важно для творческого метода архитектора).

Инсоляметр состоит из двух основных частей: диска-шкалы (см. рис. 16) и вращающегося на оси прозрачного диска-сетки (рис. 17).

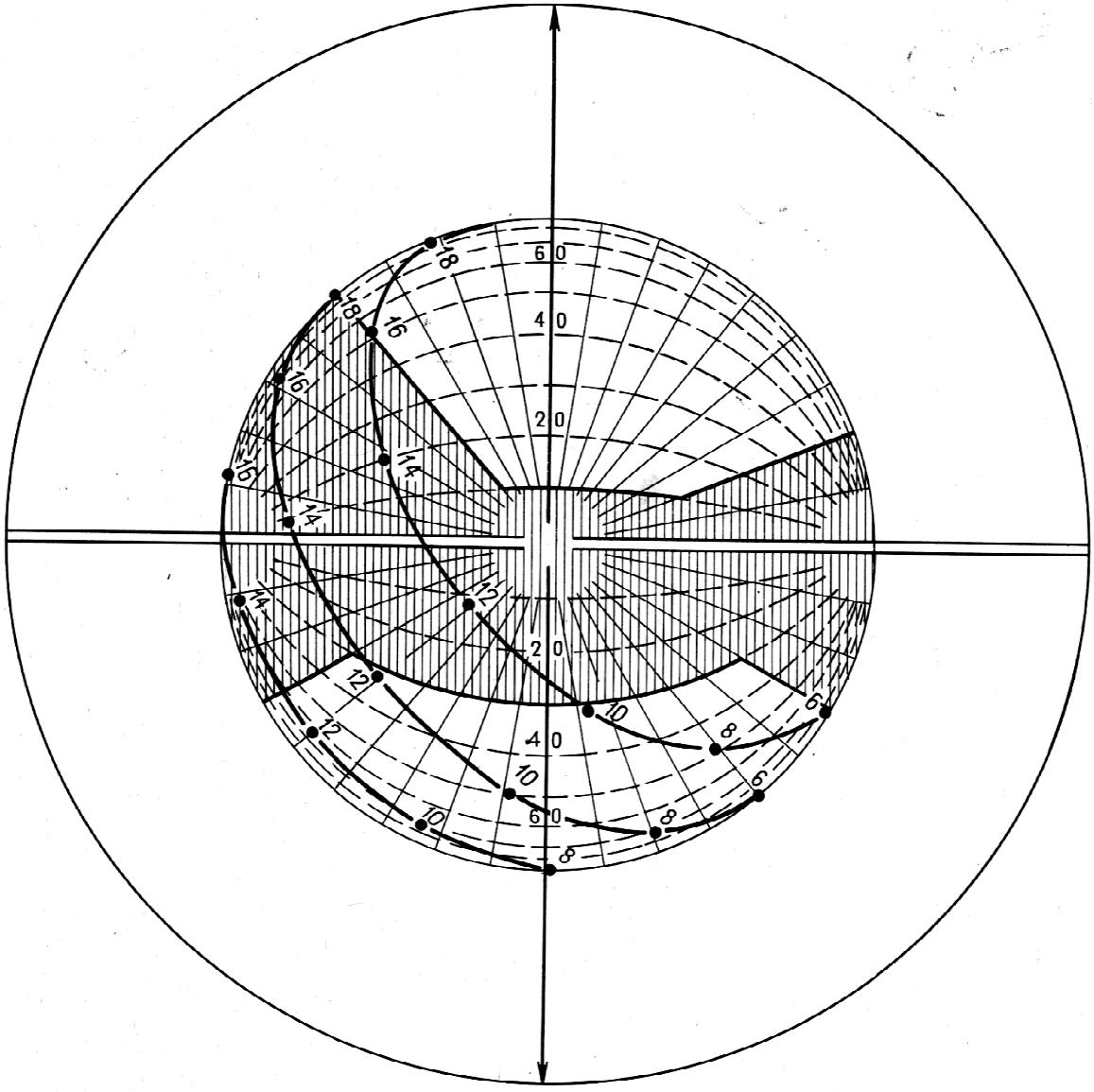


Рис. 15. Инсоляметр
(с диском-сеткой и шкалой)

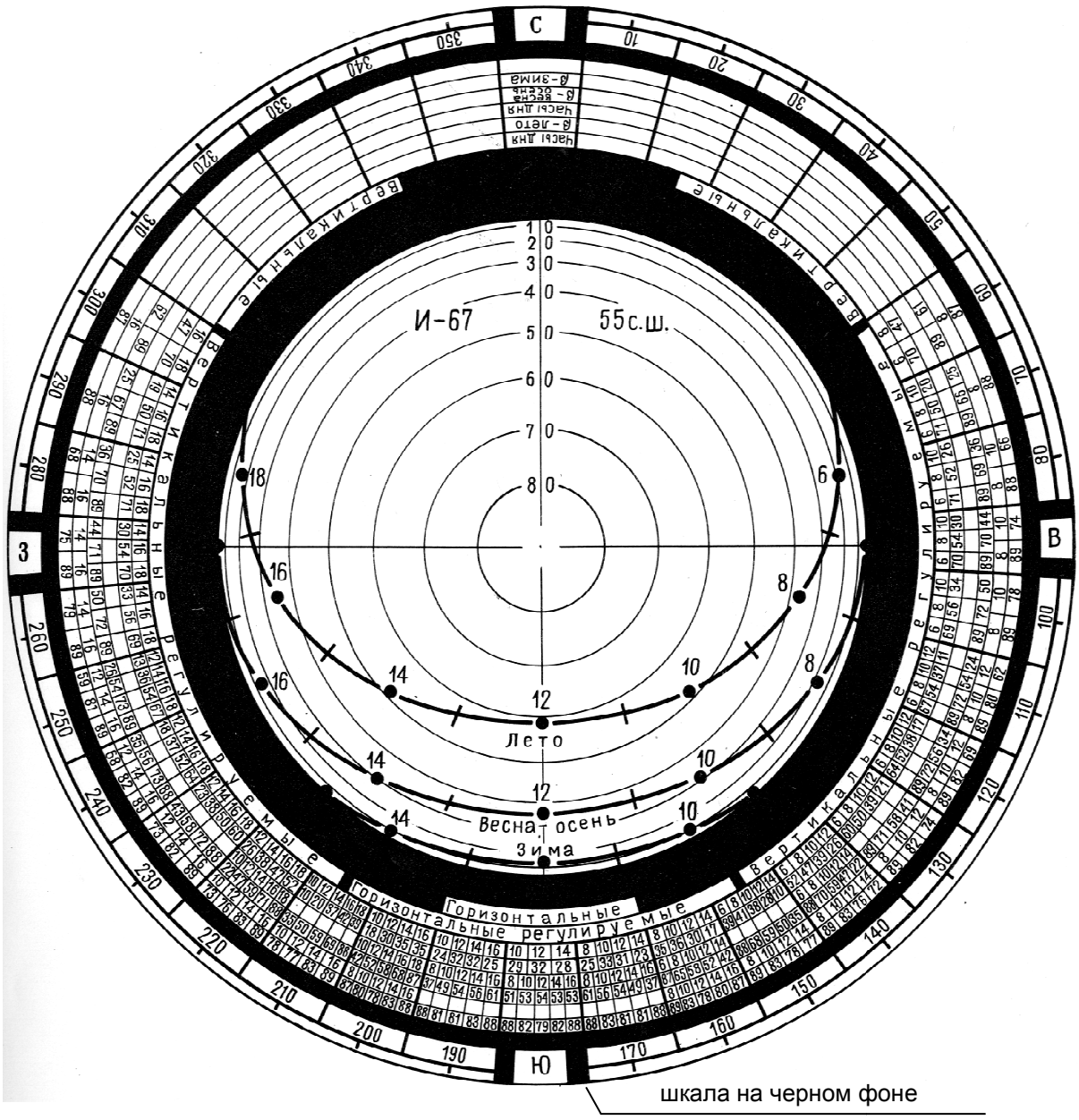


Рис. 16. Диск-шкала инсоляметра (солнечная карта) для широты 55° с. ш. в собранном виде

Содержание представленного диска-шкалы для широты 55° с. ш. соответствует различным географическим широтам с интервалом 5° (± 2,5°), что обеспечивает достаточную для практики точность результатов. Диск-шкала состоит из следующих графиков и данных для проектирования (последовательно от центра):

– ортогональная проекция небосвода и траектории видимого движения солнца в характерные времена года. Концентрические круги служат для определения высот солнца над горизонтом (h_o) с интервалом 10°. Выделенные точками и засечками позиции на траекториях соответствуют солнечному времени суток. Направление из каждой такой позиции к центральной точке (объекту) означает соответствующий азимут солнца (A_o), отсчитывается по лимбу (последняя шкала);

– шкала (на черном фоне) рациональных пределов применения различных видов солнцезащитных устройств в зависимости от той или иной ориентации объекта по сторонам горизонта;

– шкала значений защитных углов β в зависимости от ориентации фасада с интервалом ±5°, достаточным для практических целей.

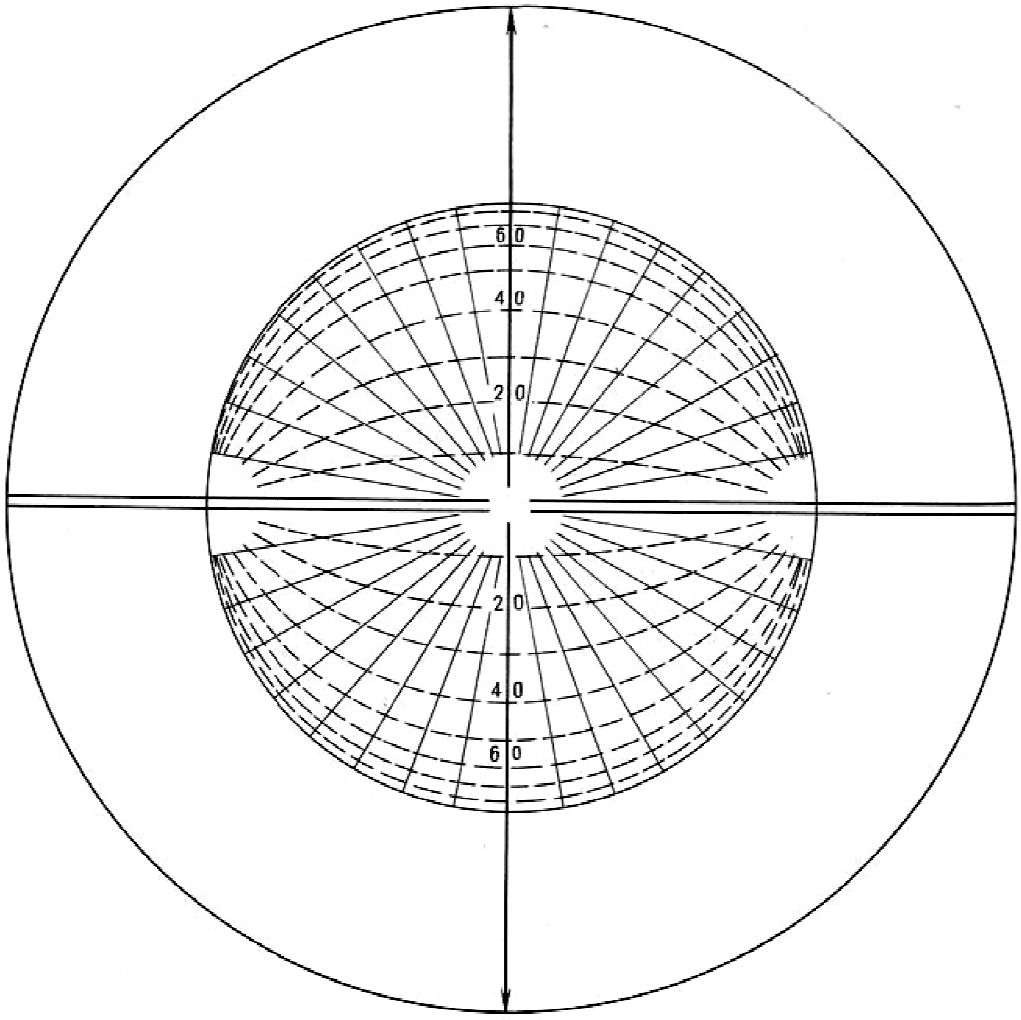


Рис. 17. Диск-сетка инсоляметра

Порядок расположения цифровых данных следующий:

– в ближайшем к центру кольце обозначены часы дня летом, в течение которых при данной ориентации окна солнечные лучи могут проникнуть в помещение;
– во втором кольце соответственно этим часам даны значения защитного угла β;
– в следующей паре колец – соответствующие данные для весны–осени;
– в третьей паре – для зимы.

Круглогодичные данные приводятся по следующим соображениям:

а) необходимость защиты от прямой блесткости возникает в течение всего года;
б) в южных широтах максимальное напряжение солнечной радиации приходится на зиму.

В основном при проектировании стационарных СЗУ (солнцезащитная система) следует пользоваться усредненными значениями β.

– Последнее кольцо – лимб с делениями азимутов через 5°.

Прозрачный диск-сетка (см. рис. 17) служит для удобства отсчетов и фиксирования ориентации объекта по сторонам горизонта. На него нанесены две жирные диаметральные линии: двойная подразумевает линии противоположных фасадов, одинарная – их ориента-

цию. Тонкие линии обозначают азимуты через 10°, пунктирные кривые обозначают затеняющее действие горизонтальных СЗУ в зависимости от значений защитного угла β.

Диск-шкала помещается под прозрачный диск-сетку.

Прибор устанавливают на чертеж генерального плана любого масштаба по заданной ориентации планировочной сетки (рис. 18). Прозрачный диск поворачивают до такого положения, чтобы двойная линия фасадов была параллельна заданным фасадам на генеральном плане. По солнечным траекториям архитектор может видеть периоды инсоляции фасадов и соответствующие координаты солнца. Рациональность применения того или иного вида СЗУ определяют по шкале на черном фоне в зависимости от ориентации фасада. Защитные углы β, определяющие размеры, количество и углы наклона СЗУ, считываются непосредственно с соответствующих ориентации шкал.

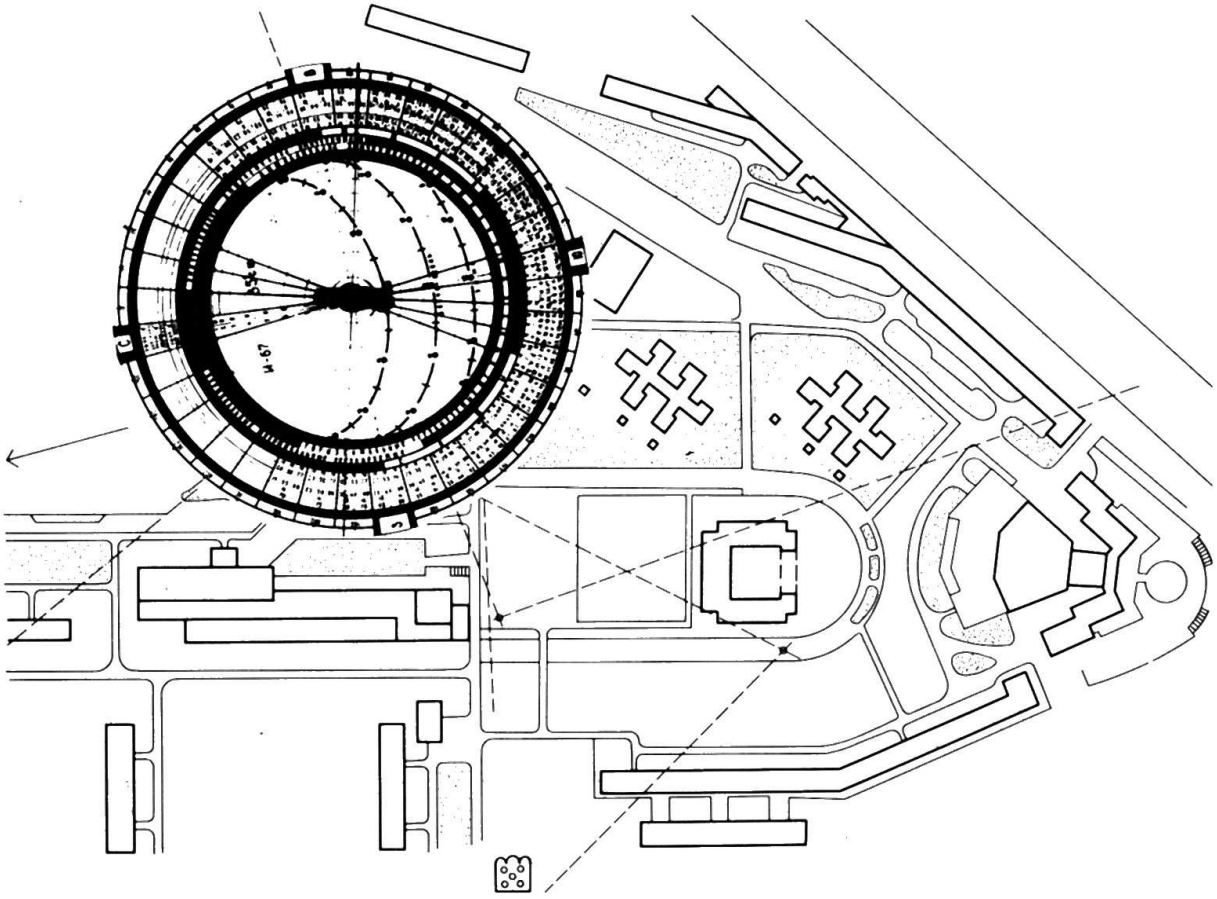


Рис. 18. Пример наложения инсоляметра на фрагмент генплана

Как правило, в расчет принимается среднее значение защитных углов в летне-осенний период года (соответствующий 22 августа), если нет каких-либо особых технологических требований по защите помещений от перегрева или слепящего действия прямых солнечных лучей.

Эффективность затенения выбранного СЗУ можно определить по тонким радиальным и пунктирным кривым линиям на прозрачном диске-сетке (см. рис. 17). Радиальные линии, нанесенные через 10°, обозначают азимуты солнца, определяющие эффективность вертикальных экранов соответственно значениям защитного угла β, а пунктирные – эффективность горизонтальных элементов СЗУ соответственно значениям защитного угла β (нанесены также через 10°).

Если этот диск наложить на солнечную карту по заданной ориентации фасадов, т. е. на ЮВ и СЗ, то затенение светопроемов будет обеспечено: на юго-восточном фасаде – при $\beta = 30°$ и $\gamma = 30°$ летом с 10 ч, весной–осенью с 12 ч; на северо-западном фасаде – при $\beta = 10°$, $\gamma = 50°$ летом до 16 ч, весной–осенью до захода солнца.

Изменяя защитные углы, можно подобрать такие СЗУ, которые будут эффективны в течение периода, соответствующего назначению здания.

6.2. Построение схемы затенения территории от здания с использованием инсоляметра

Пользуясь инсоляметром, можно приближенно, но достаточно при эскизном многовариантном проектировании решать задачи для построения схемы затенения территории от здания. Для этого устанавливают инсоляметр на генеральный план любого масштаба так же, как было показано на рис. 18.

Поворачивая прозрачный диск до совмещения одинарной диаметральной линии с часовыми отметками на проекциях траекторий видимого движения солнца, получаем направление тени в данное время суток и года (рис. 19).

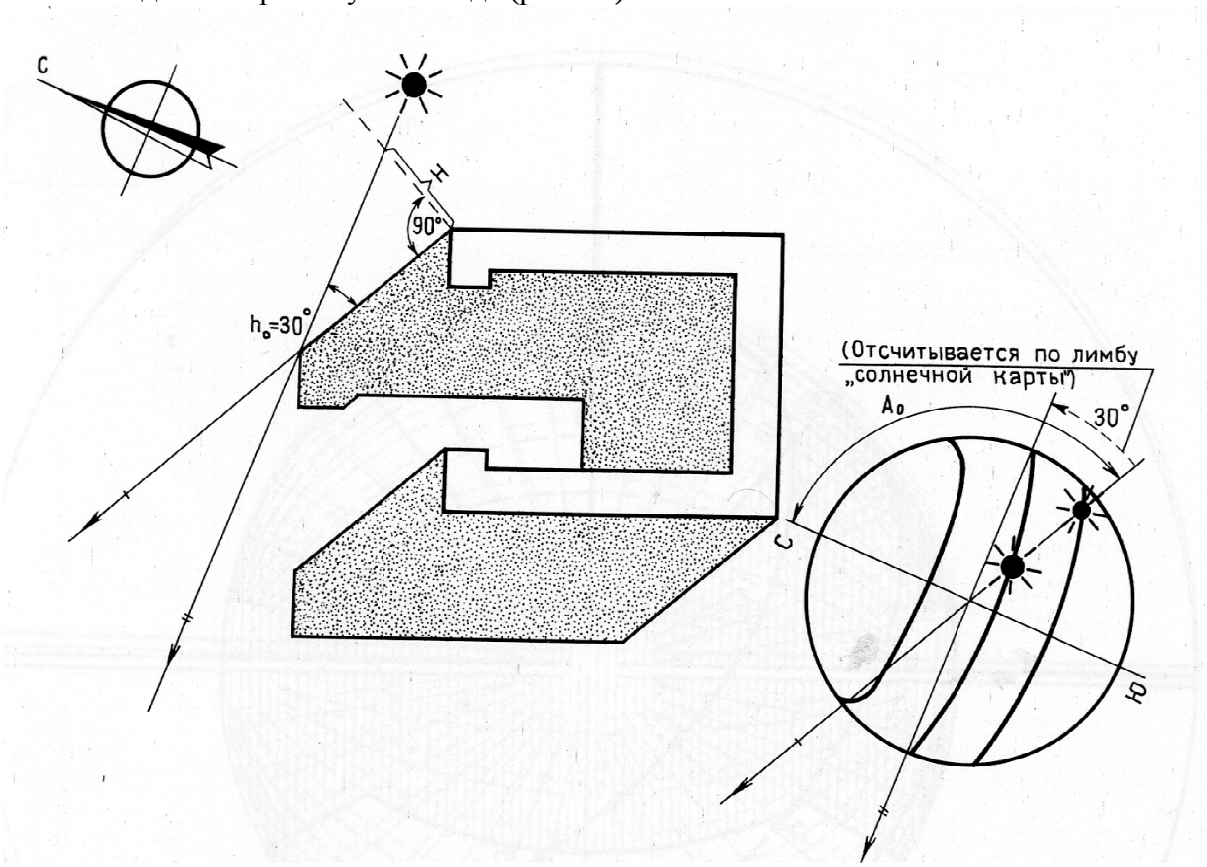


Рис. 19. Пример построения теней от застройки с использованием инсоляметра

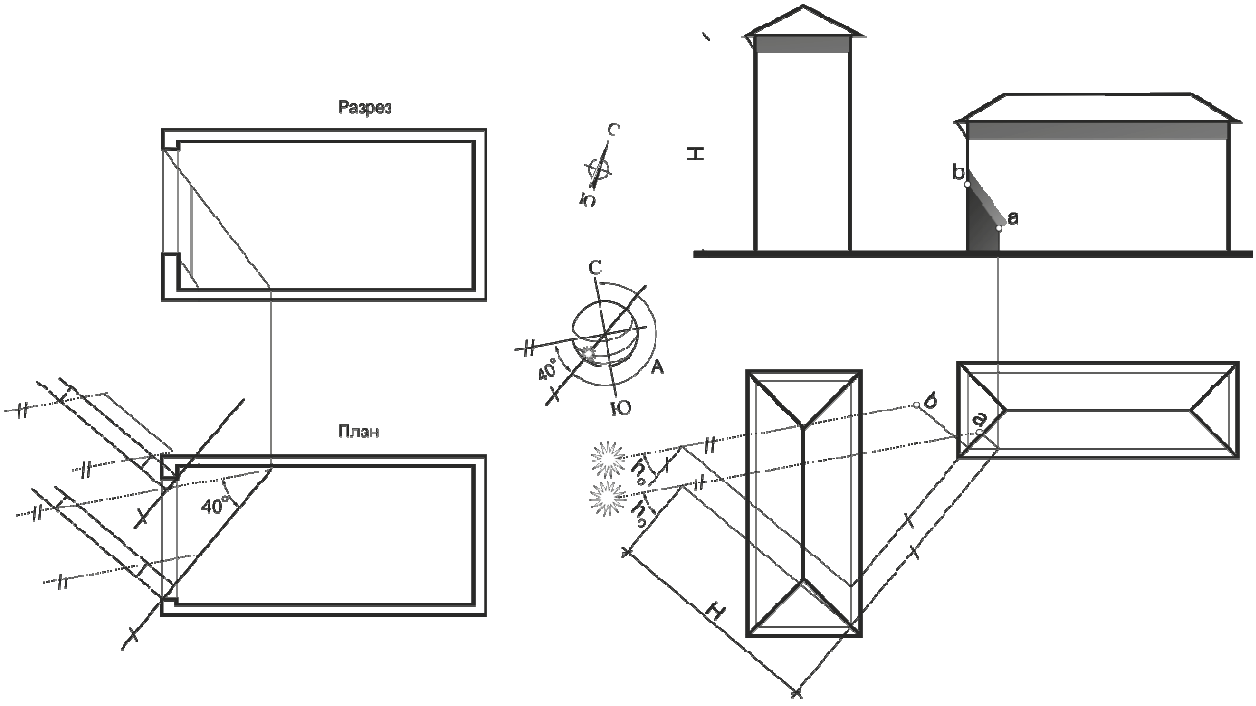
Длина тени определится, если повернуть прозрачный диск на число градусов по лимбу, соответствующее высоте солнца в данный момент времени, прочитываемый на концентрических кругах.

Восстановив на чертеже генерального плана перпендикуляр к полученному направлению тени у ее основания, проведем линию через вершину этого перпендикуляра (равного высоте здания), параллельную диаметральной линии на прозрачном диске. Точка пересечения проведенной линии с направлением тени и определит ее границу. Построив таким образом тени для других периодов суток и года, можно получить полную схему затенения от данного объекта.

6.3. Определение площади инсолируемых поверхностей в помещении и техника построения реальных теней на фасаде здания

При преобладающей безоблачной погоде, характерной для многих районов земного шара, особенно важно учитывать различную глубину теней от горизонтальных и вертикальных пластических элементов на фасадах. Тени резко меняются в зависимости от ориентации зданий и географической широты, они могут придать иной характер образу сооружения, его масштабности и пластической выразительности, чем это было задумано в проекте с традиционным построением теней в ортогональных проекциях с углом наклона проекций луча 45° на всех фасадах.

Определение площади инсолируемых поверхностей в помещении (рис. 20*а*) и построение реальных теней на фасаде здания (рис. 20*б*) производятся аналогично методу построения затенения от здания с использованием инсоляметра, рассмотренному в разд. 6.2.



а) *б*)

Рис. 20. Определение инсолируемых участков в помещении (*а*) и затенения одного объекта другим (*б*)

Опыт практического использования инсоляметра (по отзывам проектных организаций «Моспроект», «Гипровуз», «Туркменгоспроект» и др.) показал, что его применение значительно ускоряет процесс проектирования и предостерегает архитектора от грубых ошибок. Следует отметить, что основное назначение инсоляметра заключается в выборе типов и размеров солнцезащитных устройств, а все другие операции проще и точнее выполнять с помощью инсографиков, приведенных в прил. В и Г, которые каждый студент должен изготовить самостоятельно. Однако важным преимуществом инсоляметра является то, что он не зависит от масштаба чертежа.

7. ИНСОЛЯЦИОННЫЙ ГРАФИК (ИНСОГРАФИК)

7.1. Видимое движение солнца по небосводу

Чтобы представить себе видимое движение солнца по небосводу и определить его координаты (высоту над горизонтом h_o и азимут A_o) на определенной географической широте, следует обратиться к «солнечному стереону», как это сделал в свое время Витрувий.

Траектория солнца в характерные моменты для летнего и зимнего солнцестояний, весенне-осеннего равноденствия для географической широты Москвы ($\varphi = 55°$ с. ш.) показаны на рис. 21. Важно видеть, что склонение солнца δ весной и осенью равно нулю и определяет высоту солнца h_o в полдень. Летом и зимой склонение солнца в полдень равно соответственно +23,5° и –23,5°.

Для определения координат солнца на различных широтах и в требуемое время дня нужны сложные астрономические расчеты. Для архитектурной практики разработаны так называемые солнечные карты, по которым без труда можно получить координаты солнца по проекциям его траекторий на горизонтальную плоскость: по точкам пересечения траекторий с концентрическими окружностями – высоту h_o, по лимбу – азимут A.

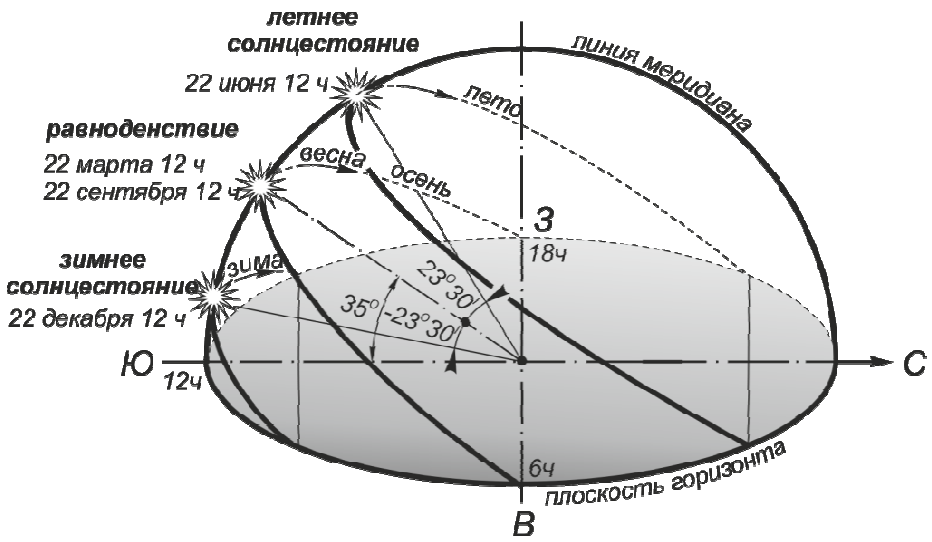


Рис. 21. Траектория солнца в течение года
для географической широты Москвы ($\varphi = 55°$ с. ш.)

7.2. Солнечное и декретное время

Инсографик состоит из двух систем линий: часовых радиальных линий, представляющих горизонтальные проекции солнечного луча, направленного к расчетной точке в различное время дня; горизонтальных линий, показывающих превышение уровня карниза противостоящего (затеняющего) здания над уровнем расчетной точки. Инсографики составляют на отдельные наиболее характерные (расчетные) дни нормируемого периода года для различных зон территории России (широт). В основу построения инсографиков положены закономерности видимого движения солнца по небосводу и движение его луча к расчетной точке (рис. 22). Для каждого расчетного периода и широты местности инсографики видоизменяются:

- на 22 апреля (22 августа);
- на 22 марта (22 сентября);
- на 22 февраля (22 октября).

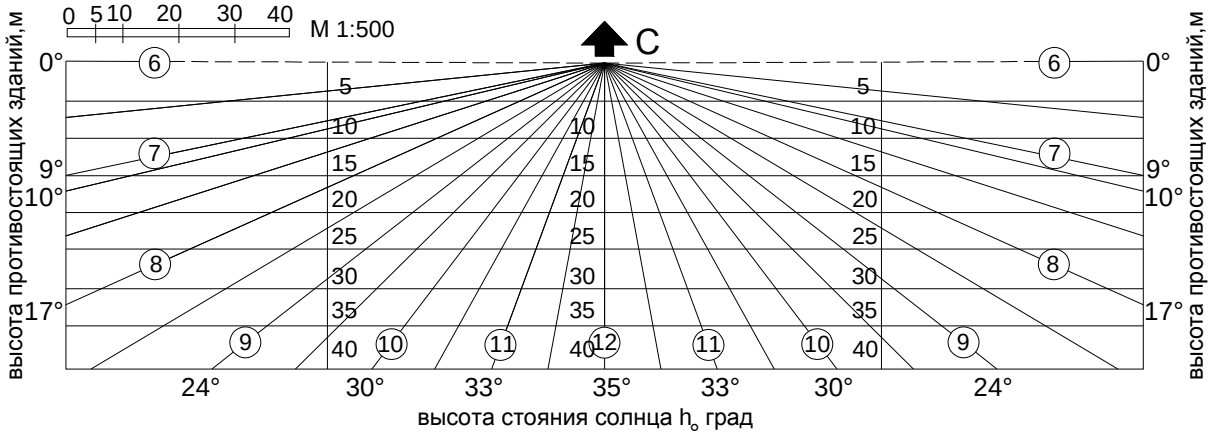


Рис. 22. Инсографик для расчета продолжительности инсоляции и построения контура теней (55° с. ш.)

При построении инсографика необходимо помнить о разнице между солнечным временем (истинным, астрономическим) и декретным на Земле, которая может доходить почти до 1,5 часов. При выборе ориентации зданий по сторонам горизонта архитектору нужно уметь определять эту разницу в любом городе земного шара. Кроме того, существуют понятия поясного и сезонного времени.

Совмещение времени бодрствования со светлым периодом суток позволяет экономить потребление электроэнергии: весной стрелки часов, идущих по поясному времени, переводят на час вперед, а осенью ставят опять ***по поясному времени***.

Что такое поясное (***астрономическое***, ***солнечное***) время?

Земля геометрически разделена на 360°, а сутки – на 24 часа. Разделим 360 градусов на 24, получится, что за один час солнце перемещается по поверхности земли на 15 градусов географической долготы. Вертикальная полоса шириной 15° – это и есть один часовой пояс. И если в астрономический полдень (когда солнце стоит максимально высоко в небе) ваши часы показывают 12:00, значит, вы живете по поясному (солнечному) времени. Поясное время было рекомендовано к применению в 1884 г.: тогда начал активно развиваться железнодорожный транспорт, люди все быстрее перемещались по поверхности Земли. За центр нулевого пояса был принят Гринвичский меридиан в Англии (рис. 23), его астрономическое время называют всемирным. В 1917 г. Россия сдвинула стрелки на 1 час вперед – для экономии электроэнергии (как потом выяснилось, неоправданно). После этого стрелки переводили несколько раз, система времяисчисления в стране менялась. В 1930 г. было введено декретное время, и стрелки часов были переведены на час вперед относительно поясного времени. В марте 1991 г. декретное время было отменено, опережение на два часа упразднено. Мы перешли на систему отсчета летнее – зимнее время. С 1992 по 2011 гг. мы опережали поясное время на один час зимой и два часа летом. С октября 2011 г. Россия живет, опережая поясное время на два часа, причем круглый год. Такова вкратце история изменения отсчета времени.

Расчеты инсоляции и солнцезащитных устройств производятся по так называемому расчетному времени суток и года, устанавливаемому в зависимости от географического района строительства.

За расчетное время принимается:

а) при необходимости устранения перегрева помещений – средний период жарких месяцев года при среднемесячной температуре наружного воздуха t_H 22 °С;

б) при определении максимальных теплопоступлений в помещениях с кондиционированием воздуха – наиболее жаркий месяц года (по среднемесячной температуре наружного воздуха);

в) при устранении ослепляющего действия инсоляции – рабочее время суток и года в зависимости от назначения помещения.

Порядок определения разницы между солнечным и декретным временем следующий:

– найти разницу $n°$ между долготами данного пункта и среднего меридиана часового пояса, определяемого по карте часовых поясов;

– найти разницу в минутах между местным солнечным и поясным временем, для чего полученную разницу в долготах $n°$ умножить на 4 (угловая скорость движения солнца по небосводу – 1° за 4 минуты);

– определить поясное время данного пункта, для чего полученную разницу прибавить (отнять) к расчетному солнечному времени, если долгота данного пункта меньше (больше) долготы среднего меридиана часового пояса;

– найти декретное время, прибавив к поясному один час.

ПРИМЕР 1

Требуется перевести местное солнечное время в 12 часов на декретное время для Ташкента.

По карте часовых поясов (рис. 23) находим, что город расположен в пятом часовом поясе на 69° в. д.; средний меридиан пояса имеет долготу 75°.

Разница между долготой Ташкента и средним меридианом часового пояса составляет 75° − 69° = 6°, между местным солнечным и поясным временем – 4×6 = 24 мин.

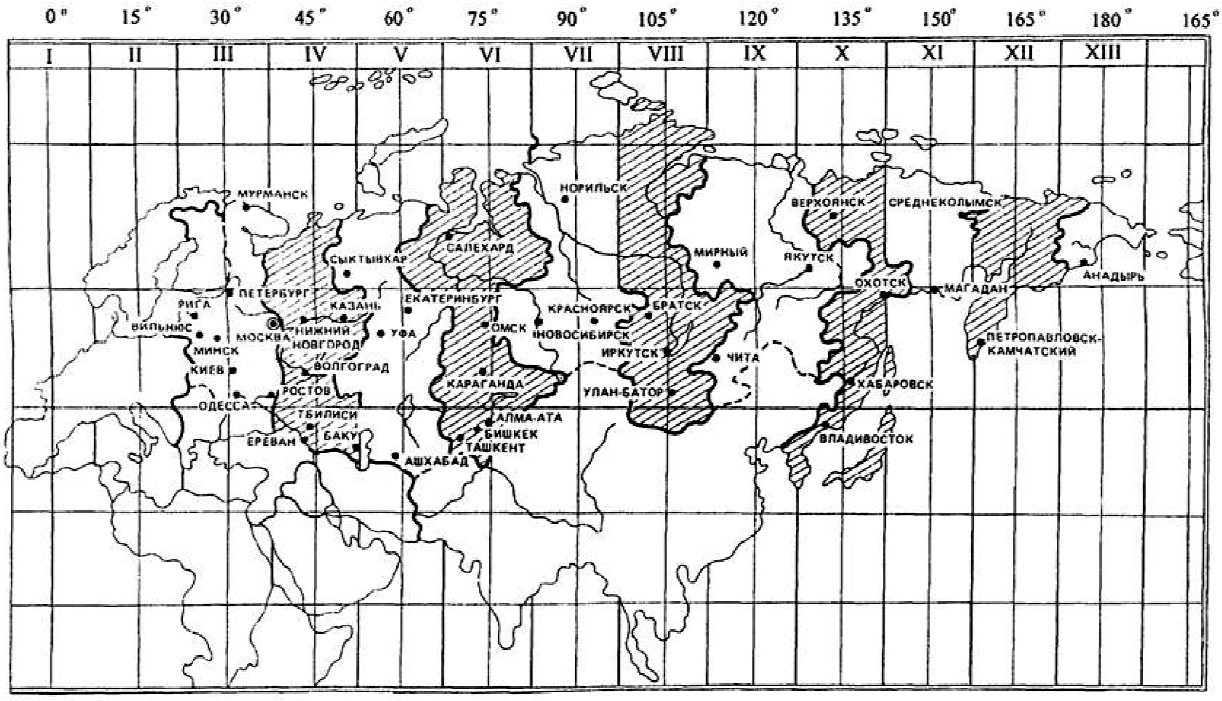


Рис. 23. Карта часовых поясов

Поясное время – 12 ч 00 мин + 0 ч 24 мин = 12 ч 24 мин.

Декретное время – 12 ч 24 мин + 1 ч = 13 ч 24 мин.

В летнее полугодие многие страны пользуются сезонным временем, которое опережает декретное еще на 1 час. Поэтому летом в Ташкенте солнечный полдень по часам приходится на 14 ч 24 мин.

Эту разницу во времени необходимо учитывать при корректировании инсографиков на кальке и затем уже производить графические расчеты (рис. 24).

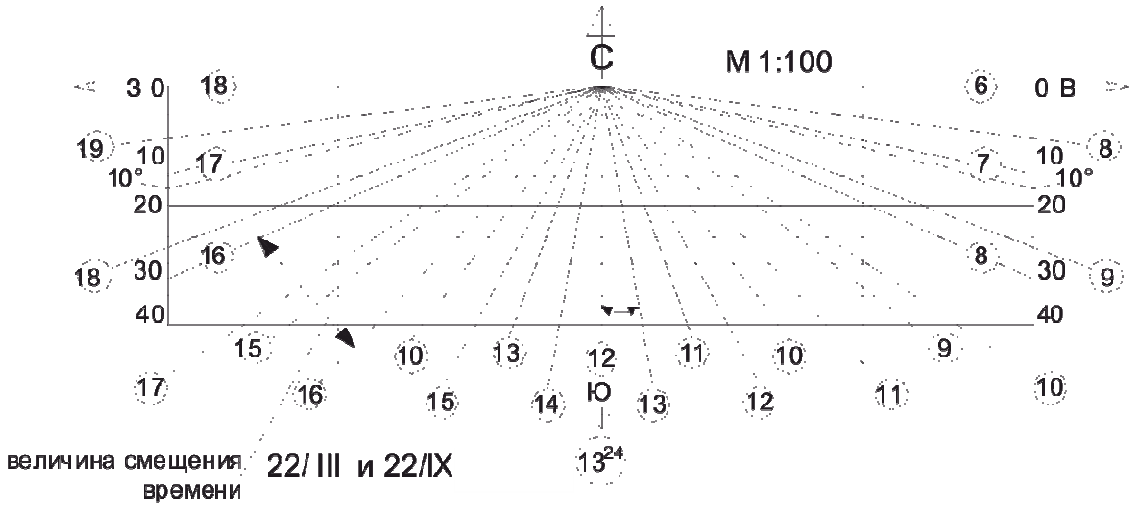


Рис. 24. Графическое изображение смещения декретного времени по отношению к солнечному (на примере Ташкента)

Условия инсоляции определяются методом проекций с числовыми отметками. Расчеты следует производить непосредственно на плане застройки с помощью накладного инсографика, показанного на рис. 22 и в прил. В и Г.

7.3. Построение инсографика. Примеры расчетов

Способ построения инсоляционного графика, основанный на графической модели небосвода, для дней равноденствия и φ^0 с. ш. заключается в следующем:

1. Изобразить разрез небосвода по меридиану С–Ю как полусферу радиусом $R = 1$ (ЛГ – линия горизонта) (рис. 25*б*).

2. От вертикали, проходящей через центр полусферы O и зенит Z в сторону юга, отложить угол φ^0, обозначающий географическую широту места. На пересечении проведенной из точки O наклонной линии с полуокружностью находится положение солнца в 12 ч в дни равноденствия. Наклонная линия является вертикальной проекцией полуденного солнечного луча, лежащего в плоскости солнечной траектории, а угол между ней и линией горизонта показывает высоту стояния солнца h_o в этот момент.

3. Изобразить план небосвода как окружность с $R = 1$ с центром O. Указать стороны горизонта – В, Ю, З, С (рис. 23*в*).

Спроецировать на южный меридиан с разреза на план положение полуденного солнца и через эту точку провести окружность радиусом r.

4. Разделить сектор Ю–В горизонтальной проекции небосвода на 6 равных частей по 15° (угловая скорость движения солнца – 15° в час, время от восхода до полудня – 6 ч) и провести радиальные линии (для крупномасштабного графика сектор можно разделить на 12, 15 или 24 части – соответственно через 30, 20 или 15 мин).

5. Из точек пересечения этими радиусами внешней и внутренней окружностей провести линии, параллельные линиям С–Ю и З–В, построив таким образом небольшие прямоугольные треугольники. Вершины прямых углов являются горизонтальными проекциями солнца через каждый час.

Все эти построения вспомогательные и выполняются тонкими линиями.

6. Через полученные точки проекций солнца и центр O провести жирные линии – горизонтальные почасовые проекции солнечных лучей, необходимые для построения графика. Для упрощения построений разрез и план небосвода можно совместить (рис. 25*а*).

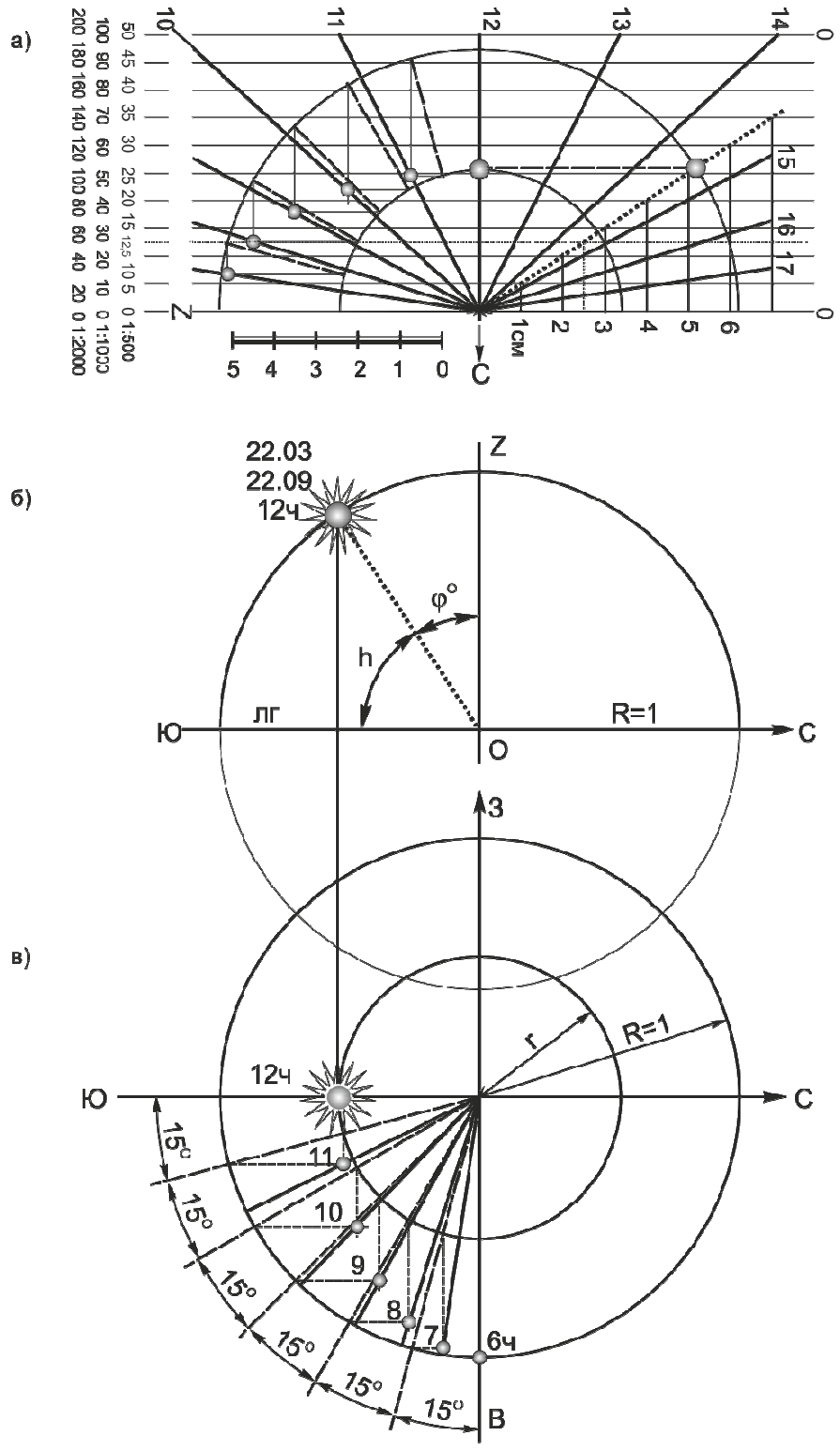


Рис. 25. Построение инсоляционного графика для широты φ^{o}:
а – общий вид инсографика; *б* – разрез небосвода; *в* – план небесной сферы на плоскости

7. На линии *ОЗ* разметить деления через 1 см (для подробного графика – через 1 или 2 мм) и провести горизонтальные линии до пересечения с проекцией полуденного луча. Через точки пересечения провести линии, параллельные направлению В–З на плане небосвода. Эти параллели являются метрической шкалой превышений вспомогательных горизонталей наклонной плоскости солнечной траектории над исследуемой точкой на данной широте и

служат для определения длины теней. Цена расстояний между параллелями назначается в соответствии с масштабом архитектурного чертежа.

8. Горизонтальные проекции дополуденных солнечных лучей (с 6 до 12 ч) зеркально перенести в послеполуденную область (сектор Ю–З плана небосвода) и обозначить часы дня (с 12 до 18 ч).

График выполняется тушью на кальке или прозрачной пленке, вспомогательные линии построений стираются.

ПРИМЕР 2

Определить продолжительность инсоляции точки на горизонтальной поверхности.

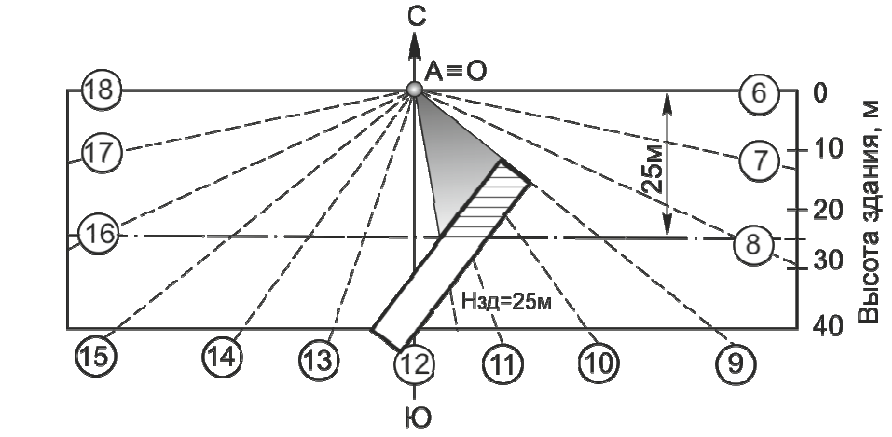
Точка *О* графика совмещается с заданной точкой, а сам график ориентируется по направлению север – юг. Высота затеняющего здания $H_{зд}$, т. е. превышение его карниза над заданной точкой, составляет 25 м. На графике отмечается горизонталь, соответствующая высоте этого здания, т. е. горизонталь 25 м в выбранном масштабе чертежа и графика.

Затенение заданной точки *О* всегда происходит только от той части здания, которая находится между горизонталью и этой точкой (на схеме заштрихована). В данном случае точка *О* будет затенена с 9 до 11 ч 30 мин.

Следовательно, заданная точка в дни равноденствия будет инсолироваться дважды (рис. 26*а*): с 7 до 9 ч и с 11 ч 30 мин. до 17 ч (по нормам инсоляции первый час после восхода солнца и последний час перед его заходом в расчет не принимаются).

На рис. 26*б* инсоляция точки *О* осуществляется трижды в течение дня в пределах углов α_0, так как дома II и III оказывают на нее затеняющее действие (в пределах углов α_3).

а)



б)

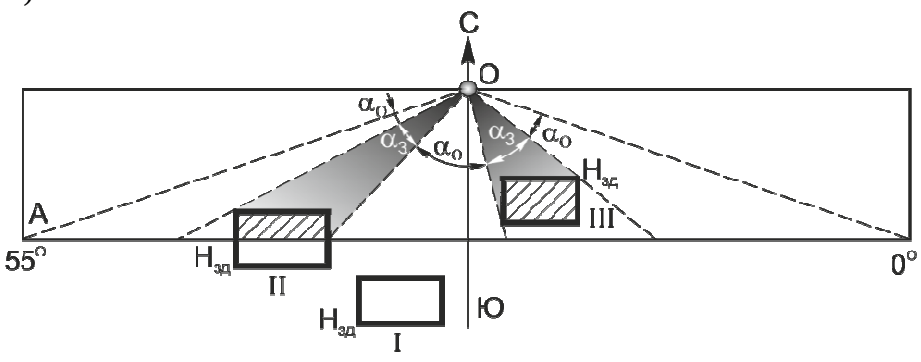


Рис. 26. Основные случаи расположения зданий относительно затененной точки и линии ограничения, соответствующей превышению их над расчетной точкой:
а – одно затеняющее здание; *б* – два затеняющих здания из трех;
α_3 и α_0 – азимуты (углы) затенения и инсоляции соответственно

ПРИМЕР 3. Построение теней от объекта на горизонтальной поверхности (прил. Б).

При построении теней график располагается с разворотом на 180° по отношению к его положению. На плане объекта выбирается какой-либо внешний угол, который совмещается с точкой *О* графика. Азимутальные линии показывают направление теней от данного угла здания в соответствующие часы дня. Горизонталь, соответствующая высоте здания 25 м, показывает длину теней в различные часы дня (в дни равноденствия тень перемещается на горизонтальной плоскости по прямой линии с запада на восток).

ПРИМЕР 4. Построение тени на фасаде от противостоящего здания.

Точка *О* графика совмещается с одним из углов здания № 1 с ориентацией на север. Отмечается точка a^I_1 пересечения горизонтали, соответствующей высоте этого здания (40 м), и азимутальной линии (например, соответствующей 8 ч). На рис. 27 приведена часть графика.

1. На линии фасада здания *В* в плане определяется положение тени (точка *б*) от угла *А* здания *Б*.
2. На основание фасада с горизонтали 40 (точка *а*) проецируется точка a^I.
3. На фасаде через точки A^I и a^I проводится фронтальная проекция луча (***линия границы тени 1***).
4. Положение тени $б^I$ на фасаде от угла *А* находится на фронтальной проекции луча *1* по линии проекционной связи от точки *б*.

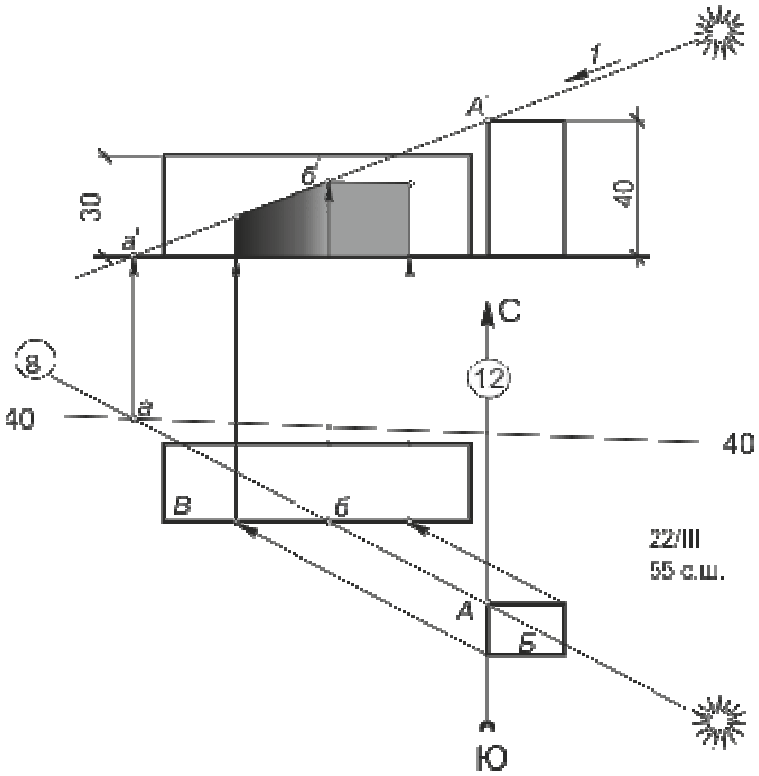


Рис. 27. Построение тени на фасаде от противостоящего здания

ПРИМЕР 5. Построение хода тени на фасаде здания высотой 40 м.

В дни равноденствия тень от какой либо точки (например, от точки *А* на рис. 28) проходит на вертикальной плоскости по прямым линиям – соответственно линия *а − б* на фасаде.

Построение хода тени в дни равноденствия следует проводить в следующем порядке.

График наложить на план здания, совместив точку *О* с тенеобразующей точкой *А* (угол карниза) и ориентировать на север.

Найти на плане начальное направление тени в момент восхода солнца (6 ч), которое оказывается на пересечении азимутальной линии с продолжением фасада *а*.

Так как в момент восхода солнца его лучи идут параллельно горизонтальной поверхности земли, то тень от точки *А* на фасаде будет на том же уровне, т. е. на карнизе. Для того, чтобы найти действительное положение тени на карнизе, достаточно провести вертикаль из точки *а* на плане до пересечения с линией карниза в точке *а* на фасаде;

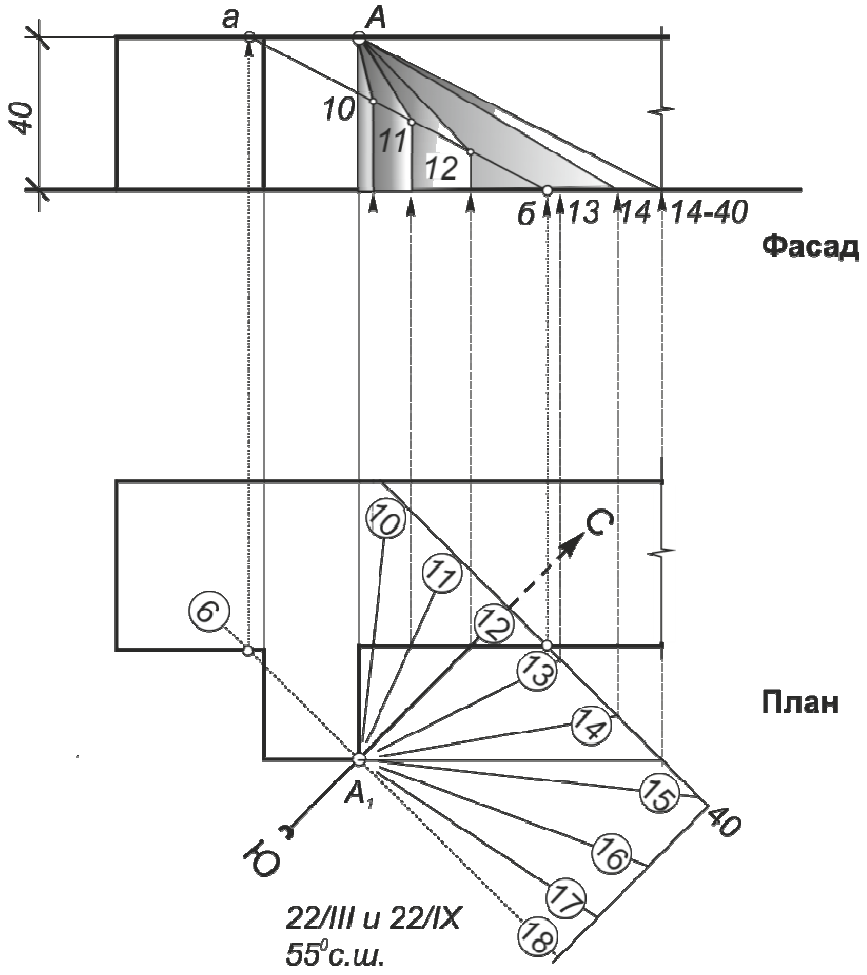


Рис. 28. Построение хода тени на фасаде здания

Точка *б* на пересечении линии горизонтали 40 с линией фасада в плане определяет место, где тень переходит с фасада на поверхность земли.

Соединив на фасаде пунктиром точки *а* и *б*, получим следы хода тени на фасаде от точки *А*.

Вертикали, восставленные из точек пересечения азимутальных линий графика с линией фасада на плане до линии следов тени *а* − *б* на фасаде, определяют тень для соответствующих часов дня.

Полученное построение показывает, что затенение фасада начинается в 9 ч 40 мин, и с 14 ч 40 мин полностью затеняется.

Пример 6. Построение схем затенения светового проема козырьком (рис. 29).

Тень построена на 8 ч утра 22 марта.

Схема затенения фасада выступающим элементом строится с помощью накладного инсоляционного графика, центр которого совмещается с характерной точкой выступающего элемента на плане. При этом инсоляционный график накладывается в перевернутом виде, зеркально относительно линии восток – запад.

На основание фасада *I–I* с горизонтали 3,0 (точка *1*) проецируется точка 1^I. Положение фронтальной проекции луча определяется точками 1^I и A^I. Азимутальная линия, соответствующая 8 часам утра, в пересечении с линией фасада в плане определяет тень (точка *а*) от левого верхнего угла козырька (точка *А*) и на продолжении линии остекления – мнимую тень (точка *б*) от левого нижнего угла козырька (точка *Б*). Фронтальные проекции тени (точки a^I и $б^I$) расположены на пересечении линий проекционной связи от точек a^I и $б^I$ и фронтальной проекции луча $1^I – A^I$.

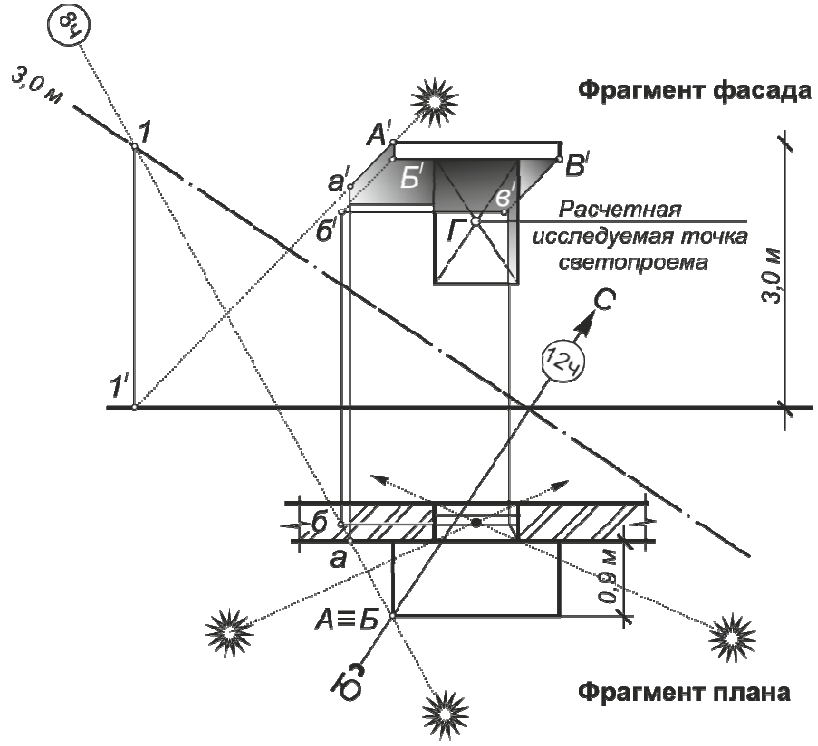


Рис. 29. Построение тени от козырька, определение условия затенения светового проема

Пример 7. Изучать инсоляцию пересеченной местности можно в определенное время характерного дня, установив ряд профилей местности по азимуту светового луча и проведя касательную прямую, представляющую солнечный луч, через топографические отметки. Эта прямая и образует вместе с горизонталью угол высоты солнца (рис. 30), а касательные лучи в точке их падения на землю определяют границу между затененной и освещенной зонами.

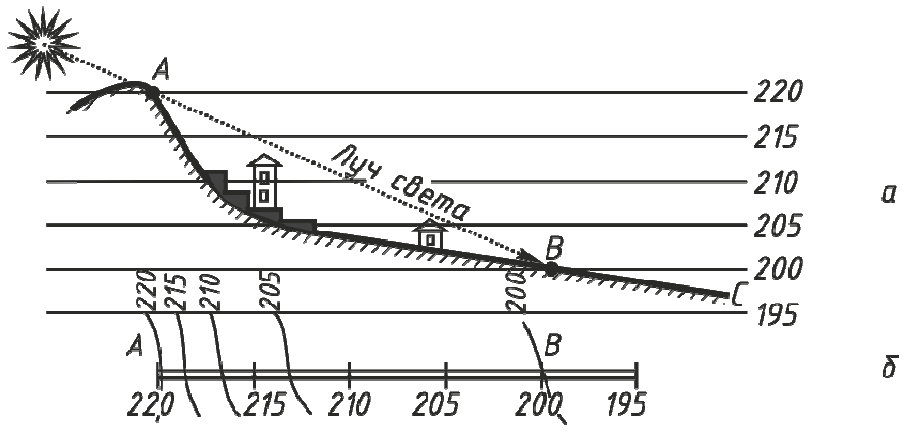


Рис. 30. Профиль местности (*а*), план и мобильная шкала (*б*)

Чтобы избежать начертания большого количества профилей, используется метод нанесенных отметок на горизонтальной плоскости. На солнечных часах, соответствующих широте данного участка, определяют тени вертикали в определенное время (обычно для зимнего солнцестояния в 9, 11, 13, 15 ч).

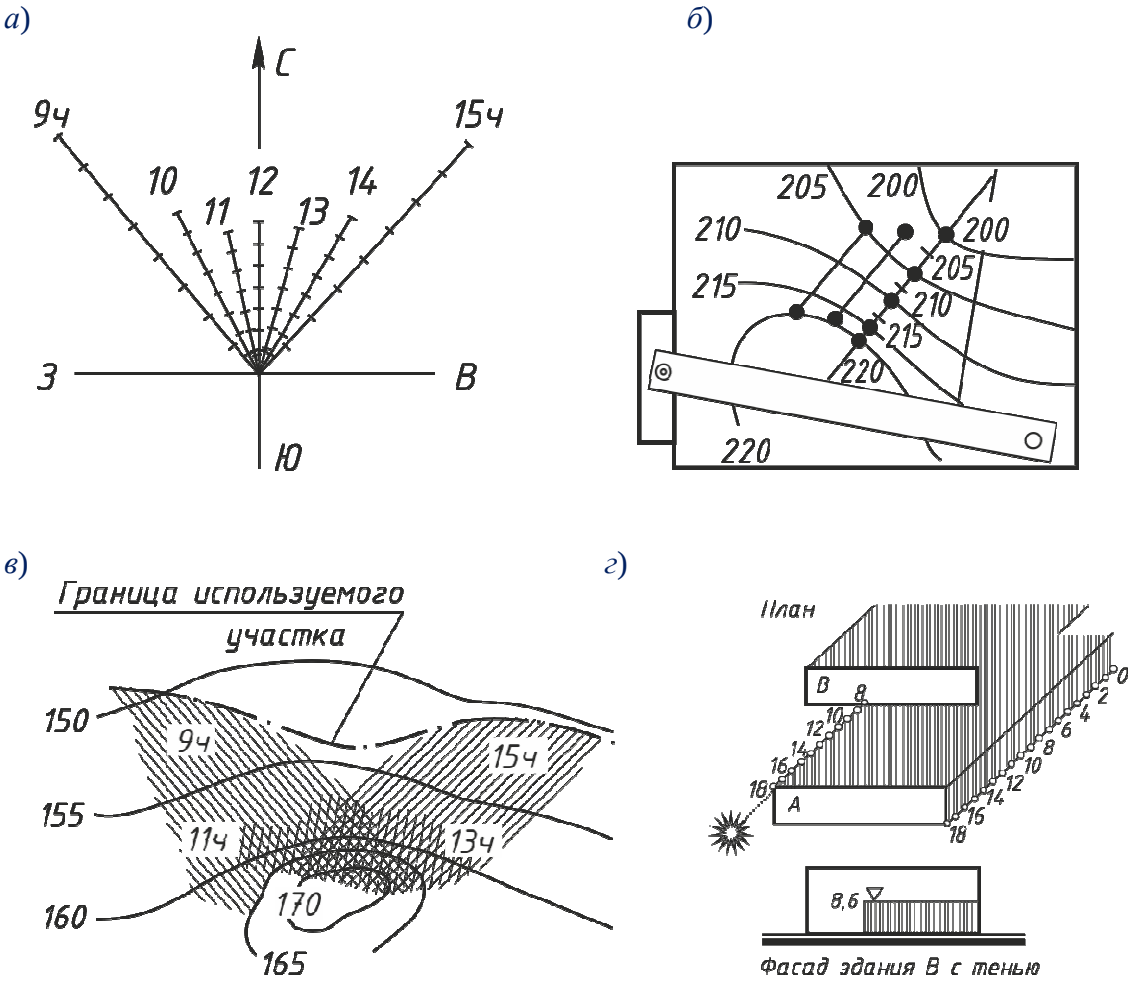


Рис. 31. Построение мобильных шкал (*а*); использование мобильных шкал (*б*); затенение участка в разное время дня (*в*); определение затенения фасадов при помощи мобильных шкал (*г*)

Эти тени разделяют на определенное количество равных отрезков, которое показывает, сколько раз одинаковое расстояние между кривыми помещается в высоте вертикали, взятой в масштабе плана участка. Эти отрезки представляют собой проекции световых лучей и используются как мобильные шкалы (рис. 31).

8. РАСЧЕТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ С ПОМОЩЬЮ ИНСОГРАФИКОВ

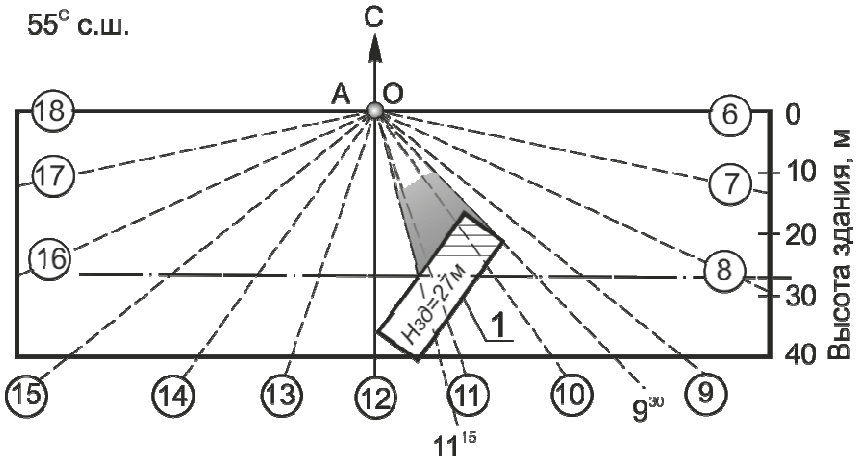
Задача 1. *Определение суточной продолжительности инсоляции территорий застройки и помещений.*

Определить продолжительность инсоляции точки *А*, находящейся на поверхности земли на широте 55° с. ш., с учетом затенения ее рядом стоящим зданием высотой $H_{зд}$ = 27 м ($H_{зд}$ – превышение карниза затеняющего здания над уровнем заданной точки *А*) и ориентированного по направлению СВ – ЮЗ.

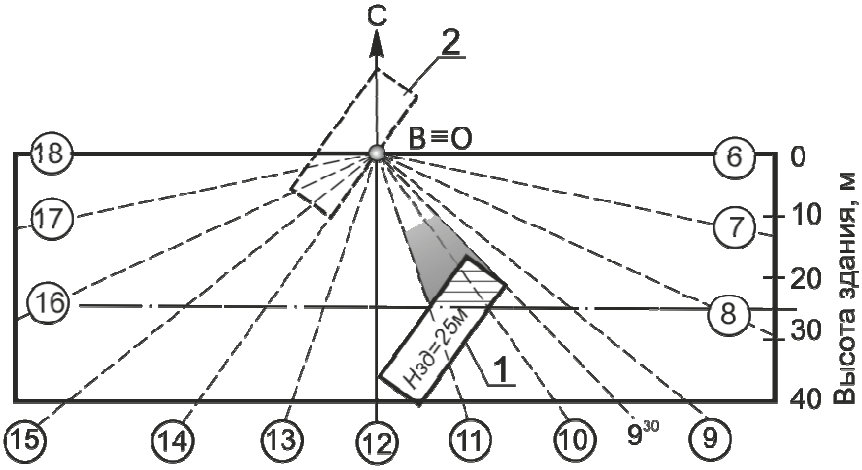
Решение

1. Строим инсографик для местности на широте 55° с. ш. в масштабе застройки (см. рис. 25).
2. На плане застройки центральную точку инсографика совмещаем с расчетной точкой *А* и 12-часовую линию инсографика – с направлением С – Ю (рис. 32*а*).
3. На инсографике проводим горизонталь 27, соответствующую высоте затеняющего здания ($H_{зд}$ = 27 м).

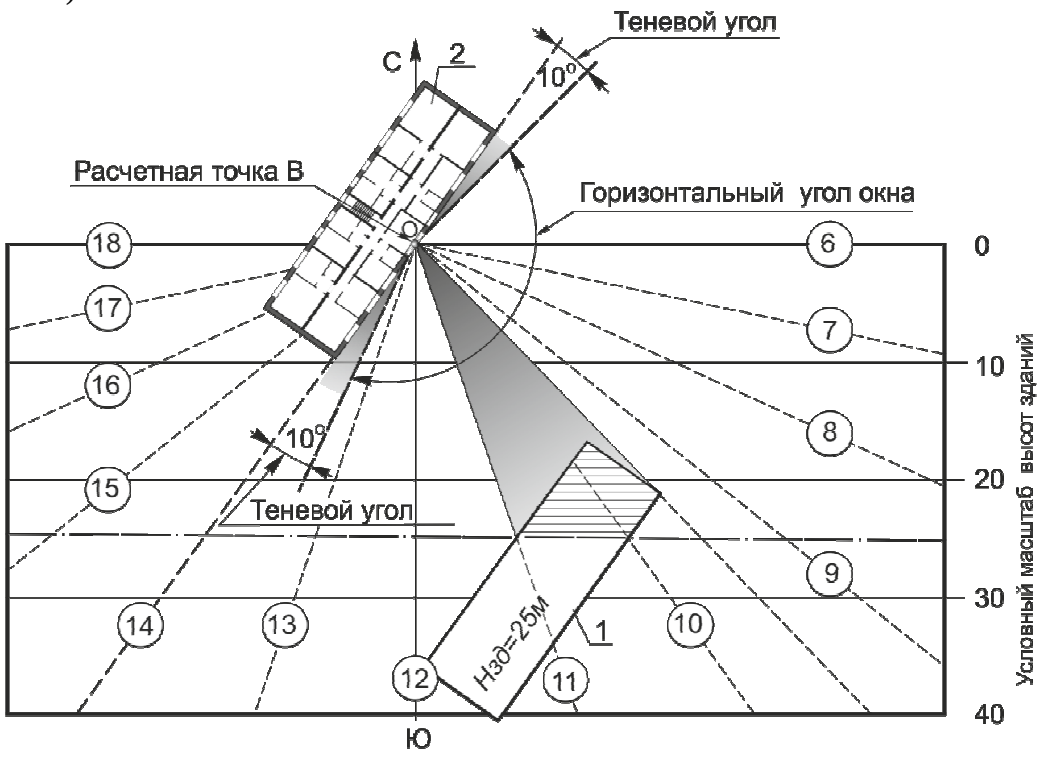
а)



б)



в)



г)

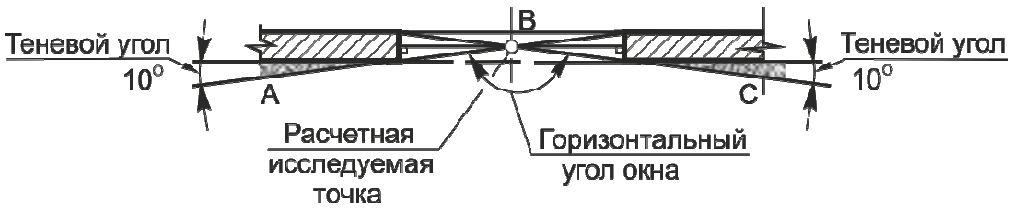


Рис. 32. ***Примеры*** расчета продолжительности инсоляции и построения теней:
а – продолжительность инсоляции точки на открытом участке и *б* – на фасаде здания;
в – определение горизонтального и теневых углов окна; *г* – определение продолжительности инсоляции помещения через окно с нахождением на нем расчетной точки;
1 – затеняющее здание; *2* – инсолируемое здание с расчетной точкой *В* светового проема

4. Определяем продолжительность инсоляции расчетной точки по числу непересеченных часовых линий частью здания (отмеченной штриховкой), расположенной севернее линии высоты. Продолжительность инсоляции точки *А* без учета затеняющего здания *1* была бы с 7 до 17 ч. С учетом затенения зданием *1* продолжительность инсоляции точки *А* сокращается и делится на два периода: с 7 до 9:30 ч и с 11:15 до 17 ч, т. е. 2 ч 30 мин и 5 ч 45 мин.

Таким образом, общая продолжительность инсоляции расчетной точки *А* составляет 8 ч 15 мин, а непрерывная – 5 ч 45 мин (рис. 32*а*).

Задача 2. *Определение продолжительности инсоляции точки, расположенной на фасаде здания на уровне первого этажа, применительно к условиям задачи 1;* $H_{зд} = 25$ *м.*

Для решения этой задачи используем рис. 32*б*, нанеся на него исследуемое здание *2* с расчетной точкой *В* на фасаде (здание показано пунктиром).

Продолжительность инсоляции расчетной точки *В* при отсутствии затеняющего здания *1* составила бы 7 ч – с 7 до 14 ч. Продолжительность инсоляции расчетной точки *В* с учетом затенения зданием *1* будет состоять из двух периодов: с 7 до 9:30 ч и с 11 до 14 ч, в общей сложности – 5 ч 30 мин.

Задача 3. *Определение продолжительности инсоляции помещения через окно с учетом размеров окна, стены и затеняющего здания (рис. 32в) применительно к условиям задачи 1.*

Размеры окна: высота – 1460 мм; ширина – 2060 мм; толщина стены – 510 мм.

Продолжительность инсоляции помещения определяем в дни равноденствия с учетом горизонтального угла раскрытия окна (рис. 32*г*). Расчеты продолжительности инсоляции помещения проводим относительно центральной точки, находящейся на пересечении диагоналей окна.

Для определения продолжительности инсоляции помещения центральную точку инсографика совмещаем с центральной точкой окна, а размещение стены с окном должно совпадать с направлением СВ–ЮЗ. Продолжительность инсоляции помещения будет находиться в пределах горизонтального угла окна. При отсутствии затеняющего здания продолжительность инсоляции составит 6 ч 20 мин (с 7 до 13:20 ч). Здание *1* сокращает продолжительность инсоляции помещения и разделяет ее на два периода: с 7 до 9:30 ч и с 11 до 13:20 ч, что составляет всего 5 ч 10 мин. Непрерывная продолжительность инсоляции составляет 2 ч 30 мин.

Задача 4. *Построение контура теней («конверт теней») от здания 1 для условий ранее рассмотренных задач.*

1. Выбираем опорную точку на здании *1*, которая будет основанием для построения почасовых теней. Наиболее удобным для этой цели является угол здания *А* (рис. 33).
2. Совмещаем с этим углом центральную точку инсографика, положение которого принимается диаметрально противоположным по сравнению с предыдущими задачами, т.е. центральная точка инсографика должна быть обращена на юг. В этом случае радиальные часовые линии показывают направление теней, идущих от выбранного угла в соответствующие часы дня.
3. Проводим горизонталь 25, соответствующую расчетной высоте здания, которая показывает длину тени в различные часы дня.
4. Строим почасовые тени от здания. В дни равноденствия тень от опорной точки здания пойдет по земле по прямой линии, совпадающей с линией горизонтали 25. На рис. 33 видно, что все тени касаются своими углами этой линии, что облегчает последовательное их построение. Так, например, в 8 ч линия тени от опорного угла здания пойдет по соответствующей часовой радиальной линии до точки *А* на горизонтали. Параллельно ей будет направлена линия тени от угла здания *В*, и их концы соединит линия тени *В′–А′*, параллельная карнизу.

Подобным образом строим локальные тени для каждого часа, образуя так называемый контур («конверт») теней. На рисунке показана часть «конверта» теней на период с 8 до 13 ч.

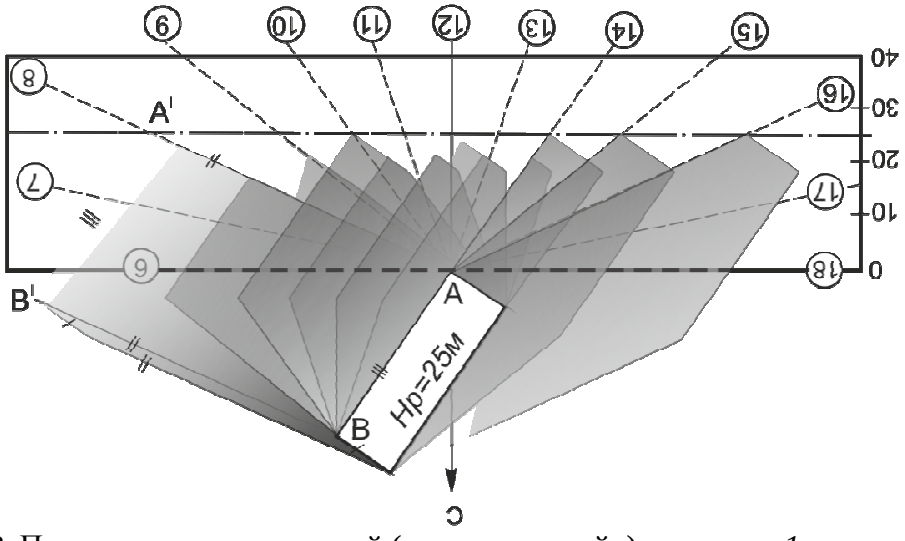


Рис. 33. Построение контура теней («конверт теней») от здания *1* на участке

9. СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Астрономические и геометрические основы пространственно-временного расчета инсоляции были заложены еще в Древнем Египте, Греции и Риме. В Европе в середине XVIII в. Л. Эйлер систематизировал формулы сферической тригонометрии, описывающие солнечные координаты. В середине XX в. рядом советских ученых (Д.В. Бахарев, Х.А. Беккет, Б.А. Дунаев, Г. Плейжел, Г. Марти, Д.С. Масленников, Н.В. Оболенский, А.М. Рудницкий, М. Тваровский, В.Т. Шимко) были систематизированы методы пространственно-временного расчета инсоляции и учета экранирования. Они были классифицированы по геометрическому признаку на метод центрального, ортогонального и косоугольного проецирования. Для ручного расчета оптимальным был выбран и рекомендован в нашей стране метод ортогонального проецирования. Этот метод ручного расчета по номограммам и сегодня используется, являясь нормативно установленным для проектировщиков. Ручной способ расчета продолжительности инсоляции, представленный в нормативных документах, устаревает в век информационных технологий. Однако используемый в этом расчете метод начертательной геометрии (сводимый ко второй позиционной задаче) дает объективные данные о продолжительности инсоляции, поэтому он положен в основу современных компьютерных алгоритмов. Изучение вопросов естественного освещения и инсоляции, а также преподавание связанных с ними дисциплин ведется на кафедрах различных университетов и институтов по всему миру. Разрабатываются альтернативные методы и алгоритмы расчета естественной радиации, основанные на современных знаниях физиков, биологов, инженеров и программных разработчиков. В мире существует некоторое количество компьютерных программ для расчета инсоляции: японская MicroShadow for ArchiCAD; отечественного производства – Lara, СИТИС: Солярис.

- ***Lara*** – программа расчета инсоляции и естественного освещения, разработана нижегородским НИИСФ, при расчете инсоляции реализует используемый в начертательной геометрии метод центрального проецирования. С ее помощью можно получить таблицу результатов расчета годового режима инсоляции помещений и территорий, иллюстрированную на солнечной карте небосвода контуром затеняющих расчетную точку объектов, а на генплане – веерами их визирования из расчетной точки помещений.
- ***MicroShadow for ArchiCAD*** – программа разработана в Японии. Для проведения расчета инсоляции также реализует дискретный алгоритм, основанный на ручном методе ортогонального проецирования.

В наше время активно развивается в архитектурном проектировании концепция информационной модели здания (BIM), один из лидеров разработок в этой области – корпорация Autodesk, создавшая линейку программных пакетов Revit. Концепция этого подхода заключается в связи всех этапов проектирования от эскизного до детального, а также контроля эксплуатационных качеств здания на всех этапах проектирования. Однако в комплекс решаемых этим инструментом задач не входит достаточно точный автоматизированный расчет инсоляции в соответствии с отечественными нормативами. Общую информацию об инсоляции можно получить лишь с помощью самостоятельного программного продукта Autodesk Ecotect Analysis. В то же время пакет САПР AutoCAD давно известен многим проектировщикам, он позволяет разрабатывать программные приложения на языке AutoLisp. Поэтому использование возможностей AutoCAD для включения расчета инсоляции в перечень решаемых задач технологией BIM актуально.

В Южно-Уральском государственном университете (ЮУрГУ) также ведутся исследования по вышеупомянутым вопросам. На кафедре графики на языке AutoLISP было создано программное приложение к пакету AutoCAD для автоматизации расчета продолжительности инсоляции. При его дальнейшем развитии и внедрении в учебный процесс и реальную практику оно могло бы повысить качество проектных работ и документации. Базирование при-

ложения на пакете производства Autodesk делает его доступным для большинства проектировщиков, что является важным плюсом.

Программное приложение ЮУрГУ по расчету продолжительности инсоляции позволяет проводить расчеты на любой день года, с учетом любого географического положения и получать следующие результаты:

- расчет инсоляции площадки;
- расчет инсоляции в точке;
- создание кадров анимации движения тени в заданный день;
- создание моделей зданий оптимальной формы, максимально ускоряющей расчет;
- редактирование геометрии объектов городского пространства с учетом результатов расчетов инсоляции в интерактивном режиме.

Рассчитываемой площадкой может являться плоскость как земли, так и фасада, однако это должна быть непременно плоскость, при этом сцена может содержать модели зданий, полученные не только выдавливанием плана, но и любой криволинейной сложности. Расчет площадки позволяет получить численные отчетные данные высокой точности и наглядные карты полей инсоляции, на которых при помощи цвета дифференцированы зоны по показателю ПИ. При этом данные находятся в полной согласованности с действующими в РФ нормами.

Расчетная точка может быть как расчетной точкой окна, так и любой другой точкой пространства. В результате расчета инсоляции в точке приложение позволяет следующее:

- определить интервалы инсоляции в точке, время начала и окончания каждого интервала, суммарную продолжительность инсоляции;
- определить соответствие ПИ в точке нормативной ПИ;
- сформировать таблицу результатов с пояснением параметров расчета и нормирования;
- выполнить наглядную графическую визуализацию результатов расчета с отображением на ней секторов инсоляции.

При расчете времени инсоляции в расчетной точке окна приложение учитывает влияние конструкции светопроемов и затеняющих элементов фасада.

Особенность этого программного приложения к AutoCAD состоит в том, что оно соответствует требованиям существующих нормативных документов и методике расчета инсоляции, а также учитывает современные тенденции совершенствования методики расчета. Так, его инструментами можно легко рассчитать инсоляцию площадки внутри помещения на все дни года и определить годовой инсоляционный режим. А также возможно при расчете инсоляции учитывать дневной и годовой циклы движения солнечного диска и изменения интенсивности и состава солнечного излучения.

- ***СИТИС: Солярис***. Программа разработана компанией СИТИС (г. Екатеринбург) и является на сегодня наиболее популярной. Используемый в этой программе алгоритм для расчета инсоляции имеет дискретный характер. В качестве исходного значения устанавливается начальный момент светлого времени суток. Затем время увеличивается на 1 минуту, в каждый последующий момент времени вычисляется положение солнца и проверяется освещенность/затенение расчетного окна или расчетной площадки окружающими объектами.

Солярис позволяет выполнять:

- расчет продолжительности непрерывной и прерывистой инсоляции окон зданий и территорий в соответствии с методикой, установленной СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий»;
- расчет КЕО помещений в соответствии с СП 52.13330.2011 и СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение» с использованием методики СП 23-102-2003; нормируемые значения КЕО автоматически определяются по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; в текущей версии программы реализован расчет КЕО только при боковом освещении;

– расчет шума от промышленных источников на территории (акустический расчет) в соответствии с методикой СНиП 23-03-2003 «Защита от шума», нормируемое значение шума автоматически определяется в зависимости от типа помещения по СН 2.2.4/2.1.8.562-96; в текущей версии программы невозможно создать внутренние источники шума в здании; кроме того, расчет шума возможен только для помещений прямоугольной формы;

– расчет инсоляции для любых географических координат и на любую дату;

– автоматическое определение положения точки расчета КЕО в зависимости от типа помещения; расчет КЕО с учетом света, отраженного от противостоящих зданий; проверку соответствия расчетных значений КЕО нормам, установленным СанПиН;

– расчет инсоляции для окон, расположенных на произвольной высоте от нулевой отметки;

– расчет инсоляции для окон с учетом конструкций оконных проемов, при этом реальная расчетная точка вычисляется автоматически при задании параметров оконного проема;

– создание и редактирование библиотек типовых объектов – моделей зданий, создаваемых поэтажно на основе планов; на каждом этаже возможно задание квартир, комнат в этих квартирах и расчетных окон и точек расчета КЕО в этих комнатах; библиотеки объектов могут использоваться совместно разными пользователями и позволяют сократить время на создание расчетной сцены;

– для библиотечных объектов – расчет инсоляции заданных в них расчетных окон с параллельным определением выполнения установленных СанПиН норм инсоляции для квартир, в которых эти расчетные окна расположены;

– построение в графическом редакторе трехмерных моделей расчетных сцен на основе сканированной подложки (генплана или топосъемки масштаба 1:500) с учетом ориентации относительно сторон горизонта и масштаба подложки;

– редактирование в графическом редакторе уже существующих сцен с возможностью добавления новых подложек и, соответственно, новых расчетных объектов;

– создание, копирование, вырезание, вставку, удаление объектов, изменение их пространственного положения (сдвиг, поворот, перемещение вершин и ребер объектов), добавление и удаление граней объекта, разрезание объектов, каскадную отмену действий, одношаговый повтор последнего отмененного действия и т.д.;

– визуализацию результатов расчета инсоляции на экране компьютера в виде графиков, отображения теней и затеняющих граней, таблиц, что позволяет сочетать процессы моделирования сцены в зависимости от результатов расчета;

– печать отчетов расчета инсоляции в виде графиков освещенности/затенения расчетного окна в течение расчетных суток, плана сцены (на подложке и без нее) со всеми расчетными параметрами всех объектов и инсоляционными углами и результатами расчета инсоляции, а также плана сцены с инсоляционными углами в масштабе 1:500; печать может быть выполнена непосредственно на принтере или в файлы формата JPG и DXF;

– формирование отчета о расчете инсоляции и КЕО библиотечных объектов в файл MS Word и RTF.

Принцип работы заключается в следующем.

Участок градостроительного пространства, для которого нужно выполнить расчет, в уменьшенном трехмерном виде моделируется в графическом редакторе программы, создается расчетная сцена. В качестве основы для ее построения используется подложка (графический файл – генплан или топосъемка в масштабе 1:500), которая загружается на горизонтальную плоскость пустой сцены. Устанавливаются направление на север и масштаб сцены (рис. 34).

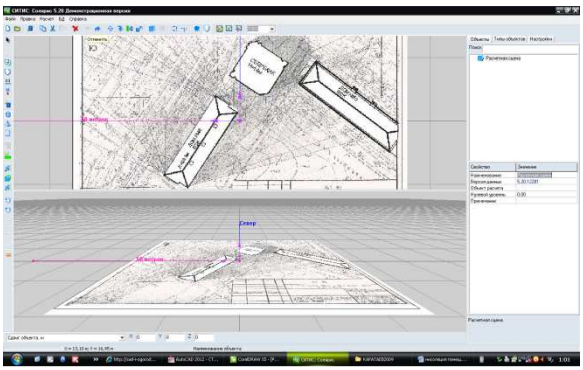


Рис. 34. Загрузка подложки (топоплан участка домов №№ 12 и 14)

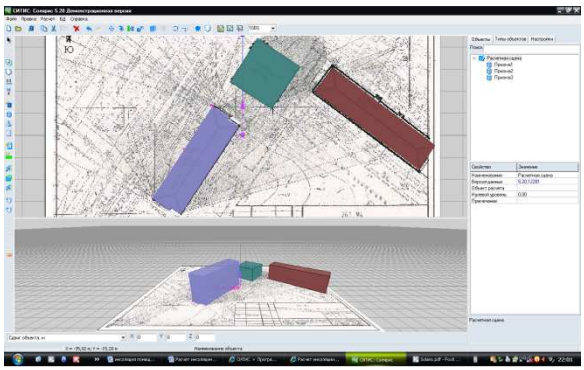


Рис. 35. Создание трехмерных объемов (домов №№ 12 и 14)

Затем по подложке мышью обводятся контуры объектов и задаются их высоты, в результате чего плоские контуры вытягиваются и превращаются в трехмерные объекты (рис. 35).

На стены созданных расчетных зданий наносятся точки, соответствующие центрам расчетных окон (рис. 36). Для каждого окна задаются параметры, моделирующие оконный проем (балкон, лоджия и т. д.), в результате чего программой автоматически вычисляется реальная точка расчета инсоляции каждого окна.

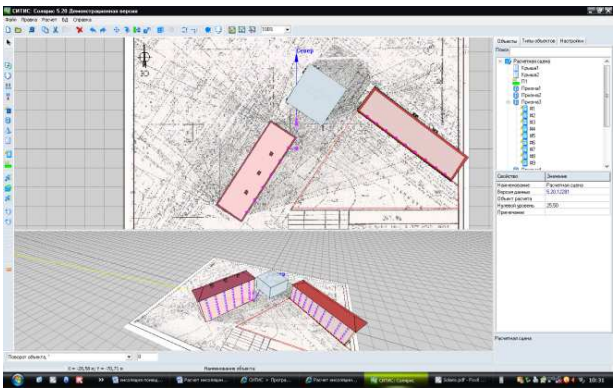


Рис. 36. Создание расчетных точек окон домов №№ 12 и 14

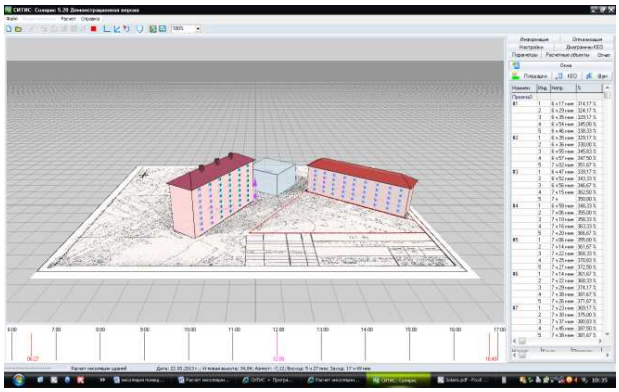


Рис. 37. Расчет инсоляции расчетных точек окон домов №№ 12 и 14

На таких сценах (рис. 37) расчет инсоляции зданий ограничивается определением расчетных точек инсоляции окон, без расчета инсоляции комнат и квартир. Поэтому для ситуаций, когда требуется определить соблюдение норм инсоляции в комнатах и квартирах, в программе есть возможность создавать более сложные объекты и группировать их в библиотеки. Принцип создания библиотечных объектов практически совпадает с принципом построения расчетных сцен. Объекты создаются поэтажно, этажи строятся на основе подложек (планов этажей любого масштаба), по которым обводятся контуры квартир и комнат и расставляются расчетные точки окон. Точки расчета задаются для комнат, пользователю достаточно установить необходимые свойства комнат, а вычисление положения точек программа произведет самостоятельно (положение точки расчета зависит от типа помещения – жилая комната, офис и т.д.).

На заключительном этапе построения у объекта можно создать парапет или кровлю. Готовые объекты сохраняются в библиотеки, из которых потом импортируются на расчет-

ную сцену. Создание библиотек, содержащих типовые, часто используемые при расчетах объекты (здания или секции зданий), а также возможность производить обмен готовыми библиотеками между пользователями существенно ускоряют процесс построения расчетных сцен.

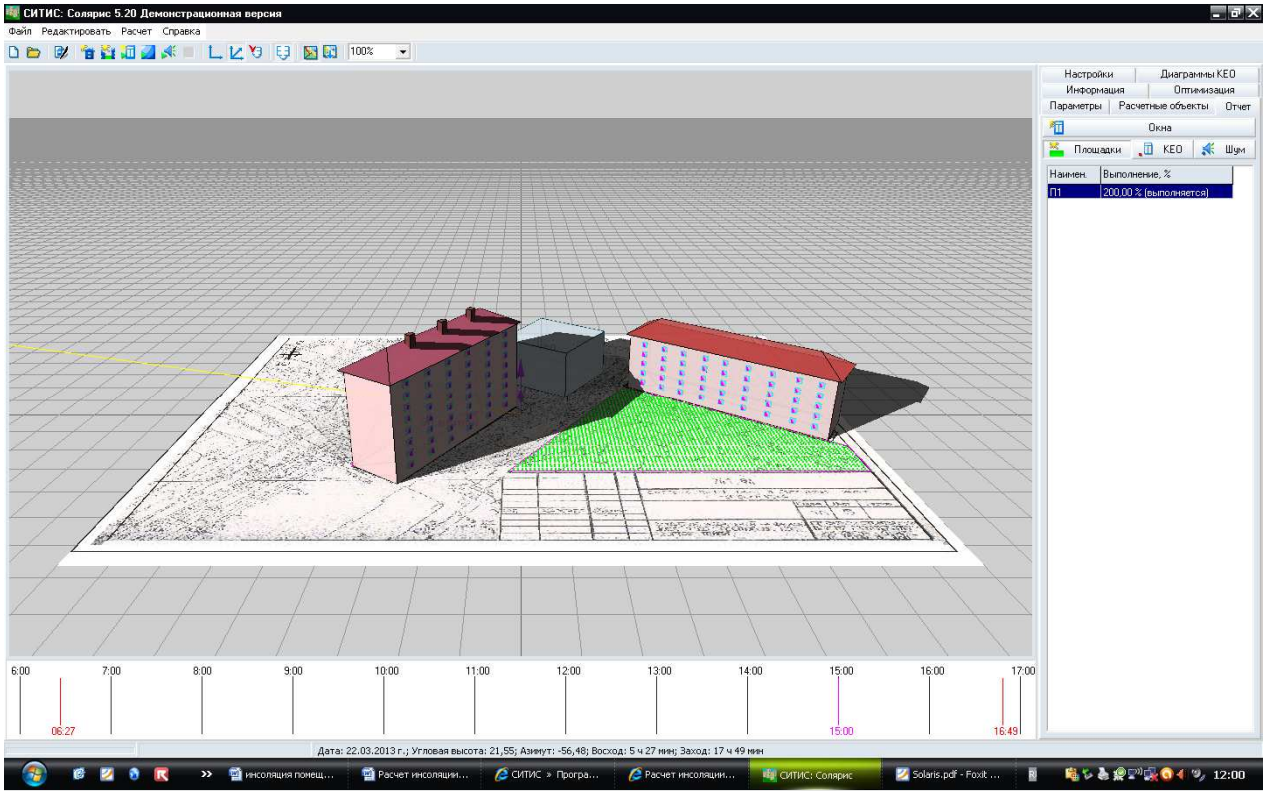


Рис. 38. Создание расчетной площадки перед домом № 14

Для расчета инсоляции территорий (рис. 38) на сцене задаются расчетные площадки произвольной формы, представляющие собой сетку расчетных точек. Готовая сцена загружается в расчетный модуль, где производятся расчеты инсоляции. Для расчета инсоляции задаются расчетные параметры: географические координаты и, в соответствии с ними, расчетная дата, нормы продолжительности инсоляции и т. д., установленные СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01. Затем запускается расчет, который производится в интервале от момента восхода солнца плюс не учитываемый после восхода период до захода минус не учитываемый до захода период (не учитываемое время устанавливается согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01). Для каждой минуты внутри этого интервала программа вычисляет положение солнца и определяет затенение каждой расчетной точки оконным проемом и объектами сцены, суммируя при этом время освещения. По окончании расчета определяется выполнение норм инсоляции для окон, а также для комнат и квартир библиотечных домов в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01.

Расчет инсоляции площадок производится для каждой точки площадки по той же схеме, что и для окон. В конце расчета определяется количество точек, продолжительность инсоляции которых соответствует нормам (если инсолируется минимум половина точек – инсоляция площадки выполняется).

Результаты расчета инсоляции представляются в виде отчетных таблиц, графиков инсоляции окон, инсоляционных углов.

Тени от объектов, затеняющие грани объектов (рис. 39), можно посмотреть на экране или вынести в печатный отчет (непосредственно на принтер или в графические файлы). Для

библиотечных объектов существует возможность формирования в файл MS Word подробного отчета, содержащего результаты расчетов и обоснованные выводы о выполнении норм инсоляции в комнатах и квартирах.

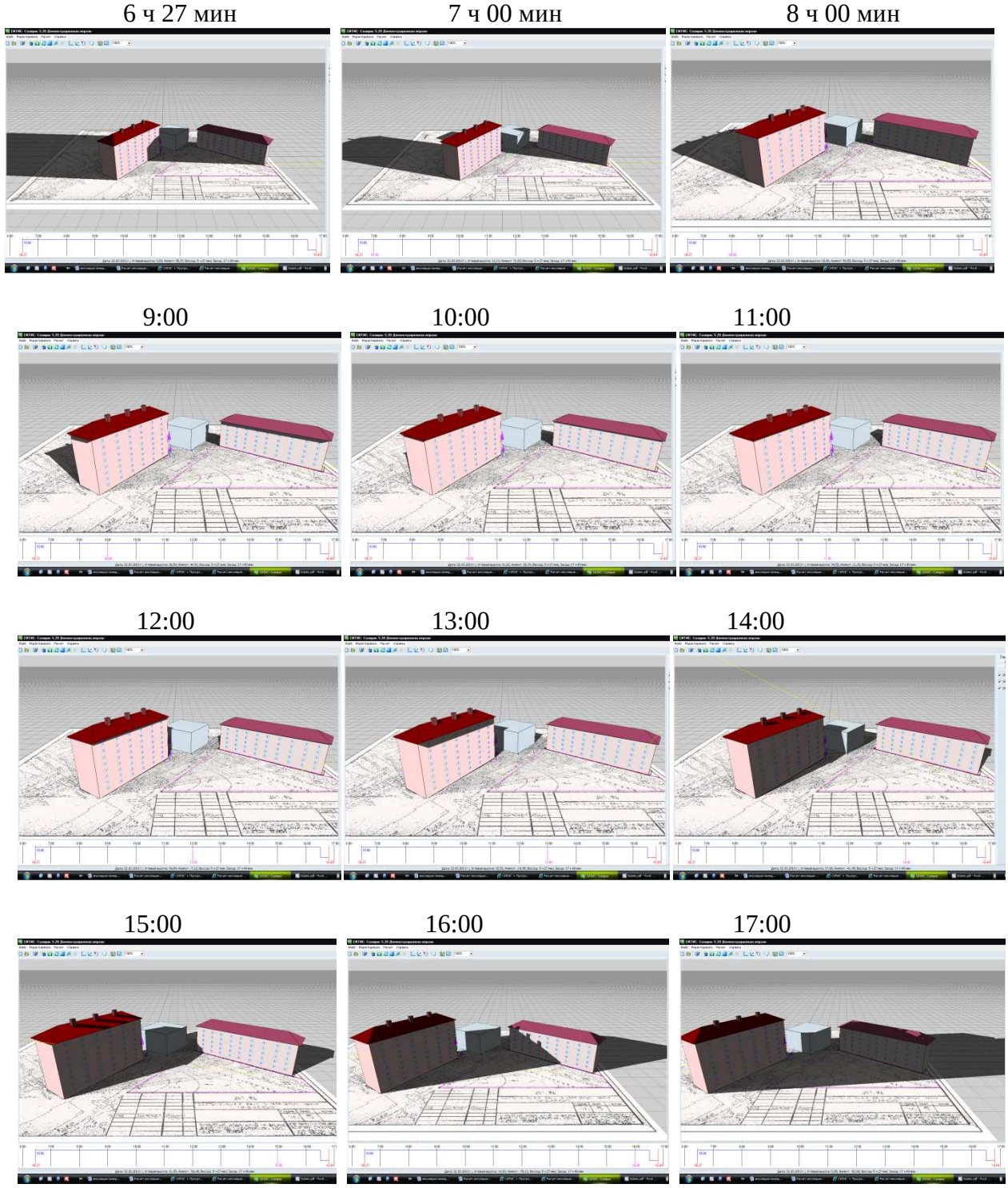


Рис. 39. Построение конверта теней домов №№ 12 и 14 (55^{o}с. ш., 22 марта – 22 сентября)

Расчет времени инсоляции

Существует два способа расчета инсоляции: вручную (с помощью инсоляционного графика) и автоматизированно (с помощью специализированных компьютерных программ). Разумеется, компьютерный способ позволяет быстрее и точнее производить расчеты, что

очень важно в условиях уплотненной застройки. Ручной способ позволяет выполнять расчеты, не претендующие на высокую точность. Компьютерные программы позволяют учитывать нюансы застройки, выполнять и контролировать ввод исходных данных. Например, программа РСЭС-2,0, используемая в лабораториях судебных экспертиз, позволяет учитывать все нюансы застройки и особенности архитектурных форм (скаты крыш и т. п.), экструзия объектов из сканированной подосновы ускоряет ввод данных, а ее средства 3D моделирования позволяют контролировать правильность введения данных и анализировать расчетную ситуацию.

Результатом расчета времени инсоляции являются величины, характеризующие инсоляцию: время инсоляции в часах и минутах, количество интервалов инсоляции, процент инсолируемой территории.

Полученные результаты расчета времени инсоляции должны быть интерпретированы экспертом в заключении на соответствие нормам. Здесь надо обратить внимание на следующее. Нормы по времени инсоляции иногда меняются. Как правило, это происходит в сторону уменьшения, что позволяет уплотнять застройку. В нормативных и еще действующих документах есть противоречия по требуемой величине времени инсоляции. Требования по нормативному времени инсоляции могут зависеть от местного законодательства, некоторых примечаний в нормативных документах, например, историческая застройка, центр города и т. д. Кроме того, нормы содержат неопределенности, например, введен термин «прерывистая инсоляция» и не указано, что называется перерывом в инсоляции, точнее, какое минимальное время отсутствия инсоляции можно считать перерывом.

Вопрос об обеспечении инсоляции регулярно ставится клиентами на самых разных этапах нового строительства или реконструкции. Рассмотрим часто встречаемые случаи.

Инвестор прорабатывает вариант по покупке территории под новое строительство или реконструкцию в сложившейся застройке. Он хочет сориентироваться по потенциальным возможностям данной территории (какого габарита и какой этажности можно разместить здесь здание и какие конфликтные моменты могут иметь место) на разных стадиях работ:

- эскизного и рабочего проекта;
- согласования эскизного проекта;
- окончательного согласования рабочего проекта;
- беседы и урегулирования отношений с жителями прилегающей застройки. Например, программа РСЭС-2,0 делает 3D видеоролик, демонстрирующий, как происходит инсоляция в любой спорной квартире.

«По просьбам трудящихся». Жители, встревоженные близлежащим строительством, могут заказать экспертизу по инсоляции, в том числе в НГАСУ (Сибстрин).

ТЕСТОВЫЕ ПРОРАБОТКИ

Бланк тестов включает ситуационный план жилого дома № 14, главный фасад здания № 14 и его боковой фасад, инсоляционный график (рис. 40 − 43).

Тест 1. *Определить период инсоляции для угловых комнат 2-го, 3-го и 4-го этажей.*

Тест 2. *Определить количество неинсолируемых квартир на 2-м, 3-м и 4-м этажах.*

Тест 3. *Определить количество неинсолируемых квартир от воздействия новостройки.*

Примечание: к тестам изготовить конверты теней, построить тени на фасаде в различное время дня для исследуемых комнат (квартир, этажей).

Задания оформить на формате А3 в виде отчета в соответствии с установленными правилами.



Рис. 40. Топоплан участка дома № 14

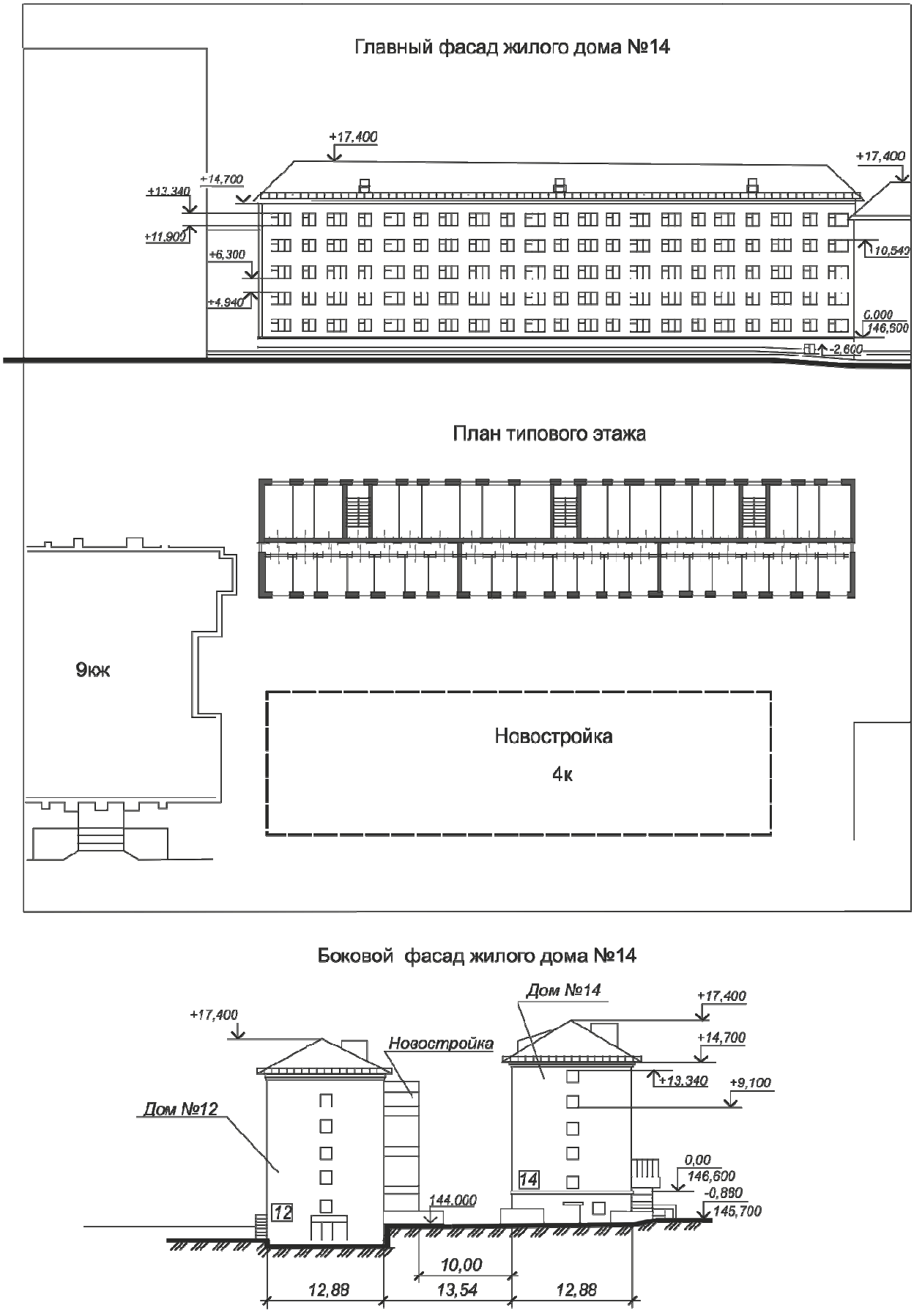


Рис. 41. План и фасады домов №№ 12, 14



Рис. 42. Фото дома № 14

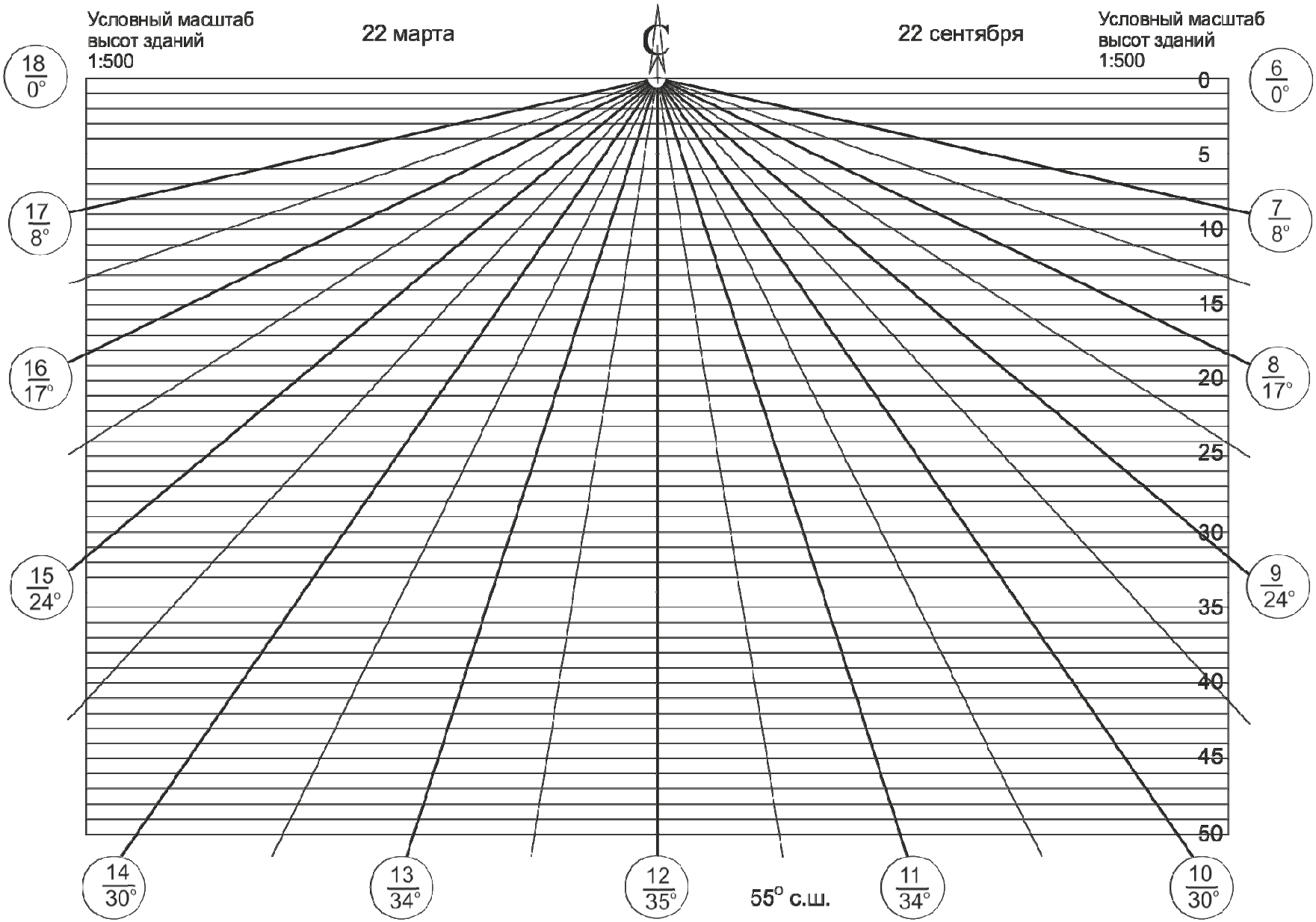


Рис. 43. Инсоляционный график для Новосибирска

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архитектурная физика : учеб. / В. К. Лицкевич [и др.] ; под ред. Н. В. Оболенского. – М., 2001. – 442 с.
2. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения : федер. закон РФ от 30 марта 1999 № 52-ФЗ // Консультант Плюс. Версия Проф [Электронный ресурс].
3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01. Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий : введ. в действ. 2002-01-01. – М., 2002. – 14 с.
4. СанПиН 2.1.2.2645-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях : введ. в действ. 2010-08-15. – М., 2010.
5. Михеев А. П. Проектирование зданий и застройки населенных мест с учетом климата и энергосбережения : учеб. пособие / А. П. Михеев, А. М. Береговой, Л. Н. Петрянина. – М. : АСВ, 2002. – 94 с.
6. МГСН 2.05-99. Инсоляция и солнцезащита : взамен МГСН 2.05-97 : введ. в дейст. 1999-03-23 // Стройэксперт-Кодекс. Нормативы и стандарты [Электронный ресурс].
7. Косо Й. Солнечный дом. Естественное освещение в планировке и строительстве : пер. с венгер. А. И. Гусева. – М. : Контент. – М., 2008.
8. Хейфец А. Л. Расчет продолжительности инсоляции средствами 3D-моделирования пакета AutoCAD : сб. науч. тр. – Вып. 7. – Екатеринбург, 2004. – 367 с.
9. Хейфец А. Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD. – М. : Диалог-МИФИ, 2002. – 432 с.
10. СИТИС: Солярис 4.19. Расчет инсоляции, КЕО и шума. Руководство пользователя // Sitis.ru : офиц. сайт. – Режим доступа: http://www.sitis.ru/documentation/sitis-solaris.pdf (дата обращения: 17.02.2010).
11. Любимов А. BIM – новые возможности платформы Revit / А. Любимов // САПР и графика. – 2007. – № 10.
12. СИТИС: Солярис 5.20. Расчет инсоляции, КЕО и шума. Руководство пользователя // Sitis.ru : офиц. сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sitis.ru/documentation/sitis-solaris.pdf.
13. Вернеску Д. Инсоляция и естественное освещение в архитектуре и градостроительстве : пер. с рум. / Д. Вернеску, А. Эне. – Киев : Будівельник, 1983. – С. 83 – 85.
14. Бахарев Д. В. Сражение за местом под солнцем / Д. В. Бахарев // Строительная газета. – 2003. – № 2.
15. Бахарев Д. В. О нормировании и расчете инсоляции / Д. В. Бахарев, Л. Н. Орлова // Светотехника. – 2006. – № 1. – С. 18 − 27.
16. Беликова В. К. Естественная ультрафиолетовая радиация и ее бактерицидное значение // Ультрафиолетовое излучение. – Вып. 4. – М. : Медицина, 1966.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Таблица 1

Классификация солнцезащитных и светорегулирующих устройств и мероприятий

Наименование солнцеза-щитного и светорегули-рующего устройства, мероприятия	**Обеспечиваемый эффект**	**Область применения**	**Рациональные секторы ориентации, град.**	**Рекомендуемые материалы**
1	*2*	*3*	*4*	*5*
I. АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ				
Ориентация и взаиморасполо жение зданий	Защита от светового и теплового дискомфорта и рациональность выбора солнце-защитного устройства	Любые здания	Продольная ось здания вдоль гелиотермиче-ской оси	–
Конфигурация здания в плане	То же	То же	То же	–
Озеленение и обводнение территории	Улучшение микроклимата	Внутриквартальные территории и скверы	–	Газоны, кустарники, вьющиеся деревья с густыми и широкими кронами
Покрытие тротуаров и площадок нетеплоемкими материалами	То же	То же	–	Тощий бетон, песок, грунтовые покрытия с дренажем
II. КОНСТРУКТИВНЫЕ				
1. Затеняющие элементы зданий				
Профиль ограждающих конструкций стен	Защита от светового и теплового дискомфорта	Общественные и промышленные здания	45–135 и 225–15	–
Профиль покрытий (в том числе шеды)	Световой и тепловой комфорт	То же	330–30	–

Продолжение табл. 1

1	*2*	*3*	*4*	*5*
2. Межстекольные солнцезащитные и светорегулирующие устройства				
Горизонтальные жалюзи	Защита от светового и теплового дискомфорта	То же	90–270	Дерево, алюминий, пластмассы
Пространственные сетки	То же	То же	30–135 и 225–330	Металлический лист толщиной 0,1–0,5 мм
Вертикальные жалюзи	То же	То же	45–90 и 270–315	Дерево, алюминий, пластмассы
Солнцезащитный диффузор для зенитного фонаря	Световой и тепловой комфорт	Промышленные и общественные здания	–	Алюминий, пластмассы
«Северный фонарь»*	То же	Промышленные здания	330–30	–
Солнцезащитная шахта	–	Общественные и промышленные здания	–	–
Подвесной потолок-решетка	Защита от светового дискомфорта	То же	–	Алюминий, пластмассы
Шпренгельный фонарь	То же	То же	–	–
Ставни-жалюзи* (сдвижные и складывающиеся)	Световой и тепловой комфорт	Жилые здания и детские учреждения	0–360 45–315	Дерево, алюминий, пластмассы
Штора (свертывающаяся, откидная)	Защита от светового и теплового дискомфорта	Жилые здания, гостиницы	45–315	Деревянные, алюминиевые и пластмассовые планки (пустотелые)
Маркизы откидные	То же	Общественные и промышленные здания со зрительной работой ниже III разряда по СНиП 23-05-95	45–315	Солнцезащитные ткани, дерево, алюминий, пластмассы
Веерные жалюзи для зенитного фонаря*	Световой и тепловой комфорт	Промышленные и общественные здания	–	Алюминий

Продолжение табл. 1

1	*2*	*3*	*4*	*5*
Штора (свертывающаяся)	То же	Жилые здания и детские учреждения	45–315	Солнцезащитные ткани, планки
Штора-жалюзи	Защита от светового дискомфорта	Любые здания	90–270	Алюминий, пластмассы
Штора	То же	То же, кроме помещений со зрительной работой выше III разряда по СНиП 23-05-95	90–270	Солнцезащитные ткани
3. Солнцезащитные изделия из стекла и пленок				
Теплоотражающие стекла	Защита от теплового дискомфорта	Любые, кроме жилых зданий, детских, учебных и лечебных учреждений	45–315 0–360	Металлизированные покрытия
Светорассеивающие стекла, пластмассы и стеклопластики	Защита от светового и теплового дискомфорта	Фонари и верхние части окон промышленных зданий	45–315	–
Стевит (термолюкс)	То же	Верхние части окон промышленных зданий	90–270	Прокладки из стеклотканей
Профильное стекло и блоки (стеклянные коробчатые)	То же	То же	90–270	–
4. Солнцезащитные устройства для территорий				
Сезонный тент-жалюзи	Тепловой и ультрафиолетовый комфорт	Детские и спортивные площадки, тротуары	–	Солнцезащитные ткани, алюминий
Целярий (солнцезащитный воздушный бассейн)	То же	Санатории, курорты	180	Алюминий, дерево

Окончание табл. 1

1	*2*	*3*	*4*	*5*
III. ТЕХНИЧЕСКИЕ				
Кондиционирование воздуха: а) централизованное	Защита от теплового дискомфорта	Промышленные и общественные здания	0–360	–
б) местное		Жилые и общественные здания	–	–
Радиационное охлаждение	То же	То же	0–360	–
Водоразбрызгивающие установки	То же	То же	–	–

* Данные солнцезащитные устройства являются универсальными.

Таблица 2

Жилые дома

Типы квартир	**Минимальное количество расчетных комнат**	**Нормируемая продолжительность суммарной инсоляции, ч–мин, в расчетных комнатах**			
		При ориентации световых проемов в секторах с азимутом, град.			
		125–235	**75–125**	**235–285**	**45–75; 285–315**
Для центральной части и исторических зон города					
Все типы квартир	1	1–30	1–30	1–30	1–30
Для остальной территории города					
Однокомнатные	1	2–00	2–00	1–30	Ориентация не допускается
Двухкомнатные	1	2–00	2–00	1–30	1–30
	2	1–30	1–30	1–30	1–30
Трехкомнатные	1	2–00	2–00	1–30	1–30
	2	1–30	1–30	1–30	1–30
Многокомнатные квартиры (4-х и более)	2	2–00	2–00	2–00	2–00
	3	1–30	1–30	1–30	1–30

Таблица 3

Общественные здания и участки территорий

Помещения	**Нормируемая продолжительность суммарной инсоляции, час–мин**			
	При ориентации световых проемов в секторах с азимутом, градусы			
	125–235	**75–125**	**45–75; 285–315**	**235–285**
Общеобразовательные школы и школы-интернаты, профессионально-технические, средние и высшие учебные заведения				
Классные комнаты	2–00	2–00	2–00 (секторы преимущест-венной ориентации)	1–30
Остальные помещения				
Детские дошкольные учреждения				
Групповые	2–00	2–00	2–00	1–30
Игральные	2–00	2–00	2–00	1–30
Изоляторы, комнаты для заболевших детей	2–00	2–00	2–00	1–30
Остальные помещения				
Санатории, дома отдыха, общежития				
Палаты и спальные комнаты (не менее 60 % помещений)	2–00	2–00	2–00	1–30
Остальные помещения				
Больницы, родильные дома				
Палаты (не менее 60 % палат)	2–00	2–00	2–00	1–30
Остальные помещения				
Участки территорий				
Площадки отдыха, спортивные и детские игровые площадки (50 % территорий)	3–00	3–00	3–00	3–00

Примечание. Прочерки означают отсутствие предъявляемых требований.

Таблица 4

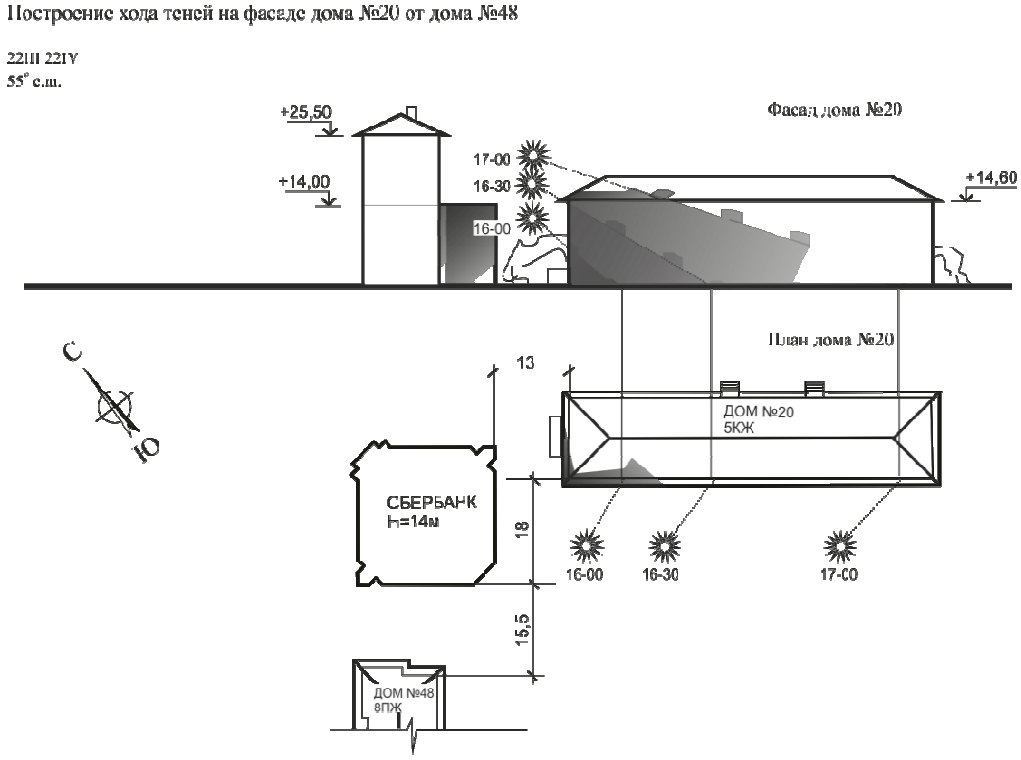
Высоты, азимуты солнца и длины тени от объектов на различные часы суток в течение года для широт 40, 45, 50, 55, 60, 65º (по Г.Ф. Ситнику)

Часы по истинному солнечному времени	h_0	A_0	ctg h
55º с. ш. $\delta_\odot$ = –23º 27'			
12	11º 33'	180º	4,89
13 (11)	10º 30'	194º (166)	5,39
14 (10)	7º 26'	208º (152)	7,66
15 (9)	2º 39'	221º (139)	21,61
$\delta_\odot$ = 0º 00'			
12	35º 00'	180º	1,43
13 (11)	33º 39'	198º (162)	1,50
14 (10)	29º 47'	215º (145)	1,75
15 (9)	23º 56'	231º (129)	2,35
16 (8)	16º 40'	245º (115)	3,34
17 (7)	8º 32'	258º (102)	6,66
18 (6)	0º 00'	270º (90)	∞
$\delta_\odot$ = +23º 27'			
12	58º 27'	180º	0,61
13 (11)	56º 33'	205º (155)	0,66
14 (10)	51º 25'	227º (133)	0,80
15 (9)	44º 16'	245º (115)	1,03
16 (8)	36º 06'	259º (101)	1,37
17 (7)	27º 33'	272º (88)	1,92
18 (6)	19º 02'	284º (76)	2,90
19 (5)	10º 56'	295º (65)	5,18
20 (4)	3º 37'	307º (53)	15,82

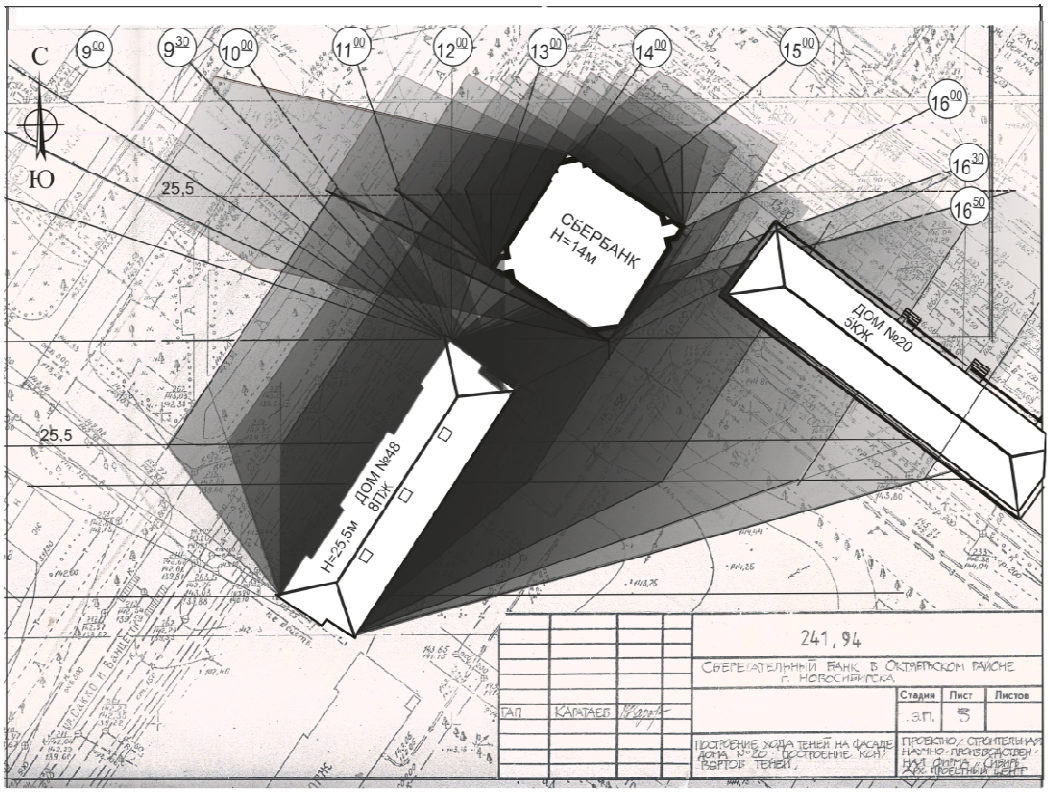
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пример оформления учебного задания «Построение конверта теней и хода теней на фасаде здания»

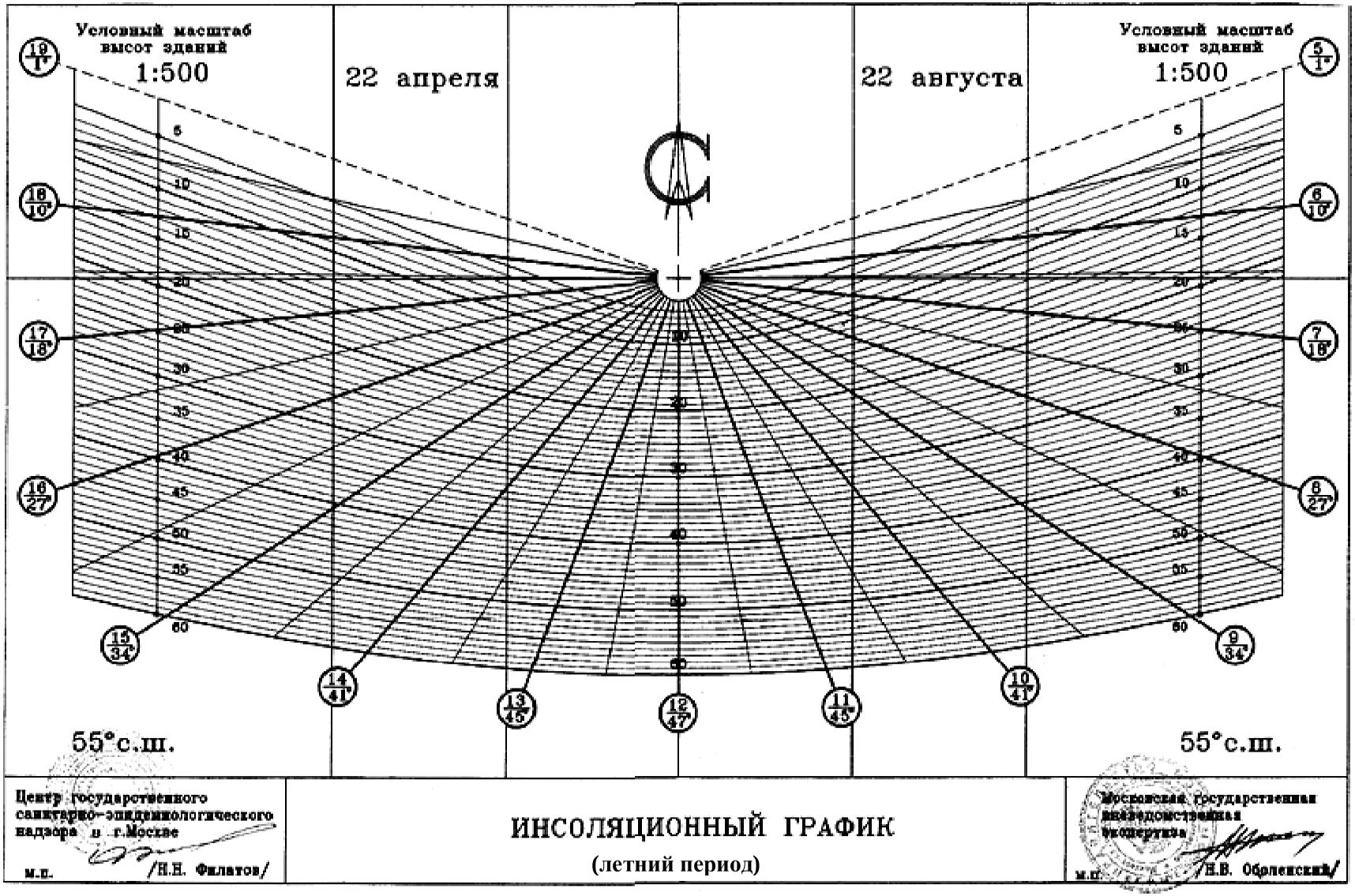
Построение хода теней на фасаде дома №20 от дома №48



Построение конверта теней

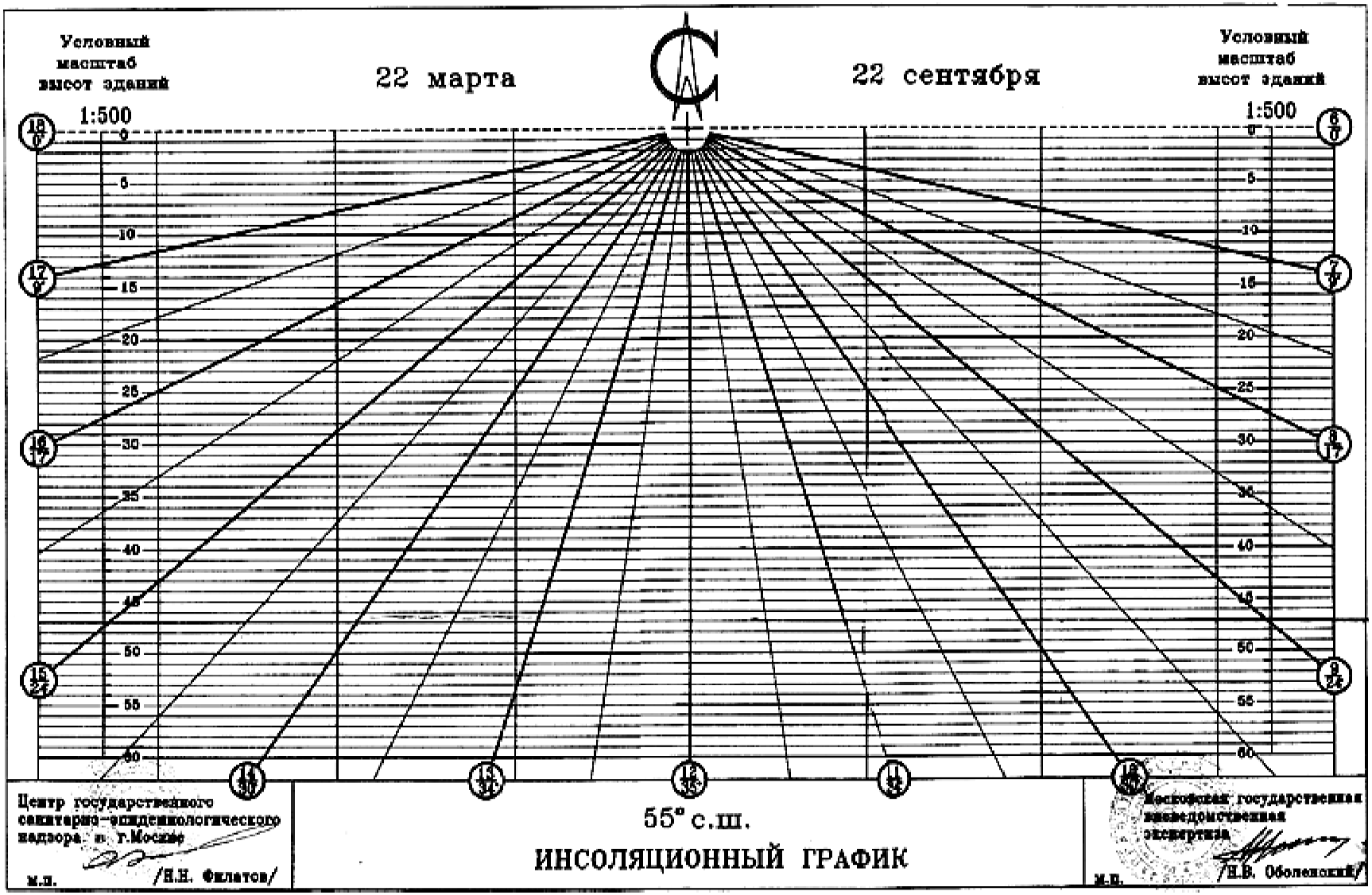


ПРИЛОЖЕНИЕ В



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Инсоляционный график для 55-й широты



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ

Азимутальная геодезическая шкала – круг горизонта, содержащий 360° с отсчетом от точки севера по направлению часовой стрелки.

Азимут окна – направление горизонтальной оси окна на точку горизонта.

Блесткость, или ослепленность – наличие ярких источников света в поле зрения, оказывающих неблагоприятное воздействие и раздражающих человека. В ряде случаев на практике вместо понятия блесткости пользуются показателем ослепленности P, выражающимся формулой

$$P = \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right) \cdot 1000,$$

где V_1, V_2 – видимость объекта различения при экранизировании и наличии ярких источников света в поле зрения соответственно.

Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект и зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности наблюдения и других параметров.

Инсоляция – облучение поверхностей и пространств прямыми солнечными лучами.

Ось окна – прямая, проходящая через центр окна перпендикулярно фасаду здания. Служит для определения ориентации окна по азимутальной шкале круга горизонта.

Расчетная высота противостоящего здания H, м – отсчитывается от расчетной точки исследуемого помещения до карниза (парапета) или конька кровли противостоящего здания. При расчетах инсоляции и затенения территории H отсчитывается от уровня земли до карниза затеняющего здания.

Расчетные комнаты квартир – комнаты или остекленные лоджии комнат, которые должны обеспечиваться нормируемой инсоляцией.

Инсоляционные углы светопроема – горизонтальные и вертикальные углы, в пределах которых на плоскости светопроема возможно поступление прямых солнечных лучей. При расчете инсоляционных углов глубина световых проемов принимается равной расстоянию от наружной плоскости стены до внутренней плоскости переплета.

Учебное издание

Владимир Алексеевич Каратаев
Евгения Васильевна Адонкина
Марина Германовна Тен
Светлана Александровна Нефедова

ИНСОЛЯЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ И ТЕРРИТОРИЙ ЗАСТРОЙКИ

Учебное пособие

Темплан 2013 г.

ISBN 978-5-7795-0645-8

Редактор Э.Е. Полякова

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 54.НС.05.953.П.006252.06.06 от 26.06.2006 г.
Подписано к печати 20.11.2013. Формат 60×84 $^{1}/_{8}$ д.л.
Гарнитура Таймс. Бумага офсетная. Ризография.
Объем 8,5 п.л. 7,9 уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ №

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
630008, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Отпечатано мастерской оперативной полиграфии
НГАСУ (Сибстрин)