

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

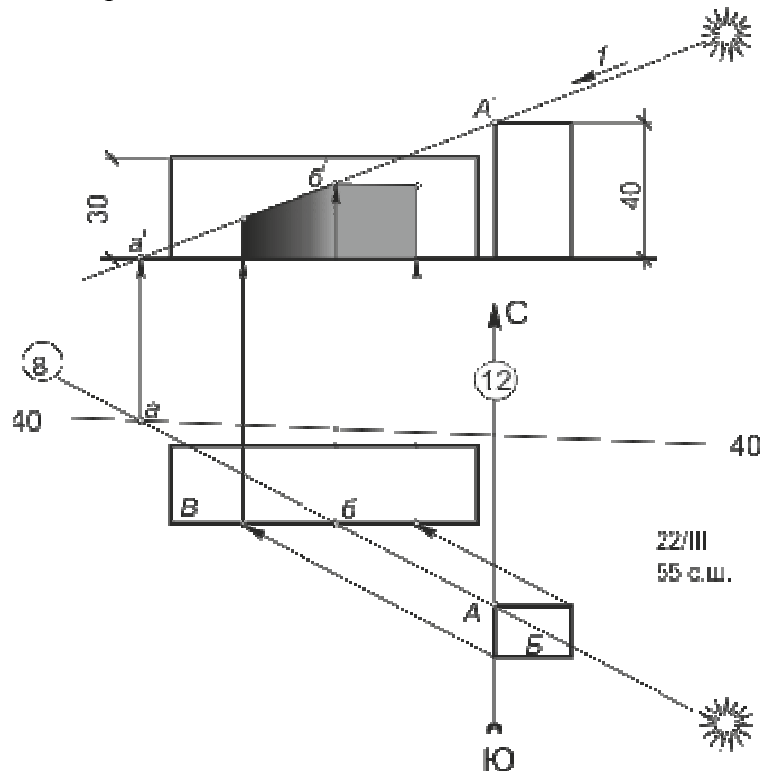


Рис. 27. Построение тени на фасаде от противостоящего здания

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

В дни равноденствия тень от какой либо точки (например, от точки A на рис. 28) проходит на вертикальной плоскости по прямым линиям – соответственно линия $a - b$ на фасаде.

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

График наложить на план здания, совместив точку O с тенеобразующей точкой A (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 a .

Так как в момент восхода солнца его лучи идут параллельно горизонтальной поверхности земли, то тень от точки A 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 a на плане до пересечения с линией карниза в точке a на фасаде;

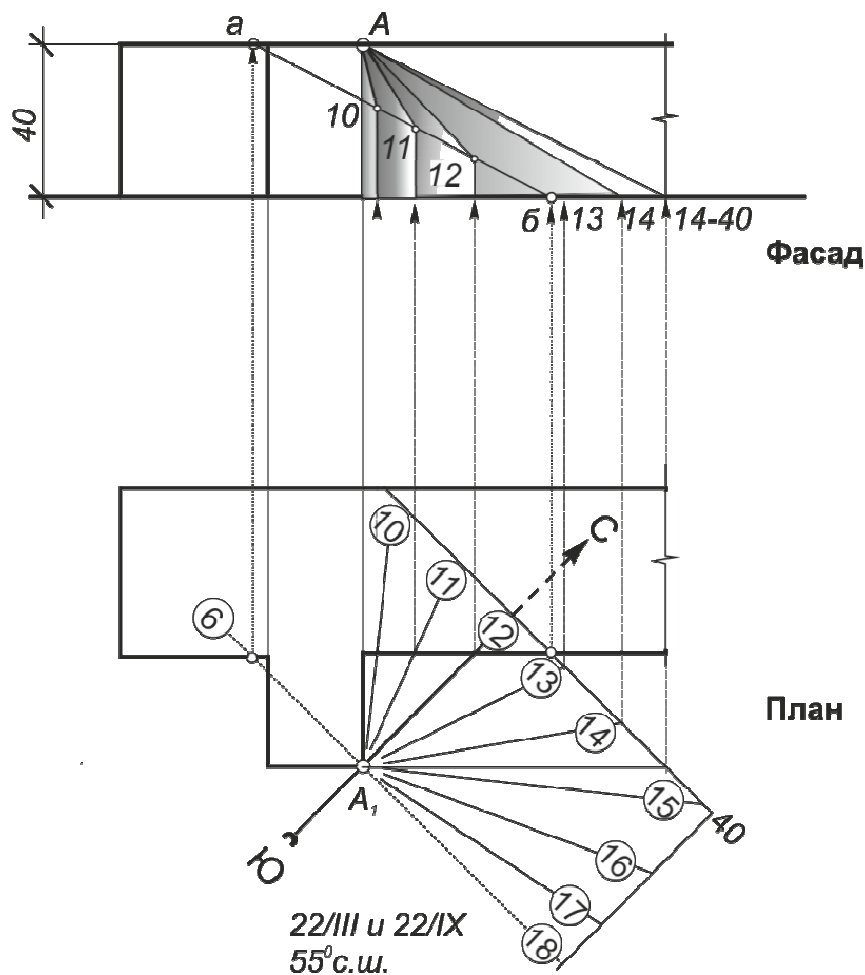


Рис. 28. Построение хода тени на фасаде здания

Точка b 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 a и b , получим следы хода тени на фасаде от точки A .

Вертикали, восставленные из точек пересечения азимутальных линий графика с линией фасада на плане до линии следов тени $a - b$ 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 основании фасада $I-I$ с горизонтали 3,0 (точка I) проецируется точка I' . Положение фронтальной проекции луча определяется точками I' и A' . Азимутальная линия, соответствующая 8 часам утра, в пересечении с линией фасада в плане определяет тень (точка a) от левого верхнего угла козырька (точка A) и на продолжении линии остекления – мнимую тень (точка b) от левого нижнего угла козырька (точка B). Фронтальные проекции тени (точки a' и b') расположены на пересечении линий проекционной связи от точек a' и b' и фронтальной проекции луча $I' - A'$.

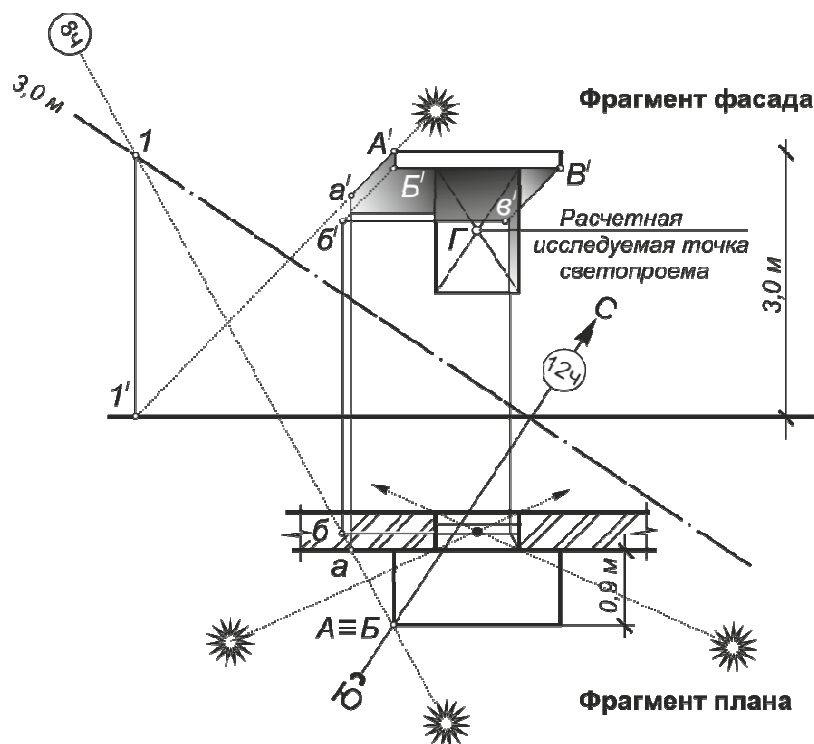


Рис. 29. Построение тени от козырька, определение условия затенения светового проема

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.

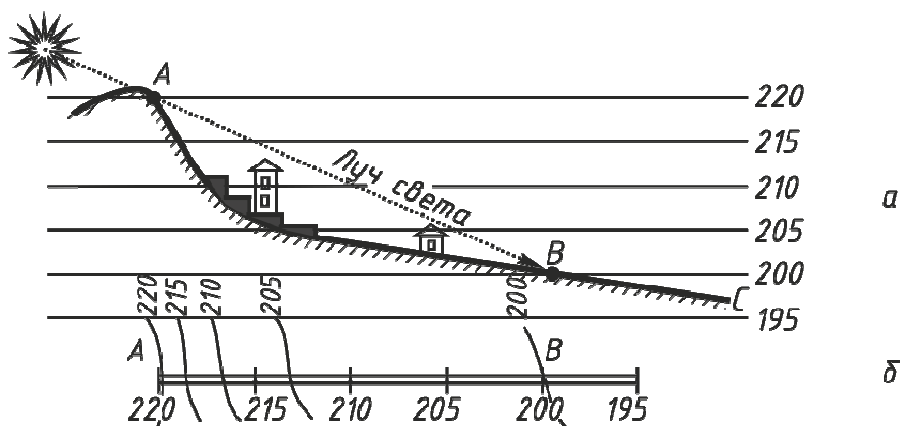


Рис. 30. Профиль местности (а), план и мобильная шкала (б)

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).

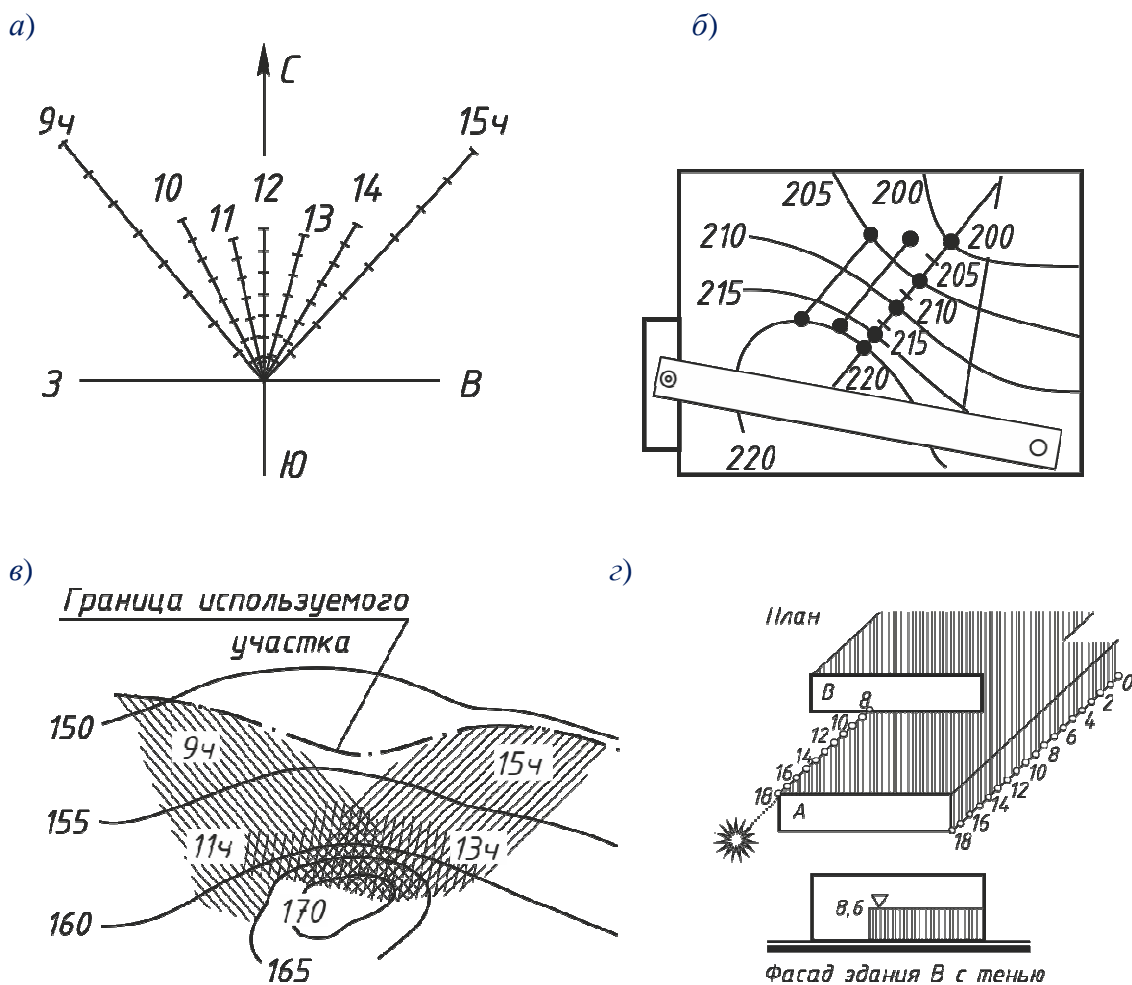


Рис. 31. Построение мобильных шкал (а); использование мобильных шкал (б); затенение участка в разное время дня (в); определение затенения фасадов при помощи мобильных шкал (г)

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

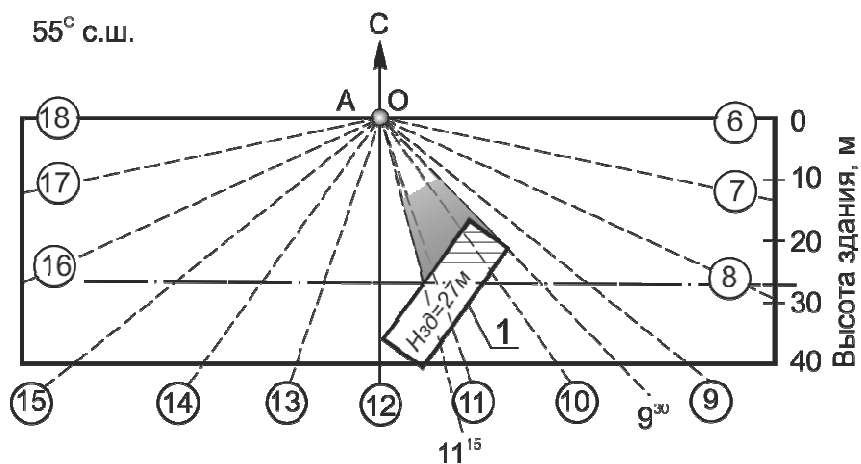
Задача 1. *Определение суточной продолжительности инсоляции территорий застройки и помещений.*

Определить продолжительность инсоляции точки A , 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 A) и ориентированного по направлению СВ – ЮЗ.

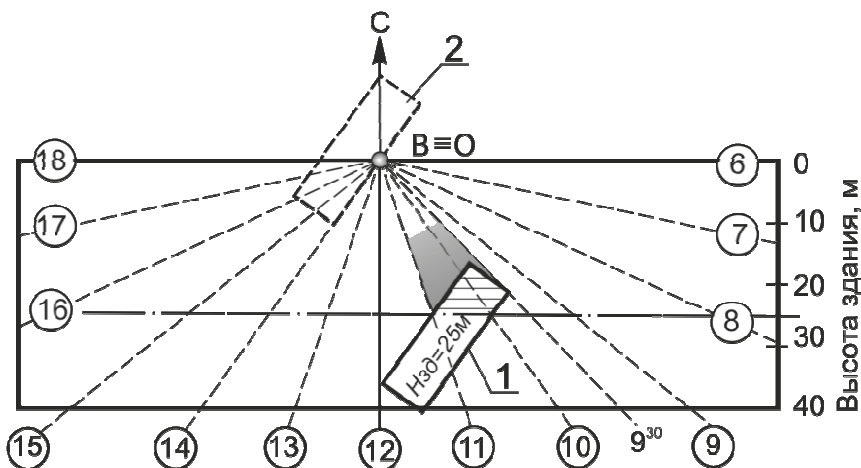
Решение

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 A и 12-часовую линию инсографика – с направлением С – Ю (рис. 32а).
3. На инсографике проводим горизонталь 27, соответствующую высоте затеняющего здания ($H_{зд} = 27$ м).

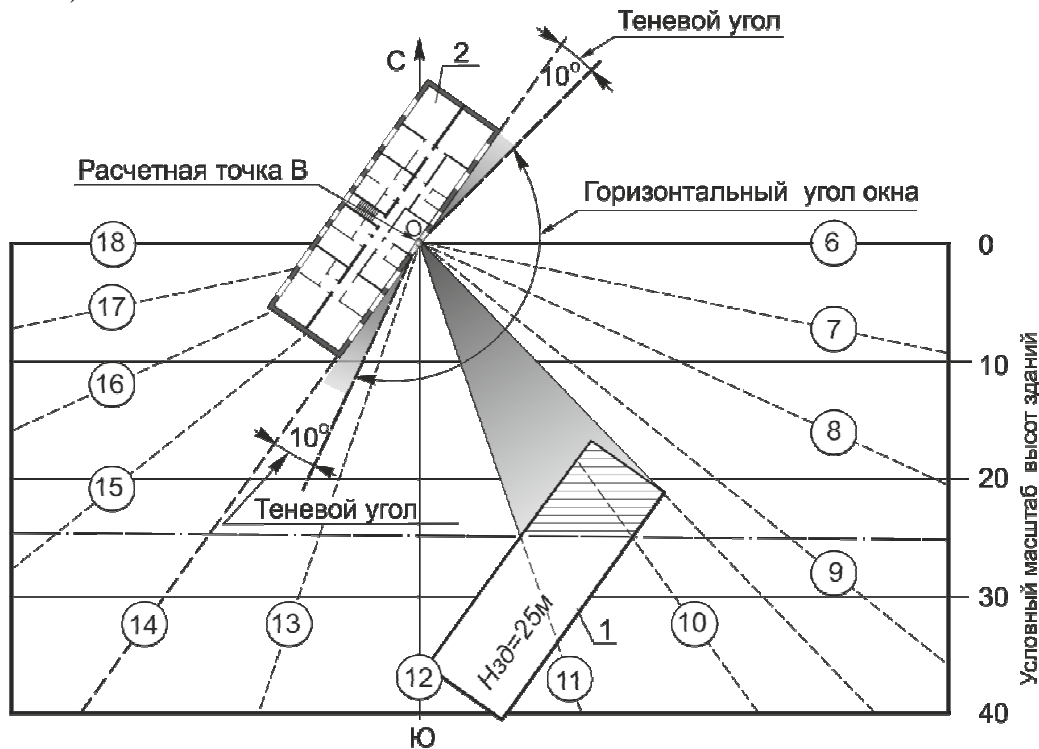
а)



б)



в)



г)

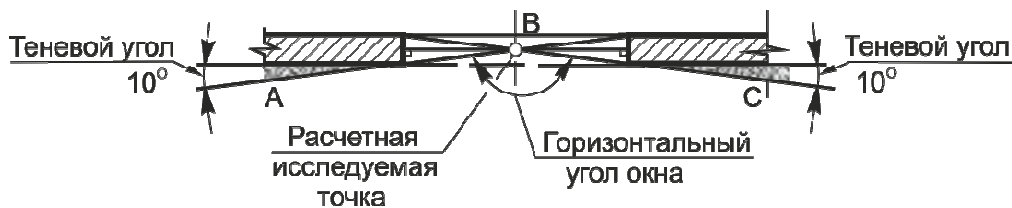


Рис. 32. Примеры расчета продолжительности инсоляции и построения теней:

- a* – продолжительность инсоляции точки на открытом участке и *б* – на фасаде здания;
- в* – определение горизонтального и теневого углов окна; *г* – определение продолжительности инсоляции помещения через окно с нахождением на нем расчетной точки;
- 1* – затеняющее здание; *2* – инсолируемое здание с расчетной точкой *B* светового проема

4. Определяем продолжительность инсоляции расчетной точки по числу непересеченных часовых линий частью здания (отмеченной штриховкой), расположенной севернее линии высоты. Продолжительность инсоляции точки *A* без учета затеняющего здания *1* была бы с 7 до 17 ч. С учетом затенения зданием *1* продолжительность инсоляции точки *A* 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 *A* составляет 8 ч 15 мин, а непрерывная – 5 ч 45 мин (рис. 32*a*).

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 *B* на фасаде (здание показано пунктиром).

Продолжительность инсоляции расчетной точки *B* при отсутствии затеняющего здания *1* составила бы 7 ч – с 7 до 14 ч. Продолжительность инсоляции расчетной точки *B* 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. 32г). 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.

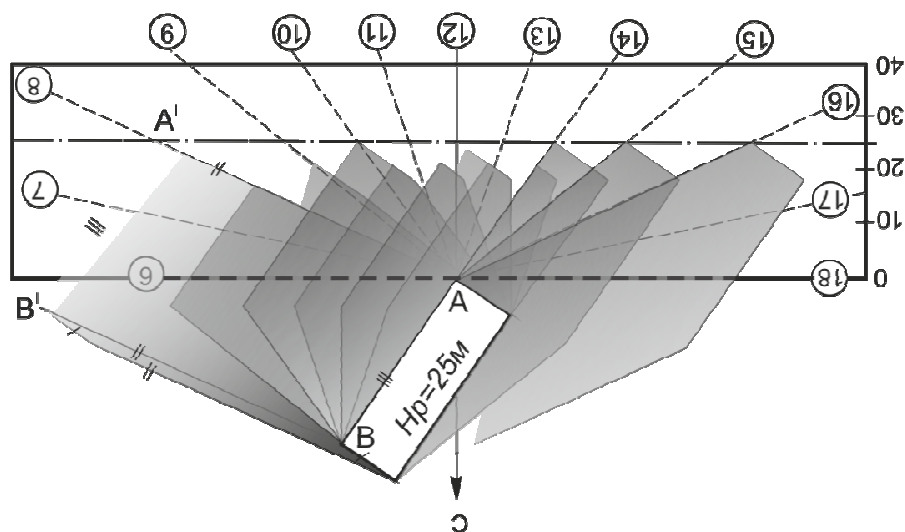


Рис. 33. Построение контура теней («конверт теней») от здания 1 на участке

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, одноступенчатый 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).

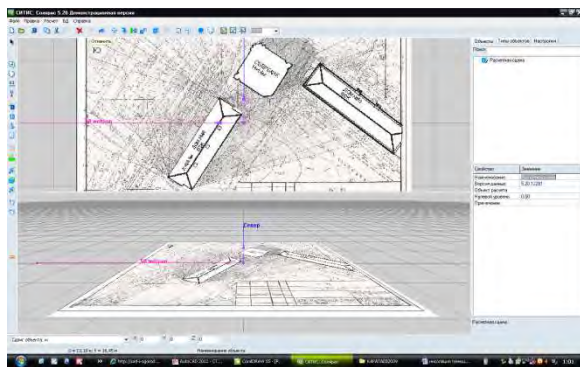


Рис. 34. Загрузка подложки (топоплан участка домов №№ 12 и 14)

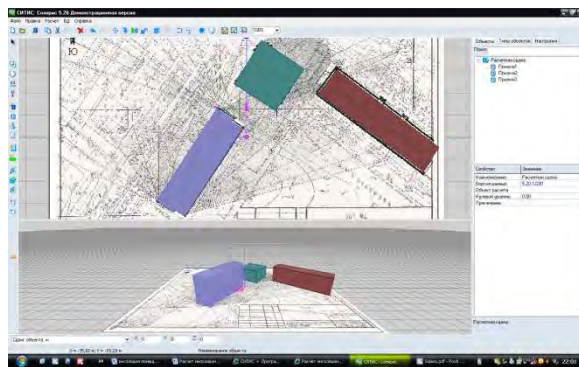


Рис. 35. Создание трехмерных объемов (домов №№ 12 и 14)

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.

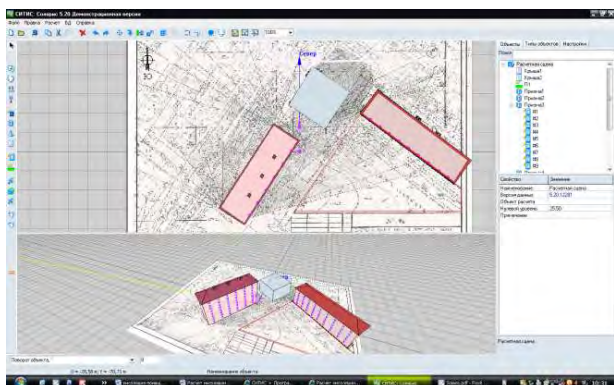


Рис. 36. Создание расчетных точек окон домов №№ 12 и 14

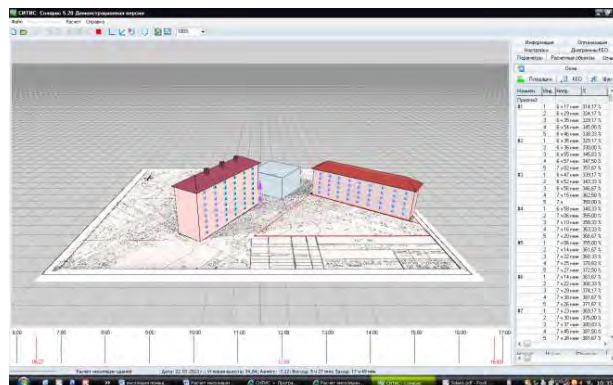


Рис. 37. Расчет инсоляции расчетных точек окон домов №№ 12 и 14

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 составляются 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.

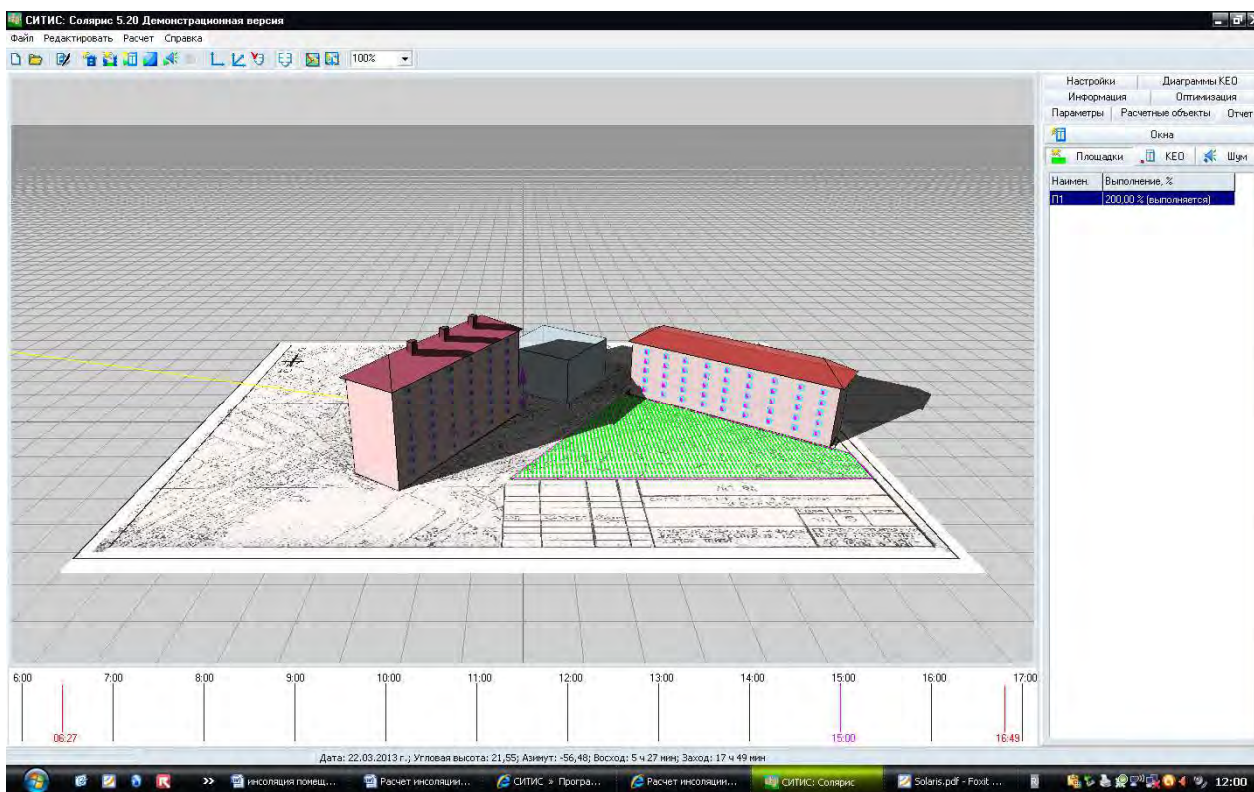


Рис. 38. Создание расчетной площадки перед домом № 14

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.

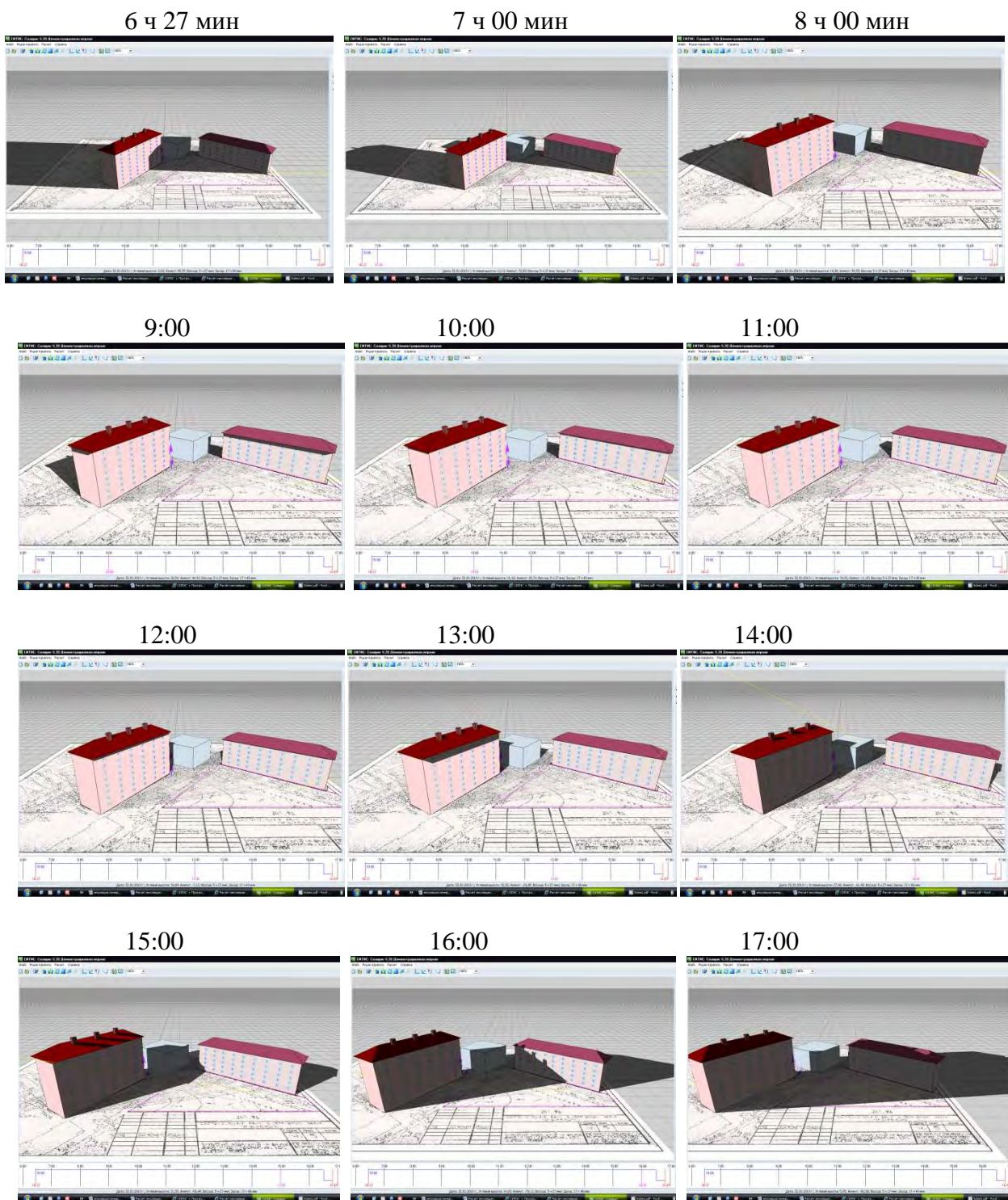


Рис. 39. Построение конверта теней домов №№ 12 и 14 (55°с. ш., 22 марта – 22 сентября)

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. На-

пример, 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 разное время дня для исследуемых комнат (квартир, этажей).

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

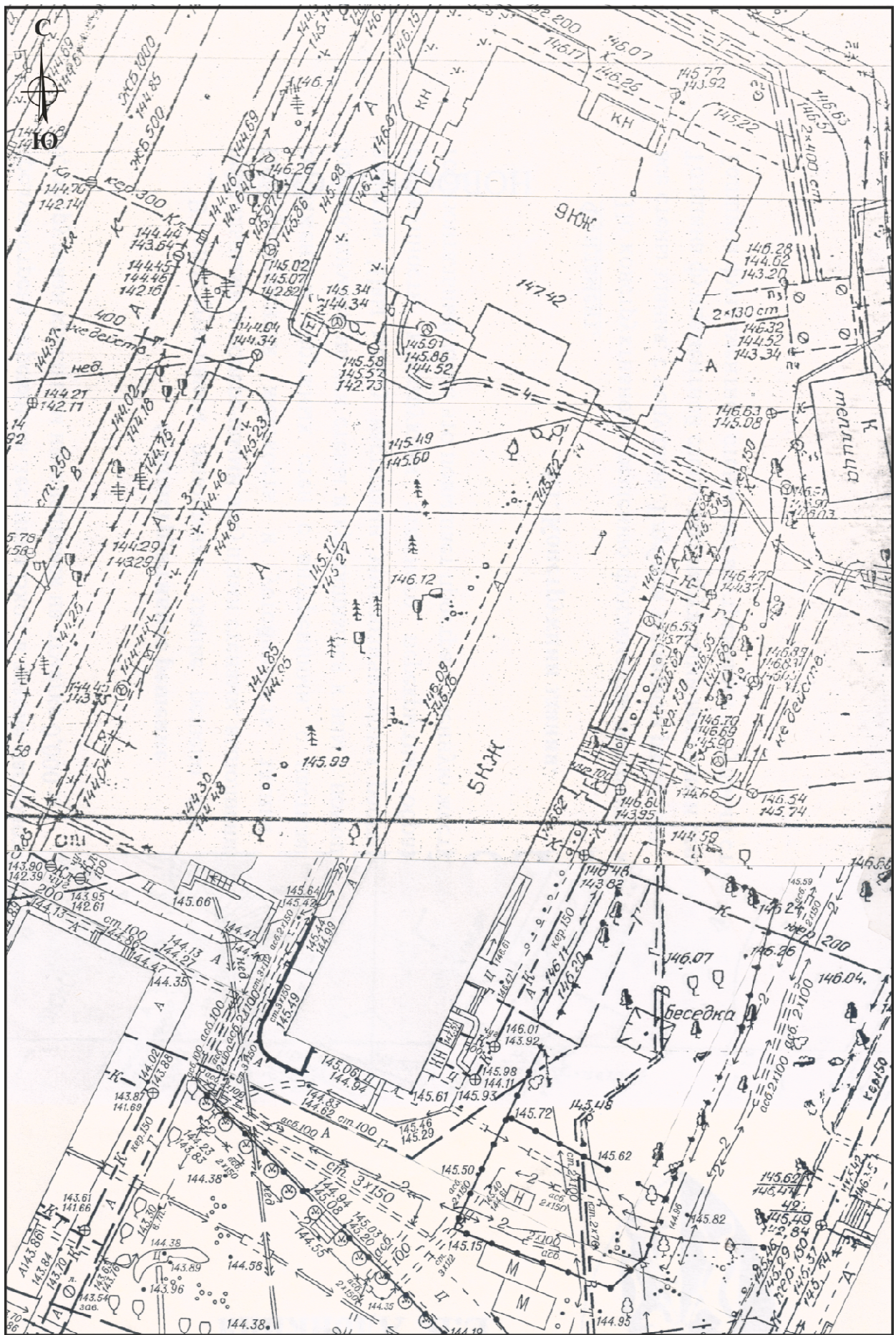


Рис. 40. Топоплан участка дома № 14

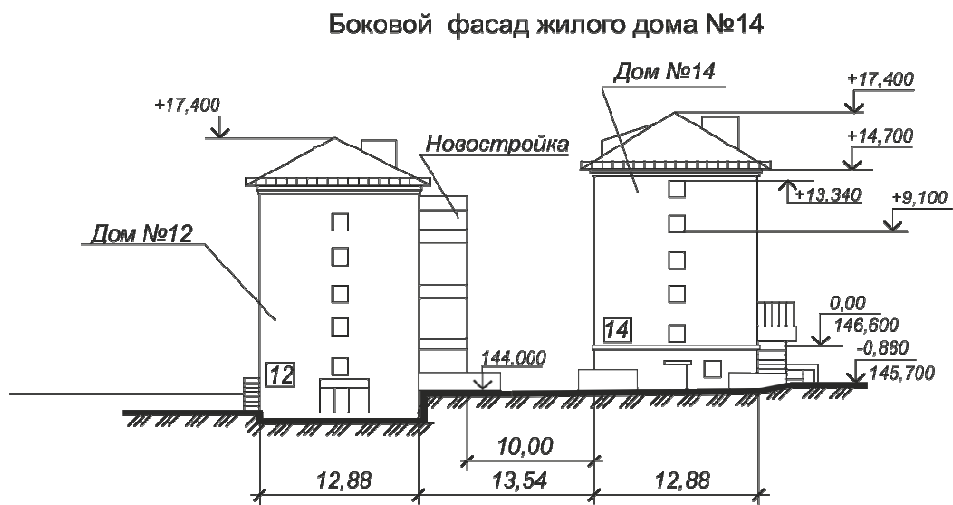
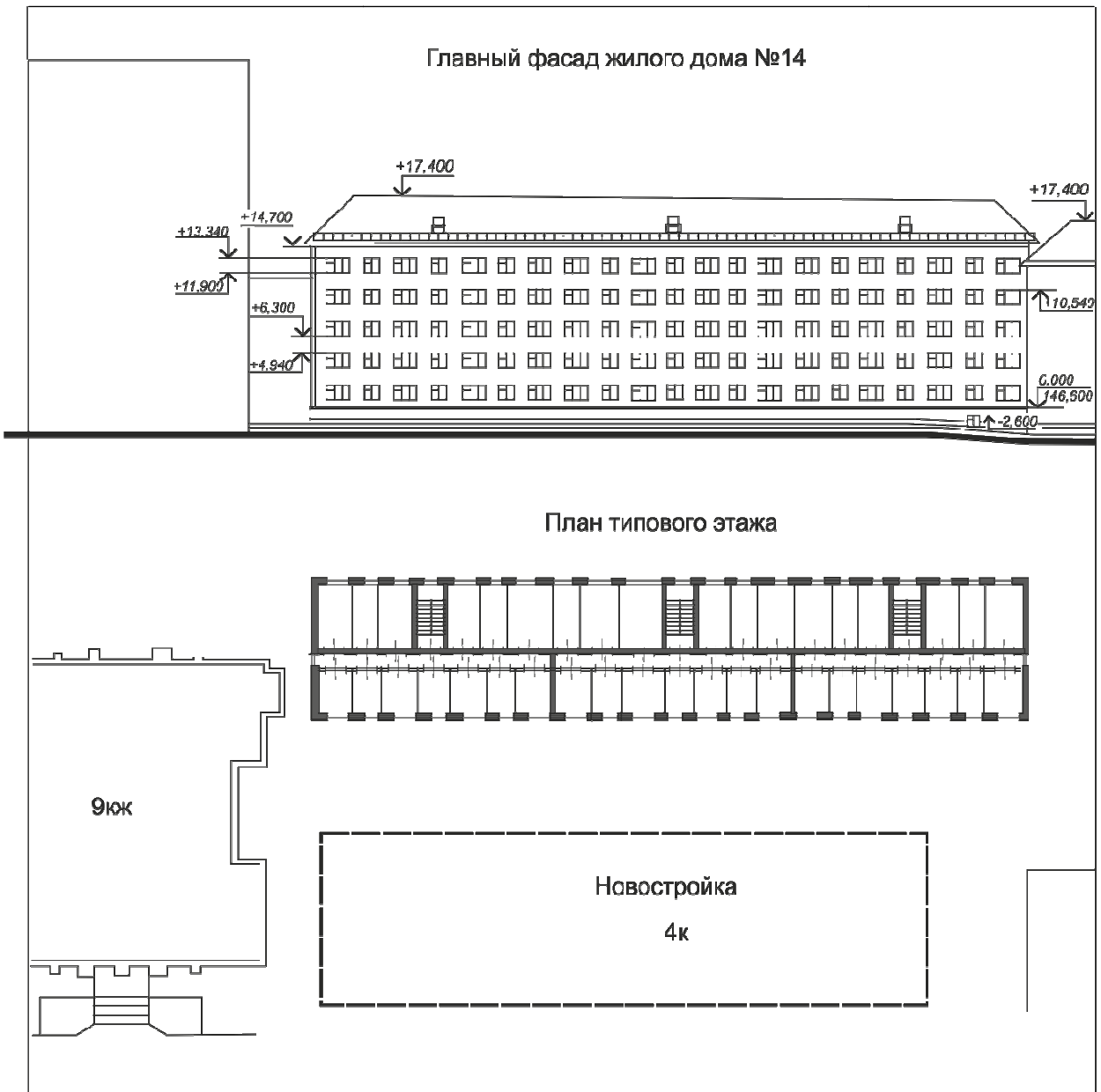


Рис. 41. План и фасады домов №№ 12, 14

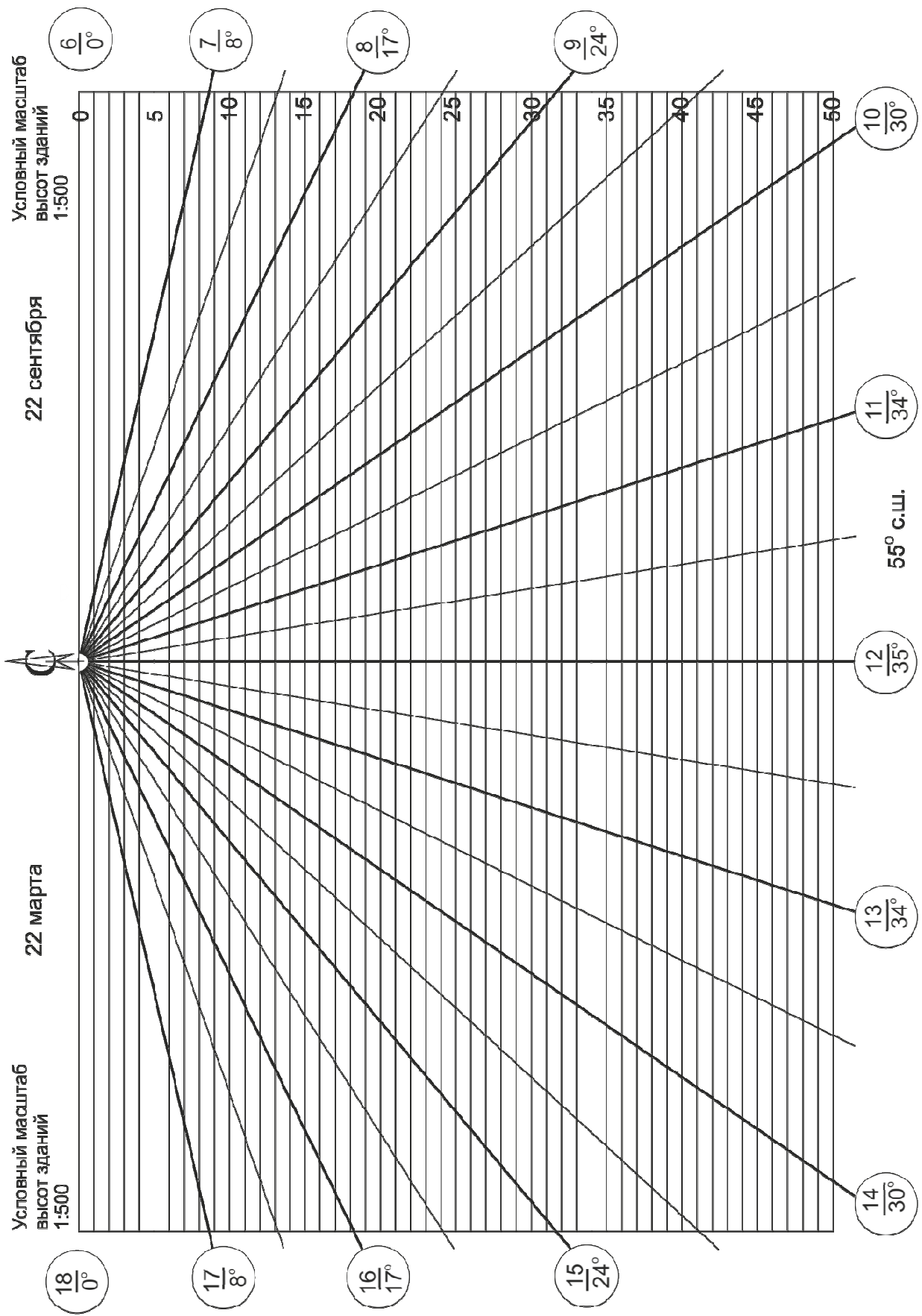


Рис. 43. Инсоляционный график для Новосибирска

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.

Таблица 1

Классификация солнцезащитных и светорегулирующих устройств и мероприятий

Наименование солнцезащитного и светорегулирующего устройства, мероприятия	Обеспечиваемый эффект	Область применения	Рациональные секторы ориентации, град.	Рекомендуемые материалы
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
I. АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ				
Ориентация и взаиморасположение зданий	Защита от светового и теплового дискомфорта и рациональность выбора солнцезащитного устройства	Любые здания	Продольная ось здания вдоль гелиотермической 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	–

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

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				
Теплоотражаю- щие стекла	Защита от теплового дискомфорта	Любые, кроме жилых зданий, детских, учебных и лечеб- ных учреждений	45–315 0–360	Металлизиро- ванные покрытия
Светорассеи- вающие стекла, пластмассы и стеклопласти- ки	Защита от светового и теплового дис- комфорта	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 ультрафиолето- вый комфорт	Детские и спортивные площадки, трогуары	–	Солнцезащитные ткани, алюминий
Целярий (солнцезащит- ный воздушный бассейн)	То же	Санатории, курорты	180	Алюминий, дерево

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

* Данные солнцезащитные устройства являются универсальными.

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

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
<i>Общеобразовательные школы и школы-интернаты, профессионально-технические, средние и высшие учебные заведения</i>				
Классные комнаты	2–00	2–00	2–00 (секторы преимущественной ориентации)	1–30
Остальные помещения				
<i>Детские дошкольные учреждения</i>				
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				
<i>Санатории, дома отдыха, общежития</i>				
Палаты и спальные комнаты (не менее 60 % помещений)	2–00	2–00	2–00	1–30
Остальные помещения				
<i>Больницы, родильные дома</i>				
Палаты (не менее 60 % палат)	2–00	2–00	2–00	1–30
Остальные помещения				
<i>Участки территорий</i>				
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

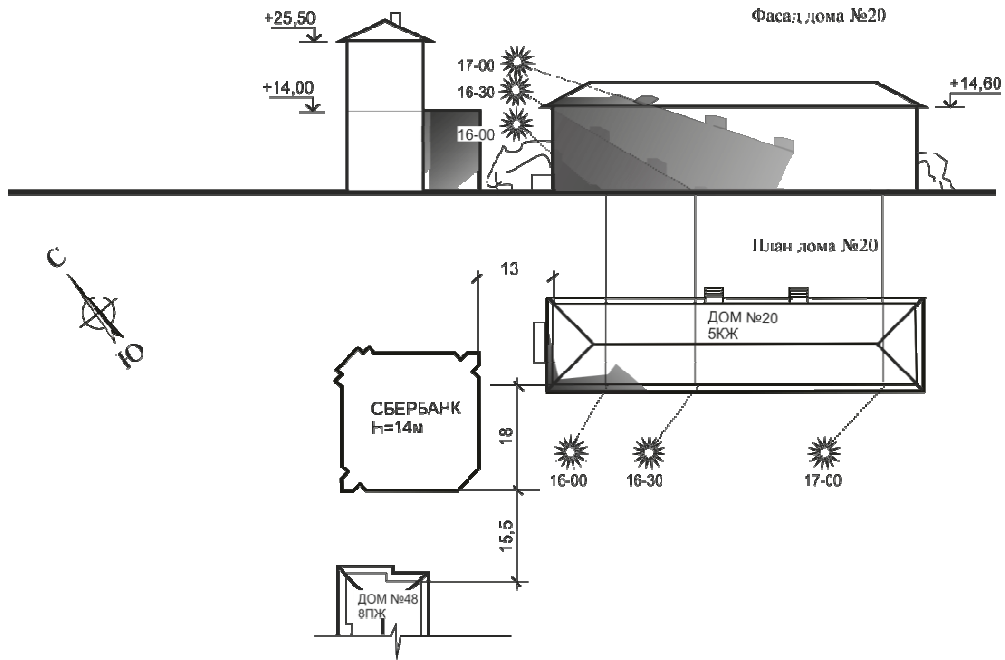
Высоты, азимуты солнца и длины тени от объектов на различные часы суток
в течение года для широт 40, 45, 50, 55, 60, 65° (по Г.Ф. Ситнику)

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

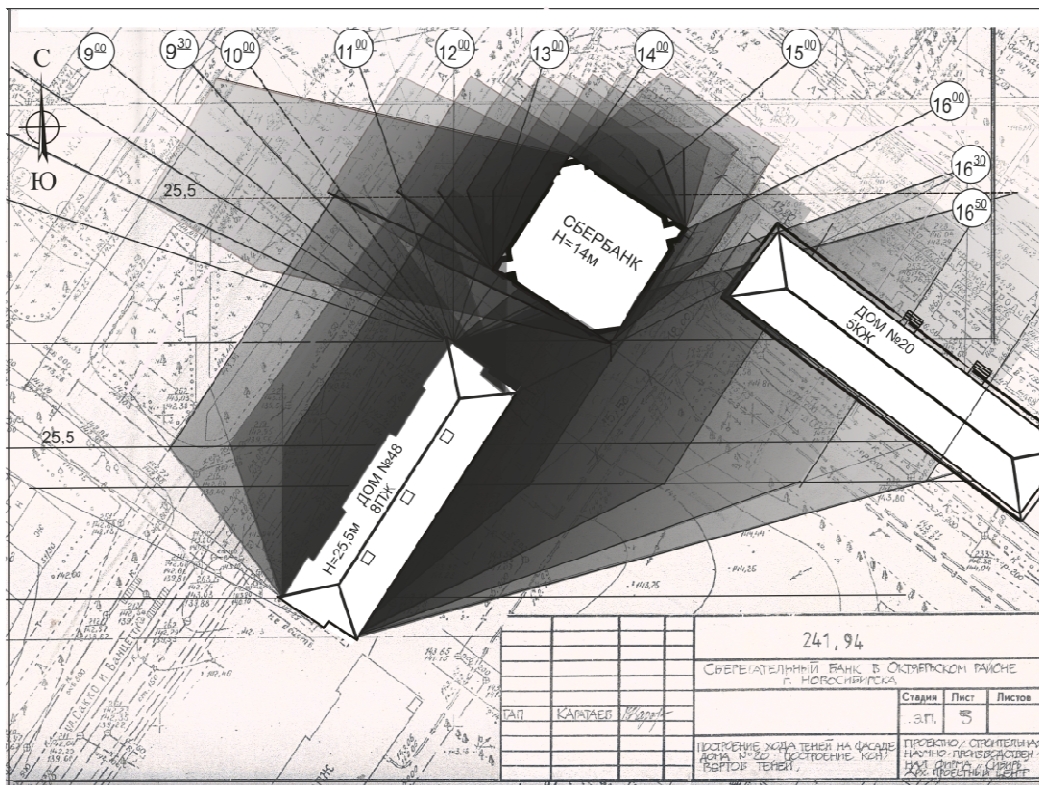
Пример оформления учебного задания
«Построение конверта теней и хода теней на фасаде здания»

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

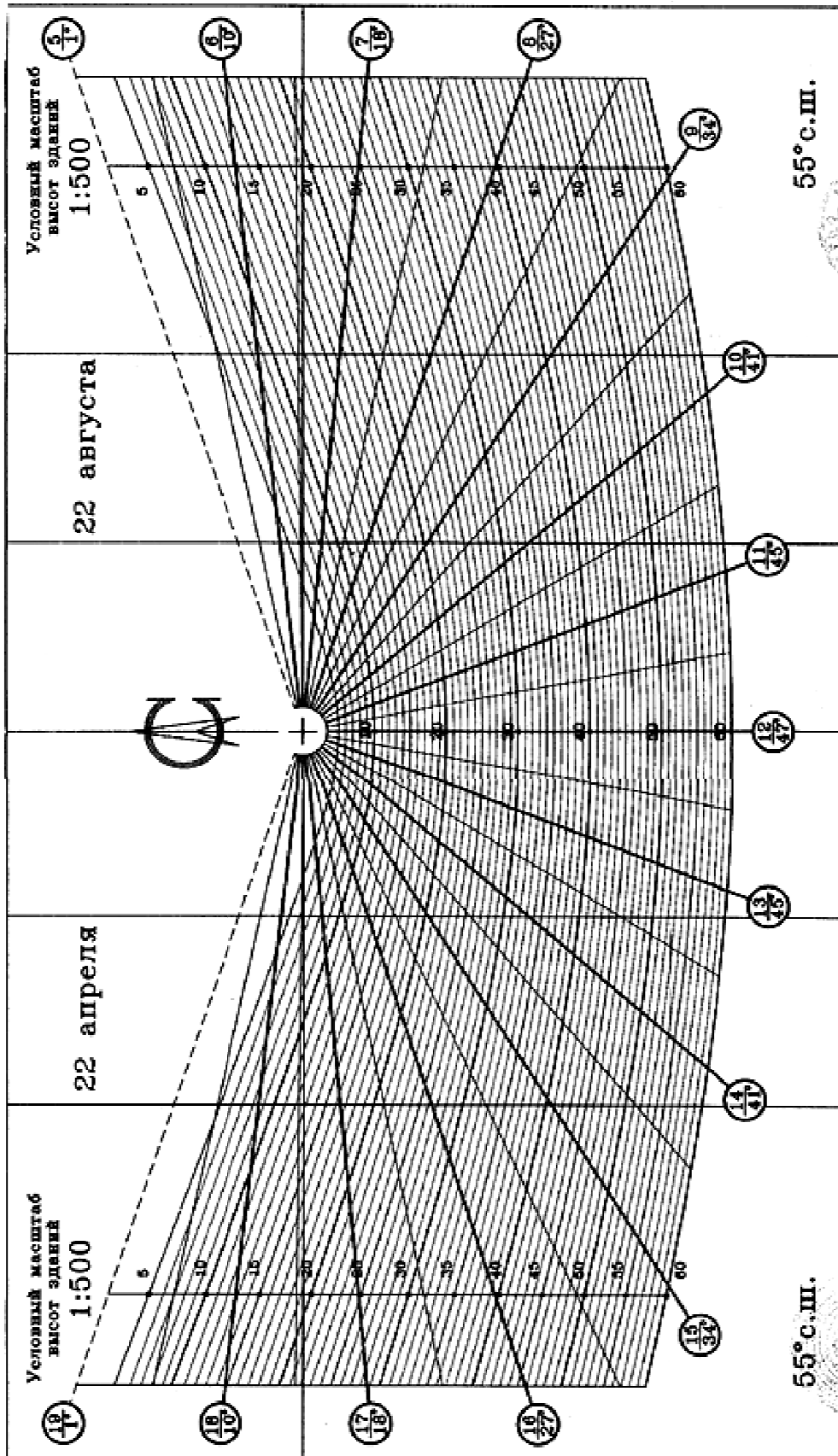
22.III.22.IV
55° с.ш.



Построение конверта теней



ПРИЛОЖЕНИЕ В



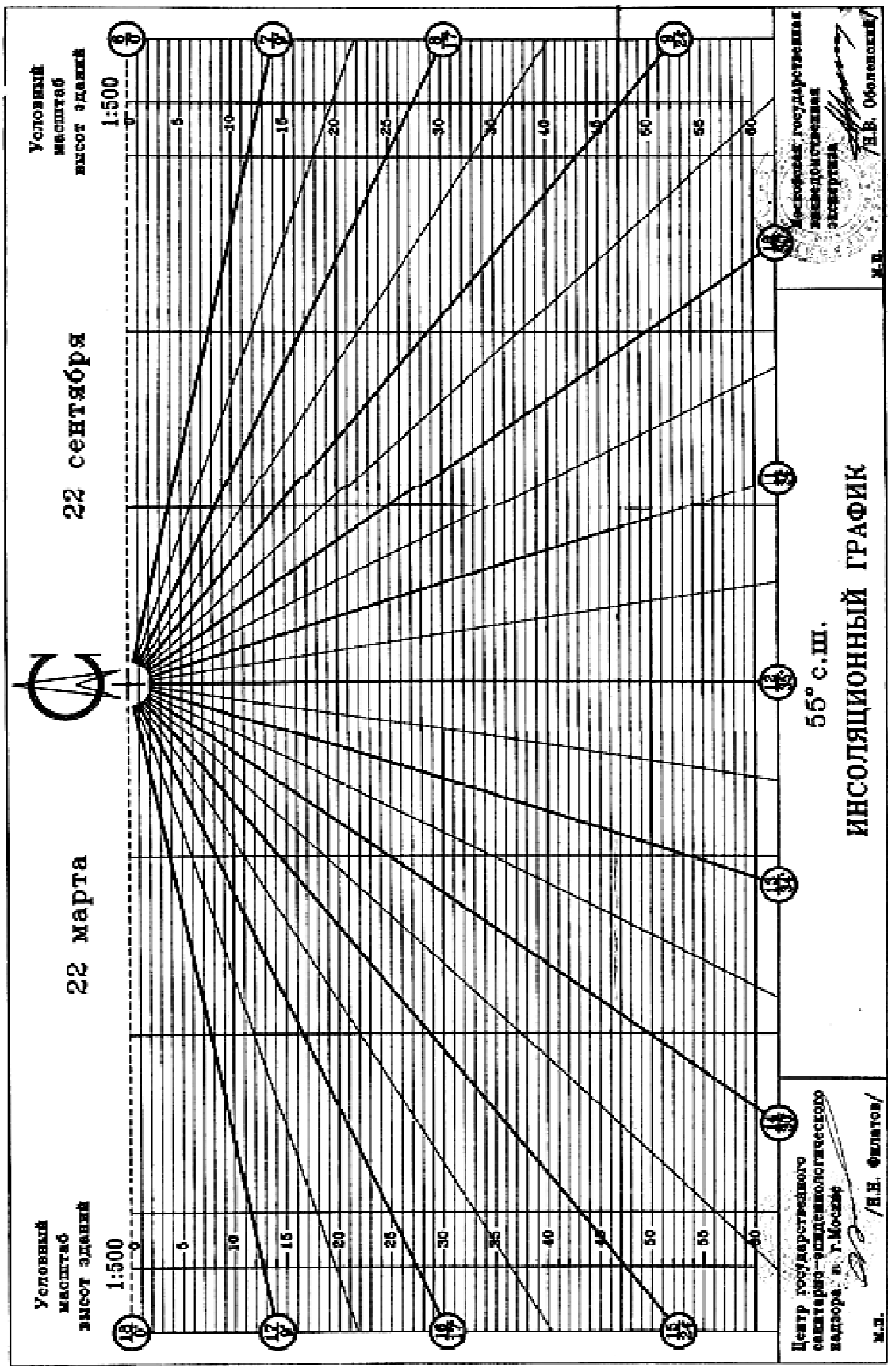
М.П. Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора в г. Москве
 Н.В. Флагов

ИНСОЛЯЦИОННЫЙ ГРАФИК
 (летний период)

М.П. Федеральное государственное учреждение «Исследования и проектирование»
 Н.В. Облеженский

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Инсоляционный график для 55-й широты



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 блескости 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 экранировании 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)