

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

И.Ш. Сафин

РАСЧЕТ ИНСОЛЯЦИИ ТЕРРИТОРИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ

**Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов**

**Казань
2024**

УДК 628.92
ББК 31.252
С12

Сафин И.Ш.

С12 Расчет инсоляции территорий и помещений: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов / И.Ш. Сафин. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2024. – 64 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

В учебно-методическом пособии приведены общие требования к инсоляции территорий застройки и помещений зданий. Описаны основные проектные приёмы и средства, которые могут обеспечить нормативную продолжительность инсоляции.

В пособие включены основные задачи по оценке инсоляции, встречающиеся при архитектурном проектировании объектов. Решение каждой задачи сопровождается краткими теоретическими пояснениями.

По каждой задаче приведены числовые и графические примеры.

Предназначено для бакалавров и магистров, обучающихся по направлениям подготовки 07.03.01 и 07.04.01 «Архитектура»; 07.03.02 и 07.04.02 «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия»; 07.03.04 и 07.04.04 «Градостроительство». Может быть полезно для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 и 08.04.01 «Строительство», а также для студентов специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Архитектура» Казанского государственного архитектурно-строительного университета

А.С. Петров

УДК 628.92
ББК 31.252

© Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2024

© Сафин И.Ш., 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. Определение и требования к инсоляции	6
1.1. Инструменты по оценке продолжительности инсоляции	10
ГЛАВА 2. Цель и задачи расчетно-графической работы.....	16
ГЛАВА 3. Порядок выполнения расчетно-графической работы	21
3.1. Определение почасовых координат солнца на небосводе для заданного города (задача 1)	21
3.2. Построение солнечной карты (задача 2)	22
3.3. Построение инсографика (задача 3)	23
3.4. Продолжительность инсоляции точки на территории вблизи затеняющего здания.....	25
3.4.1. Определение продолжительности инсоляции по инсографику (задача 4)	25
3.4.2. Определение продолжительности инсоляции по солнечной карте (задача 5)	27
3.5. Продолжительность инсоляции точки на территории внутри детской площадки.....	31
3.5.1. Определение по инсографику (задача 6).....	31
3.5.2. Определение по солнечной карте (задача 7).....	33
3.6. Продолжительность инсоляции заданного помещения, обращённого к противостоящим зданиям	36
3.6.1. Определение по инсографику (задача 8).....	36
3.6.2. Определение по солнечной карте (задача 9).....	41
3.7. Определение гарантийно-инсоляционных зон (ГИЗ) для существующего здания (задача 10).....	47
3.8. Построение и анализ конверта теней от здания (задача 11)	49
ПРИЛОЖЕНИЕ	51

ВВЕДЕНИЕ

Использование естественного света в городской застройке – инсоляции и естественного освещения помещений жилых и общественных зданий, обеспечивает санитарно-гигиеническую безопасность проживания и профилактику заболеваний городского населения, и влияют на условия размещения зданий в городской застройке, определяют их этажность и плотность застройки микрорайонов. При проектировании городской среды рассматриваются вопросы инсоляции помещений и прилегающей территорий. Инсоляция помещений – это проникновение прямого солнечного света внутрь помещений через светопрозрачные наружные ограждения. Инсоляция территории – попадание прямого солнечного света на участки местности (применяется для площадок отдыха, детских и спортивных площадок и т.д.).

Инсоляция является необходимым фактором безопасной и комфортной среды для жизнедеятельности человека. Согласно ст. 22 «Требования к обеспечению инсоляции и солнцезащиты» Федерального закона № 384-ФЗ от 30.12.2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» здания должны быть спроектированы таким образом, чтобы в жилых помещениях была обеспечена достаточная продолжительность инсоляции в целях создания безопасных условий проживания независимо от его срока. Выполнение требований по продолжительности инсоляции обеспечивается мероприятиями по ориентации жилых помещений по сторонам света, а также мерами конструктивного и планировочного характера. Учитывая тенденцию к повышению этажности и плотности массовой застройки, методы нормирования и расчета инсоляции должны способствовать повышению эффективности использования отводимых под застройку территорий.

С развитием светопрозрачных конструкций, в частности, энергоэффективных окон, особое значение приобретает пропускание ими солнечной радиации, обеспечивающей требуемую инсоляцию.

Пояснительная часть и расчеты оформляются на формате А4. Печать на одной стороне листа, цвет шрифта должен быть черным, размер шрифта –

12 пт., межстрочный интервал 1,5. Рекомендуемый тип шрифта для основного текста работы – Times New Roman. Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту работы и равен 1,5 см. Форматирование текста по ширине листа.

Полужирный шрифт применяют только для заголовков разделов.

Иллюстрации следует располагать в работе непосредственно после текста, где они упоминаются в первые, по середине листа. Слово «Рис.», его номер и наименование, пояснительные данные располагают в центре под рисунком без точки в конце. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые. Номер таблицы «Таблица ...» справа от таблицы, название по центру таблицы.

Нумерация рисунков и таблиц сквозная.

Глава 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ТРЕБОВАНИЯ К ИНСОЛЯЦИИ

Солнечная радиация – это излучение Солнца, которое распространяется в виде электромагнитных волн со скоростью света и проникает в земную атмосферу. Солнечная радиация – главный источник энергии для всех процессов, происходящих на земной поверхности и в атмосфере, а также является источником тепла и света. Основу солнечной радиации, проходящей сквозь атмосферу Земли, составляют: ультрафиолетовое излучение, видимый спектр и инфракрасное излучение. Ультрафиолетовое излучение вызывает в основном фотохимический эффект, инфракрасное – тепловой, а световые лучи дают общую освещённость территории. Часть ультрафиолетовых лучей, а также гамма-лучи и рентгеновские лучи не доходят до поверхности Земли, так как поглощаются в стратосфере и озоновом слое и рассеиваются в атмосфере при помощи водяных паров. Вблизи земли уменьшение солнечной радиации происходит в основном за счет загрязнения атмосферы пылью, дымом и газами, преимущественно водяными парами в виде облачности и туманов. Больше всего задерживаются ультрафиолетовые лучи. В крупных промышленных городах с большой задымленностью и загазованностью потери ультрафиолетовой радиации достигают 40%, резко снижается общая освещённость.

Солнечный свет необходимое условие работы органов зрения человека. На жизнедеятельность человека солнечная радиация имеет пять уровней воздействия.

1. Общестимулирующее воздействие солнечного света сопровождается повышением обмена веществ, повышением качества гемоглобина, стимулированием деятельности нервной системы.

2. Психофизиологическое воздействие характеризуется эмоциональным подъемом настроения человека «купающегося» в солнечных лучах. Большое значение, при этом, имеет динамика естественного освещения как в суточном, так и в годовом циклах. При повышении уровня освещённости снижается уровень мелатонина (гормона сна) и повышается уровень кортизона (гормона бодрости).

3. **Тепловое** воздействие солнечной радиации приносит в здание дополнительное тепло. В зимний период года это тепло является благоприятным фактором, в летний период приводит к перегреву зданий и требует солнцезащиты.

4. **Эритемное** воздействие характеризуется возникновением загара и образованием витамина D (антирахитное действие). Наиболее активное при УФ облучении в диапазоне длин волн 270–420 нм.

5. **Бактерицидное** воздействие солнечной радиации заключается в уничтожении болезнетворных бактерий и микроорганизмов при их облучении УФ радиацией в диапазоне длин волн 180–315 нм.

В архитектурной практике солнечный свет широко используется как для усиления художественного восприятия архитектурного объекта, так и для обеспечения здоровой и комфортной среды в зданиях.

Под термином «инсоляция» понимается облучение помещений жилых и общественных зданий, а также территории городской застройки прямыми солнечными лучами. Количественной мерой инсоляции, в соответствии с действующими нормативными документами, является продолжительность облучения в часах на определенные календарные даты. Облучение прямым солнечным светом благоприятно сказывается на самочувствии человека, а облучение определённой продолжительности обеспечивает санитарно-гигиеническое благополучие облучаемых помещений и территорий.

В связи с этим, расчеты продолжительности инсоляции являются обязательной частью проектной документации жилых зданий, основных функциональных помещений общественных зданий, а также детских игровых и спортивных площадок, зон отдыха.

Основными нормативными документами по проектированию инсоляции и расчету продолжительности облучения помещений и территорий являются СанПиН 2.2.1/2.1.1. -1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий с измене-

ниями на 10 апреля 2017 года» и ГОСТ Р 57795-2017 «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции с изменениями от 2019 года».

В этих документах приведён перечень зданий, помещений и территорий, для которых обеспечение требуемой продолжительности облучения является обязательным.

К таким зданиям относятся:

- жилые здания;
- детские дошкольные учреждения;
- учебные заведения;
- лечебно-профилактические учреждения;
- учреждения социального обеспечения.

Нормируемая продолжительность непрерывной инсоляции устанавливается на определённые календарные периоды с учетом географической широты местности:

- для северной зоны (севернее 58° с. ш.) – не менее 2,5 часа в день с 22.04 по 22.08;
- для центральной зоны (58° – 48° с. ш.) – не менее 2,0 часа в день с 22.04 по 22.08;
- для южной зоны (южнее 48° с. ш.) – не менее 1,5 часа в день с 22.02 по 22.10.

Продолжительность инсоляции в жилых зданиях должна быть обеспечена не менее чем в одной комнате 1–3-комнатных квартир и не менее чем в двух комнатах 4 и более комнатных квартир.

В зданиях общежитий должно инсолироваться не менее 60% жилых комнат.

При проектировании инсоляции жилых зданий допускается прерывистость инсоляции, при которой один из периодов облучения должен быть не менее 1 час. При этом суммарная продолжительность нормируемой инсоляции должна быть увеличена на 0,5 часа для каждой зоны.

Допускается снижение продолжительности инсоляции на 0,5 часа для северной и центральной зоны в 2 и 3-комнатных квартирах, где инсолируется не менее двух комнат и в 4 и более комнатных квартирах, где инсолируется не менее трёх комнат, а также при реконструкции жилой застройки в исторических зонах города.

В общественных зданиях нормативная продолжительность непрерывной инсоляции должна быть обеспечена в основных функциональных помещениях, к которым относятся:

- групповые, игровые, изоляторы и палаты в зданиях детских дошкольных учреждений;
- классы и учебные кабинеты в учебных зданиях;
- палаты (не менее 60% от общей численности) в лечебно-профилактических учреждениях;
- палаты, изоляторы в учреждениях социального обеспечения.

В остальных помещениях общественных зданий инсоляция не требуется.

К территориям городской застройки, где инсоляция должна быть обязательной, относятся: детские игровые площадки; спортивные площадки жилых домов; групповые площадки дошкольных учреждений; спортивные зоны, зоны отдыха общеобразовательных школ и школ-интернатов; зоны отдыха лечебно-профилактических учреждений стационарного типа. Продолжительность инсоляции для перечисленных территорий должна составлять 2,5 часа на 50% площади участка независимо от географической широты местности. Допускается прерывистость облучения, при этом один из периодов облучения должен быть не менее одного часа.

1.1. Инструменты по оценке продолжительности инсоляции

Нормативная продолжительность инсоляции зданий и территорий обеспечивается комплексным использованием ряда проектных приёмов и средств:

- размещение инсолируемого объекта в проектах планировки и застройки группы зданий, микрорайонов и кварталов;
- ориентацией объекта по сторонам горизонта;
- разработкой объёмно-планировочных решений инсолируемого объекта;
- разработкой конструктивных решений фасадных систем.

Продолжительность инсоляции территории городской застройки и помещений зданий определяется с использованием следующих графических инструментов:

- солнечной карты;
- инсографика;
- картограммы объектов затенения;
- картограммы светопроемов.

Солнечная карта

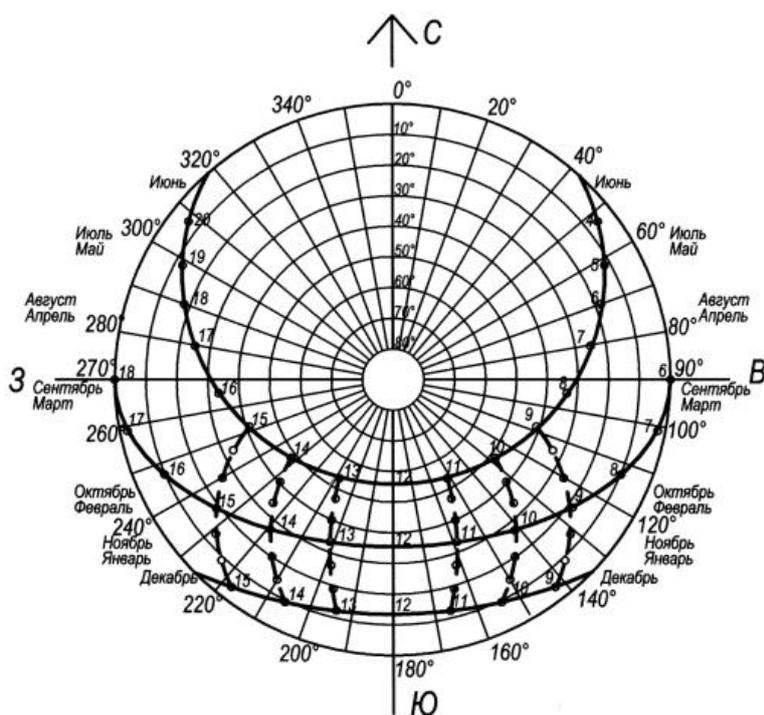


Рис. 1. Развернутая солнечная карта с траекторией движения солнца для 56° сев. шир.

Солнечная карта представляет собой круг горизонта с координатной сеткой высоты солнца h_o (концентрические окружности) и азимутов солнца A_o (азимутальные линии – радиусы, сходящиеся в центре круга, в т. O). Солнечные карты разрабатываются для конкретной широты местности и являются основой для всех радиационных расчётов. Информация о высоте стояния солнца h_o и его азимуте A_o на каждый час суток, содержится в справочной литературе, только следует иметь в виду, что в ряде источников информация о h_o и A_o приводятся на 15-е число месяца, в других на 22-е число месяца. Этим объясняется расхождение данных из разных источников. В архитектурно-строительной практике за расчетную дату принято 21 или 22 число месяца, что отражено и в нормах по инсоляции, и в таблицах Тваровского (приложение).

На координатной сетке нанесена дневная траектория солнца на небосводе на определённую дату месяца или нескольких месяцев. Точка O солнечной карты является местоположением наблюдателя или расчетной точки, к которой сходятся солнечные лучи по азимутальным линиям.

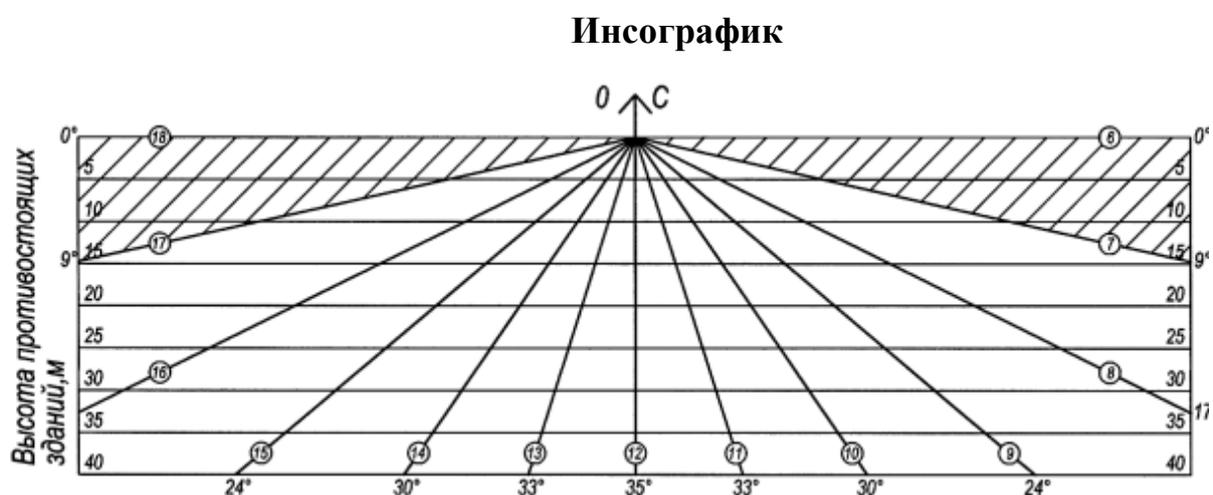


Рис. 2. Инсографик для дня весенне-осеннего равноденствия (56° с.ш.)

Инсографик состоит из объединения двух чертежей.

1. Системы веерных линий, сходящихся в т. O , которые являются частью солнечной карты и моделируют направление солнечных лучей (азимуты A_o) и, следовательно, направление теней в каждый час суток.

2. Квазипараллельные линии, соединяющие вершины теней, образующиеся в течение светового дня от стержней или зданий разных высот, установленных в т. O . Размеры теней, определяются высотами стержней или зданий и высотой стояния солнца (h_o).

В 2017 году были утверждены изменения к СанПиНу по инсоляции, согласно которым расчётная календарная дата для центральной зоны (48–58° с.ш.) перенесена с 22 марта на 22 апреля. 22 апреля солнечные лучи, приходящие в течение дня к т. O , не лежат в одной плоскости как 22 марта.

Однако, используя формулу ($H_o = H \cdot \text{ctg} \cdot h_o$), можно определить размеры теней от стержня или здания, образующиеся в течение светового дня. Линии, проведенные через вершины теней для зданий разных высот, будут представлять собой систему квазипараллельных линий, то есть масштабную шкалу теней. Подход является универсальным, он пригоден для любой даты любого месяца года, достаточно иметь для этой даты информацию о высоте стояния солнца (h_o) и азимуте (A_o) в каждый час светового дня.

Последовательность построения

1. В центре листа бумаги проводят вертикальную линию – ось инсографика, на которой обозначают т. O – начало инсографика (местоположение наблюдателя, расчетная точка).

2. Проводим часовые азимуты (A_o) – направления солнечных лучей в каждый час светового дня, которые собираются к т. O в виде верных линий.

3. От т. O , вдоль часовых азимутов, отмеряют размеры теней от стержней разных размеров.

4. Вершины теней для каждой высоты стержня соединяют линиями, которые являются суточными траекториями вершин теней от стержней, установленных в т. O . Полученная система квазипараллельных линий и представляет собой масштабную шкалу теней (рис. 3).

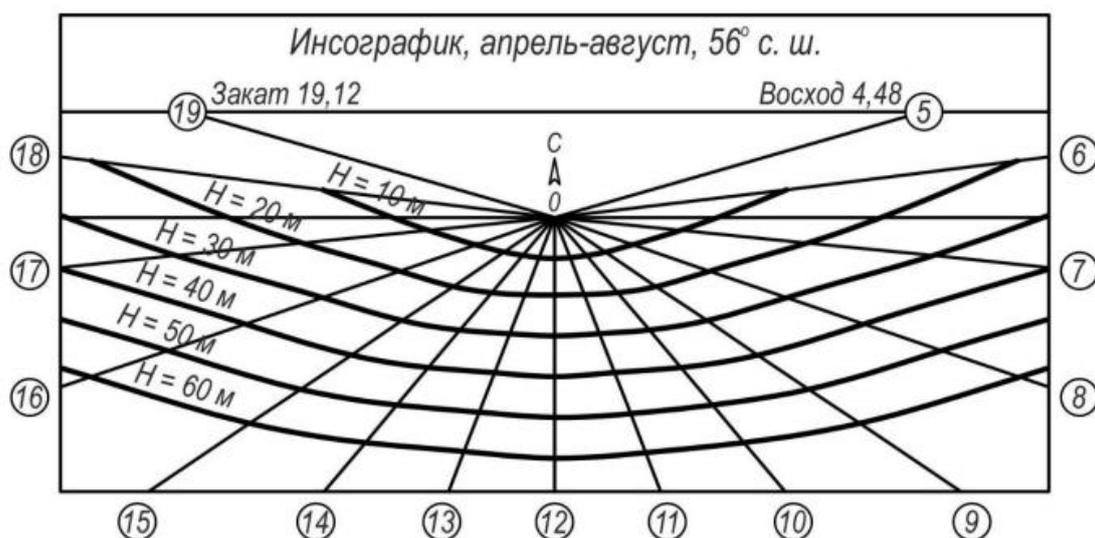


Рис. 3. Инсографик для 56° с.ш. на 22 апреля

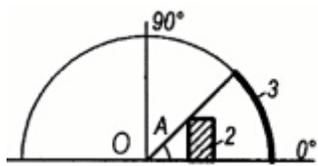
Инсографик разрабатывается для определенной географической широты местности и нормативной календарной даты, а его масштаб должен соответствовать масштабу подосновы. Как правило, это 1:500; 1:1000; 1:2000. Для удобства работы инсографик выполняется на тонком, светопрозрачном носителе.

Солнечная карта и инсографик создаются для нормируемой календарной даты с учетом географической широты места строительства.

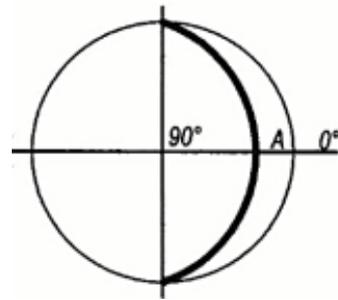
Картограмма объектов затенения

Картограмма объектов затенения создается на основе углов затенения расчетной точки окружающей застройки. Широко используется при анализе инсоляции детских, спортивных, школьных и других площадок, находящихся вблизи отдельно стоящих или группы зданий.

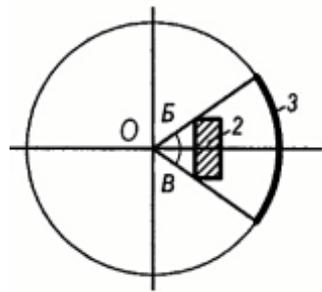
Границы участка небосвода, закрытого от наблюдателя, определяются вертикальными и горизонтальными углами затенения, определение которых поясняется рис. 4.



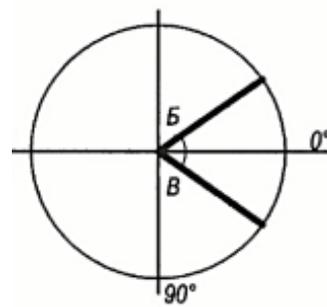
а)



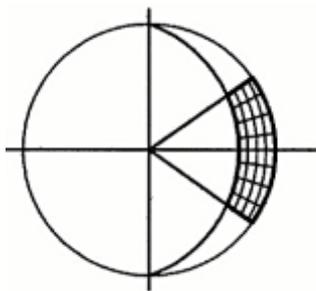
б)



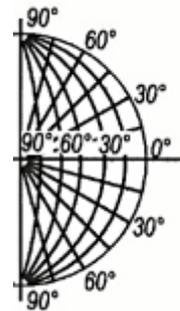
в)



г)



д)



е)

Рис. 4. Построение картограммы затеняющих объектов:

- а) формирование вертикального угла затенения (а) и его изображение на картограмме (б); в) формирование горизонтальных углов затенения (б и в) и их изображение на картограмме (г); д) невидимый наблюдателю участок небосвода (заштрихован) на картограмме; е) контурная сетка картограммы

Картограмма затеняющих объектов показывает, что за время прохождения солнца по выделенному участку небосвода, который невидим наблюдателю, находящемуся в т. **O**, солнечные лучи не попадут в данную точку территории в эти часы, то есть инсоляция отсутствует.

Картограмма светопроёмов

В картограмме светопроёма выделяется та часть небосвода, которую видит наблюдатель из помещения через световой проём. Картограмма светопроёма создаётся на основе инсоляционных углов в светопроёме с учётом пластики фасада (наличия ребер, козырьков, балконов, лоджий).

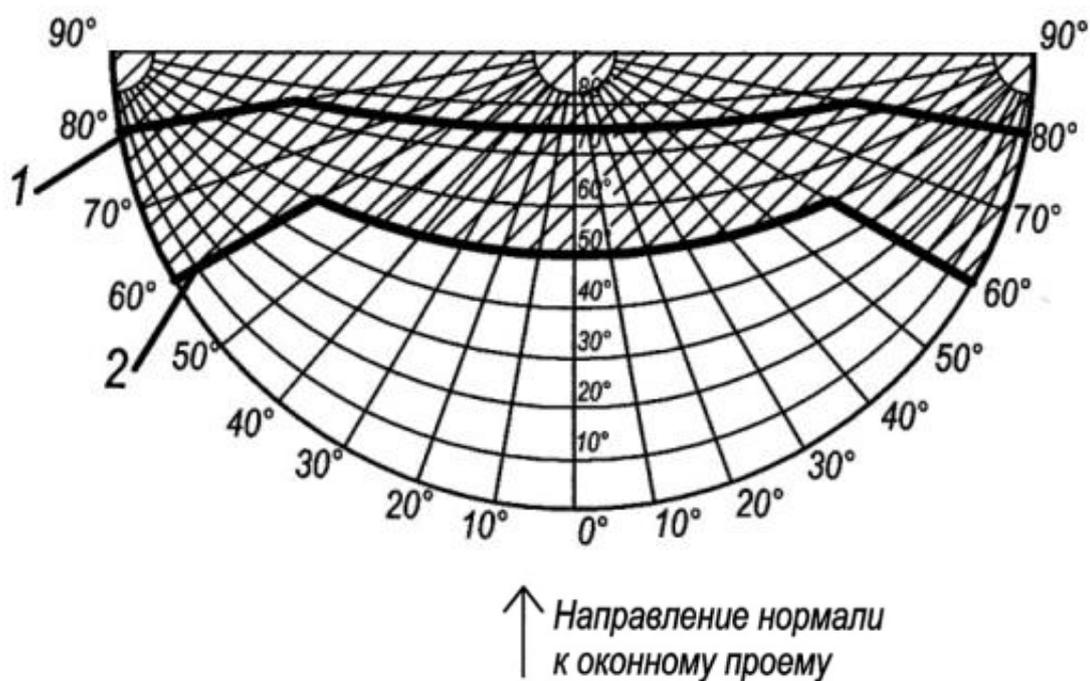


Рис. 5. Картограмма светопроема окна (1) и окна с лоджией (2)

При расчетах продолжительности инсоляции помещений зданий и территорий застройки не учитывается первый час после восхода солнца и последний час перед заходом солнца южнее 58° с. ш. и 1,5 часа для районов севернее 58° с. ш.

Глава 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Цель работы

Целью работы является освоение и развитие практических навыков расчета продолжительности инсоляции детских, спортивных и других аналогичных площадок, а также помещений жилых и основных функциональных помещений общественных зданий.

Задачи работы

В архитектурной практике возникает множество задач при оценке инсоляции территории застройки и помещений зданий, решение которых является обязательной частью проектной документации.

Продолжительность инсоляции точки на территории застройки или помещений зданий зависит от ряда факторов, приобретение навыков учета которых является одной из задач работы.

Так при оценке инсоляции точки на территории требуется планировочное решение застройки, конфигурация и высоты зданий, их ориентация по сторонам света.

При оценке инсоляции помещений зданий требуется учет размеров светопроемов, их ориентация, конструкция фасадных систем (толщина стен, наличие лоджий, балконов, козырьков, рёбер и т.п.), расположение и высота противостоящих зданий.

В процессе выполнения РГР обучающийся освоит разработку и построение графических инструментов по расчету продолжительности инсоляции, а именно – солнечную карту, инсографик, картограмму объекта затенения и картограмму светопроема. Получит навыки оценки продолжительности инсоляции как по солнечной карте, так и по инсографику, как при одиночном затеняющем объекте (здании), так и в застройке, где затеняющих объектов будет несколько.

При выполнении РГР решаются следующие задачи.

1. Определяются почасовые координаты солнца для заданного города.
2. Строится солнечная карта.
3. Строится инсографик.
4. Определяется продолжительность инсоляции точки на территории вблизи затеняющего здания по инсографику.
5. Определяется продолжительность инсоляции точки на территории вблизи затеняющего здания по солнечной карте.
6. Определяется продолжительность инсоляции точки на территории внутри группы зданий по инсографику.
7. Определяется продолжительность инсоляции точки на территории внутри группы зданий по солнечной карте.
8. Определяется продолжительность инсоляции заданного помещения, обращенного к противостоящим зданиям по инсографику.
9. Определяется продолжительность инсоляции заданного помещения, обращенного к противостоящим зданиям по солнечной карте.
10. Определение гарантийно-инсоляционной зоны (ГИЗ) для заданного помещения.
11. Определение продолжительности затенения или облучения расчетных точек при построении конверта теней от здания.

Индивидуальное задание

Индивидуальное задание для выполнения РГР определяется двухзначным цифровым кодом.

Исходные данные для выполнения задач с 1 по 5 и 10 приведены на рис. 6 и в табл. 1, а для задач с 6 по 9 – на рис. 7 и табл. 2.

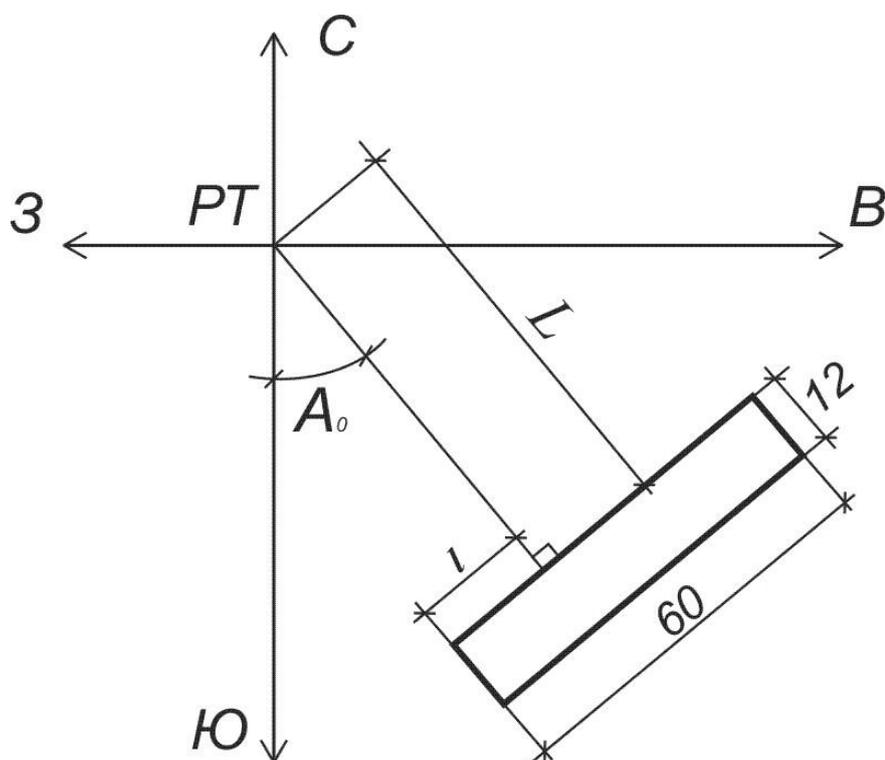


Рис. 6. Расчетная схема для определения продолжительности инсоляции точки на территории вблизи затеняющего здания

Таблица 1

Варианты заданий к расчетной схеме по рис. 1

№ п/п	Город	№ п/п	Параметры расчетной схемы			
			A_0 , град.	L , м	H , м	l , м
1	Ярославль	1	20	20	30	0
2	Москва	2	40	30	40	20
3	Н. Новгород	3	55	40	50	40
4	Ижевск	4	70	50	70	60
5	Ульяновск	5	20	20	30	0
6	Самара	6	40	30	40	20
7	Саратов	7	55	40	50	40
8	Волгоград	8	70	50	70	60
9	Элиста	9	20	30	40	20
0	Новороссийск	0	40	40	50	40

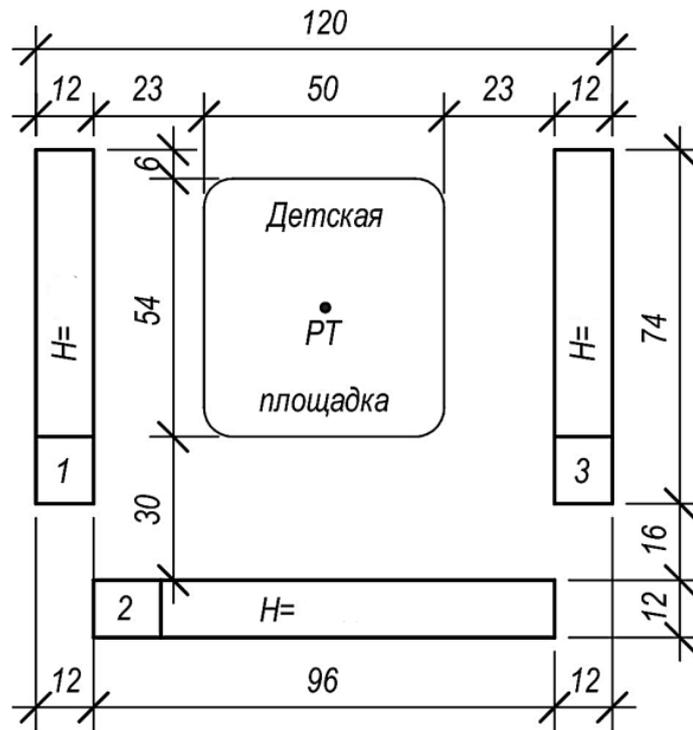


Рис. 7. Фрагмент застройки микрорайона с детской площадкой

Таблица 2

Варианты заданий к расчетной схеме микрорайона по рис. 2

№ п/п	Отклонение оси застройки $A_{от}$, град.		№ п/п	Высота зданий H , м			Размеры окна (h/b), м
	На восток	На запад		H_1	H_2	H_3	
1	40	—	1	40	30	40	1,5/1,8
2	30	—	2	40	40	40	1,5/1,8
3	20	—	3	50	50	50	1,5/1,8
4	10	—	4	50	40	60	1,8/1,8
5	0	—	5	40	50	60	1,8/1,8
6	—	40	6	60	50	40	1,8/1,8
7	—	30	7	50	40	30	1,8/1,8
8	—	20	8	40	30	20	1,8/2,1
9	—	10	9	60	60	40	1,8/2,1
0	—	0	0	30	30	30	1,8/2,1

Последовательность выполнения РГР

Задачи 1, 2 и 3 выполняются для города, заданного по табл. 1. Все последующие задачи в РГР решаются для этого же города.

Задачи 4 и 5 выполняются по расчетной схеме рис. 6, параметры которой заданы в табл.1.

Задачи 6 и 7 выполняются по расчетной схеме рис. 7, параметры которой заданы в табл. 2.

Параметры расчетной схемы по рис. 7 – *PT1* и *PT2*, а также размеры окна по табл. 2 в заданиях 6 и 7 не используются, они предназначены для задач 8 и 9.

Задачи 8 и 9 выполняются также по расчетной схеме рис. 7 с теми же параметрами схемы по табл. 2.

Для решения этих задач используются расчетные точки в светопроёмах помещений *PT1* и *PT2*, а также размер окон, заданный в табл. 2.

Для решения этих задач используются расчетные точки *PT1* и *PT2* в светопроёмах помещений, а также размер окна, заданный в табл. 2.

Используются дополнительные параметры для расчёта – **единые для всех индивидуальных вариантов**: размеры помещения (высота 2,5 м, ширина 3,3 м), размеры лоджии (ширина 3,3 м, глубина 1,2 м), толщина наружной стены 0,51 м.

В задачах 8 и 9 определяется продолжительность инсоляции в двух помещениях с расчетными точками в светопроёмах *PT1* и *PT2* для окна без лоджии и окна с лоджией.

Задача 10 и 11 выполняется для здания по расчетной схеме рис. 6 с заданной ориентацией, которая определена азимутом A_0 по табл. 1.

Глава 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

3.1. Определение почасовых координат солнца на небосводе для заданного города (задача 1)

Для заданного города определяется географическая широта местности, по которой устанавливается нормируемая календарная дата оценки инсоляции.

Для установленной географической широты и календарной даты по таблице М. Тваровского определяются координаты солнца каждый час светового дня: высоты солнца h_0 (град) и его азимут A_0 (град). Координаты солнца заносятся в таблицу.

Пример 1. Определить координаты солнца для г. Казань. Географическая широта г. Казань – 56° , а соответствующая этой широте нормируемая календарная дата – 22 апреля.

Для указанной географической широты и календарной даты координаты солнца определены по таблице М. Тваровского (приложение) и заносятся в таблицу.

Таблица 3

Координаты солнца для г. Казань (56° с.ш. на 22.04)

Координаты солнца, град.								
	Восход и закат	6 и 8	7 и 17	8 и 16	9 и 15	10 и 14	11 и 13	12
Высота, h_0	0	10	18	26	34	40	44	46
Азимут, A_0 (от напр. на юг)	± 108	± 97	± 84	± 71	± 56	± 40	± 21	0
<i>Примечание: восход в 4 ч. 48 мин., закат в 19 ч. 12 мин.</i>								

Знаки «+» и «-» у значений азимутов A_0 указывают на их отчет в сторону востока или запада от направления на юг, для которого $A_0=0$.

3.2. Построение солнечной карты (задача 2)

Для построения солнечной карты вычерчивается координатная сетка, выполненная в круг горизонта, которая состоит из концентрических окружностей и радиусов, сходящихся в центре круга.

Концентрические окружности моделируют высоту солнца h_0 с шагом по 10° от периметра круга, где $h_0=0^\circ$, до центра круга, где $h_0=90^\circ$. Радиусы определяют азимуты солнца. На координатной сетке они проводятся через каждые 10° от направления на юг, где $A_0=0^\circ$, в сторону востока и запада, рис. 8а. Для некоторых задач отчет азимутов целесообразно выполнять от направления на север по ходу часовой стрелки, рис. 8б.

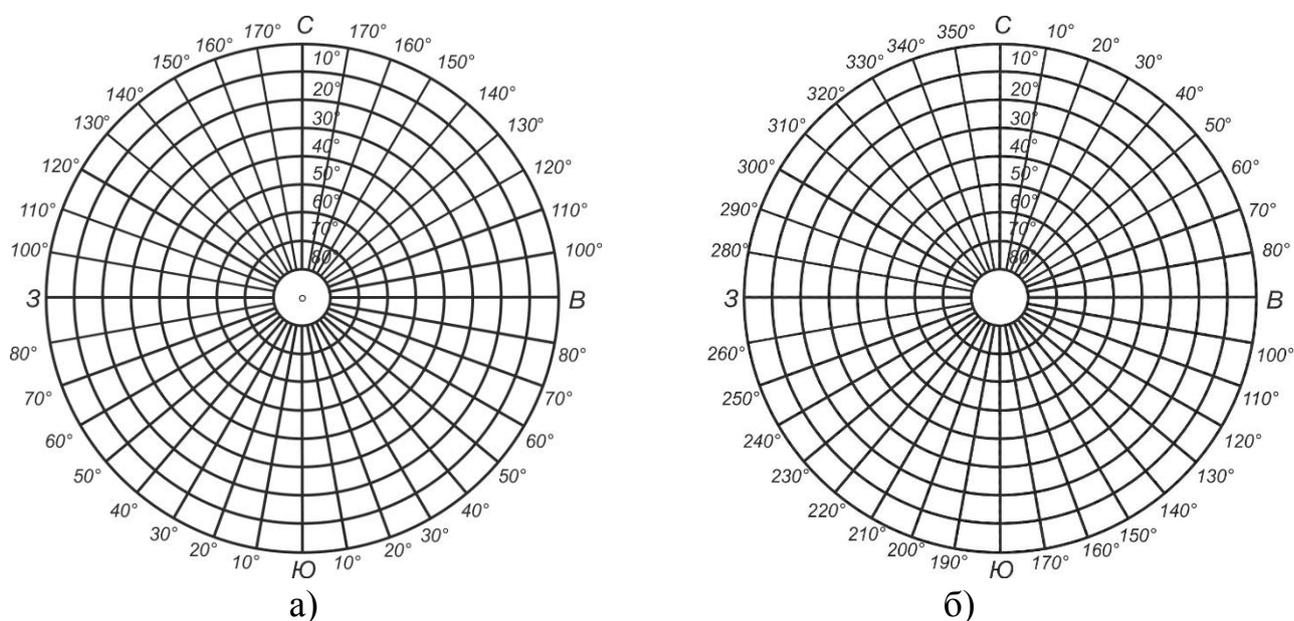


Рис. 8. Координатная сетка для построения солнечной карты

Определённые в пункте 1 координаты солнца h_0 и A_0 наносят на координатную сетку. Соединив положение солнца в каждый час суток плавной линией, получим проекцию траектории солнца в течение светового дня на горизонтальную поверхность, то есть на солнечную карту.

Пример 2. Построить солнечную карту для г. Казань на 22.04.

Координаты солнца для Казани на 22.04 определены в примере 1, табл. 3. После перенесения координат солнца на солнечную сетку получим солнечную карту для г. Казань на 22.04, рис. 9.

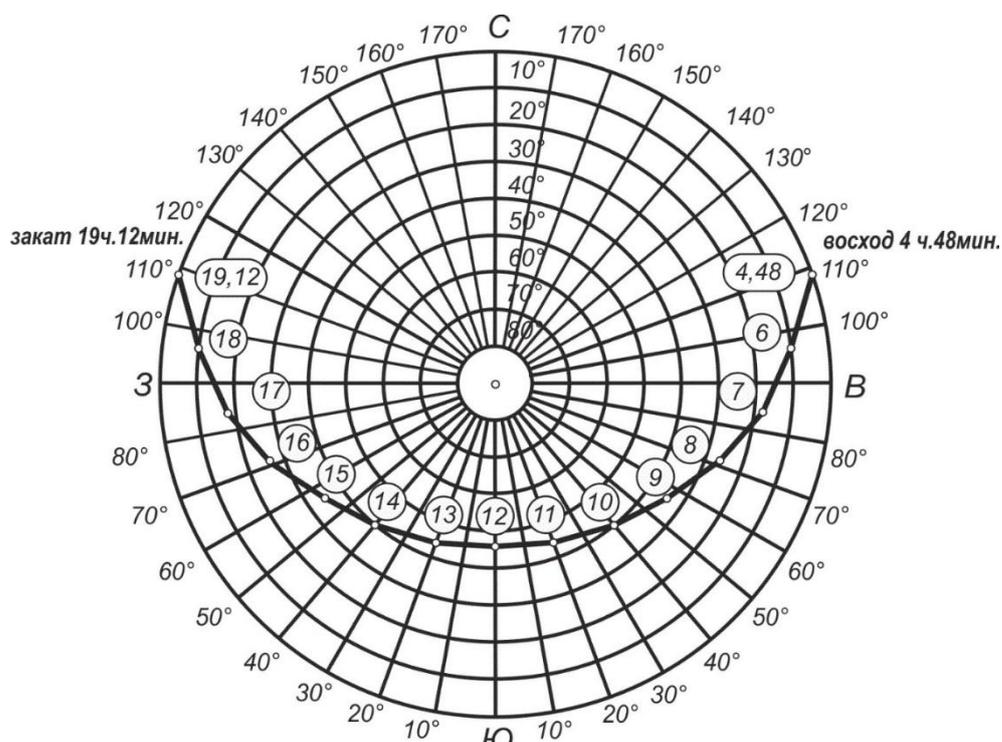


Рис. 9. Солнечная карта для г. Казань (56° с.ш. на 22.04)

3.3. Построение инсографика (задача 3)

Инсографик состоит из объединения двух систем линий:

1. Системы веерных линий, сходящихся в центре инсографика, т. *O*, которые являются азимутами солнца в каждый час суток и показывают направление солнечных лучей в эти часы, а, следовательно, и направление теней в эти часы суток.

2. Системы квазипараллельных линий, соединяющих вершины теней, образующихся в течение суток, от стержней или зданий различных высот, установленных в т. *O*. Полученная система квазипараллельных линий представляет собой масштабную шкалу теней.

Размеры теней определяются высотой стержня или здания (*H*, м) и высотой солнца (*h*, град.) в каждый час суток по формуле:

$$\text{Тень от здания высотой } H = H \cdot \text{ctg} h_o. \quad (1)$$

Последовательность построения инсографика.

1. В центре листа бумаги проводят вертикальную линию – ось инсографика, на которой обозначают т. *O* – начало инсографика (местоположение наблюдателя, расчетная точка).

2. Проводим часовые азимуты (A_o) – направления солнечных лучей в каждый час светового дня, которые собираются к т. O в виде верных линий.

3. От т. O вдоль часовые азимуты отмеряют размеры теней от стержней разных размеров.

4. Вершины теней для каждой высоты стержня соединяют линиями, которые являются суточными траекториями вершин теней от стержней, установленных в т. O . Полученная система квазипараллельных линий и представляет собой масштабную шкалу теней.

Следует обратить внимание на то, что квазипараллельные линии размера теней на инсографике маскируются высотами стержней H , м, в то время как размеры теней на инсографике равны произведению $H \cdot \text{ctg} h_o$. При этом, масштаб инсографика должен соответствовать масштабу исследуемой подосновы или застройки (1:500; 1:1000; 1:1500; 1:2000).

Пример 3. Построить инсографик для г. Казани (56° с.ш.) на 22.04.

Координаты солнца для г. Казани приведены ранее в табл. 3. Размеры теней от зданий различных высот в различные часы суток определены по формуле (1) и приведены в табл. 4.

Таблица 4

Расчет параметров инсографика для г. Казань (56° с.ш. на 22.04)

Координаты солнца, град.	Часы суток						
	6 и 8	7 и 17	8 и 16	9 и 15	10 и 14	11 и 13	12
Азимут, A_o (от напр. на юг)	± 97	± 84	± 71	± 56	± 40	± 21	0
Высота стояния, h_o	10	18	26	34	40	44	46
$\text{ctg} h_o$	5,67	3,08	2,05	1,48	1,19	1,04	0,97
Высота стержня	Протяженность тени от стержня высотой $H = H \cdot \text{ctg} h_o$, м						
$H=10$ м.	57	31	20	15	12	10,4	9,7
$H=20$ м.	114	62	40	30	24	20	19
$H=30$ м.	171	93	60	45	36	30	29
$H=40$ м.	228	124	80	60	48	40	39
$H=50$ м.	285	155	100	75	60	50	49
$H=60$ м.	342	186	120	90	72	60	59

Общий вид инсографика, построенного по данным табл. 4. приведён на рис. 10.

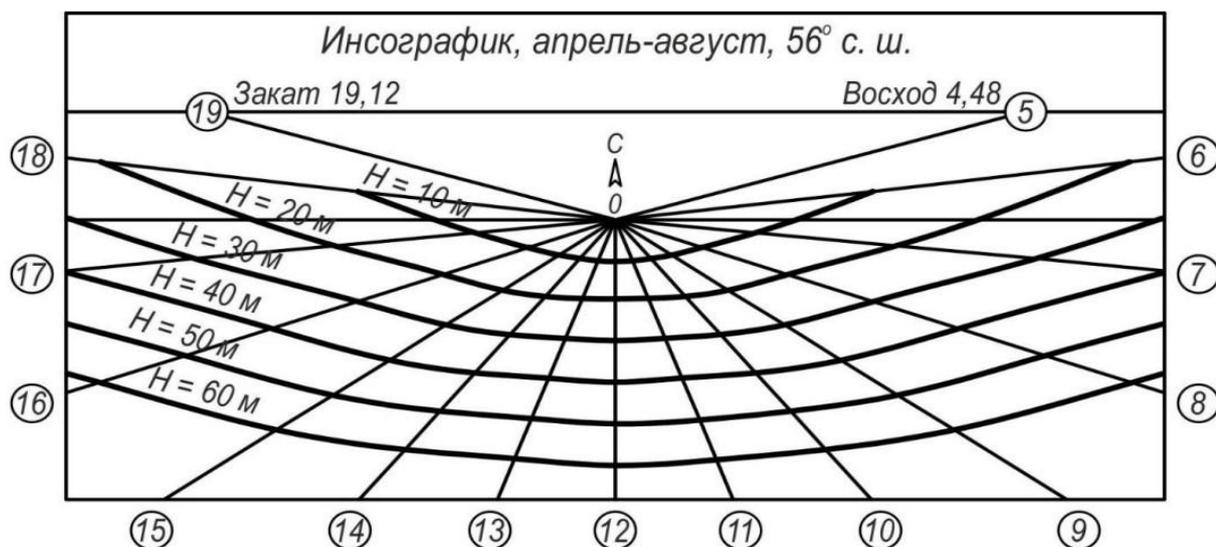


Рис. 10. Инсографик для г. Казань (56° с.ш. на 22.04)

Для удобства работы с инсографиком размеры теней в ранние и поздние часы суток следует ограничивать, как это показано на рис. 10.

3.4. Продолжительность инсоляции точки на территории вблизи затеняющего здания

Задача решается на расчетной схеме по рис. 6. Параметры расчетной схемы определяются по табл.1 в соответствии с индивидуальным двухзначным кодом: A_0 , h_0 , H и l . Размеры затеняющих зданий в плане одинаковые для всех вариантов: высота зданий $H=60$ м и ширина $b=12$ м.

3.4.1. Определение продолжительности инсоляции по инсографу (задача 4)

По индивидуальным параметрам вычерчивается расчетная схема. Инсограф, определённый ранее для заданного города по п. 3.3, накладывается на расчетную схему так, чтобы центр инсографика, т. O , совместился с расчетной точкой (PT), а ось инсографика расположилась по направлению север-юг.

Важно! Расчетная схема и инсограф должны быть выполнены в одном масштабе.

На инсографике, совмещенном с расчетной схемой, отмечается участок здания высотой H или его часть, которая расположена между PT и траекторией

тень от здания той же высоты H . Этот участок будет затенять PT . Отмечают часы начала и окончания затенения PT от здания или его частей.

Пример 4. Определить продолжительность инсоляции PT на территории вблизи затеняющего здания в условиях г. Казани, **по инсографику**.

Для решения используется расчетная схема по рис. 11. Параметры расчетной схемы: $A_0 = 47^\circ$, $L = 37$ м, $H = 30$ м, и $l = 10$ м, размеры здания в плане 10×30 м.

По заданным параметрам вычерчивается расчетная схема в масштабе $1:1500$, рис.11.

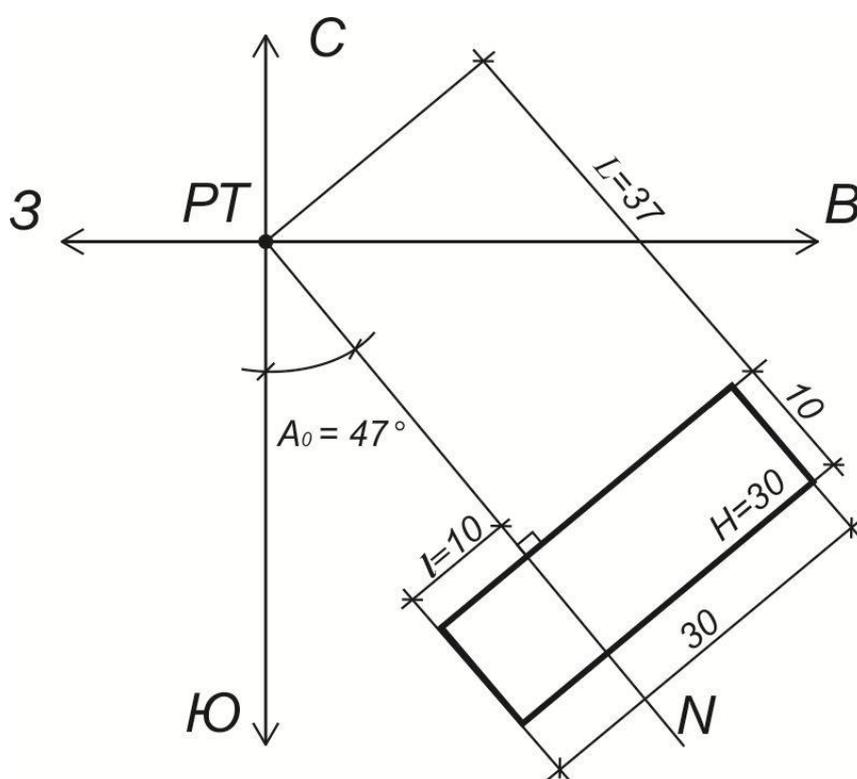


Рис. 11. Расчетная схема к примеру 4

Инсографик, определённый для г. Казани в примере 3, накладывается на расчетную схему так, чтобы т. O инсографика совместились с PT , его ось расположилась по направлению север-юг, рис. 12.

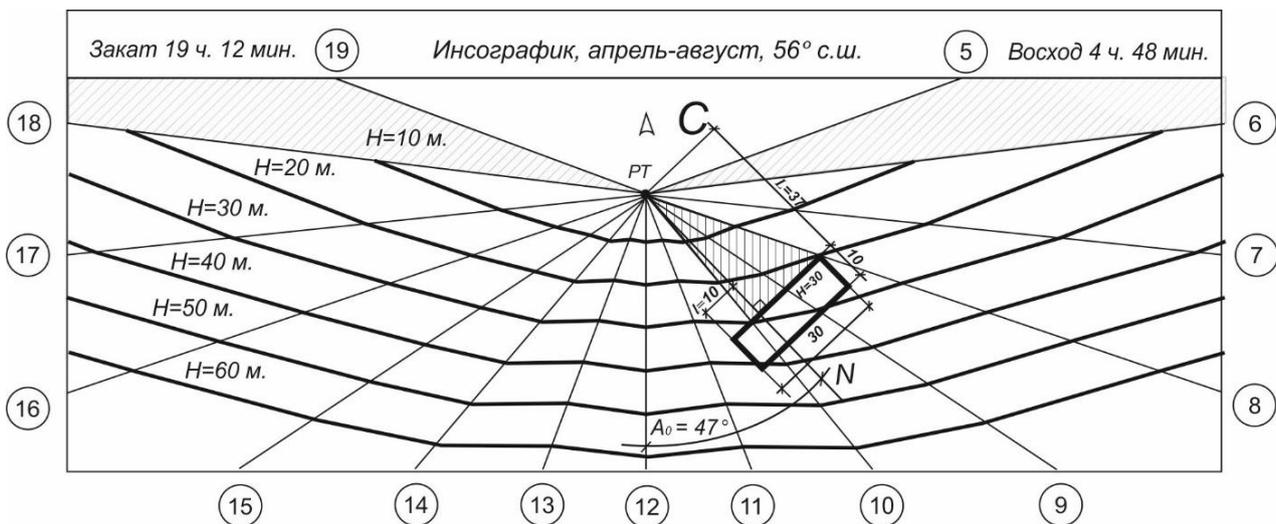


Рис. 12. Инсографик, совмещённый с расчетной схемой

Из рис. 12 видно, что часть здания ($H=30$ м) расположена между PT и траекторией теней от здания (или стержней) той же высоты $P=30$ м. Эта часть здания затеняет PT с 8-00 до 10-00. В остальные часы суток PT облучается солнечной радиацией. Общая продолжительность инсоляции PT составляет: с 6-00 до 8-00 (2 часа) и с 10-00 до 18-00 (8 часов), то есть 10 часов.

3.4.2. Определение продолжительности инсоляции по солнечной карте (задача 5)

Принцип определения продолжительности инсоляции PT на территории по солнечной карте заключается в построении картограммы затенения здания относительно PT и объединения полученной картограммы с солнечной картой.

Солнечная карта заданного города определена ранее в п. 3.3.

Для построения картограммы объекта затенения требуется определить горизонтальные и вертикальные углы затенения по заданной расчетной схеме и перенести их на контурную сетку картограммы.

Схемы к определению горизонтальных углов затенения (B и B) расчетной схемы относительно PT приведены на рис. 13а, а вертикальный угол затенения (A) – на рис. 13б.

Вертикальный угол затенения (A) определяется по направлению нормали к поверхности здания, проведённого из PT .

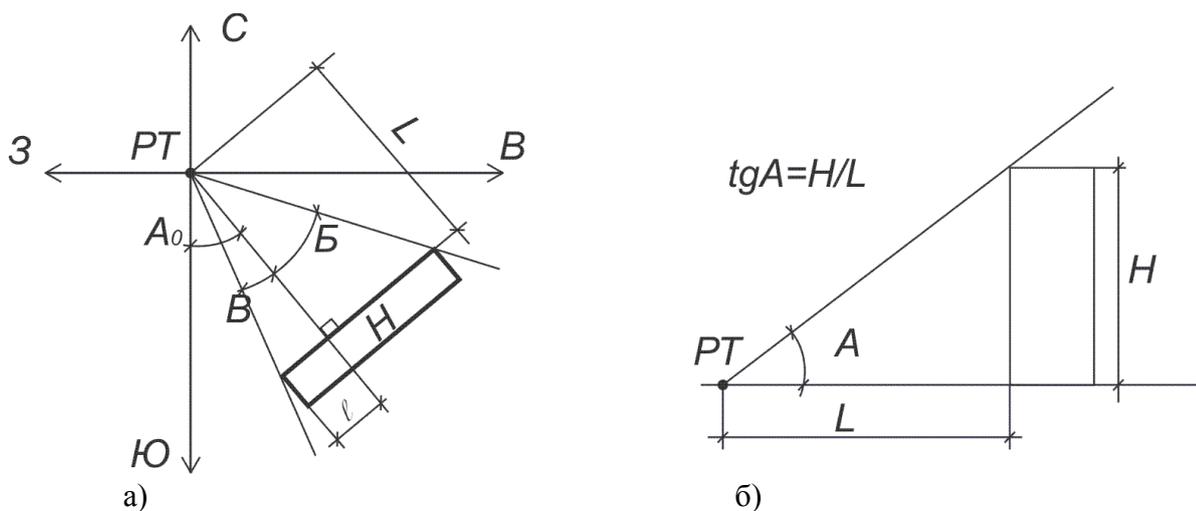


Рис. 13. Схемы к определению горизонтальных (а) и вертикальных (б) углов затенения PT

На рис. 14 приведена картограмма затенения здания после переноса углов затенения на контурную сетку.

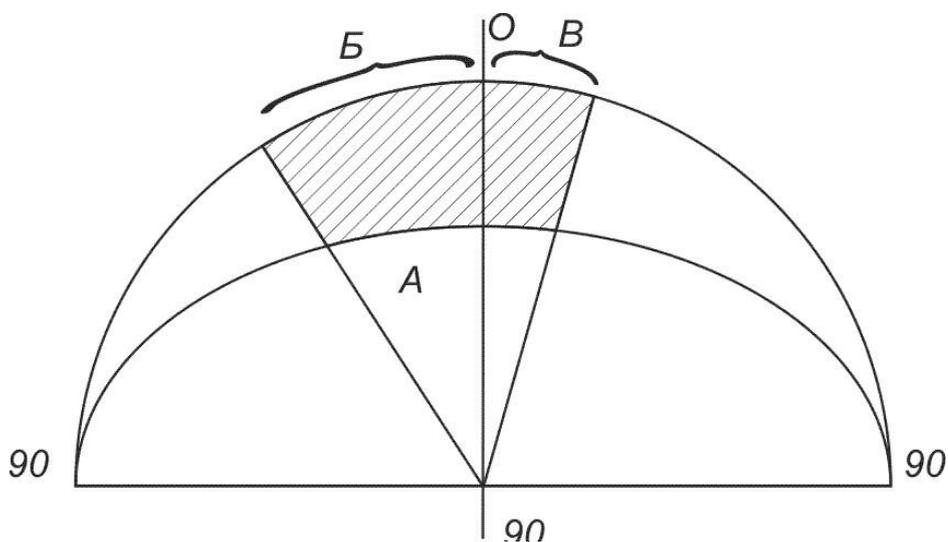


Рис. 14. Картограмма затенения PT зданием

При наложении картограммы затенения на солнечную карту должны соблюдаться два требования:

1. Диаметры картограммы затенения и солнечной карты должны быть одинаковыми.

2. Ось картограммы должна совпадать с направлением нормали к плоскости фасада (азимутом A_0 от направления на юг).

Продолжительность затенения PT зданием определяется часами суток, в которые траектория солнца окажется внутри картограммы затенения. В остальные часы суток PT будет освещена солнечным светом.

Пример 5. Определить продолжительность инсоляции PT на территории вблизи затеняющего здания в условиях г. Казани по солнечной карте.

Исходные данные для расчета приняты по примеру 4, в котором оценка инсоляции определялась по инсографику. Солнечная карта для г. Казани, построенная в примере 2 (рис. 9).

Горизонтальные углы затенения (B и B') определяются по расчетной схеме, приведённой на рис. 15, из которого следует, что угол $B=25^\circ$, а угол $B'=18^\circ$.

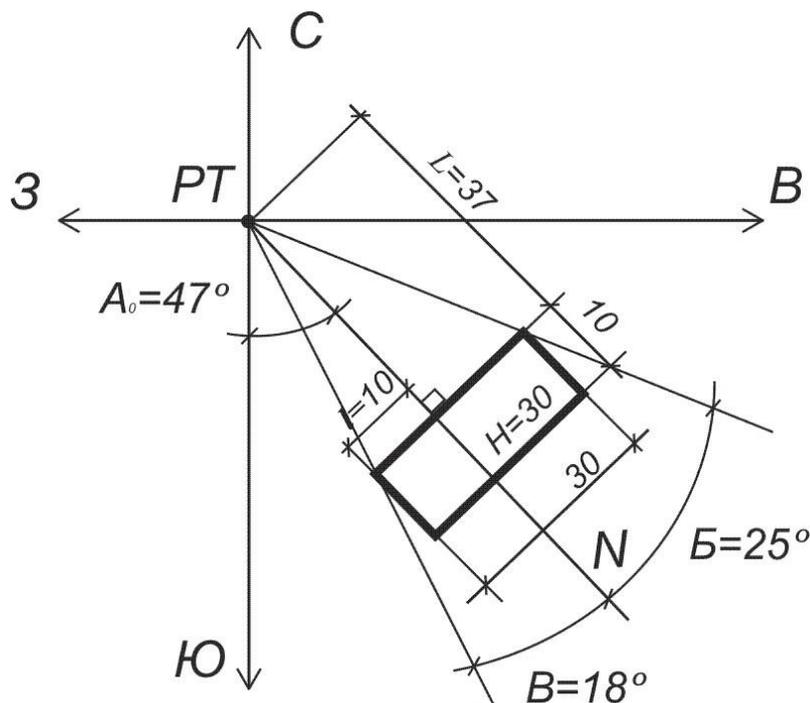


Рис. 15. Определение горизонтальных углов затенения

Вертикальный угол затенения определяется из выражения $\text{tg}A=H/L=30/37=0,8108$. Угол A равен 39° . Перенеся углы затенения на контурную сетку, получим картограмму затенения PT зданием, рис. 16.

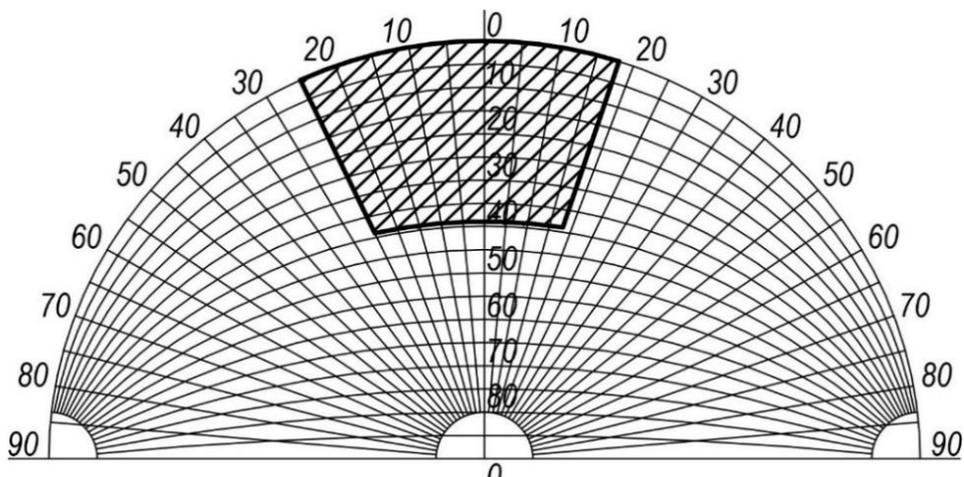


Рис. 16. Картограмма затенения *PT* зданием

На рис. 17 приведено совмещение картограммы затенения с солнечной картой, из которой следует, что траектория солнца оказывается внутри картограммы затенения с 7-50 до 9-50, следовательно, в этот период времени *PT* затенена зданием.

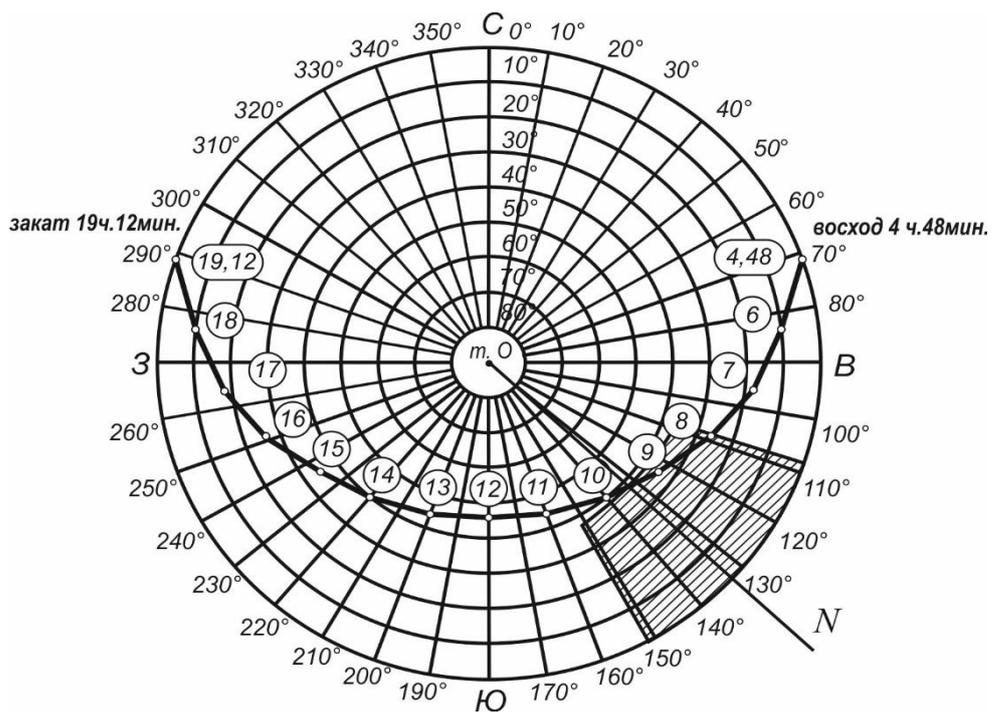


Рис. 17. Солнечная карта, совмещенная с картограммой затенения *PT* зданием. *N* – нормаль к фасаду затеняющего здания из точки *O*

После исключения одного часа после восхода и одного часа перед закатом продолжительность инсоляции составляет с 6-00 до 7-50 (1 час 50 мин.) и с 9-50 до 18-00 (8 часов 10 мин.), то есть 10 часов.

При сравнении результатов расчетов продолжительности инсоляции по инсографику и солнечной карте следует, что общая продолжительность инсоляции PT одинаковая – 10 часов.

Расхождение отмечено в начале и окончании затенения PT зданием: начало 7-50 и 8-00, окончании 9-500 и 10-00. Расхождение в 10 минут считается допустимым.

3.5. Продолжительность инсоляции точки на территории внутри детской площадки

Задача решается на расчетной схеме застройки с детской площадкой, приведенной на рис. 7. Параметры расчетной схемы определяются по табл. 2 в соответствии с индивидуальным двухзначным кодом: $A_{от}$, H_1 , H_2 , H_3 . Размеры зданий в плане и параметры застройки, приведённые на рис.7, одинаковы для всех вариантов.

Расчетная схема застройки с детской площадкой вычерчивается с заданным отклонением от застройки от направления на север, юг, восток или запад $A_{от}$. Указываются заданные высоты зданий H_1 , H_2 , H_3 .

3.5.1. Определение по инсографику (задача б)

Инсографик, определённый ранее по п. 3.3 для заданного города совмещается с расчетной схемой так, чтобы центр инсографика, т. О совмещался с PT на детской площадке, а ось инсографика совпала с направлением север-юг. **Расчетная схема и инсографик должны быть выполнены в одном масштабе.**

На инсографике, совмещённом с расчетной схемой застройки, отмечаются участки, в которых здания высотой H или их части располагаются между PT и траекториями теней от зданий той же высоты H . Эти участки будут экранировать проход солнечных лучей к PT , отмечаются часы начала и окончания затенения PT по каждому зданию застройки. В другие часы суток солнечные

лучи приходят к **PT**, а общая продолжительность инсоляции детской площадки определяется суммированием периодов облучения **PT**.

Пример 6. Определить продолжительность инсоляции **PT** на детской площадке в застройке в условиях г. Казани по инсографику.

Для решения используется расчетная схема застройки по рис. 7. Параметры расчетной схемы: $H_1=30$ м, $H_2=40$ м, $H_3=30$ м, ось застройки отклонена на запад на 23° , то есть $A_{от}=23^\circ$.

Инсографик, определённый для г. Казани в примере 3, совмещается с расчетной схемой застройки так, чтобы центр инсографика, т. **O** совместился с **PT** детской площадки, а ось инсографика расположилась по направлению север-юг, рис. 18.

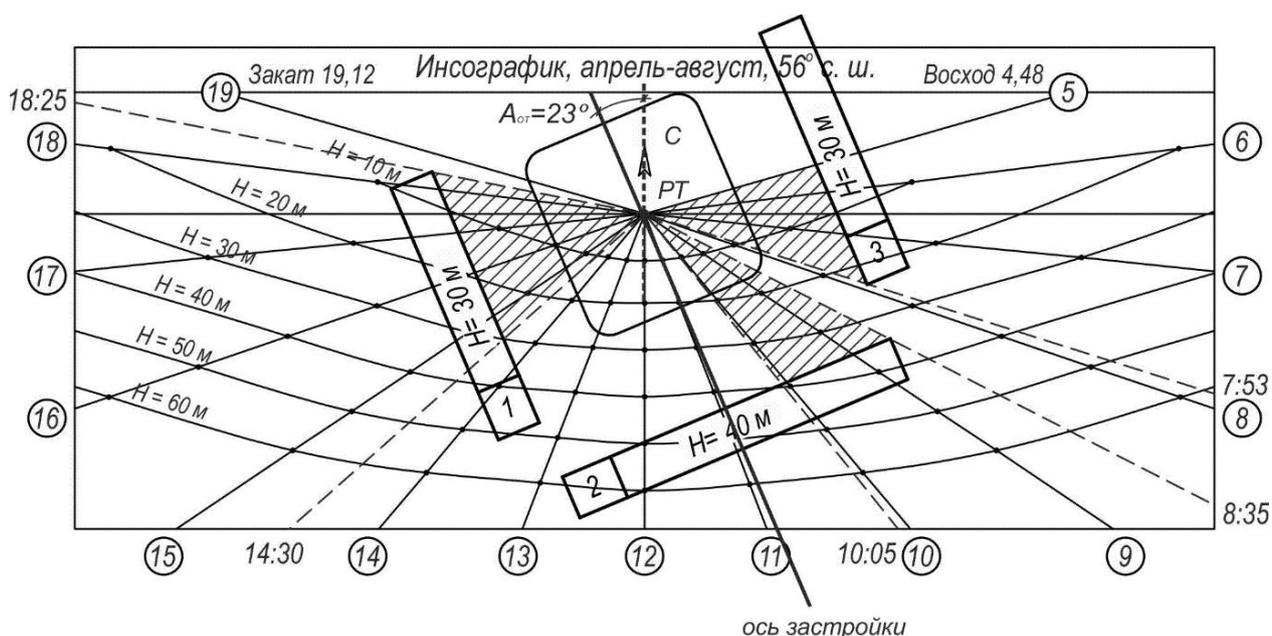


Рис. 18. Инсографик совмещенный с расчетной схемой застройки

Из рис. 18 видно, что расчетная точка на детской площадке инсолируется с 7-53 до 8-35 (42 мин.) и с 10-05 до 14-30 (4 часа 25 мин.). Общая продолжительность инсоляции **PT** составляет 42 мин. + 4 часа 25 мин. = 5 часов 7 мин.

3.5.2. Определение по солнечной карте (задача 7)

Принцип определения продолжительности инсоляции *PT* на территории застройки по солнечной карте заключается в построении картограммы затенения всех зданий застройки относительно *PT* и объединения полученных картограмм с солнечной картой.

Метод определения картограмм затенения зданий относительно *PT* описан в п. 3.4.2.

При наложении картограмм затенения на солнечную карту должны соблюдаться два требования:

1. Диаметры картограмм затенения и солнечной карты должны быть одинаковыми.
2. Оси картограмм должны совпадать с направлением нормали к плоскости фасада.

Продолжительность затенения *PT* в застройке определяется часами суток, в которые траектория солнца окажется внутри картограмм затенения. В остальные часы суток *PT* будет освещена солнечными лучами.

Пример 7. Определить продолжительность инсоляции *PT* на территории детской площадки внутри застройки в условиях г. Казани по солнечной карте.

Для решения задачи приняты исходные данные использованные в примере 6, при оценке продолжительности по инсографику. Солнечная карта для г. Казани построена в примере 2, рис. 9. Горизонтальные углы затенения (Б и В) зданий относительно *PT* определяются на схеме застройки, рис. 19.

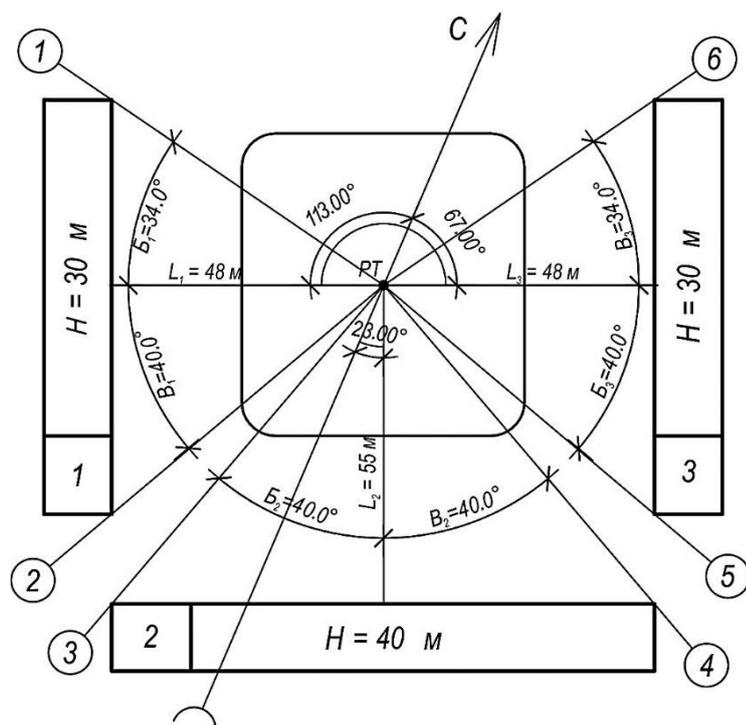


Рис. 19. К расчету горизонтальных углов затенения *PT* на детской площадке на фрагменте микрорайона

Вертикальные углы затенения (*A*) определены из соотношения $tgA=H/L$, где *H* – высота здания, а *L* – расстояние от *PT* по нормали к плоскости фасада. Значения *H* и *L* для каждого задания приведены на рис. 19.

Значения горизонтальных и вертикальных углов затенения объединены в табл. 5.

Таблица 5

Горизонтальные и вертикальные углы затенения *PT* на фрагменте застройки микрорайона

Наименование углов	Номера зданий		
	1	2	3
Горизонтальные углы затенения, <i>B+B</i> , град.	34+40	40+40	40+34
Вертикальные углы затенения, <i>A</i> , град.	32	37	32
Высота здания, <i>H</i> , м	30	40	30
Расстояние от здания до точки <i>PT</i> по нормали к фасаду, <i>L</i> , м	48	53	48
$tgA=H/L$	0,625	0,754	0,625

Путём переноса горизонтальных и вертикальных углов затенения на контурную сетку получены картограммы затенения зданий застройки. В качестве примера на рис. 20 приведена картограмма затенения здания № 2.

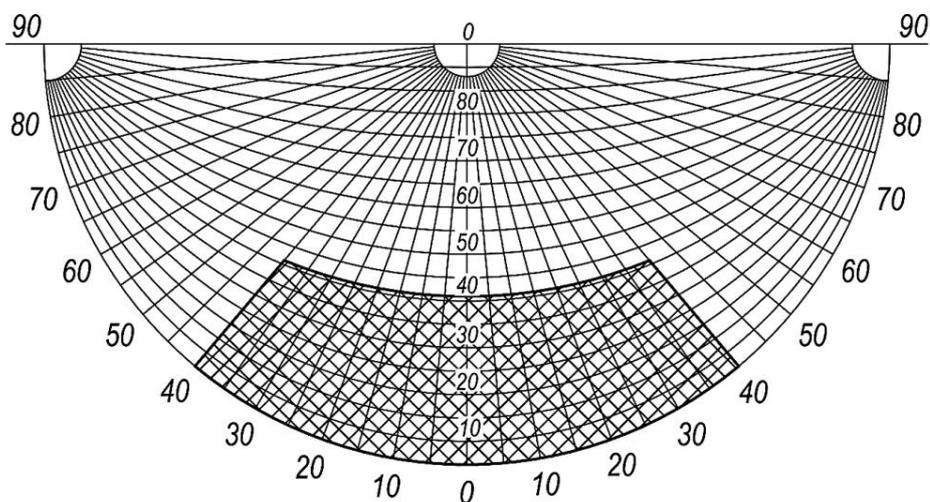


Рис. 20. Картограмма затенения здания № 2

Картограммы затенения для зданий переносятся на солнечную карту с сохранением азимутов нормали к зданиям из *PT*, рис. 21.

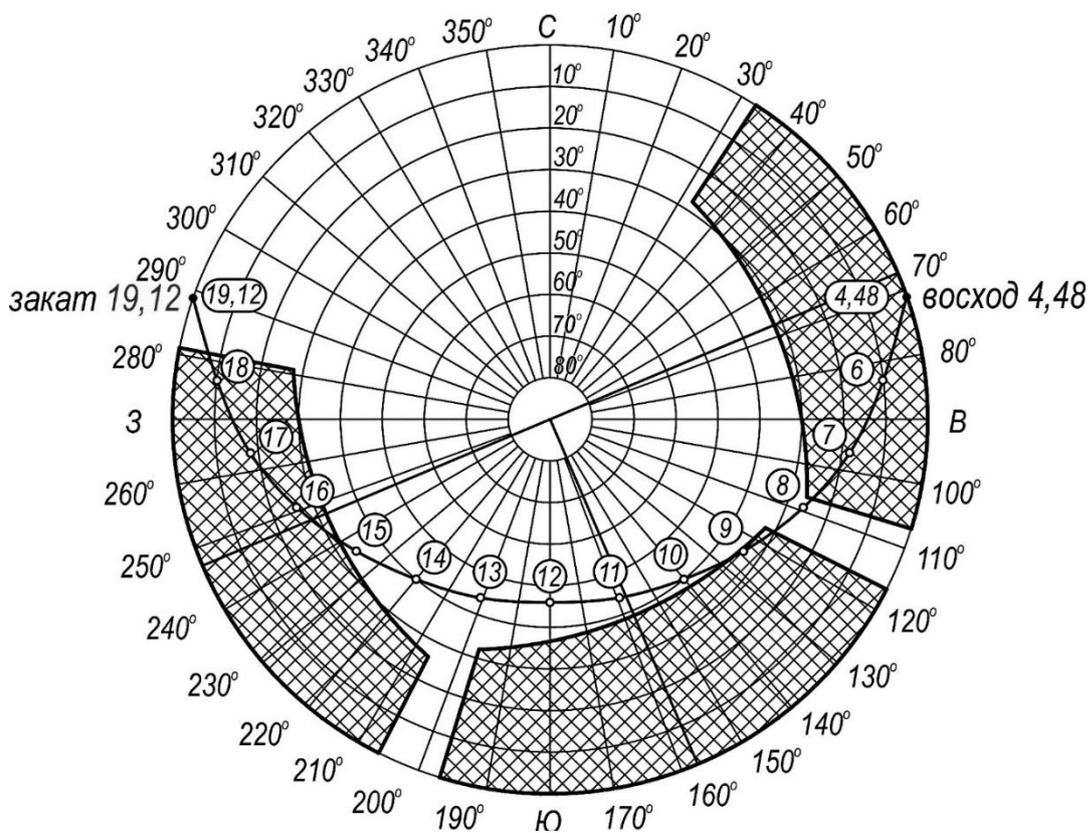


Рис. 21. Солнечная карта, совмещённая с картограммами затенения зданий

Из рис. 21 видно, что т. *O* солнечные карты, а вместе с ней и *PT* фрагмента микрорайона, облучается в два периода с 7:50 до 8:30 (40 минут) и с 9:15 до 15:15 (6 часов). Суммарная продолжительность инсоляции составляет 6 часов 40 минут.

При сопоставлении полученного результата с продолжительностью инсоляции *PT* по инсографику (рис. 18) следует отметить, что характер облучения идентичен, но абсолютные результаты отличаются. Это расхождение можно отнести за счет неточности графика.

3.6. Продолжительность инсоляции заданного помещения, обращённого к противостоящим зданиям

Продолжительность инсоляции помещений определяется на расчетной схеме застройки по рис. 7, параметры которой определяются по табл. 2 в соответствии с индивидуальным двухзначным кодом: $A_{от}$, H_1 , H_2 , H_3 , h/b . Толщина наружных стен 0,51 м и размеры лоджии 3×1,2 м принимаются едиными для всех вариантов.

В данной задаче определяется продолжительность инсоляции двух помещений в здании № 1, расположенных в северном (*PT1*) и в южном (*PT2*) концах здания, для окна с лоджией и без лоджии

3.6.1. Определение по инсографику (задача 8)

При оценке инсоляции помещений по инсографику важными параметрами расчета являются: параметры помещения и фасадных систем, ориентация светопроема (азимут нормали к плоскости фасада), размеры светопроёма и толщина наружных стен, которые определяют горизонтальные и вертикальные инсоляционные углы, и расположение *PT* в светопроёмах.

Расположение *PT* и инсоляционных углов определяются на планах и разрезах светопроёмов, выполненных в масштабе 1:20 или 1:50. Этот масштаб

позволяет получить более точную оценку величины инсоляционных углов и расположения PT в окне без лоджии и в окне с лоджией, рис. 22.

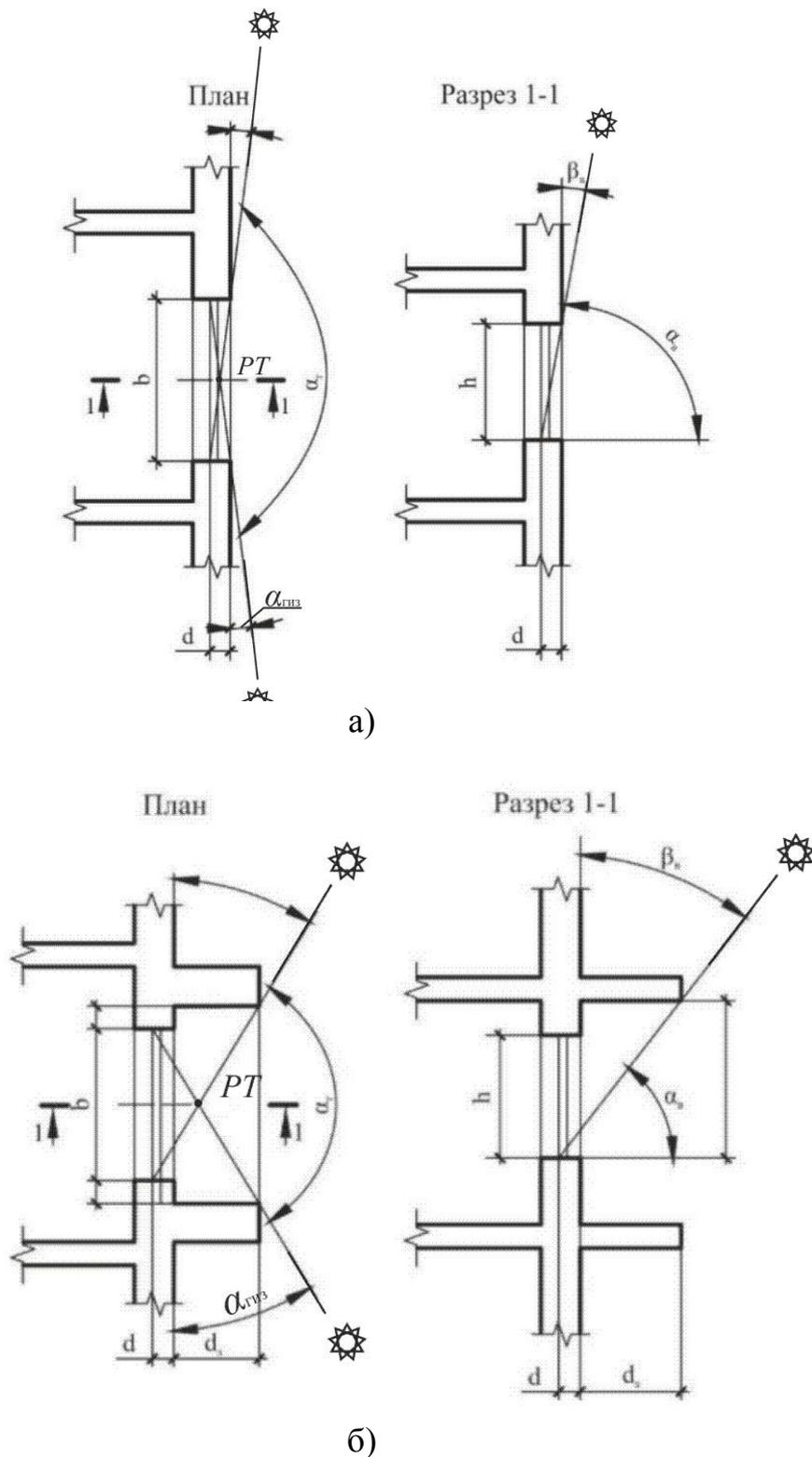


Рис. 22. Схема определения горизонтальных (по плану) и вертикальных (по разрезу) инсоляционных углов и местоположения PT в оконном проеме (а), и оконном проеме с лоджией (в), $\alpha_{гиз}$ угол между последним инсоляционным лучом и плоскостью фасада

Из рис. 22 видно, что инсоляция помещения начинается в тот момент времени, когда солнечные лучи, пройдя по границе светопроема, окажутся за рамой стеклопакета на оконном откосе или на подоконнике.

Облучение помещения заканчивается в тот момент времени, когда последний инсоляционный луч покинет оконный откос внутри помещения за стеклопакетом. Этот момент времени и угол между последним инсоляционным лучом и плоскостью фасада – $\alpha_{\text{гиз}}$ является важным параметром при определении гарантийно-инсоляционных зон (*ГИЗ*) в задаче 10.

Из рис. 22 следует, что при перемещении оконной рамы со стеклопакетом к наружной поверхности стены инсоляционные углы будут увеличиваться, а при её перемещении к внутренней поверхности – уменьшаться. Из этого следует, что изменением конструктивного решения светопроема можно регулировать величину инсоляционных углов и продолжительность инсоляции помещения.

Инсографик, определённый по разделу 3.3, совмещается с расчетной схемой застройки так, чтобы центр инсографика, т. *O*, совместился с *PT* светопроёма, а ось инсографика приняла направление север-юг. По методу, описанному в пункте 3.5.1, определяются часы суток, в которые происходит облучение и затенение *PT* окружающей застройкой.

Пример 8. Определить продолжительность инсоляции двух помещений, расположенных в северном (*PT1*) и южном (*PT2*) концах здания № 1 в условиях г. Казани **по инсографику**.

Исходные данные для расчета приняты по примеру 6. Дополнительные данные для расчета инсоляции помещений: размеры помещения высота – 2,5 м, ширина – 3,3 м; размеры светопроема – высота $h=1,3$ м, $b=1,8$ м; размеры лоджии: ширина – 3,3 м, глубина – 1,2 м; толщина наружной стены 0,51 м.

Вертикальные и горизонтальные инсоляционные углы, а также расположение расчетных точек (*PT*) определяются по плану и разрезу светопроема, которые выполнены в «крупном» масштабе, рис. 23 и 24.

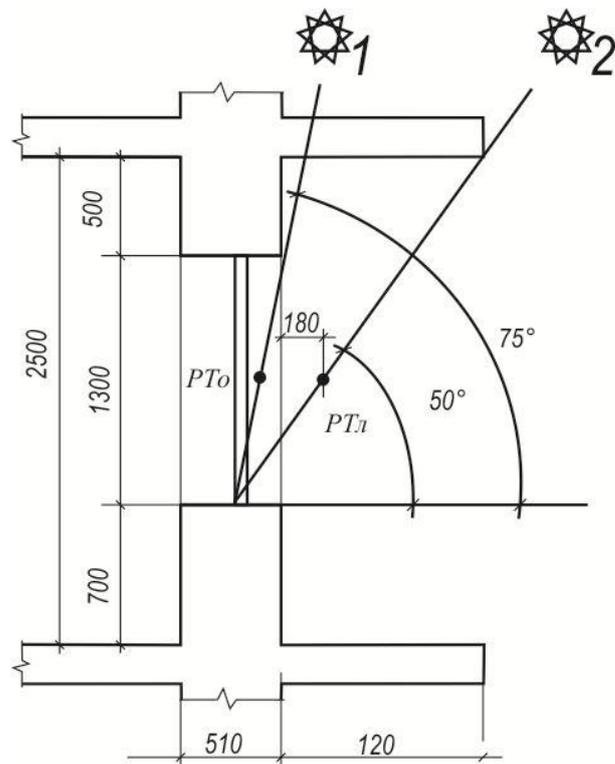


Рис. 23. Вертикальные инсоляционные углы и расположение *PT* на вертикальном разрезе светопроёма.

Угол *1* (75°) и *PT₀* вертикальный инсоляционный угол и расположение расчетной точки для окна; угол *2* (50°) и *PT_Л* – тоже для окна с лоджией

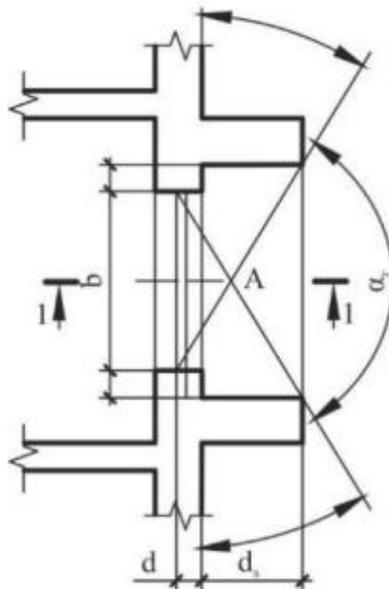


Рис. 24. Горизонтальные инсоляционные углы и расположение *PT* на горизонтальном разрезе светопроёма.

($60^\circ + 60^\circ = 120^\circ$) и *PT_Л* – горизонтальный инсоляционный угол и расположение расчетной точки окна с лоджией

По рис. 23 и 24 можно видеть, что расчетная точка для окна (PT_0) не выходит за пределы наружной стены, в тоже время как расчетная точка для окна с лоджией (PT_L) расположена на лоджии на расстоянии 180 мм от поверхности наружной стены. Из этого следует, что при совмещении инсографика с расчетной схемой застройки, центр инсографика, т. O , для окна и окна с лоджией должен располагаться в разных расчетных точках.

Инсографик для г. Казани, определённый в примере 3 накладывается на расчетную схему застройки так, чтобы центр, т. O , последовательно совместился с $PT1$ (рис. 25) и с $PT2$ (рис. 26). Ось инсографика располагается по направлению север-юг.

По методу, описанному в разделе 3.5.1, отмечаются часы суток, в которые облучаются и затеняются расчетные точки на рис. 25 и 26. Подсчитываются часы облучения и делается заключение о продолжительности инсоляции помещений и соответствие нормативной продолжительности.

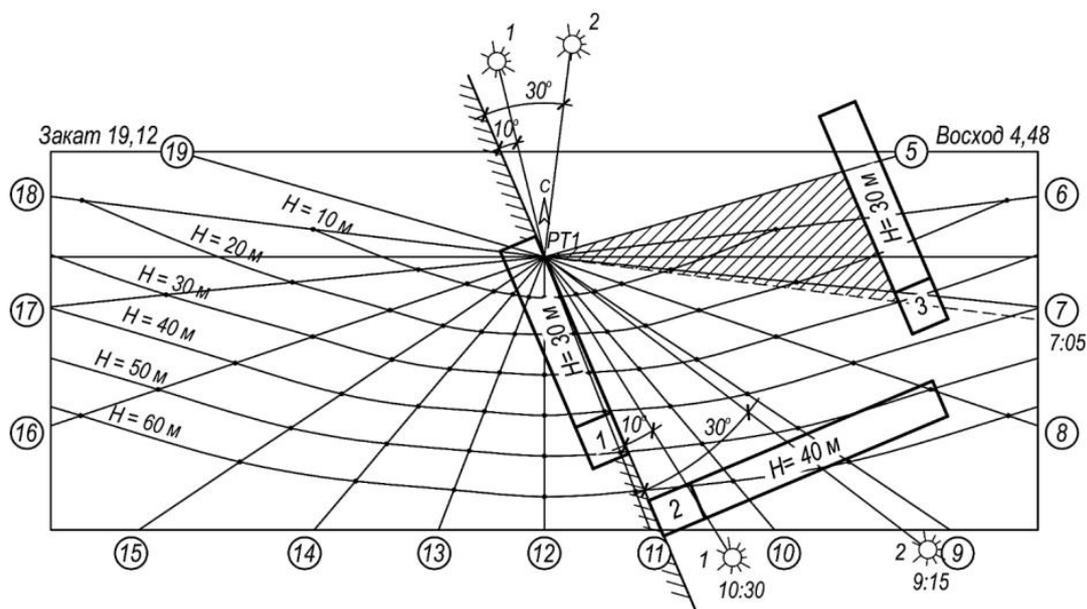


Рис. 25. Схема к определению продолжительности инсоляции $PT1$.

Горизонтальные инсоляционные углы для окна 1-1 и для окна с лоджией 2-2

По рис. 25 видно, что $PT1$ в помещении с окном без лоджии облучается с 7:05 до 10:30, то есть 3 часа 25 минут, а в помещении с лоджией – с 7:05 до

9:15, то есть 2 часа 10 мин. Продолжительность облучения помещения с **PT1** соответствует нормативным требованиям (не менее 2 часов).

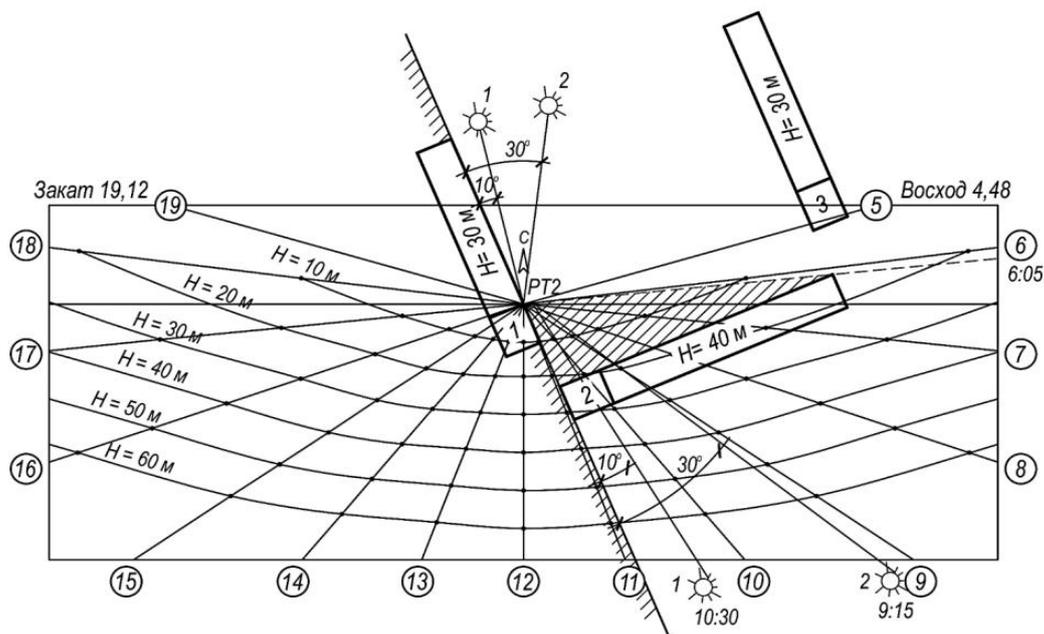


Рис. 26. Схема к определению продолжительности инсоляции **PT2**. Горизонтальные инсоляционные углы для окна 1-1 и для окна с лоджией 2-2

По рис. 26 видно, что в помещении с **PT2** как для окна без лоджии, так и окна с лоджией, учетное время облучения начинается через один час после восхода солнца, то есть в 5:48. Однако, с 6:05 солнечные лучи экранируются зданием № 2 и не доходят до **PT2**. Продолжительность инсоляции помещения с **PT2** составляет с 5:48 до 6:05, в общем, 7 минут, что не соответствует требованиям норм.

3.6.2. Определение по солнечной карте (задача 9)

Для определения продолжительности инсоляции помещения, обращенного внутрь застройки по солнечной карте, требуется:

- солнечная карта для заданного города;
- параметры заданной застройки;
- параметры заданного помещения, светопроёма, балкона или лоджии (при наличии);
- заданная толщина наружной стены.

По параметрам застройки определяются картограммы затенения ***PT*** помещения (светопроёма) окружающими зданиями. Метод определения картограмм описан в п. 3.5.1.

По параметрам помещения, светопроёма и лоджии с учетом заданной толщины наружной стены определяются вертикальные и горизонтальные инсоляционные углы, а после их переноса на контурную сетку – картограммы светопроёма.

Полученные картограммы затенения зданий и картограммы светопроёмов совмещаются с солнечной картой. При совмещении должны выполняться следующие требования:

- 1) диаметры картограмм и солнечной карты должны быть одинаковыми;
- 2) оси картограмм должны совпадать с направлением нормали к плоскости фасада.

По солнечной карте, совмещенной с картограммами, определяется продолжительность инсоляции или затенение ***PT*** помещения.

1. ***PT*** помещения будет облучаться солнечной радиацией в те часы суток, в которые траектория солнца находится внутри картограммы светопроёма.

2. ***PT*** помещения будет затенена в те часы суток, в которые траектория солнца находится внутри картограммы затенения.

Пример 9. Определить продолжительность инсоляции двух помещений в северном (***PT1***) и южном (***PT2***) концах здания № 1 в условиях г. Казани по солнечной карте.

Исходные данные для расчета приняты по примеру 8, в котором инсоляция определялась по инсографику.

Солнечная карта для г. Казани определена в примере 2, рис. 9.

По данным рис. 23 и 24 определены вертикальные и горизонтальные инсоляционные углы, на основании которых построена картограмма заданного светопроёма, рис. 27.

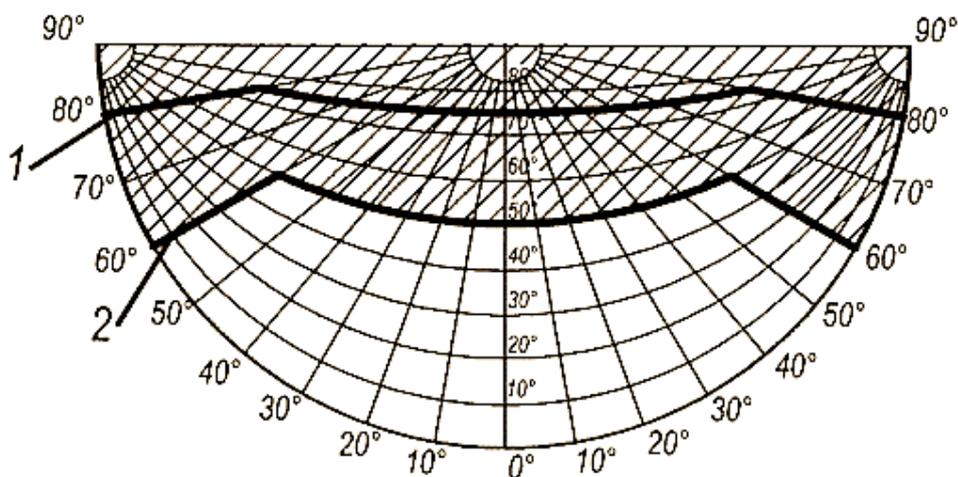


Рис. 27. Картограмма светопроема окна (1) и окна с лоджией (2)

Картограммы затенения зданий застройки относительно *PT* помещений определяются на основании горизонтальных углов затенения (*B* и *B_г*), показанных на планах застройки (рис. 28 и 29) и вертикальных углов затенения (*A*), получаемых расчетом по формуле $\text{tg}A=H/L$.

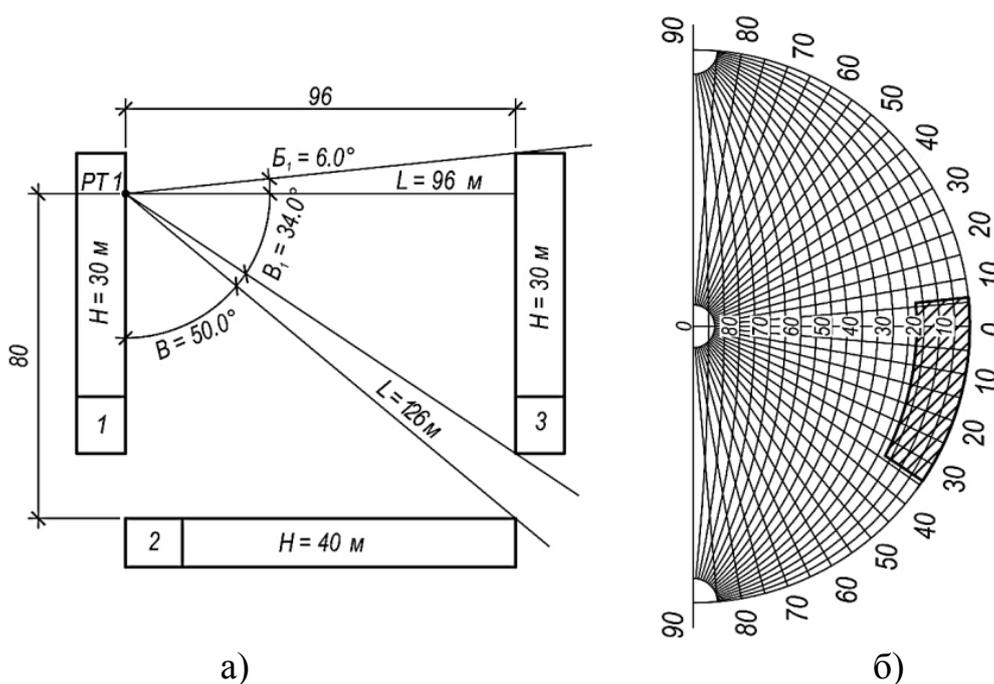


Рис. 28. Построение углов и картограмм затенения расчетной точки *PT1*:
 а) определение горизонтальных углов затенения; б) картограмма затенения *PT1* зданием № 3

Горизонтальные углы затенения **PT** зданием № 3 для **PT1** – $B=6^\circ$ и $B=34^\circ$, для **PT2** – $B=33^\circ$ и $B=7^\circ$. Вертикальные углы затенения **PT** зданием № 3 будут одинаковы для **PT1** и **PT2** потому, что здания № 1 и № 3 расположены параллельно.

$$\operatorname{tg}A = H/L = 30/96 = 0,3125, \text{ угол } A = 17,3^\circ.$$

Картограмма затенения РТ зданием № 3 приведены на рис. 28б для **PT1** и на рис. 29б для **PT2**.

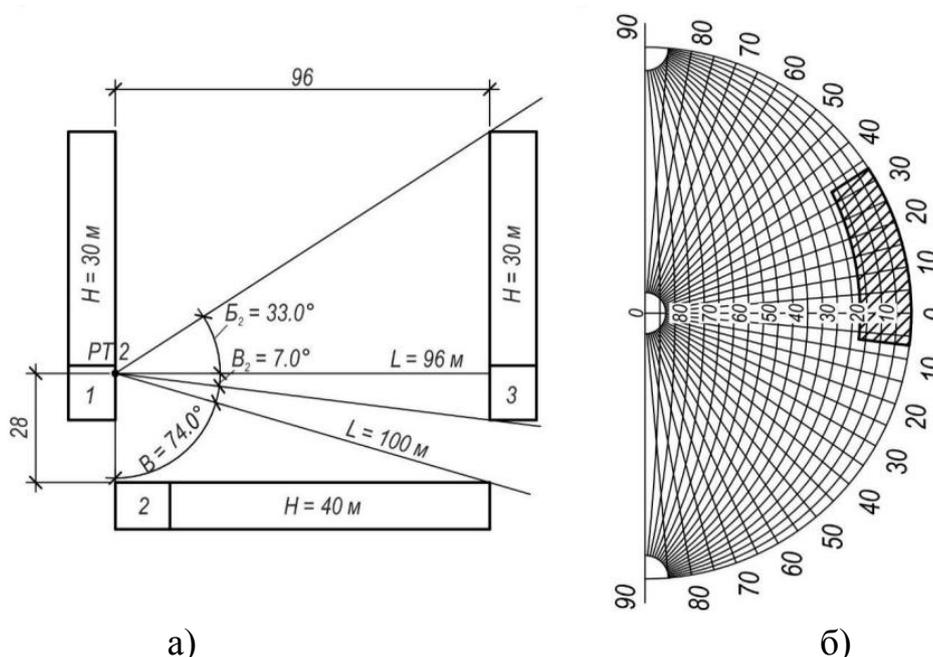


Рис. 29. Построение углов и картограмм затенения расчетной точки **PT2**: а) определение горизонтальных углов затенения; б) картограмма затенения **PT2** зданием № 3

Из рис. 28, а и 29, а видно, что горизонтальные углы затенения **PT** зданием № 2 имеют только один угол B : для **PT1** – $B=50^\circ$, для **PT2** – $B=74^\circ$.

Вертикальные углы затенения **PT** зданием № 2 определяются расчетом:

- для **PT1** $\operatorname{tg}A = H/L = 40/80 = 0,5$, угол $A = 27^\circ$;
- для **PT2** $\operatorname{tg}A = H/L = 40/28 = 1,4286$, угол $A = 55^\circ$.

Картограмма затенения **PT1** и **PT2** зданием № 2 приведены на рис. 30

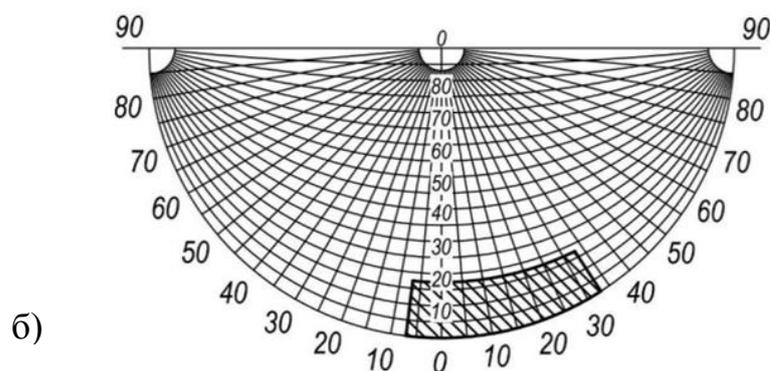
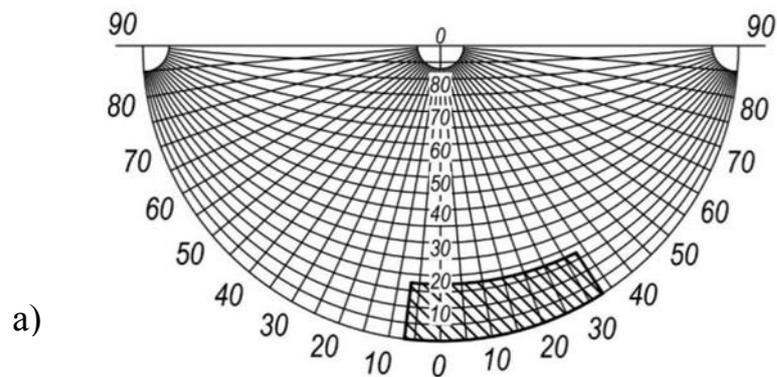


Рис. 30. Картограммы затенения *PT* зданием № 2:
а – для *PT1*; б – для *PT2*

Картограммы затенения зданий и картограммы светопроёмов совмещаются с солнечной картой (рис. 31 и 32) и определяют продолжительности инсоляции помещения.

Помещение с окном, размещённое в северном конце здания № 1 (*PT1*) по рис. 31 облучается солнцем с 6:55 до 10:20, то есть 3 часа 25 мин., а помещение с окном и лоджией облучается с 6:55 до 9:05, то есть 2 часа 10 мин., что соответствует требованиям СанПиН.

Помещение с окном, размещенное в южном конце здания № 1 (**PT2**) по рис. 32 облучается солнцем с 5:48 (через 1 час после восхода солнца в 4:48) до 6:10, то есть 22 мин., что не соответствует требованиям СанПиН.

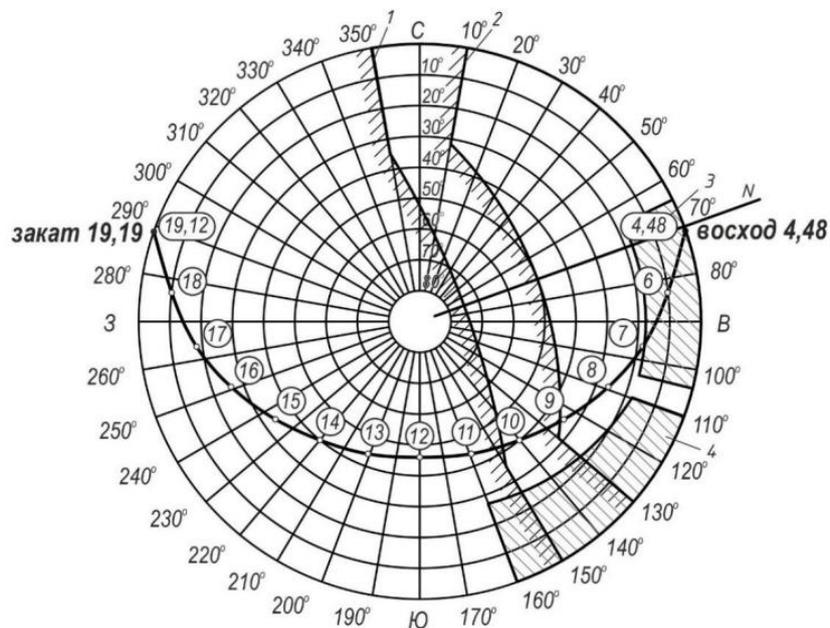


Рис. 31. Солнечная карта, совмещенная с картограммами светопроемов и картограммами затенения для **PT1**: 1 – картограмма окна; 2 – картограмма окна с лоджией; 3 – картограмма затенения зданием № 3; 4 – картограмма затенения зданием № 2

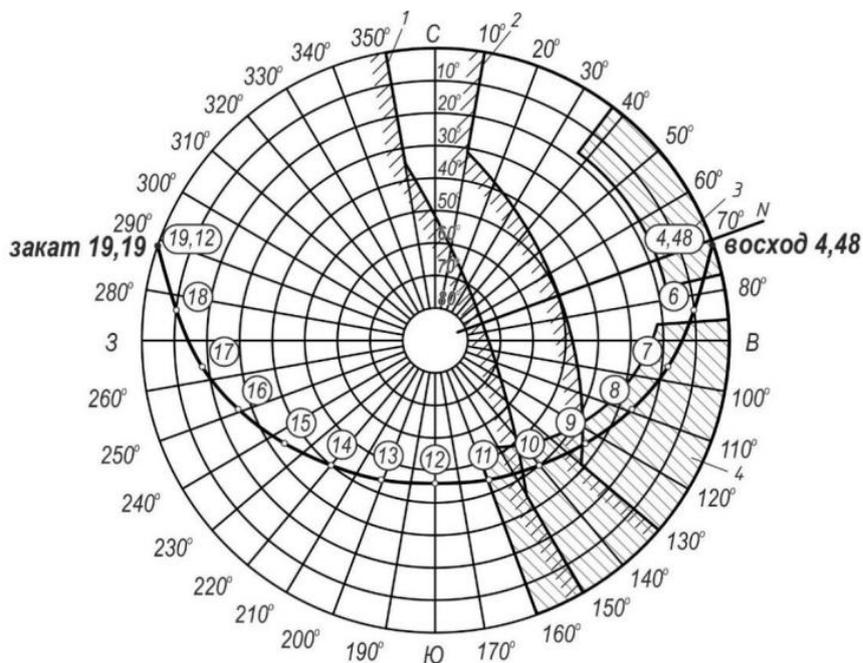


Рис. 32. Солнечная карта, совмещенная с картограммами светопроемов и картограммами затенения для **PT2**: 1 – картограмма окна; 2 – картограмма окна с лоджией; 3 – картограмма затенения зданием № 3; 4 – картограмма затенения зданием № 2

При сравнении результатов, полученных по солнечной карте (рис. 31 и 32) с результатами, полученными в аналогичной застройке по инсографику, (рис. 25 и 26) отмечается удовлетворительное совпадение результатов.

3.7. Определение гарантийно-инсоляционных зон (ГИЗ) для существующего здания (задача 10)

При включении нового объекта в существующую застройку возникает задача сохранения нормативной продолжительности инсоляции в помещениях существующих зданий. С этой целью новый объект должен быть размещён на определённом расстоянии от существующего, чтобы не оказаться объектом затенения. Удаление нового объекта определяется его высотой и расположением по сторонам света. Таким образом, для сохранения нормативной продолжительности инсоляции существующего здания требуется обеспечить не просто удаление нового объекта, а обеспечить свободную зону на территории застройки со стороны солнечных лучей. Эта территория и получила название «гарантийно-инсоляционная зона» (**ГИЗ**).

Исходными данными для определения ГИЗ являются параметры здания, приведённого на рис. 1, угол между последним инсоляционным лучом и плоскостью фасада – $\alpha_{\text{ГИЗ}}$, который определён для заданного светопроёма в разделе 3.6.1 инсографик для заданного города, определён в разделе 3.3.

Последовательность построения ГИЗ

1. Вычерчивается заданное здание, облучаемый фасад которого расположен под углом $A_{\text{от}}$ к линии восток-запад.
2. Из юго-восточного угла здания, точка A , проводится луч в южном направлении, который образует с облучаемой поверхностью фасада угол $\alpha_{\text{ГИЗ}}$. Этот луч характеризует час суток, в который заканчивается инсоляция заданного помещения.
3. Т. O инсографика совмещается с юго-восточным углом здания, точка A , ось инсографика располагается по направлению север-юг. По лучу, исхо-

длежащему из точки A под углом $\alpha_{\text{ГИЗ}}$ к плоскости фасада отмечается час суток, в который заканчивается инсоляция помещения, точка B .

4. Определяется час начала инсоляции помещения путём вычитания нормативной продолжительности инсоляции (например, 2 часа) из времени окончания инсоляции, точка B . Отмечается направление солнечного луча в этот час суток.

5. Т. O инсографика, совмещается с северо-восточным углом здания, точка D , и отмечается направление солнечного луча в час начала инсоляции.

6. Отмечаются точки пересечения солнечного луча в час начала инсоляции с траекториями теней от зданий разных высот на верхнем, точка Γ , и нижнем, точка B , инсографиках. Найденные точки пересечения на верхнем и нижнем инсографике соединяются линиями с аналогичными точками нижнего инсографика. В результате образуются зоны разных размеров, примыкающие к существующему зданию ($A-B-B-\Gamma-D$), которые определяются высотой зданий новой застройки.

Эти зоны получили название «гарантийно-инсоляционные зоны».

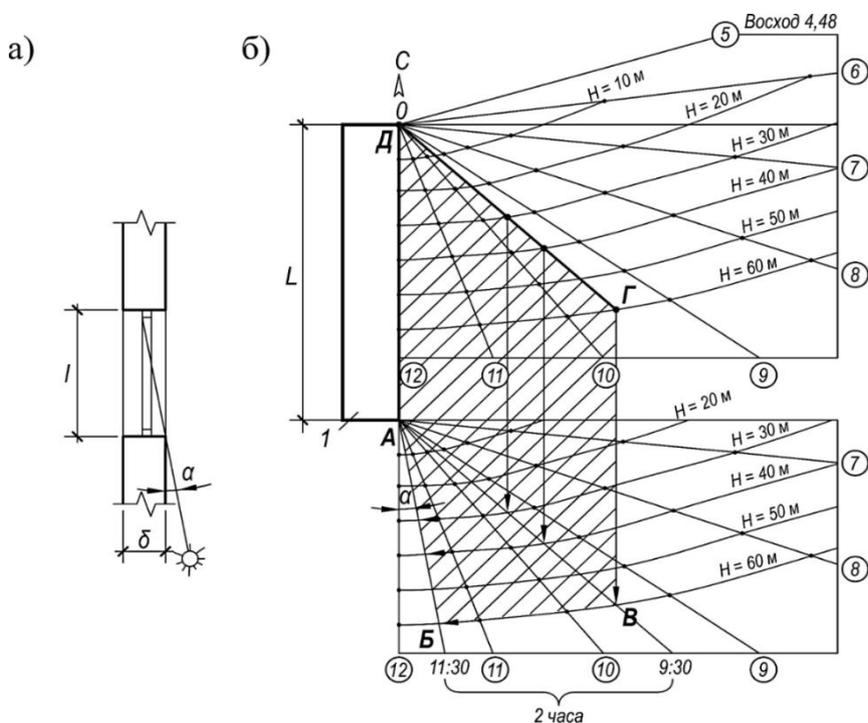


Рис. 33. Построение гарантийно-инсоляционных зон:
 а) к определению горизонтального инсоляционного угла α ;
 б) построение ГИЗ; 1 – существующее здание; L – протяженность здания

Пример 10. Определение гарантижно-инсоляционной зоны для заданного здания

Исходные данные для расчета приняты по примеру 4, рис. 11. Размеры здания в плане 10×30 м. Нормаль к плоскости фасада ориентирована под углом $A_0=47^\circ$ от линии север-юг, следовательно, облучаемый фасад расположен под тем же углом 47° к линии восток-запад. Угол $\alpha_{\text{ГИЗ}}$ для заданного угла определен в примере 8, рис. 23 – $\alpha_{\text{ГИЗ}}=10^\circ$. Инсографик для г. Казани определен в примере 3, рис. 10. Построение **ГИЗ** выполнено в последовательности, описанной в начале раздела 3.7, рис. 34.

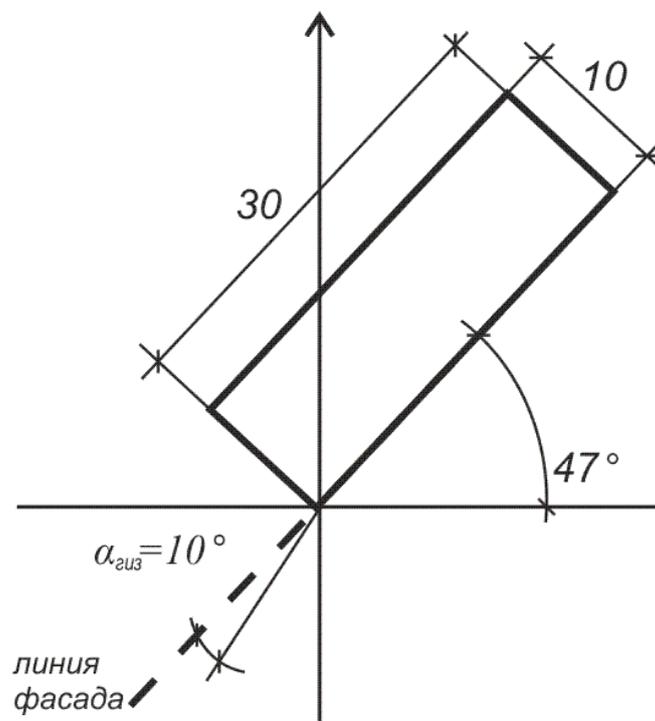


Рис. 34. Задание для определения гарантижно-инсоляционной зоны

3.8. Построение и анализ конверта теней от здания (задача 11)

Конверт теней от здания (зданий) выполняется с использованием инсографика. Для этого инсографик разворачивают т. **O** к югу, а ось инсографика ориентируют по направлению север-юг. Точку **O** инсографика совмещают с северным углом здания и вдоль направления солнечных лучей в каждый час суток строят тени от здания.

При построении конверта теней вершины теней от здания высотой H , м заканчиваются на дуге вершин теней той же высоты, рис. 35. При этом границы теней от здания направлены либо параллельно солнечным лучам, либо параллельно граням здания.

Анализ конверта теней позволяет оценить общую картину затенения – облучения придомовой территории и установить зоны с требуемой облученностью в течение дня для размещения детских, спортивных или других аналогичных площадок.

Пример 11. На территории застройки вблизи здания, рис. 35, устанавливаются расчётные точки. Две точки *PT1* и *2* на запад и восток от самой северной точки здания на расстоянии 20 и 30 метров, соответственно, и одна точка *PT3* в северном направлении на расстоянии 20 метров от самой северной точки здания. Две промежуточные точки *PT4* и *5* на северо-западном и северо-восточном направлении на расстоянии 15 и 10 метров, соответственно. Требуется оценить продолжительность затенения или облучения каждой расчетной точки на территории.

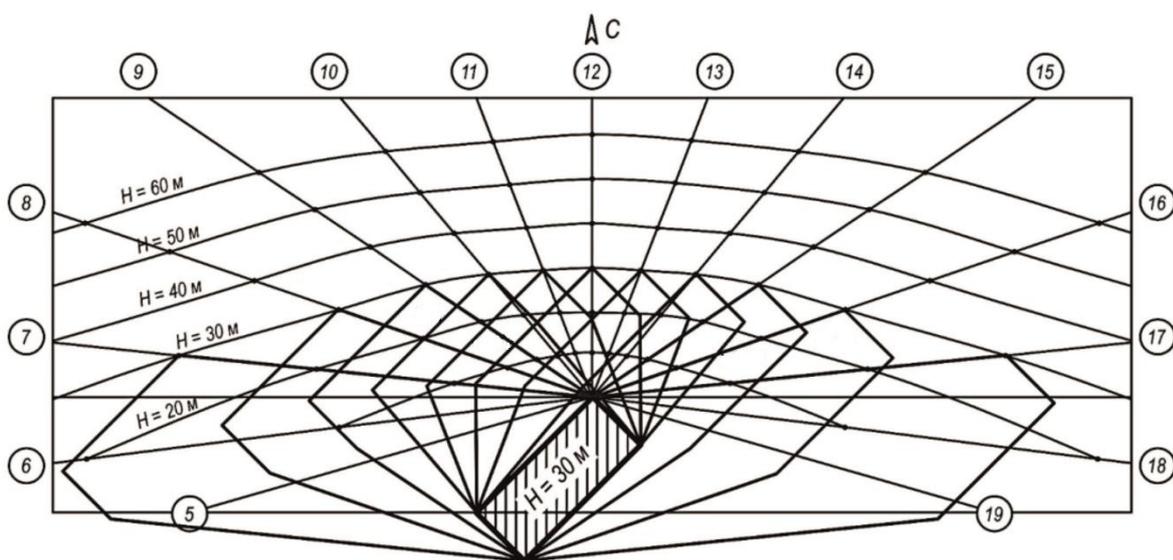


Рис. 35. Построение конверта теней от здания высотой $H = 30$ м

ПРИЛОЖЕНИЕ

**Таблицы координат солнца A_0 и H_0 на 21 число каждого месяца года
для северного полушария (20–60° с. ш.)
(Таблицы М. Тваровского)**

Азимуты (A) солнца и высота (H_0) солнца на январь

Географическая широта		17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч
14°	A	±66,8	±61,4	±53,5	±41,8	±23,8	0,0
	H	8,8	22,0	34,2	45,1	53,0	56,1
16°	A	±66,5	±60,7	±52,5	±40,4	±22,8	0,0
	H	8,0	21,0	33,0	43,5	51,1	54,1
18°	A	±66,2	±60,0	±51,5	±39,3	±21,9	0,0
	H	7,3	20,0	31,8	42,0	49,4	52,1
20°	A	±65,9	±59,4	±50,6	±38,2	±21,1	0,0
	H	6,5	19,0	30,6	40,6	47,6	50,1
22°	A	±65,9	±58,9	±49,6	±37,1	±20,3	0,0
	H	5,6	18,0	29,2	38,8	45,5	48,1
24°	A	±65,8	±58,3	±48,8	±36,2	±19,7	0,0
	H	4,8	17,0	28,0	37,3	43,8	46,1
26°	A		±57,8	±48,0	±35,3	±19,0	0,0
	H		15,8	26,6	35,6	41,8	44,1
28°	A		±57,3	±47,4	±34,6	±18,5	0,0
	H		14,8	25,4	34,0	40,0	42,1
30°	A		±56,9	±46,7	±33,8	±18,0	0,0
	H		13,7	23,9	32,4	38,0	40,1
32°	A		±56,5	±46,0	±33,1	±17,5	0,0
	H		12,6	22,5	30,6	36,2	38,1
34°	A		±56,2	±45,6	±32,5	±17,1	0,0
	H		11,6	21,2	29,0	34,2	36,1
36°	A		±55,9	±44,9	±31,9	±16,7	0,0
	H		10,4	19,7	27,2	32,2	34,1
38°	A		±55,6	±44,5	±31,4	±16,4	0,0
	H		9,2	18,4	25,6	30,4	32,1
40°	A		±55,3	±44,0	±30,9	±16,1	0,0
	H		8,1	16,8	23,9	28,5	30,1
42°	A		±55,2	±43,6	±30,5	±15,8	0,0
	H		7,0	15,4	22,2	26,5	28,1
44°	A		±54,9	±43,3	±30,0	±15,6	0,0
	H		5,8	14,0	20,4	24,7	26,1
46°	A		±54,7	±43,0	±29,8	±15,3	0,0
	H		4,7	12,6	18,7	22,8	24,1
48°	A			±42,7	±29,5	±15,0	0,0
	H			11,0	17,0	20,8	22,1
50°	A			±42,4	±29,2	±14,9	0,0
	H			9,6	15,2	18,8	20,1
52°	A			±42,2	±28,9	±14,7	0,0
	H			8,1	13,5	16,9	18,1
52,2°	A			±42,2	±28,9	±14,7	0,0
	H			8,0	13,3	16,7	17,9
54°	A			±42,1	±28,7	±14,6	0,0
	H			6,6	11,8	15,0	16,1
56°	A			±41,9	±28,5	±14,4	0,0
	H			5,1	10,0	13,0	14,1
58°	A				±28,4	±14,4	0,0
	H				8,2	11,1	12,1
60°	A				±28,2	±14,2	0,0
	H				6,5	9,2	10,1

Азимуты (*A*) солнца и высота (*H*₀) солнца на февраль

Географическая широта		17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч
14 ⁰	<i>A</i>	±76,0	±70,0	±63,4	±52,1	±32,1	0,0
	<i>H</i>	11,6	25,6	39,0	51,4	61,3	65,4
16 ⁰	<i>A</i>	±75,5	±69,8	±62,0	±50,1	±30,1	0,0
	<i>H</i>	11,2	24,9	38,1	50,1	59,5	63,4
18 ⁰	<i>A</i>	±75,0	±68,9	±60,7	±48,3	±28,6	0,0
	<i>H</i>	10,6	24,2	37,2	48,8	57,8	61,4
20 ⁰	<i>A</i>	±74,8	±68,2	±59,4	±46,7	±27,2	0,0
	<i>H</i>	10,2	23,5	36,2	47,5	56,1	59,4
22 ⁰	<i>A</i>	±74,6	±67,4	±58,1	±45,1	±25,8	0,0
	<i>H</i>	9,6	22,8	35,1	46,0	54,2	57,4
24 ⁰	<i>A</i>	±74,2	±66,6	±56,9	±43,8	±24,7	0,0
	<i>H</i>	9,1	22,0	34,0	44,7	52,4	55,4
26 ⁰	<i>A</i>	±73,8	±65,8	±55,9	±42,4	±23,7	0,0
	<i>H</i>	8,5	21,2	33,0	43,2	50,6	53,4
28 ⁰	<i>A</i>	±73,6	±65,2	±55,0	±41,3	±22,8	0,0
	<i>H</i>	8,0	20,4	31,9	41,8	48,8	51,4
30 ⁰	<i>A</i>	±73,5	±64,6	±53,9	±40,1	±21,9	0,0
	<i>H</i>	7,4	19,5	30,6	40,2	46,9	49,4
32 ⁰	<i>A</i>	±73,2	±63,9	±53,0	±39,0	±21,2	0,0
	<i>H</i>	6,8	18,6	29,5	38,6	45,1	47,4
34 ⁰	<i>A</i>	±73,0	±63,4	±52,1	±38,1	±20,5	0,0
	<i>H</i>	6,2	17,8	28,2	37,1	43,2	45,4
36 ⁰	<i>A</i>	±72,7	±62,8	±51,3	±37,2	±19,8	0,0
	<i>H</i>	5,6	16,8	27,0	35,4	41,3	43,4
38 ⁰	<i>A</i>	±72,6	±62,3	±50,5	±36,4	±19,2	0,0
	<i>H</i>	5,0	16,0	25,8	33,9	39,5	41,4
40 ⁰	<i>A</i>		±61,8	±49,7	±35,6	±18,7	0,0
	<i>H</i>		15,0	24,4	32,3	37,5	39,4
42 ⁰	<i>A</i>		±61,3	±49,1	±34,9	±18,3	0,0
	<i>H</i>		14,0	23,2	30,6	35,6	37,4
44 ⁰	<i>A</i>		±60,8	±48,5	±34,2	±17,9	0,0
	<i>H</i>		13,0	21,8	29,0	33,7	35,4
46 ⁰	<i>A</i>		±60,4	±47,9	±33,6	±17,4	0,0
	<i>H</i>		12,1	20,6	27,3	31,9	33,4
48 ⁰	<i>A</i>		±60,1	±47,4	±33,1	±17,2	0,0
	<i>H</i>		11,0	19,2	25,6	30,0	31,4
50 ⁰	<i>A</i>		±59,9	±46,9	±32,6	±16,8	0,0
	<i>H</i>		10,1	17,8	24,0	28,0	29,4
52 ⁰	<i>A</i>		±59,5	±46,4	±32,2	±16,5	0,0
	<i>H</i>		9,1	16,4	22,4	26,1	27,4
54 ⁰	<i>A</i>		±59,3	±46,0	±31,7	±16,2	0,0
	<i>H</i>		8,0	15,0	20,6	24,2	25,4
56 ⁰	<i>A</i>		±59,1	±45,6	±31,3	±16,0	0,0
	<i>H</i>		7,0	13,6	18,8	22,0	23,4
58 ⁰	<i>A</i>		±58,9	±45,3	±31,0	±15,8	0,0
	<i>H</i>		6,0	12,2	17,2	20,3	21,4
60 ⁰	<i>A</i>		±58,6	±45,1	±30,7	±15,6	0,0
	<i>H</i>		5,0	10,9	15,5	18,4	19,4

Азимуты (*A*) солнца и высота (*H*₀) солнца на март и сентябрь

Географическая широта		18 и 6 ч	17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч
14°	<i>A</i>	±90,0	±86,3	±81,8	±76,3	±67,0	±48,0	0,0
	<i>H</i>	0,0	14,5	29,0	43,3	57,1	69,6	76,0
16°	<i>A</i>	±90,0	±86,3	±80,8	±74,5	±64,3	±44,2	0,0
	<i>H</i>	0,0	14,4	28,7	42,8	56,3	68,1	74,0
18°	<i>A</i>	±90,0	±85,5	±79,9	±72,6	±61,9	±40,9	0,0
	<i>H</i>	0,0	14,2	28,4	42,2	55,5	66,7	72,0
20°	<i>A</i>	±90,0	±84,8	±78,7	±71,0	±59,4	±38,3	0,0
	<i>H</i>	0,0	14,1	28,0	41,6	54,5	65,3	70,0
22°	<i>A</i>	±90,0	±84,2	±77,6	±69,3	±57,2	±35,6	0,0
	<i>H</i>	0,0	13,9	27,6	40,9	53,5	63,6	68,0
24°	<i>A</i>	±90,0	±83,7	±76,7	±67,7	±54,8	±33,5	0,0
	<i>H</i>	0,0	13,7	27,2	40,2	52,3	62,0	66,0
26°	<i>A</i>	±90,0	±83,2	±75,7	±66,2	±52,8	±31,5	0,0
	<i>H</i>	0,0	13,5	26,7	39,5	51,1	60,3	64,0
28°	<i>A</i>	±90,0	±82,2	±74,8	±64,7	±51,0	±29,7	0,0
	<i>H</i>	0,0	13,2	26,2	38,6	49,9	58,5	62,0
30°	<i>A</i>	±90,0	±82,4	±74,0	±63,3	±49,3	±28,2	0,0
	<i>H</i>	0,0	13,0	25,7	37,7	48,6	56,8	60,0
32°	<i>A</i>	±90,0	±81,9	±73,0	±62,1	±47,5	±26,8	0,0
	<i>H</i>	0,0	12,7	25,1	36,9	47,3	55,0	58,0
34°	<i>A</i>	±90,0	±81,5	±72,1	±60,8	±45,9	±25,6	0,0
	<i>H</i>	0,0	12,4	24,5	35,9	45,9	53,2	56,0
36°	<i>A</i>	±90,0	±81,2	±71,3	±59,5	±44,5	±24,5	0,0
	<i>H</i>	0,0	12,1	23,9	34,9	44,5	51,4	54,0
38°	<i>A</i>	±90,0	±80,8	±70,5	±58,4	±43,1	±23,6	0,0
	<i>H</i>	0,0	11,8	23,2	33,9	43,0	49,6	52,0
40°	<i>A</i>	±90,0	±80,3	±69,6	±57,3	±42,0	±22,6	0,0
	<i>H</i>	0,0	11,4	22,5	32,8	41,6	47,7	50,0
42°	<i>A</i>	±90,0	±79,8	±68,8	±56,2	±40,8	±21,8	0,0
	<i>H</i>	0,0	11,1	21,8	31,7	40,1	45,9	48,0
44°	<i>A</i>	±90,0	±79,4	±68,2	±55,1	±39,8	±21,1	0,0
	<i>H</i>	0,0	10,7	21,1	30,5	38,5	44,0	46,0
46°	<i>A</i>	±90,0	±79,2	±67,4	±54,1	±38,8	±20,5	0,0
	<i>H</i>	0,0	10,4	20,3	29,4	37,0	42,2	44,0
48°	<i>A</i>	±90,0	±78,7	±66,7	±53,3	±37,8	±19,8	0,0
	<i>H</i>	0,0	10,0	19,5	28,2	35,4	40,3	42,0
50°	<i>A</i>	±90,0	±78,4	±66,1	±52,5	±37,0	±19,3	0,0
	<i>H</i>	0,0	9,6	18,8	27,0	33,8	38,4	40,0
52°	<i>A</i>	±90,0	±78,1	±65,5	±51,8	±36,2	±18,8	0,0
	<i>H</i>	0,0	9,2	17,9	25,8	32,2	36,5	38,0
54°	<i>A</i>	±90,0	±77,8	±64,9	±50,9	±35,5	±18,3	0,0
	<i>H</i>	0,0	8,8	17,1	24,6	30,6	34,6	36,0
56°	<i>A</i>	±90,0	±77,6	±64,4	±50,3	±34,8	±17,9	0,0
	<i>H</i>	0,0	8,3	16,2	23,3	28,9	32,7	34,0
58°	<i>A</i>	±90,0	±77,3	±63,9	±49,7	±34,2	±17,5	0,0
	<i>H</i>	0,0	7,9	15,4	22,0	27,3	30,8	32,0
60°	<i>A</i>	±90,0	±76,9	±63,5	±49,1	±33,7	±17,2	0,0
	<i>H</i>	0,0	7,4	14,5	20,7	25,7	28,9	30,0

Азимуты (*A*) солнца и высота (*H₀*) солнца на апрель

Географическая широта		18 и 6 ч	17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч
14 ⁰	<i>A</i>		±98,3	±95,4	±92,4	±89,2	±83,0	0,0
	<i>H</i>		17,2	31,6	46,1	60,7	75,2	87,8
16 ⁰	<i>A</i>		±97,6	±94,1	±90,4	±85,6	±75,6	0,0
	<i>H</i>		17,4	31,8	46,1	60,6	74,8	85,8
18 ⁰	<i>A</i>		±97,0	±92,8	±88,4	±82,1	±68,7	0,0
	<i>H</i>		17,7	32,0	46,1	60,4	74,2	83,8
20 ⁰	<i>A</i>		±96,4	±91,6	±86,3	±78,7	±62,5	0,0
	<i>H</i>		18,0	32,0	46,0	60,1	73,5	81,8
22 ⁰	<i>A</i>		±95,6	±90,4	±84,3	±75,2	±56,8	0,0
	<i>H</i>		18,4	32,0	45,9	59,5	72,4	79,8
24 ⁰	<i>A</i>	±100,8	±95,0	±89,2	±82,2	±72,0	±52,0	0,0
	<i>H</i>	4,8	18,4	32,1	45,7	59,1	71,5	77,8
26 ⁰	<i>A</i>	±100,6	±94,4	±88,0	±80,2	±68,9	±47,7	0,0
	<i>H</i>	5,1	18,5	32,0	45,3	58,3	69,9	75,8
28 ⁰	<i>A</i>	±100,4	±93,6	±88,6	±78,2	±66,1	±44,0	0,0
	<i>H</i>	5,5	18,6	31,9	45,0	57,6	68,6	73,6
30 ⁰	<i>A</i>	±100,2	±93,0	±85,4	±76,3	±63,2	±40,8	0,0
	<i>H</i>	5,8	18,8	31,8	44,6	56,7	67,0	71,8
32 ⁰	<i>A</i>	±100,0	±92,4	±84,1	±74,4	±60,6	±37,7	0,0
	<i>H</i>	6,2	18,8	31,6	44,0	55,8	65,5	69,8
34 ⁰	<i>A</i>	±99,8	±91,7	±83,0	±72,5	±58,1	±35,3	0,0
	<i>H</i>	6,6	18,9	31,3	43,5	54,8	63,9	67,8
36 ⁰	<i>A</i>	±99,6	±91,0	±81,8	±70,7	±55,8	±33,0	0,0
	<i>H</i>	6,9	19,0	31,0	42,8	53,7	62,3	65,8
38 ⁰	<i>A</i>	±99,3	±90,3	±80,6	±69,0	±53,6	±31,1	0,0
	<i>H</i>	7,2	19,0	30,8	42,2	52,7	60,7	63,8
40 ⁰	<i>A</i>	±99,0	±89,6	±79,3	±67,3	±51,6	±29,3	0,0
	<i>H</i>	7,5	19,0	30,4	41,4	51,4	58,8	61,8
42 ⁰	<i>A</i>	±98,8	±88,9	±78,3	±65,8	±49,7	±27,8	0,0
	<i>H</i>	7,8	18,8	30,0	40,6	50,0	56,9	59,8
44 ⁰	<i>A</i>	±98,6	±88,2	±77,2	±64,2	±48,0	±26,5	0,0
	<i>H</i>	8,2	18,8	29,6	39,8	49,8	55,3	57,8
46 ⁰	<i>A</i>	±98,3	±87,6	±76,0	±62,8	±46,3	±25,3	0,0
	<i>H</i>	8,4	18,8	29,2	38,9	47,4	53,5	55,8
48 ⁰	<i>A</i>	±97,9	±86,8	±75,0	±61,3	±44,8	±24,2	0,0
	<i>H</i>	8,8	18,8	28,7	38,0	46,0	51,7	53,8
50 ⁰	<i>A</i>	±97,6	±86,2	±74,0	±60,0	±43,4	±23,2	0,0
	<i>H</i>	9,0	18,6	28,1	37,0	44,5	49,8	51,8
52 ⁰	<i>A</i>	±97,4	±85,5	±73,0	±58,8	±42,1	±22,3	0,0
	<i>H</i>	9,2	18,5	27,6	36,0	43,1	49,8	49,8
54 ⁰	<i>A</i>	±97,0	±84,8	±72,0	±57,6	±40,9	±21,5	0,0
	<i>H</i>	9,5	18,6	27,0	34,9	41,6	46,1	47,8
56 ⁰	<i>A</i>	±96,6	±84,2	±71,0	±56,4	±39,8	±20,8	0,0
	<i>H</i>	9,8	18,1	26,3	33,8	40,0	44,2	45,8
58 ⁰	<i>A</i>	±96,3	±83,6	±70,1	±55,3	±38,7	±20,1	0,0
	<i>H</i>	10,0	17,9	25,6	32,7	38,4	42,2	43,8
60 ⁰	<i>A</i>	±95,9	±82,9	±69,2	±54,2	±37,8	±19,5	0,0
	<i>H</i>	10,2	17,7	25,0	31,6	37,0	40,6	41,8

Азимуты (*A*) солнца и высота (*H₀*) солнца на май

Географическая широта		19 и 5 ч	18 и 6 ч	17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч
14 ⁰	<i>A</i>		±109,7	±107,0	±105,4	±104,7	±106,2	±115,5	180,0
	<i>H</i>		4,8	18,6	32,6	46,6	60,6	74,5	83,8
16 ⁰	<i>A</i>		±109,5	±106,4	±104,0	±102,5	±102,6	±108,3	180,0
	<i>H</i>		5,4	19,2	33,0	47,0	61,0	74,8	85,8
18 ⁰	<i>A</i>		±109,3	±105,7	±102,8	±100,4	±99,1	±101,0	180,0
	<i>H</i>		6,2	19,8	33,6	47,6	61,5	75,7	87,8
20 ⁰	<i>A</i>		±109,1	±105,0	±101,6	±98,3	±95,6	±93,3	180,0
	<i>H</i>		6,8	20,2	34,0	47,9	61,9	76,0	89,8
22 ⁰	<i>A</i>		±108,8	±104,2	±100,1	±96,1	±91,7	±85,2	0,0
	<i>H</i>		7,4	20,8	34,3	48,1	61,8	75,8	88,2
24 ⁰	<i>A</i>		±108,6	±103,5	±98,9	±93,9	±88,0	±77,6	9,9
	<i>H</i>		8,0	21,2	34,6	48,2	61,9	75,4	86,2
26 ⁰	<i>A</i>		±108,3	±102,8	±97,6	±91,7	±84,8	±70,5	0,0
	<i>H</i>		8,7	21,6	35,0	48,3	61,8	74,8	84,2
28 ⁰	<i>A</i>		±108,0	±102,0	±96,1	±89,4	±80,6	±63,7	0,0
	<i>H</i>		9,3	22,1	35,2	48,3	61,5	74,2	82,2
30 ⁰	<i>A</i>		±107,7	±101,2	±94,6	±87,2	±76,8	±57,6	0,0
	<i>H</i>		9,9	22,4	35,3	48,2	61,1	73,0	80,2
32 ⁰	<i>A</i>		±107,4	±100,4	±93,3	±84,9	±73,4	±52,2	0,0
	<i>H</i>		10,6	22,9	35,5	48,2	60,6	72,0	78,2
34 ⁰	<i>A</i>		±107,0	±99,4	±91,8	±82,7	±70,0	±47,9	0,0
	<i>H</i>		11,1	23,2	35,6	48,0	60,1	70,9	76,2
36 ⁰	<i>A</i>		±106,6	±98,6	±90,3	±80,4	±66,8	±43,7	0,0
	<i>H</i>		11,7	23,6	35,6	47,7	59,3	69,4	74,2
38 ⁰	<i>A</i>		±106,3	±97,8	±88,9	±78,5	±63,9	±40,5	0,0
	<i>H</i>		12,3	23,8	35,6	47,3	58,5	68,0	72,2
40 ⁰	<i>A</i>		±105,8	±96,8	±87,3	±76,3	±61,2	±37,4	0,0
	<i>H</i>		12,8	24,1	35,6	46,9	57,7	66,5	70,2
42 ⁰	<i>A</i>		±105,3	±96,0	±85,9	±74,3	±58,4	±34,7	0,0
	<i>H</i>		13,4	24,3	35,4	46,3	56,6	64,7	68,2
44 ⁰	<i>A</i>		±104,8	±95,0	±84,5	±72,3	±55,9	±32,4	0,0
	<i>H</i>		13,9	24,5	35,2	45,8	55,5	63,0	66,2
46 ⁰	<i>A</i>	±114,8	±104,3	±94,1	±83,1	±70,3	±53,5	±30,5	0,0
	<i>H</i>	4,6	14,4	24,6	35,0	45,2	54,4	61,4	64,2
48 ⁰	<i>A</i>	±114,6	±103,8	±93,2	±81,7	±68,4	±51,4	±28,7	0,0
	<i>H</i>	5,4	14,8	24,8	34,8	44,4	53,1	59,6	62,2
50 ⁰	<i>A</i>	±114,4	±103,3	±92,2	±80,3	±66,5	±49,4	±27,2	0,0
	<i>H</i>	6,2	15,3	24,8	34,5	43,6	51,8	57,8	60,2
52 ⁰	<i>A</i>	±114,2	±102,8	±91,4	±79,0	±64,9	±47,6	±25,8	0,0
	<i>H</i>	7,0	15,8	25,0	34,1	42,9	50,6	56,1	58,2
52,2 ⁰	<i>A</i>	±114,1	±102,8	±91,4	±79,0	±64,5	±47,2	±25,7	0,0
	<i>H</i>	7,1	15,8	25,0	34,1	42,8	50,4	55,9	58,0
54 ⁰	<i>A</i>	±114,0	±102,2	±90,4	±77,7	±63,2	±45,9	±24,6	0,0
	<i>H</i>	7,8	16,2	25,0	33,7	42,0	49,2	54,3	56,2
56 ⁰	<i>A</i>	±113,6	±101,6	±89,4	±76,3	±61,7	±44,3	±23,4	0,0
	<i>H</i>	8,6	16,6	25,0	33,2	41,0	47,7	52,4	54,2
58 ⁰	<i>A</i>	±113,3	±101,0	±88,5	±75,1	±60,1	±42,8	±22,6	0,0
	<i>H</i>	9,5	17,0	25,0	32,8	40,1	46,3	50,6	52,2
60 ⁰	<i>A</i>	±113,0	±100,4	±87,6	±73,8	±58,8	±41,4	±21,7	0,0
	<i>H</i>	10,2	17,4	24,8	32,2	39,1	44,8	48,8	50,2

Азимуты (A) солнца и высота (H_0) солнца на июнь

Географическая широта		22и2ч	21и3ч	20 и 4 ч	19 и 5ч	18 и 6 ч	17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч	
14°	A H				5ч35мин 18ч25мин ±114,2 0,0	±112,9 5,5	±110,3 19,1	±109,1 32,8	±109,0 46,5	±113,0 60,1	±126,0 72,9	180,0 80,6	
16°	A H				5ч32мин 18ч28мин ±114,5 0,0	±112,6 6,3	±109,6 19,8	±107,9 33,4	±107,3 47,2	±109,4 60,9	±119,2 74,2	180,0 82,6	
18°	A H				5ч28мин 18ч32мин ±114,7 0,0	±112,4 7,1	±109,0 20,4	±106,4 34,1	±105,4 47,7	±106,0 61,5	±113,4 75,0	180,0 84,6	
20°	A H				5ч24мин 18ч36мин ±115,0 0,0	±112,2 7,8	±108,2 21,1	±105,1 34,6	±103,2 48,2	±102,2 62,0	±102,9 75,9	180,0 86,6	
22°	A H				5ч20мин 18ч40мин ±115,4 0,0	±111,9 8,8	±107,5 21,7	±103,8 35,1	±100,4 48,7	±98,0 62,4	±95,5 76,2	180,0 88,6	
24°	A H				5ч16мин 18ч44мин ±115,8 0,0	±111,7 9,3	±106,7 22,3	±102,6 35,5	±99,3 48,9	±90,0 62,8	±90,0 76,4	0,0 89,4	
26°	A H				5ч11мин 18ч49мин ±116,3 0,0	±111,3 10,0	±106,0 22,8	±101,2 35,9	±96,8 49,2	±85,6 62,6	±84,5 76,2	0,0 87,4	
28°	A H				5ч07мин 18ч53мин ±116,8 0,0	±111,0 10,8	±105,1 23,4	99,6 36,3	±92,5 49,5	±85,6 62,6	±74,0 75,7	0,0 85,4	
30°	A H				5ч02мин 18ч58мин ±117,4 0,0	±110,6 11,5	±104,3 23,9	±98,0 36,0	±92,7 49,5	±83,5 62,5	±66,8 75,0	0,0 83,0	
32°	A H				4ч57мин 19ч03мин ±118,0 0,0	±110,2 12,2	±103,4 24,4	±96,5 36,9	±90,0 49,6	±79,7 62,2	±62,0 74,4	0,0 81,4	
34°	A H				4ч52мин 19ч08мин ±128,7 0,0	±117,6 0,5	±109,8 12,8	±102,6 24,8	±95,8 37,0	±87,5 49,5	±76,2 61,8	±54,8 73,1	0,0 79,4
36°	A H				4ч46мин 19ч14мин ±119,5 0,0	±117,6 1,4	±109,4 12,8	±102,6 24,8	±95,8 37,0	±87,5 49,5	±76,2 61,8	±54,8 73,1	0,0 79,4
38°	A H				4ч41мин 19ч19мин ±120,3 0,0	±117,5 2,4	±109,4 13,5	±101,7 25,2	±94,1 37,2	±85,6 49,4	±72,8 61,3	±50,3 72,0	0,0 77,4
40°	A H				4ч35мин 19ч25мин ±121,3 0,0	±117,4 3,3	±108,8 14,2	±100,7 25,6	±92,6 37,3	±82,2 49,1	±69,6 60,6	±45,7 70,6	0,0 75,4
42°	A H				4ч35мин 19ч25мин ±121,3 0,0	±117,4 3,3	±108,8 14,2	±100,7 25,6	±92,6 37,3	±82,2 49,1	±69,6 60,6	±45,7 70,6	0,0 75,4
44°	A H				4ч35мин 19ч25мин ±121,3 0,0	±117,3 4,2	±108,3 14,8	±99,7 26,0	±90,0 37,4	±80,0 48,8	±66,2 59,9	±42,0 69,2	0,0 73,4

46°	A H		4ч28мин 19ч32мин ±122,4 0,0	±117,2 5,1	±108,0 15,4	±98,7 26,3	±90,0 37,4	±77,8 48,4	±63,0 59,0	±38,8 67,7	0,0 71,4
48°	A H		4ч21мин 19ч39мин ±123,6 0,0	±117,0 6,0	±107,4 16,0	±97,7 26,6	±87,4 37,3	±75,4 47,9	±59,9 58,0	±35,8 66,1	0,0 69,4
50°	A H		4ч13мин 19ч47мин ±125,0 0,0	±116,8 7,0	±106,9 16,6	±96,8 26,8	±85,9 37,2	±73,4 47,4	±57,4 56,9	±33,2 64,3	0,0 67,4
52°	A H		4ч05мин 19ч55мин ±126,5 0,0	±116,5 7,9	±106,2 17,2	±95,5 27,1	±84,9 37,1	71,6 46,9	±54,9 55,9	±31,2 62,7	0,0 65,4
54°	A H	3ч56мин 20ч04мин ±128,2 0,0	±127,4 0,6	±116,3 8,7	±105,6 17,8	±94,2 27,3	±83,6 36,9	±69,8 46,2	±52,6 54,7	±29,3 61,0	0,0 63,4
56°	A H	3ч45мин 20ч15мин ±130,2 0,0	±127,4 1,8	±116,0 9,7	±105,0 18,3	±93,5 27,4	±82,0 36,6	±67,9 45,5	±50,3 53,4	±27,7 59,3	0,0 61,4
58°	A H	3ч33мин 20ч27мин ±132,6 0,0	±127,3 3,0	±115,7 10,5	±104,5 18,8	±92,5 27,5	±80,4 36,3	±65,9 44,7	±48,3 52,1	±26,2 57,5	0,0 59,4
60°	A H	3ч33мин 20ч40мин ±135,4 0,0	±127,2 4,1	±115,4 11,3	±103,7 19,3	±92,5 27,5	±78,8 35,9	±64,0 43,8	±46,3 50,6	±24,9 55,6	0,0 57,4
	A H	3ч04мин 20ч56мин ±138,7 0,0	±127,1 5,4	±115,0 12,2	±103,0 19,7	±77,3 7,9	±77,1 35,4	±62,3 42,9	±44,7 49,3	±23,6 53,7	0,0 55,4
	A H	2ч45мин 21ч15ми н 142,7 0,0	±139,5 1,1	±126,9 6,7	±102,1 20,2	±90,0 27,6	±75,9 35,0	±61,0 42,1	±43,2 47,9	±22,7 52,0	0,0 53,4

Азимуты (*A*) солнца и высота (*H₀*) солнца на июль

Географическая широта			18 и 6 ч	17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч
14 ⁰	<i>A</i>		±110,0	±107,2	±105,6	±105,2	±107,0	±116,5	180,0
	<i>H</i>		4,9	18,6	32,6	46,7	60,7	74,4	83,5
16 ⁰	<i>A</i>		±109,8	±106,6	±104,2	±103,0	±103,4	±109,5	180,0
	<i>H</i>		5,6	19,2	33,2	47,1	61,2	75,0	85,5
18 ⁰	<i>A</i>		±109,6	±105,9	±103,0	±100,9	±99,9	±102,3	180,0
	<i>H</i>		6,2	19,8	33,6	47,6	61,6	75,8	87,5
20 ⁰	<i>A</i>		±109,4	±105,2	±101,8	±98,8	±96,4	±94,7	180,0
	<i>H</i>		6,9	20,4	34,0	48,0	62,0	76,2	89,5
22 ⁰	<i>A</i>		±109,1	±104,4	±100,3	±96,6	±92,5	±86,5	0,0
	<i>H</i>		7,5	20,8	34,4	48,2	62,1	76,0	88,5
24 ⁰	<i>A</i>		±108,9	±103,7	±99,1	±94,4	±88,8	±78,8	9,9
	<i>H</i>		8,2	21,7	34,8	48,3	62,0	75,6	86,5
26 ⁰	<i>A</i>		±108,6	±103,0	±97,8	±92,2	±85,2	±71,6	0,0
	<i>H</i>		8,8	21,8	35,0	48,4	61,9	75,0	84,5
28 ⁰	<i>A</i>		±108,3	±102,2	±96,3	±89,9	±81,4	±64,7	0,0
	<i>H</i>		9,4	22,2	35,3	48,5	61,6	74,4	82,5
30 ⁰	<i>A</i>		±107,9	±101,4	±94,8	±87,6	±77,7	±58,5	0,0
	<i>H</i>		10,1	22,6	35,5	48,4	61,3	73,4	80,5
32 ⁰	<i>A</i>		±107,6	±100,6	±93,5	±85,3	±74,2	±53,0	0,0
	<i>H</i>		10,7	23,1	35,7	48,3	60,9	72,4	78,5
34 ⁰	<i>A</i>		±107,2	±99,6	±92,0	±83,1	±70,7	±48,4	0,0
	<i>H</i>		11,3	23,4	35,8	48,2	60,4	71,2	76,5
36 ⁰	<i>A</i>		±106,8	±98,8	±90,5	±88,0	±67,4	±44,3	0,0
	<i>H</i>		11,9	23,7	35,8	47,9	59,5	69,8	75,5
38 ⁰	<i>A</i>		±106,5	±98,0	±89,1	±78,8	±64,4	±40,9	0,0
	<i>H</i>		12,5	24,0	35,8	47,6	58,8	68,3	72,5
40 ⁰	<i>A</i>		±106,0	±97,0	±87,6	±76,6	±61,6	±37,8	0,0
	<i>H</i>		13,0	24,2	35,7	47,1	57,9	66,8	70,5
42 ⁰	<i>A</i>		105,5	±96,2	±86,2	±74,6	±58,8	±35,1	0,0
	<i>H</i>		13,6	24,4	35,6	46,6	56,8	65,0	68,5
44 ⁰	<i>A</i>		±105,0	±95,2	±84,8	±72,6	±56,3	±32,8	0,0
	<i>H</i>		14,0	24,6	35,4	46,0	55,7	63,2	66,5
46 ⁰	<i>A</i>	±114,8	±104,5	±94,3	±83,4	±70,6	±53,9	±30,8	0,0
	<i>H</i>	4,8	14,6	24,9	35,3	45,4	54,7	61,8	64,5
48 ⁰	<i>A</i>	±114,6	±104,0	±93,4	±82,0	±68,7	±51,8	±29,0	0,0
	<i>H</i>	5,6	15,0	25,0	35,0	44,7	53,4	60,0	62,5
50 ⁰	<i>A</i>	±114,4	±103,5	±92,4	±80,6	±66,8	±49,7	±27,6	0,0
	<i>H</i>	6,4	15,6	25,1	34,7	44,0	52,1	58,2	60,5
52 ⁰	<i>A</i>	±114,2	±103,0	±91,6	±79,3	±65,2	±47,9	±26,1	0,0
	<i>H</i>	7,3	16,0	25,2	34,3	43,2	50,9	56,4	58,4
52,2 ⁰	<i>A</i>	±114,2	±103,0	±91,5	±79,1	±64,8	±47,5	±25,9	0,0
	<i>H</i>	7,3	16,0	25,2	34,3	43,0	50,6	56,1	58,3
54 ⁰	<i>A</i>	±114,0	±102,4	±90,6	±78,0	±63,5	±46,1	±24,8	0,0
	<i>H</i>	8,0	16,4	25,2	34,0	42,3	49,5	54,6	56,5
56 ⁰	<i>A</i>	±113,7	±101,8	±89,6	±76,6	±62,0	±44,5	±23,6	0,0
	<i>H</i>	8,9	16,8	25,2	33,5	41,3	48,0	52,8	54,5
58 ⁰	<i>A</i>	±113,4	±101,2	±88,7	±75,4	±60,4	±43,0	±22,7	0,0
	<i>H</i>	9,8	17,3	25,2	33,0	40,4	46,6	50,9	52,5
60 ⁰	<i>A</i>	±113,0	±100,6	±87,8	±74,1	±59,0	±41,5	±21,8	0,0
	<i>H</i>	10,5	17,6	25,1	32,5	39,4	45,1	49,0	50,5

Азимуты (*A*) солнца и высота (*H₀*) солнца на август

Географическая широта		18 и 6 ч	17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч
14 ⁰	<i>A</i>		±98,7	±95,9	±94,2	±84,8	±81,5	0,0
	<i>H</i>		17,3	31,7	46,1	60,7	75,2	88,2
16 ⁰	<i>A</i>		±98,0	±94,6	±90,4	±83,0	±74,7	0,0
	<i>H</i>		17,5	31,9	46,2	60,6	74,8	86,2
18 ⁰	<i>A</i>		±97,4	±93,3	±88,4	±81,6	±68,3	0,0
	<i>H</i>		17,8	32,0	46,2	60,5	74,2	84,2
20 ⁰	<i>A</i>		±96,8	±92,1	±86,3	±77,5	±62,1	0,0
	<i>H</i>		18,0	32,1	46,1	60,1	73,5	82,2
22 ⁰	<i>A</i>		±96,0	±90,9	±84,9	±75,4	±57,3	0,0
	<i>H</i>		18,3	32,3	46,0	59,8	72,6	80,2
24 ⁰	<i>A</i>	±101,2	±95,4	±89,7	±82,2	±71,8	±52,1	0,0
	<i>H</i>	5,0	18,5	39,2	45,8	59,2	71,6	78,2
26 ⁰	<i>A</i>	±101,0	±94,8	±88,5	±80,9	±68,7	±47,8	0,0
	<i>H</i>	5,3	18,6	32,1	45,5	58,4	70,0	76,2
28 ⁰	<i>A</i>	±100,8	±94,0	±87,1	±78,4	±66,0	±44,3	0,0
	<i>H</i>	5,7	18,8	32,0	45,1	57,7	68,8	74,2
30 ⁰	<i>A</i>	±100,6	±93,4	±85,9	±76,7	±63,7	±41,4	0,0
	<i>H</i>	6,1	19,0	32,0	44,8	57,0	67,4	72,2
32 ⁰	<i>A</i>	±100,4	±92,8	±84,6	±74,8	±60,7	±38,1	0,0
	<i>H</i>	6,4	19,0	31,8	44,2	56,0	65,8	70,2
34 ⁰	<i>A</i>	±100,2	±92,1	±83,5	±72,9	±58,2	±35,6	0,0
	<i>H</i>	6,8	19,2	31,6	43,7	55,0	64,2	68,2
36 ⁰	<i>A</i>	±100,0	±91,4	±82,3	±71,3	±55,8	±33,1	0,0
	<i>H</i>	7,1	19,2	31,2	43,1	53,9	62,5	66,2
38 ⁰	<i>A</i>	±99,7	±90,7	±81,1	±69,4	±53,5	±31,2	0,0
	<i>H</i>	7,4	19,2	31,0	42,4	52,8	60,9	64,2
40 ⁰	<i>A</i>	±99,4	±90,0	±79,8	±67,6	±51,7	±29,5	0,0
	<i>H</i>	7,8	19,2	30,6	41,7	51,6	59,2	62,2
42 ⁰	<i>A</i>	±99,2	±89,2	±78,8	±66,1	±50,1	±28,0	0,0
	<i>H</i>	8,1	19,2	30,2	40,8	50,4	57,3	60,2
44 ⁰	<i>A</i>	±99,0	±88,6	±77,7	±64,4	±48,1	±26,7	0,0
	<i>H</i>	8,4	19,2	30,3	40,1	49,1	55,7	58,2
46 ⁰	<i>A</i>	±98,7	±88,0	±76,5	±63,0	±46,4	±25,4	0,0
	<i>H</i>	8,8	19,2	29,5	39,2	47,7	53,9	56,2
48 ⁰	<i>A</i>	±98,3	±87,2	±75,5	±61,4	±44,8	±24,3	0,0
	<i>H</i>	9,0	19,0	29,0	38,2	46,3	52,1	54,2
50 ⁰	<i>A</i>	±97,9	±86,6	±74,5	±60,4	±43,6	±23,3	0,0
	<i>H</i>	9,3	19,0	28,4	37,3	44,9	50,3	52,2
52 ⁰	<i>A</i>	±97,7	±85,9	±73,5	±59,1	±42,1	±22,4	0,0
	<i>H</i>	9,6	18,8	27,8	36,3	43,4	48,4	50,2
52,2 ⁰	<i>A</i>	±97,7	±85,9	±73,3	±58,9	±42,1	±22,4	0,0
	<i>H</i>	9,6	18,8	27,8	36,2	43,3	48,2	50,0
54 ⁰	<i>A</i>	±97,3	±85,2	±72,5	±57,8	±41,1	±21,7	0,0
	<i>H</i>	9,8	18,6	27,3	35,3	42,0	46,6	48,2
56 ⁰	<i>A</i>	±96,9	±84,6	±71,5	±56,5	±40,0	±20,8	0,0
	<i>H</i>	10,1	18,4	26,6	34,1	40,4	44,6	46,2
58 ⁰	<i>A</i>	±96,6	±84,0	±70,6	±55,5	±38,8	±20,2	0,0
	<i>H</i>	10,3	18,2	26,0	33,0	38,9	42,8	44,2
60 ⁰	<i>A</i>	±96,2	±83,3	±69,8	±54,4	±37,8	±19,4	0,0
	<i>H</i>	10,6	18,0	25,3	31,9	37,3	40,8	42,2

Азимуты (*A*) солнца и высота (*H₀*) солнца на октябрь

Географическая широта		17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч
14 ⁰	<i>A</i>	±76,0	±70,8	±63,4	±52,1	±32,1	0,0
	<i>H</i>	11,6	25,6	39,0	51,4	61,3	65,3
16 ⁰	<i>A</i>	±75,5	±69,8	±62,0	±50,1	±30,1	0,0
	<i>H</i>	11,2	24,9	38,1	50,1	59,5	63,3
18 ⁰	<i>A</i>	±75,0	±68,9	±60,7	±48,3	±28,6	0,0
	<i>H</i>	10,6	24,2	37,2	48,8	57,8	61,3
20 ⁰	<i>A</i>	±74,8	±68,2	±59,3	±46,6	±27,1	0,0
	<i>H</i>	10,1	23,4	36,1	47,4	56,0	59,3
22 ⁰	<i>A</i>	±74,4	±67,2	±58,1	±45,1	±25,8	0,0
	<i>H</i>	9,6	22,7	35,0	46,0	54,1	57,3
24 ⁰	<i>A</i>	±74,0	±66,5	±56,9	±43,7	±24,6	0,0
	<i>H</i>	9,0	21,9	34,0	44,6	52,3	55,3
26 ⁰	<i>A</i>	±73,8	±65,8	±55,9	±42,4	±23,6	0,0
	<i>H</i>	8,4	21,1	32,9	43,2	50,5	53,3
28 ⁰	<i>A</i>	±73,8	±65,1	±54,9	±41,2	±22,7	0,0
	<i>H</i>	8,0	20,3	31,8	41,7	48,7	51,3
30 ⁰	<i>A</i>	±73,4	±64,4	±53,9	±40,0	±21,9	0,0
	<i>H</i>	7,3	19,0	30,6	40,1	46,8	49,3
32 ⁰	<i>A</i>	±73,2	±63,9	±52,9	±39,0	±21,2	0,0
	<i>H</i>	6,7	18,6	29,4	38,5	45,0	47,3
34 ⁰	<i>A</i>	±73,0	±63,4	±52,1	±38,0	±20,5	0,0
	<i>H</i>	6,2	17,7	28,2	37,0	43,1	45,3
36 ⁰	<i>A</i>	±72,7	±62,8	±51,3	±37,2	±19,8	0,0
	<i>H</i>	5,6	16,8	27,0	35,4	41,2	43,3
38 ⁰	<i>A</i>	±72,4	±62,1	±50,4	±36,3	±19,2	0,0
	<i>H</i>	5,0	15,8	25,6	33,8	39,4	41,3
40 ⁰	<i>A</i>		±61,6	±49,4	±35,6	±18,7	0,0
	<i>H</i>		14,8	24,3	32,2	37,4	39,3
42 ⁰	<i>A</i>		±61,3	±49,0	±34,8	±18,3	0,0
	<i>H</i>		14,0	23,1	30,5	35,5	37,3
44 ⁰	<i>A</i>		±60,8	±48,5	±34,2	±17,9	0,0
	<i>H</i>		13,0	21,8	28,9	33,6	35,3
46 ⁰	<i>A</i>		±60,5	±47,9	±33,6	±17,4	0,0
	<i>H</i>		12,0	20,5	27,2	31,8	33,3
48 ⁰	<i>A</i>		±60,1	±47,3	±33,1	±17,1	0,0
	<i>H</i>		11,0	19,1	25,6	29,9	31,3
50 ⁰	<i>A</i>		±59,8	±46,9	±32,6	±16,8	0,0
	<i>H</i>		10,0	17,8	23,9	28,0	29,3
52 ⁰	<i>A</i>		±59,4	±46,4	±32,2	±16,5	0,0
	<i>H</i>		9,0	16,4	22,3	26,0	27,3
52,2 ⁰	<i>A</i>		±59,4	±46,3	±32,1	±16,4	0,0
	<i>H</i>		9,0	16,2	22,1	25,8	27,1
54 ⁰	<i>A</i>		±59,3	±46,0	±31,7	±16,2	0,0
	<i>H</i>		8,0	15,0	20,6	24,1	25,3
56 ⁰	<i>A</i>		±59,0	±45,6	±31,3	±16,0	0,0
	<i>H</i>		6,9	13,6	18,7	22,1	23,3
58 ⁰	<i>A</i>		±58,0	±45,3	±31,0	±15,8	0,0
	<i>H</i>		5,8	12,1	17,0	20,2	21,3
60 ⁰	<i>A</i>		±58,6	±45,1	±30,6	±15,6	0,0
	<i>H</i>		4,9	10,8	15,4	18,3	19,3

Азимуты (*A*) солнца и высота (*H₀*) солнца на ноябрь

Географическая широта		17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч
14 ⁰	<i>A</i>	±66,8	±61,4	±53,5	±41,8	±23,8	0,0
	<i>H</i>	8,8	22,0	34,2	45,1	53,0	56,1
16 ⁰	<i>A</i>	±66,5	±60,7	±52,5	±40,4	±22,8	0,0
	<i>H</i>	8,0	21,0	33,0	43,5	51,1	54,1
18 ⁰	<i>A</i>	±66,2	±60,0	±51,5	±39,3	±21,9	0,0
	<i>H</i>	7,3	20,0	31,8	42,0	49,4	52,1
20 ⁰	<i>A</i>	±65,9	±59,4	±50,6	±38,2	±21,1	0,0
	<i>H</i>	6,5	19,0	30,6	40,6	47,6	50,1
22 ⁰	<i>A</i>	±65,9	±58,9	±49,6	±37,1	±20,3	0,0
	<i>H</i>	5,6	18,0	29,2	38,8	45,5	48,1
24 ⁰	<i>A</i>	±65,8	±58,3	±48,8	±36,2	±19,7	0,0
	<i>H</i>	4,8	17,0	28,0	37,3	43,8	46,1
26 ⁰	<i>A</i>		±57,8	±48,0	±35,3	±19,0	0,0
	<i>H</i>		15,8	26,6	35,6	41,8	44,1
28 ⁰	<i>A</i>		±57,3	±47,4	±34,6	±18,5	0,0
	<i>H</i>		14,8	25,4	34,0	40,0	42,1
30 ⁰	<i>A</i>		±56,9	±46,7	±33,8	±18,0	0,0
	<i>H</i>		13,7	23,9	32,4	38,0	40,1
32 ⁰	<i>A</i>		±56,5	±46,0	±33,1	±17,5	0,0
	<i>H</i>		12,6	22,5	30,6	36,2	38,1
34 ⁰	<i>A</i>		±56,2	±45,6	±32,5	±17,1	0,0
	<i>H</i>		11,6	21,2	29,0	34,2	36,1
36 ⁰	<i>A</i>		±55,9	±44,9	±31,9	±16,7	0,0
	<i>H</i>		10,4	19,7	27,2	32,3	34,1
38 ⁰	<i>A</i>		±55,6	±44,5	±31,4	±16,4	0,0
	<i>H</i>		9,2	18,4	25,6	30,4	32,1
40 ⁰	<i>A</i>		±55,3	±44,0	±30,9	±16,1	0,0
	<i>H</i>		8,1	16,8	23,9	28,5	30,1
42 ⁰	<i>A</i>		±55,2	±43,6	±30,5	±15,8	0,0
	<i>H</i>		7,0	15,4	22,2	26,5	28,1
44 ⁰	<i>A</i>		±54,9	±43,3	±30,0	±15,6	0,0
	<i>H</i>		5,8	14,0	20,4	24,7	26,1
46 ⁰	<i>A</i>		±54,7	±43,0	±29,8	±15,3	0,0
	<i>H</i>		4,7	12,6	18,7	22,8	24,1
48 ⁰	<i>A</i>			±42,7	±29,5	±15,0	0,0
	<i>H</i>			11,0	17,0	20,8	22,1
50 ⁰	<i>A</i>			±42,4	±29,2	±14,9	0,0
	<i>H</i>			9,6	15,2	18,8	20,1
52 ⁰	<i>A</i>			±42,2	±28,9	±14,7	0,0
	<i>H</i>			8,1	13,5	16,9	18,1
52,2 ⁰	<i>A</i>			±42,2	±28,9	±14,7	0,0
	<i>H</i>			8,0	13,3	16,7	17,9
54 ⁰	<i>A</i>			±42,1	±28,7	±14,6	0,0
	<i>H</i>			6,6	11,8	15,0	16,1
56 ⁰	<i>A</i>			±41,9	±28,5	±14,4	0,0
	<i>H</i>			5,1	10,0	13,0	14,1
58 ⁰	<i>A</i>				±28,4	±14,4	0,0
	<i>H</i>				8,2	11,1	12,1
60 ⁰	<i>A</i>				±28,2	±14,2	0,0
	<i>H</i>				6,5	9,2	10,1

Азимуты (*A*) солнца и высота (*H₀*) солнца на декабрь

Географическая широта			17 и 7 ч	16 и 8 ч	15 и 9 ч	14 и 10 ч	13 и 11 ч	12 ч	
14 ⁰	<i>A</i>	6ч25мин 17ч35мин	±65,8	±63,4	±58,0	±50,0	±38,4	±21,6	0,0
	<i>H</i>		0,0	7,7	20,4	32,2	42,4	49,8	52,6
16 ⁰	<i>A</i>	6ч28мин 17ч32мин	±65,5	±63,2	±57,4	±49,1	±37,3	±20,8	0,0
	<i>H</i>		0,0	6,8	19,3	30,9	40,8	47,9	50,6
18 ⁰	<i>A</i>	6ч32мин 17ч28мин	±65,3	±63,0	±56,8	±48,2	±36,3	±20,1	0,0
	<i>H</i>		0,0	5,9	18,3	29,6	39,3	46,1	48,6
20 ⁰	<i>A</i>	6ч36мин 17ч24мин	±65,0	±62,8	±56,3	±47,4	±35,4	±19,4	0,0
	<i>H</i>		0,0	5,0	17,2	28,3	37,7	44,2	46,6
22 ⁰	<i>A</i>	6ч40мин 17ч20мин	±64,6	±62,7	±55,8	±46,6	±34,5	±18,7	0,0
	<i>H</i>		0,0	4,1	16,1	26,9	36,0	42,3	44,6
24 ⁰	<i>A</i>	6ч44мин 17ч16мин	±64,2	±62,6	±55,3	±45,9	±33,7	±18,2	0,0
	<i>H</i>		0,0	3,2	14,9	25,5	34,3	40,4	42,6
26 ⁰	<i>A</i>	6ч49мин 17ч11мин	±63,7	±62,5	±54,9	±45,3	±33,0	±17,7	0,0
	<i>H</i>		0,0	2,3	13,8	24,2	32,7	38,5	40,6
28 ⁰	<i>A</i>	6ч53мин 17ч07мин	±63,3	±62,4	±54,5	±44,7	±32,3	±17,2	0,0
	<i>H</i>		0,0	1,3	12,6	22,7	31,0	36,6	38,6
30 ⁰	<i>A</i>	6ч58мин 17ч02мин	±62,6	±62,4	±54,1	±44,1	±31,7	±16,7	0,0
	<i>H</i>		0,0	0,4	11,4	21,2	29,3	34,6	36,6
32 ⁰	<i>A</i>	7ч03мин 16ч57мин	±62,0	±62,0	±53,8	±43,6	±31,2	±16,4	0,0
	<i>H</i>		0,0	0,0	10,3	19,8	27,6	32,7	34,6
34 ⁰	<i>A</i>	7ч08мин 16ч52мин	±62,3	±62,3	±53,6	±43,1	±30,7	±16,1	0,0
	<i>H</i>		0,0	0,0	9,1	18,4	25,9	30,9	32,6
36 ⁰	<i>A</i>	7ч14мин 16ч46мин	±60,5	±60,5	±53,3	±42,7	±30,2	±15,5	0,0
	<i>H</i>		0,0	0,0	7,9	16,9	24,1	28,8	30,6
		7ч19мин							

38 ⁰	<i>A</i>	16ч41мин	±59,7	±53,1	±42,3	±29,8	±15,7	0,0	
	<i>H</i>		0,0	6,7	15,4	22,4	27,0	28,6	
40 ⁰	<i>A</i>	7ч25мин	16ч35мин	±58,7	±53,0	±41,9	±29,4	±15,2	0,0
	<i>H</i>			0,0	5,5	13,9	20,7	25,0	26,6
42 ⁰	<i>A</i>	7ч32мин	16ч28мин	±57,6	±52,8	±41,6	±29,0	±15,0	0,0
	<i>H</i>			0,0	4,3	12,5	18,9	23,1	24,6
44 ⁰	<i>A</i>	7ч39мин	16ч21мин	±56,6	±52,7	±41,4	±28,7	±14,8	0,0
	<i>H</i>			0,0	3,1	11,0	17,2	21,2	22,6
46 ⁰	<i>A</i>	7ч47мин	16ч13мин	±55,0	±52,6	±41,1	±28,4	±14,6	0,0
	<i>H</i>			0,0	1,9	9,5	15,4	19,2	20,6
48 ⁰	<i>A</i>	7ч55мин	16ч05мин	±53,5	±52,6	±40,9	±28,2	±14,4	0,0
	<i>H</i>			0,0	0,6	7,9	13,6	17,3	18,6
50 ⁰	<i>A</i>	8ч04мин	15ч56мин	±51,8	±40,7	±28,0	±14,3	0,0	
	<i>H</i>			0,0	6,4	11,9	15,4	16,6	
52 ⁰	<i>A</i>	8ч15мин	15ч45мин	±49,8	±40,6	±27,8	±14,1	0,0	
	<i>H</i>			0,0	4,9	10,1	13,4	14,6	
54 ⁰	<i>A</i>	8ч27мин	15ч33мин	±47,4	±40,5	±27,6	±14,0	0,0	
	<i>H</i>			0,0	3,4	8,3	11,5	12,6	
56 ⁰	<i>A</i>	8ч40мин	15ч20мин	±44,6	±40,5	±27,5	±13,9	0,0	
	<i>H</i>			0,0	1,9	6,6	9,6	10,6	
58 ⁰	<i>A</i>	8ч56мин	15ч04мин	±41,3	±40,4	±27,4	±13,9	0,0	
	<i>H</i>			0,0	0,4	4,8	7,6	8,6	
60 ⁰	<i>A</i>	9ч15мин	15ч45мин		±37,3	±27,3	±13,8	0,0	
	<i>H</i>				0,0	3,0	5,6	6,6	

Сафин Ильдар Шавкатович

РАСЧЕТ ИНСОЛЯЦИИ ТЕРРИТОРИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов