

**Департамент образования и науки Костромской области**  
областное государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
**«КОСТРОМСКОЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

**Методический конкурс педагогических работников образовательных  
организаций Костромской области**

**Номинация:** *Дидактические материалы для обучающихся*

***Сборник практических и лабораторных работ  
по учебной дисциплине  
"Архитектурная физика"***

*Для специальности 07.02.01 АРХИТЕКТУРА*

Кострома 2021

Багдасарова Г.А. **Сборник практических и лабораторных работ по учебной дисциплине "Архитектурная физика" для специальности 07.02.01 АРХИТЕКТУРА - РИК ОГБПОУ «Костромской политехнический колледж»**, 2021, 43с.

**Сборник лабораторно-практических работ подготовлен в соответствии с программой дисциплины «Архитектурная физика» и предназначен для студентов, обучающихся на 3 курсе по специальности "Архитектура". В сборнике представлено 8 практических и лабораторных работ. Каждая работа содержит определенный алгоритм: задачи, приборы и принадлежности, теоретические предпосылки, методику выполнения работы. В приложениях даны образцы выполнения практических и лабораторных работ.**

**Рецензент:** Петрухин П. В. – инженер-проектировщик ООО "Планировка"

**© Багдасарова Г.А., 2021  
© ОГБПОУ «Костромской  
политехнический  
колледж», 2021**

Гарнитура шрифта «Times New Roman Cyr» 14 п.  
Формат 60x84/8. Кол-во листов 43/16 Кол-во авт. Листов 1,0.  
РИО КПК  
Файл «РИО/2021/Методички/Сборник практических и лабораторных работ\_Багдасарова»

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Практическая работа №1: «Строительная климатология» .....	7
Практическая работа №2: «Теплотехнический расчет ограждающей конструкции».....	10
Лабораторная работа № 3: «Распределение температуры воздуха в помещении и построение температурного поля».....	14
Практическая работа № 4: «Расчет акустических свойств помещения» .....	16
Лабораторная работа № 5: «Исследование освещенности учебных кабинетов» .....	19
Практическая работа № 6: «Расчет площади световых проемов».....	21
Практическая работа № 7: «Расчет и обеспечение инсоляции» .....	23
Практическая работа № 8: «Построение конверта теней от многоэтажного здания» .....	26
Приложение 1 .....	30
Приложение 2 .....	31
Приложение 3 .....	33
Приложение 4 .....	34
Приложение 5 .....	35
Приложение 6 .....	36
Приложение 7 .....	37
Приложение 8 .....	38
Приложение 9 .....	39
Приложение 10 .....	40
Приложение 11 .....	41

## Введение

Учебная дисциплина «Архитектурная физика» принадлежит к математическому и общему естественнонаучному циклу.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- подбирать ограждающие конструкции, обеспечивающие нормируемый уровень теплозащиты зданий;
- пользоваться инсоляционными графиками при расчете инсоляции и естественной освещенности помещений;
- ориентироваться в приемах рациональных решений звукоизоляции и акустики помещений и методах шумозащиты зданий;

знать:

- принцип проектирования теплозащиты наружных ограждающих конструкций;
- принцип проектирования естественной освещенности, инсоляции и солнцезащиты;
- принцип проектирования звукоизоляции и акустики помещений и элементов шумозащиты зданий.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование общих и профессиональных компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Разрабатывать проектную документацию объектов различного назначения.

ПК 1.2. Участвовать в согласовании принятых решений с проектными разработками смежных частей проекта.

ПК 2.1. Участвовать в авторском надзоре при выполнении строительных работ в соответствии с разработанным объемно-планировочным решением.

ПК 2.2. Осуществлять корректировку проектной документации по замечаниям смежных и контролирующих организаций и заказчика.

*Архитектурная физика* — прикладная область физики, рассматривающая физические явления и процессы в конструкциях зданий, связанные с переносом тепла, звука и света, а также явления и процессы в помещениях здания, связанные с распространением звука и света.

Основная задача архитектурной физики - обоснование применения в строительстве материалов и конструкций, выбора размеров и формы помещений, которые обеспечили бы оптимальные температурно-влажностные, акустические и светотехнические условия в помещениях соответственно их функциональному назначению.

Предмет изучения «Архитектурной физики» — вопросы теплопередачи, воздухопроницаемости и влажностного состояния конструкций, вопросы

звукоизоляции, акустики и светотехники, рассматриваемые соответственно в разделах *строительная теплотехника, строительная и архитектурная акустика, строительная светотехника.*

Традиционно при проектировании ограждающих конструкций отдельно рассматривают вопросы теплозащиты и влажностный режим, вопросы звукоизоляции. Комплексный подход к проектированию позволяет избежать возникающие в процессе эксплуатации здания проблемы.

Ограждающие конструкции, архитектурно-планировочное решение здания должны обеспечивать комфортные условия микроклимата, световой режим помещений. При решении данных архитектурно-строительных задач не обойтись без учета влияния окружающей среды.

Обезвредить отрицательные факторы климата и использовать положительные позволяют сведения о климатических нормативах, которые являются предметом изучения *строительной климатологии.*

Изучение курса "Архитектурная физика" сопровождает выполнение лабораторных и практических работ [8].

Цели лабораторно-практических работ:

- научиться применять на практике нормативные требования СП и ГОСТ;
- ознакомиться с устройством и научиться работать с приборами, применяемыми в области архитектурной физики;
- освоить технологию расчетов и графических построений.

## **Практическая работа №1: «Строительная климатология»**

### ***Задачи работы:***

1. Применять методы строительной климатологии;
2. Применять основные правила учёта климатических характеристик при проектировании зданий;
3. Научиться пользоваться нормативной литературой (Своды правил).

### ***Приборы и принадлежности:***

1. Персональный компьютер для работы с электронными документами;
2. Свод правил СП 131.13330.2018 "Строительная климатология";
3. Электронная таблица "Направление и скорость ветра";
4. Лист формата А4, чертежные принадлежности, транспортёр.

### ***Теоретические предпосылки:***

Под климатом понимается многолетний режим погоды, характерный для данной местности. К важнейшим климатическим факторам, необходимым для проектирования, относятся:

- солнечная радиация (прямая и рассеянная), поступающая на разных широтах на горизонтальные и вертикальные ограждающие поверхности разной ориентации при безоблачном небе или при облачности за разные сроки, Вт/м<sup>2</sup>;
- температурные, в виде температур наружного воздуха холодного и теплого периодов года;
- влажностные (относительная или абсолютная влажность воздуха, количество осадков за год, месяц, сутки и др.);
- ветровые (например, повторяемость направлений ветра, повторяемость штилей, средняя скорость по направлениям, максимальная, минимальная скорость и др.)

Задача строительной климатологии заключается в том, чтобы помочь архитекторам и строителям учесть специфику климата данного района при

проектировании, использовать его полезные стороны и предусмотреть меры. В процессе проектирования необходимо определить преобладающие погодные условия для заданного пункта строительства, которые приведены в нормах проектирования [1], меры защиты от его вредных воздействий.

**Методика выполнения работы:**

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями.
2. Выбрать карточку с названием населенного пункта (город РФ).
3. Используя данные свода Правил [1] заполнить таблицу с климатическими характеристиками заданного населенного пункта.

<b>Температура воздуха.</b>	
Абсолютная минимальная температура воздуха	
Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92	
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца	
Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха менее 8° С	
Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха менее 8° С	
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца	
Абсолютная максимальная температура воздуха	
<b>Влажность воздуха</b>	
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца	
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца	
<b>Осадки</b>	
Количество осадков за ноябрь - март	
Количество осадков за апрель - октябрь	
Суточный максимум осадков	

**Средняя температура по месяцам**

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
Средняя температура по месяцам													
Суммарная солнечная радиация (прямая и рассеянная) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе													



## *Ветер*

	январь									июль								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Повторяемость																		
Скорость																		

4. Пользуясь данными таблицы "Направление и скорость ветра" заполнить таблицу и построить графики повторяемости и скорости ветра зимний и летний (роза ветров). При построении графика использовать масштаб М 2:1. На графике указать скорость ветра. Образец оформления работы в приложении 1.

Исходные данные для выполнения практической работы №1

### Перечень городов РФ:

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. Владимир        | 14. Ростов-на-Дону |
| 2. Волгоград       | 15. Рязань         |
| 3. Воронеж         | 16. Саратов        |
| 4. Калининград     | 17. Смоленск       |
| 5. Краснодар       | 18. Тамбов         |
| 6. Красноярск      | 19. Тверь          |
| 7. Москва          | 20. Томск          |
| 8. Мурманск        | 21. Тула           |
| 9. Нижний Новгород | 22. Тюмень         |
| 10. Орел           | 23. Хабаровск      |
| 11. Пенза          | 24. Челябинск      |
| 12. Пермь          | 25. Чита           |
| 13. Псков          | 26. Ярославль      |

## **Практическая работа №2:**

### **«Теплотехнический расчет ограждающей конструкции»**

#### ***Задачи работы:***

1. ознакомиться с нормативными теплотехническими требованиями к ограждающим конструкциям зданий;
2. определить теплозащитные качества ограждающих конструкций однородных и многослойных.

#### ***Приборы и принадлежности:***

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий;
2. Таблица теплопроводности строительных материалов (приложение 2);
3. калькулятор.

#### ***Теоретические предпосылки.***

В соответствии с теплотехническими требованиями ограждающие конструкции зданий должны обладать следующими свойствами:

- не допускать потерь тепла в холодное время года и перегрева помещений летом;
- температура внутренней поверхности ограждения не должна опускаться ниже определенного уровня, чтобы исключить конденсацию пара на ней;
- обладать достаточным сопротивлением воздухо- и паропроницанию.

На ограждение, постоянно подвергающееся различным климатическим воздействиям, с одной стороны действует температура наружного воздуха, с другой стороны - температура внутреннего воздуха. Из-за отсутствия теплового равновесия внутри конструкции происходит перемещение тепла из более нагретой среды через ограждение в менее нагретую среду, в результате чего изменяется температура в толще конструкции. Этот процесс называют теплопередача.

Основная задача теплотехнического расчета конструкций - придание ограждениям необходимых теплозащитных качеств, показателем которых является термическое сопротивление или сопротивление теплопередаче  $R$  [8].

Для проектирования ограждающих конструкций строительными нормами установлено минимальное или требуемое сопротивление теплопередаче  $R_{req}$ .

Требуемое сопротивление  $R_{req}$  определяют исходя из условий энергосбережения (формула 1) и согласно санитарно-гигиеническим и комфортным условиям (формула 2).

Результатом теплотехнического расчета является определение толщины ограждающей конструкции из различных материалов и определение толщины слоя утеплителя в составе конструкции.

***Методика выполнения работы:***

1. Выписать исходные данные:

Район строительства – см. практическую работу №1.

Назначение здания – жилое.

Оптимальную температуру воздуха в жилой комнате в холодный период принять  $t_{int}=20^{\circ}\text{C}$  (ГОСТ 30494-96 табл. 1).

Расчетную относительную влажность внутреннего воздуха принять по СП 50.13330.2012 пункт 4.3 табл. 1 для нормального влажностного режима.

Расчетная температура наиболее холодной пятидневки  $t_{ext}$  обеспеченностью 0,92 - см. практическую работу №1.

Продолжительность отопительного периода  $Z_{ht}$  со средней суточной температурой наружного воздуха  $8^{\circ}\text{C}$  - см. практическую работу №1.

Средняя температура наружного воздуха  $t_{ht}$  за отопительный период - см. практическую работу №1.

2. Определить градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) по формуле (СП 50.13330.2012 пункт 5.2)

$$\text{ГСОП}=(t_{int} - t_{ht})\times Z_{ht}= \quad ^{\circ}\text{C}\times\text{сут.}$$

3. Определить нормируемое значение сопротивления теплопередаче по условиям энергосбережения следует определять по формуле:

$$R_{req} = a \times D_d + b = \quad \text{м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт} \quad (1)$$

где:

**a** и **b** - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

4. Определить нормируемое значение сопротивления теплопередаче по санитарно-гигиеническим требованиям определяем по формуле:

$$R_{req} = \frac{n \times (t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \times \alpha_{int}} = \quad \text{м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт} \quad (2)$$

где:

**n** - коэффициент, учитывающий положение наружной стены. Принимаем  $n=1$ .

$\Delta t_n$  - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции (табл. 5 СП 50.13330.2012),

$\alpha_{int}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции (табл. 4 СП 50.13330.2012).

5. Используя формулы

$$R_{req} = \frac{\delta}{\lambda} \quad \delta = R_{req} \times \lambda \quad R_{req} = R_{кирп} + R_{утепл}$$

где:

$\delta$  - толщина ограждения в метрах,

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности (принимаем по таблице приложения 2),

$R_{кирп}$  - сопротивление теплопередаче кирпичной части стены,

$R_{утепл}$  - сопротивление теплопередаче слоя утеплителя,

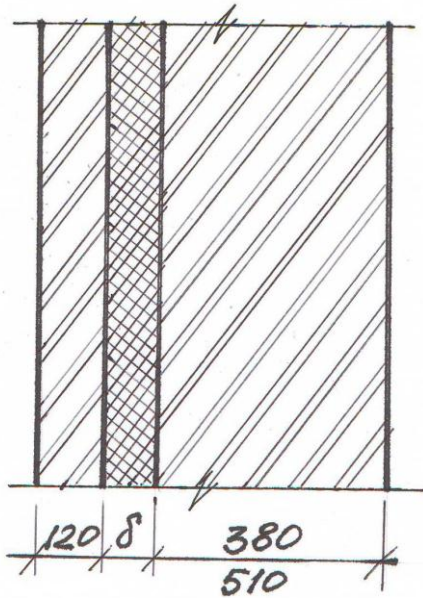
**определить** согласно нормируемому сопротивлению теплопередаче по условиям энергосбережения и нормируемому сопротивлению теплопередаче по санитарно-гигиеническим требованиям:

**а) толщину стены из силикатного кирпича  $\delta_1$  и  $\delta_2$**

**б) толщину стены из соснового бруса  $\delta_1$  и  $\delta_2$**

**в) толщину стены из термоблоков керамических  $\delta_1$  и  $\delta_2$**

г) определить толщину утеплителя, подчеркнутого красным цветом  $\delta_1$  и  $\delta_2$  (пенополистирол, вата минеральная тяжелая) многослойной конструкции. Толщина кирпичной стены в мм обозначена на чертеже.



Формулы, расчеты и результаты расчета толщины конструкций написать в отчете.

б. Сделать вывод, из какого материала стены могут быть однородными (сплошными), из какого - многослойными.

### **Лабораторная работа № 3:**

#### **«Распределение температуры воздуха в помещении и построение температурного поля»**

##### ***Задачи работы:***

1. знакомство с основными параметрами микроклимата помещений, способами их определения и методикой оценки санитарно-гигиенических условий, исходя из требований строительных и гигиенических норм.
2. ознакомиться с устройством и действием электронного термометра, уточнить класс точности прибора;
3. измерить температуру в различных точках помещения и по полученным данным рассчитать характеристики температурно-влажностного режима воздушной среды помещения;
4. рассчитать характеристики температурного поля и построить графики распределения температуры в помещении.

##### ***Приборы и принадлежности:***

1. термометр электронный,
2. обмерные чертежи планов помещений.
3. лист формата А4, чертежные принадлежности.

##### ***Теоретические предпосылки:***

Одна из основных характеристик микроклимата помещения - температура воздуха. Ее распределение в помещении зависит от многих факторов: от отопительно-вентиляционных систем, теплозащитных качеств ограждений, воздухопроницаемости окон и стен, расположения помещений по высоте в многоэтажных зданиях, режима работы различных механизмов в помещении и т.п.

Перепад температур в помещении не должен превышать по горизонтали 2 градуса, по вертикали - 3 градуса. Многообразие и изменчивость факторов затрудняет установление аналитической зависимости температуры воздуха в отдельных точках помещения от внешних причин. В связи с этим важное

значение имеют данные натурных исследований, с помощью которых можно объективно оценить характер различных факторов, воздействующих на распределение температуры в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Для измерения температуры воздуха в строительной теплотехнике применяют деформационные, электрические и термоэлектрические термометры.

Многообразие и изменчивость факторов затрудняет установление аналитической зависимости температуры воздуха в отдельных точках помещения от внешних причин. В связи с этим важное значение имеют данные натурных исследований, с помощью которых можно объективно оценить характер различных факторов, воздействующих на распределение температуры в горизонтальной и вертикальной плоскостях [13].

***Методика выполнения работы:***

1. Ознакомиться с теоретическими данными и последовательностью выполнения лабораторной работы.

2. Заготовить схему плана помещения в М 1:100 на листе формата А4. Пример выполнения плана приведен в приложении 4.

3. Произвести измерения во всех указанных точках на отметке 1,0 метр от уровня пола.

Результаты измерений записать непосредственно на схеме плана.

4. Построить аксонометрические графики температурного поля на плане, как показано на рисунке в приложениях 5 и 6.

5. Подсчитать температурный перепад в горизонтальной плоскости. Сравнить с имеющимися данными для комфортных условий в общественном здании. Сделать выводы.

## **Практическая работа № 4:** **«Расчет акустических свойств помещения»**

### ***Задачи работы:***

1. применять методы расчета и оценки акустических свойств помещений;
2. рассчитывать оптимальное время реверберации;
3. рассчитывать и оценивать артикуляцию помещений.

### ***Приборы и принадлежности:***

1. карточки с вариантами заданий,
2. обмерные чертежи планов помещений,
3. калькулятор.

### ***Теоретические предпосылки:***

Звук, возникающий в помещении, частично поглощается, частично отражается ограждающими конструкциями, оборудованием, зрителями. Уровни процессов отражения и поглощения определяют акустические свойства помещения.

Одним из важных показателей акустики помещения является реверберация.

Реверберацией называют наличие остаточного звучания в помещении после прекращения основного звука вследствие многократных отражений звуковых волн от поверхностей стен, потолка и др.

Продолжительность реверберации, или время затухания отраженного звука до порога слышимости, зависит как от акустических свойств помещения, так и от мощности источника звука. Для акустического расчета и проектирования требуется характеристика, которая зависит только от акустических свойств помещения. Такой характеристикой является скорость затухания отраженного звука, или стандартная реверберация.



Стандартная реверберация  $T_{ст}$  - это время, за которое плотность звуковой энергии отраженного звука уменьшается в 1 млн раз или уровень звукового давления снижается на 60 дБ.

При продолжительной реверберации помещение становится гулким, при короткой - глухим. Время реверберации зависит от объема и звукопоглощения помещения, а также от частоты звука.

Оптимальное время реверберации  $T_{опт}$  для частоты 500 Гц можно приближенно определить по формуле

$$T_{опт} = K \lg V.$$

где  $V$  - объем помещения в  $m^3$ ,  $K$  - коэффициент, принимаемый:

0,41 - для оперных театров и концертных залов;

0,36 - для драматических театров;

0,29 - для кинотеатров и аудиторий.

Акустические качества помещений характеризуются степенью разборчивости речи во всех его точках. Критерием служит слоговая артикуляция, показывающая процент правильно воспринятых слушателем слогов. Разборчивость считается отличной при 96% правильно воспринимаемых слогов, хорошей - при 85-95%, удовлетворительной - при 75-85%, трудноразборчивой - при 65-75%, недопустимой - при 65% и ниже.

Артикуляция речи определяется по формуле

$$A = 0,96 K_1 K_2 K_3 K_4$$

где  $K_1$  - коэффициент, учитывающий уровень громкости звука;

где  $K_2$  - коэффициент, учитывающий время реверберации;

где  $K_3$  - коэффициент, учитывающий шумовой фон в помещении;

где  $K_4$  - коэффициент, учитывающий форму помещения (в прямоугольных и секториальных помещениях - 1,0; в малых помещениях с большим звукоотражением - 1,06) [7].

Значения коэффициентов приведены в таблице.

Время реверберации с	Значения коэффициентов			Процентная артикуляция	
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	при $K_4 = 1,0$	при $K_4 = 1,05$
1,0	0,95	0,96	0,83	72,5	77
1,5	0,95	0,94	0,83	71	75
2,0	0,95	0,90	0,83	68	72
2,5	0,95	0,86	0,83	65	69

### **Методика выполнения работы:**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом и последовательностью выполнения практической работы.

2. Рассчитать и оценить артикуляцию помещения колледжа (аудитория №216):

- размеры помещения принять согласно обмерным чертежам;
- рассчитать объем помещения;
- определить время оптимальной реверберации  $T_{\text{опт}}$ ;
- определить по формуле слоговую артикуляцию  $A$ ;
- оценить качество артикуляции.

3. Рассчитать и оценить артикуляцию заданных помещений, согласно своему варианту.

Исходные данные для выполнения практической работы №4

### **Расчет акустических свойств помещения**

№ варианта	Размеры помещения, м			Назначение помещения	Значение $K_4$
	длина	ширина	высота		
1	10	6	4	Аудитория	1,06
2	12	8	6	Читальный зал	1,06
3	14	10	8	Аудитория	1,0
4	16	12	4	Лекционный зал	1,0
5	18	14	6	Конференц-зал	1,0
6	20	16	18	Концертный зал	1,0
7	22	10	14	Оперный зал	1,0
8	24	12	16	Кинозал	1,0
9	26	14	8	Лекционный зал	1,0
10	28	16	14	Драматический зал	1,0
11	30	12	10	Кинозал	1,0
12	32	14	16	Концертный зал	1,0
13	24	10	12	Драматический зал	1,06
14	26	12	18	Кинозал	1,0

15	28	16	15	Оперный зал	1,0
16	10	6	4	Аудитория	1,06
17	12	8	6	Читальный зал	1,06
18	14	10	8	Аудитория	1,0
19	16	12	4	Лекционный зал	1,06
20	18	14	6	Конференц-зал	1,06
21	20	16	18	Концертный зал	1,0
22	22	10	14	Оперный зал	1,0
23	24	12	16	Кинозал	1,0
24	26	14	8	Лекционный зал	1,0
25	28	16	14	Драматический зал	1,0
26	30	12	10	Кинозал	1,0
27	32	14	16	Концертный зал	1,0
28	24	10	12	Драматический зал	1,0
29	26	12	18	Кинозал	1,0
30	28	16	15	Оперный зал	1,0

### **Лабораторная работа № 5:**

#### **«Исследование освещенности учебных кабинетов»**

##### ***Задачи работы:***

1. ознакомиться с нормативными показателями освещения;
2. ознакомиться с методикой и приборами, используемыми при исследовании освещенности помещений;
3. ознакомиться с устройством и действием электронного люксметра;
4. Определить натурные значения освещения в расчетных точках помещения.

##### ***Приборы и принадлежности:***

1. люксметр,
2. обмерные чертежи планов помещений;
3. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение;
4. лист формата А4, чертежные принадлежности.

##### ***Теоретические предпосылки:***

Помещения с постоянным пребывание людей должны иметь естественное освещение. Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее и комбинированное (верхнее и боковое).

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное. Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий. Для искусственного освещения следует использовать энергоэффективные источники света.

Совмещенное освещение — это освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным [4, 5].

***Методика выполнения работы:***

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями и последовательностью выполнения лабораторной работы.

2. Ознакомиться и выписать нормативные показатели освещения основных помещений учреждений общего образования, начального, среднего и высшего профессионального образования (приложение Л СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение)

2. Заготовить схемы плана помещения с расстановкой мебели и плана потолка с расстановкой светильников в М 1:100 на листе формата А4.

3. Произвести измерения в расчетных точках: на рабочих столах и партах, на середине доски.

Результаты измерений записать непосредственно на схемах планов. Пример выполнения чертежа приведен в приложении 6.

4. Провести анализ соответствия результатов измерений нормативным показателям освещения. Сделать вывод.

## **Практическая работа № 6:** **«Расчет площади световых проемов»**

### ***Задачи работы:***

1. ознакомиться с нормативными требованиями к естественному освещению жилых зданий;
2. ознакомиться с методикой и порядком расчета естественного освещения.

### ***Приборы и принадлежности:***

1. СП 23-102-2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий;
2. лист формата А4, чертежные принадлежности.

### ***Теоретические предпосылки:***

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение.

В жилых зданиях при одностороннем боковом освещении нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено:

в жилых помещениях жилых зданий - в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов: в одной комнате для 1-, 2- и 3-комнатных квартир и в двух комнатах для 4-комнатных и более квартир.

В остальных жилых помещениях многокомнатных квартир и кухне нормируемое значение КЕО при боковом освещении должно обеспечиваться в расчетной точке, расположенной в центре помещения на плоскости пола.

При проектировании естественного освещения должны быть определены следующие параметры:

- группа административного района, в котором предполагается строительство здания;
- нормированное значение КЕО с учетом характера зрительных работ и светоклиматических особенностей места расположения зданий;

- назначение, объемно-пространственное и конструктивное решение здания;
- ориентацию здания по сторонам горизонта [4].

**Методика выполнения работы:**

1. Ознакомиться с теоретическими данными.

Написать исходные данные в виде таблицы.

1	Населенный пункт	См. практическую работу №1
2	Назначение помещения	Жилое
3	Расположение окон	Боковое одностороннее
4	Геометрические размеры помещения	
	длина помещения $l_n$ , м	
	глубина помещения $d_n$ , м	
	высота помещения $h_n$ , м	
5	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	

2. Вычертить план и разрез помещения в масштабе М 1:100, проставить размеры (приложение 7).

3. По **таблице 1** СП 23-102-2003 определить группу административного района по ресурсам светового климата.

4. По **таблице 2** СП 23-102-2003 СП 23-102-2003 определить коэффициент светового климата  $m_N$ .

5. По **таблице 4** СП 23-102-2003 определить нормированное значение КЕО в жилых помещениях -  $e_n$

6. Определить значение КЕО по световому климату  $e_N$  по формуле:

$$e_N = e_n m_N$$

7. Определить величину отношения глубины помещения к высоте верхней грани оконного проема над уровнем условной рабочей поверхности  $d_n / h_{01}$ .

8. По графику для определения относительной площади световых проемов при боковом освещении жилых помещений (**рисунок 1** СП 23-102-2003) определить относительную площадь световых проемов  $A_{co} / A_n$ ,

где  $A_n$  - площадь помещения.

9. Определить площадь окна в свету  $A_{co}$ . (площадь остекления).

10. Определить площадь оконного проема в стене  $A_o$  при условии, что площадь остекления составляет 60% площади оконного проема.

11. Определить размеры оконного проема (высота, ширина), исходя из заданной высоты помещения и площади оконного проема.

Ответ: принимаем окно - высота, ширина в метрах.

Исходные данные для выполнения практической работы № 6

### Расчет площади световых проемов

№ варианта	Геометрические размеры помещения, м			Ориентация световых проемов по сторонам горизонта
	длина	глубина	высота	
1	3,0	5,1	2,5	С
2	2,9	5,2	2,6	СВ
3	2,8	5,4	2,7	СЗ
4	3,3	5,5	2,8	З
5	3,0	5,6	2,9	В
6	3,2	5,9	3,0	ЮВ
7	3,6	5,5	2,5	ЮЗ
8	3,1	5,1	2,6	Ю
9	2,8	5,4	2,7	С
10	3,2	5,8	2,8	СВ
11	3,5	6,0	2,9	СЗ
12	3,8	6,0	3,0	З
13	2,9	4,9	2,5	В
14	3,2	5,3	2,6	ЮВ
15	2,9	5,1	2,7	ЮЗ

### Практическая работа № 7:

#### «Расчет и обеспечение инсоляции»

##### *Задачи работы:*

1. ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к инсоляции отдельных зданий и внутриквартальных территорий, а также методами определения оптимальной ориентации зданий;

2. ознакомиться с методом расчета продолжительности инсоляции в помощь инсоляционного графика,

3. определить время инсоляции в расчетных точках на плане этажа здания и на плане участка микрорайона.

***Приборы и принадлежности:***

1. план этажа многоквартирного жилого дома в масштабе М 1:100;
2. план участка микрорайона в масштабе 1:2000;
3. инсоляционный график на прозрачной пленке (приложение 8).

***Теоретические предпосылки:***

При составлении климатической характеристики района строительства выявляют наиболее характерные факторы климата, одним из которых является солнечная радиация.

Прямая солнечная радиация, то есть облучение помещений зданий и территорий прямыми солнечными лучами, называется инсоляцией.

Для зданий, в которых инсоляция обязательна (жилые здания, детские дошкольные учреждения, учебные заведения), нормами устанавливается минимальное время инсоляции в зависимости от назначения здания и времени года с учетом географической широты местности.

Нормативная продолжительность инсоляции устанавливается на определенные календарные периоды с учетом географической широты местности:

северная зона (севернее  $58^{\circ}$  с. ш.) - с 22 апреля по 22 августа;

центральная зона ( $58^{\circ}$  с. ш. -  $48^{\circ}$  с. ш.) - с 22 марта по 22 сентября;

южная зона (южнее  $48^{\circ}$  с. ш.) - с 22 февраля по 22 октября.

Нормируемая продолжительность непрерывной инсоляции для помещений жилых и общественных зданий устанавливается дифференцированно в зависимости от типа квартир, функционального назначения помещений, планировочных зон города, географической широты для:

северной зоны (севернее  $58^{\circ}$  с. ш.) - не менее 2,5 ч в день с 22 апреля по 22 августа;



центральной зоны ( $58^{\circ}$  с. ш. -  $48^{\circ}$  с. ш.) - не менее 2 ч в день с 22 марта по 22 сентября;

южной зоны (южнее  $48^{\circ}$  с. ш.) - не менее 1,5 ч в день с 22 февраля по 22 октября.

Костромская область находится на границе  $58^{\circ}$  северной широты, при этом город Кострома находится южнее, а большая часть области севернее  $58^{\circ}$ . То есть для Костромы нормируемая продолжительность непрерывной инсоляции составляет не менее 2 часов в день, а для Костромской области - не менее 2,5 часа в день [6].

#### ***Методика выполнения работы:***

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями и последовательностью выполнения практической работы.

2. Ознакомиться с правилами использования инсоляционного графика.

3. Определить продолжительность инсоляции на плане этажа (приложение 9). Для этого полюс графика (точка на пересечении полуденной часовой линии и линии с нулевой высотой) совмещаем с расчетной точкой Т1 на плане этажа. При этом северное направление инсоляционного графика должно совпадать с северным направлением на плане этажа.

При расчетах продолжительности инсоляции не учитывается первый час после восхода солнца и последний час перед заходом солнца.

В письменном ответе указать время начала инсоляции, время окончания инсоляции, продолжительность инсоляции в часах.

Время инсоляции определить для четырех расчетных точек, для трех вариантов ориентации здания (красный, синий и зеленый север).

4. Определить продолжительность инсоляции для расчетных точек на плане микрорайона (приложение 10). При определении продолжительности инсоляции следует учитывать наличие тени от соседних зданий, которая зависит от этажности зданий.

Время инсоляции определить для шести расчетных точек, для трех вариантов ориентации территории (красный, синий и зеленый север).

## **Практическая работа № 8:**

### **«Построение конверта теней от многоэтажного здания»**

#### ***Задачи работы:***

1. ознакомиться с методикой построения теней в разное время дня с использованием инсоляционного графика;
2. определить на участке затененную зону от здания на расчетный период.

#### ***Приборы и принадлежности:***

1. инсоляционная линейка,
2. паспорта типовых проектов многоэтажных жилых зданий,
3. лист формата А4, чертежные принадлежности, транспортир.

#### ***Теоретические предпосылки:***

При проектировании часто приходится оценивать ситуацию и определять время затенения или инсоляции объектов, гарантийную зону инсоляции, предусматривать градостроительную маневренность застройки. Для решения этих задач одним из условий является построение теней от зданий или групп зданий, зеленых насаждений и рельефных образований на плане застройки и на самих зданиях. Чтобы определить длины отбрасываемых теней здания в различные часы дня достаточно определить длины отбрасываемых теней от одного шеста. Азимуты теней и угловые высоты солнечных лучей для заданных часов суток определяют, используя инсоляционную линейку.

Таким образом, можно построить контур теней от группы зданий, определить затененные зоны в расчетный период и с учетом этого разместить объекты на участке [8].

#### ***Методика выполнения работы:***

1. Ознакомиться с теоретическими данными и последовательностью выполнения практической работы.
2. Вычертить план здания в масштабе 1:500. Показать направление севера стрелкой.

3. Используя инсоляционную линейку определить длину теней в разное время суток с 8.00 часов до 16.00 часов. Высоту здания определить по высотным отметкам разреза здания.

4. Построить тени от здания. Направления теней принять по направлению часовых радиальных линий на инсоляционном графике. Образец оформления работы приведен в приложении 11.

## Заключение

Проектирование зданий как искусственной среды жизнедеятельности должно обеспечивать такое состояние среды, которое воспринимается человеком как комфортное. Забота о создании комфортной среды проявляется на всех этапах проектирования. Этому способствует правильное решение архитектурных задач по назначению размеров помещений, их пропорций, размеров оконных проемов. Только при правильном решении технических задач могут быть обеспечены необходимый уровень теплоизоляции, звукоизоляции помещений, оптимальные параметры воздушной среды, световой комфорт. Значимость этих факторов различна, но достаточно несоблюдения хотя бы одного из них, чтобы комфортное состояние среды превратилось в дискомфортное.

Лабораторные и практические занятия позволяют студентам глубже осмыслить теоретический материал, расчетные методы, применяемые при проектировании ограждений и помещений. Исследовательский характер лабораторных работ позволяет определить состояние среды помещений и сравнить показатели микроклимата с требованиями нормативов.

Таким образом, выполняя лабораторно-практические работы по архитектурной физике, студенты-архитекторы проходят инженерно-техническую подготовку к будущей профессиональной деятельности.

## Список использованных источников и литературы

1. СП 131.13330.2018 Строительная климатология.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.
3. СП 51.13330.2011 Защита от шума.
4. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
5. СП 23-102-2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий.
6. ГОСТ Р 57795-2017 Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции.
7. Андрианов К. А., Матвеева И. В., Макаров А. М. Строительная физика: методические указания. Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007.
8. Исаевич И. И., Тур А. В., Фурсова Г. Н. Архитектурно-строительная физика: методические указания к лабораторным работам. Ульяновск, УлГТУ, 2011.
9. Ларионова К. О., Серов А. Д. Архитектура зданий. Архитектурная физика: методические указания к выполнению лабораторных работ. М., НИУ МГСУ, 2016.
10. Ларионова К. О., Серов А. Д., Стецкий С. В. Строительная физика: журнал для лабораторных работ. М., НИУ МГСУ, 2015.
11. Толстенева А. А., Кутепова Л. И., Абрамов А. А. Архитектурная физика: учебное пособие для СПО. М., Юрайт, 2018.
12. Тарасенко В. Н., Дегтев И. А., Аниканова Т. В. Физико-технические основы проектирования: методические указания к выполнению лабораторных работ. Белгород: Издательство БГТУ 2007.
13. Черныш Н. Д., Тарасенко В. Н. Строительная физика: учебное пособие для студентов. Белгород: Издательство БГТУ 2009.

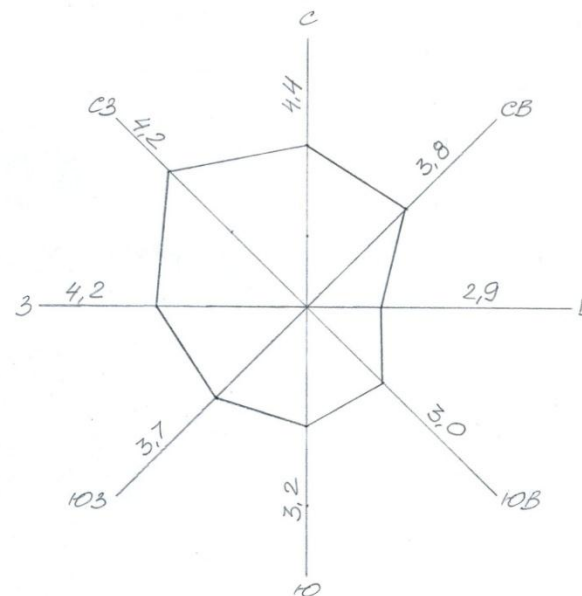
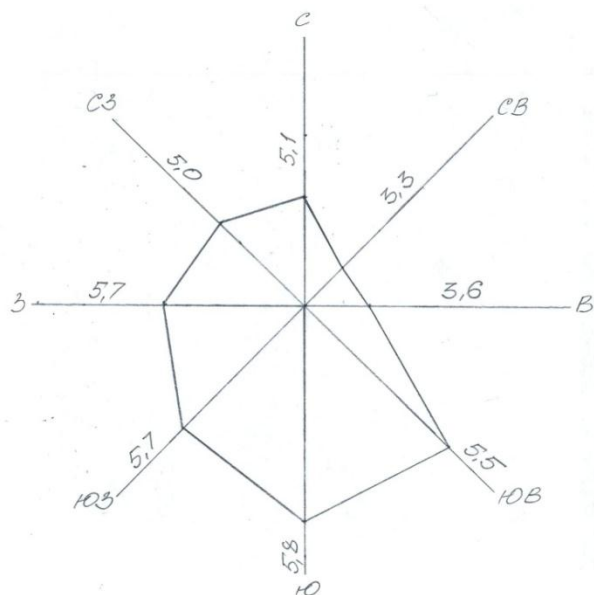
Образец оформления работы

График повторяемости и скорости ветра (Роза ветров)

Город Кострома

	январь								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Повтор %	10	5	6	19	20	16	13	11	4
Скорость	5,1	3,3	3,6	5,5	5,8	5,7	5,7	5,0	

	июль								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Повтор %	15	13	7	10	11	12	14	18	6
Скорость	4,4	3,8	2,9	3,0	3,2	3,7	4,2	4,2	



Работу выполнил

Таблица теплопроводности строительных материалов

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/м*К	Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/м*К
Алебастровые плиты	0,47	Кирпич шлаковый	0,58
Асбестоцемент	1,76	Кремнезистые плиты	0,07
Асбоцементные плиты	0,35	ПВХ	0,19
Бетон	0,18	Пенобетон	0,3
термоизоляционный		Пенопласт	0,037
Битум	0,47	Пенополистирол ПС-Б	0,04
Бумага	0,14	Пеностекло легкое	0,06
Вата минеральная легкая	0,045	Пергамин	0,17
Вата минеральная тяжелая	0,055	Перлит	0,05
Вата хлопковая	0,055	Перлито-цементные плиты	0,08
Вермикулитовые листы	0,1	Песок	
Войлок шерстяной	0,045	10% влажности	0,97
Гипс строительный	0,35	20% влажности	1,33
Глинозем	2,33	Песчаник обожженный	1,5
Гравий (наполнитель)	0,93	Плитка облицовочная	105
Гранит, базальт	3,5	Плитка термоизоляционная	0,036
Грунт песчаный	1,16	Полистирол	0,082
Грунт сухой	0,4	Поролон	0,04
Гудрон	0,3	Пробковая плита	0,043
Древесина - доски	0,15	Пробковые листы легкие	0,035
Древесина - фанера	0,15	Пробковые листы тяжелые	0,05
Древесина твердых пород	0,2	Резина	0,15
Древесно-стружечная плита ДСП	0,2	Рубероид	0,17
Камень	1,4	Сосна обыкновенная, ель, пихта (450...550 кг/куб.м, 15% влажности)	0,15
Картон строительный многослойный	0,13	Сосна смолистая (600...750 кг/куб.м, 15% влажности)	0,23
Керамический термоблок	0,14	Стекло	1,15
Керамзитобетон	0,2	Стекловата	0,05
Кирпич кремнеземный	0,15	Стекловолокно	0,036
Кирпич пустотелый	0,44	Стеклотекстолит	0,3
Кирпич силикатный	0,81	Толь бумажный	0,23
Кирпич сплошной	0,67	Цементные плиты	1,92

Цемент-песок раствор	1,2
Чугун	56
Шлак гранулированный	0,15
Шлак котельный	0,29
Шлакобетон	0,6

Штукатурка сухая	0,21
Штукатурка цементная	0,9
Липа, береза, клен, дуб	0,15
(15% влажности)	

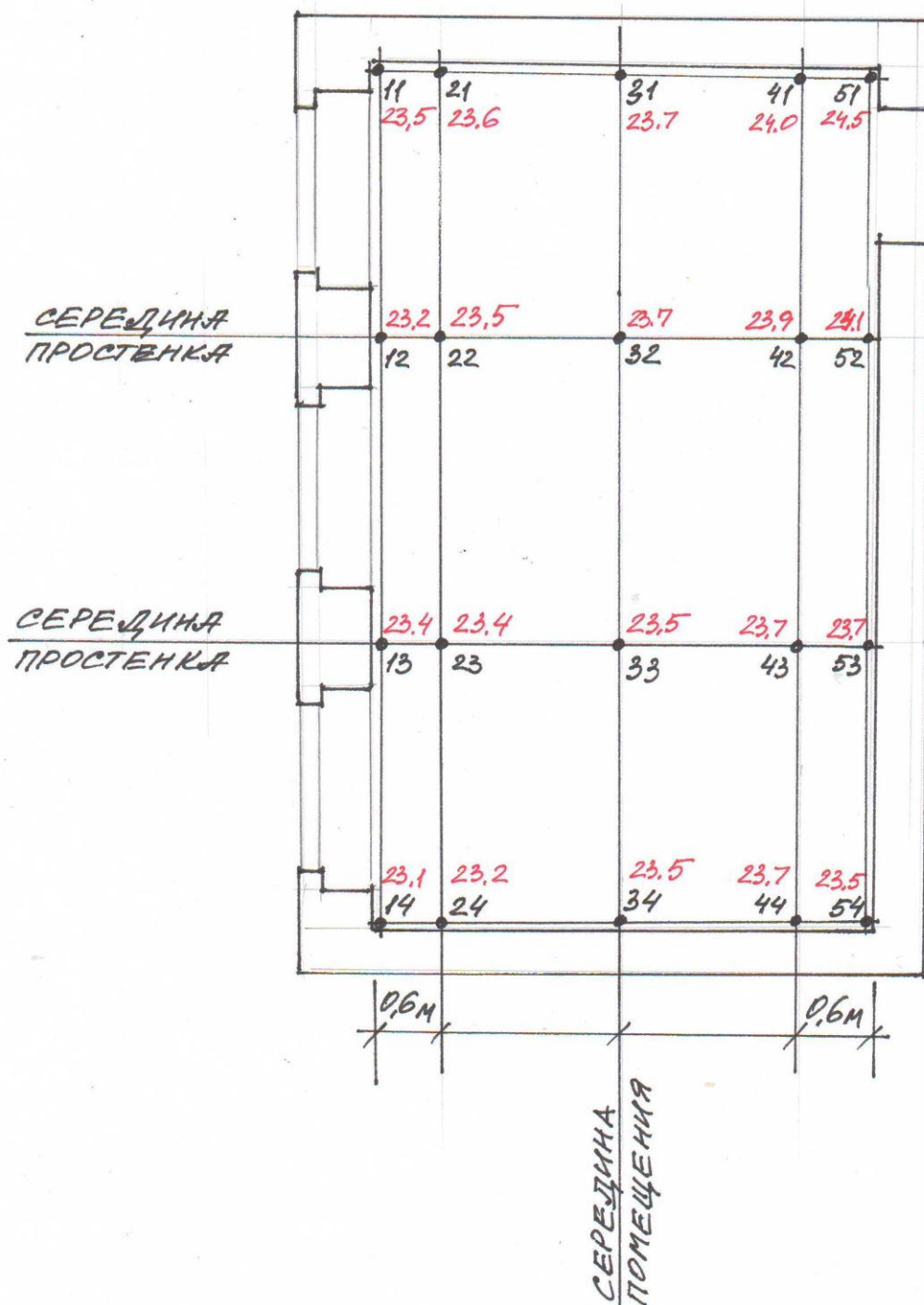
---



Лабораторная работа № 3

**Распределение температуры воздуха в помещении**  
**и построение температурного поля**

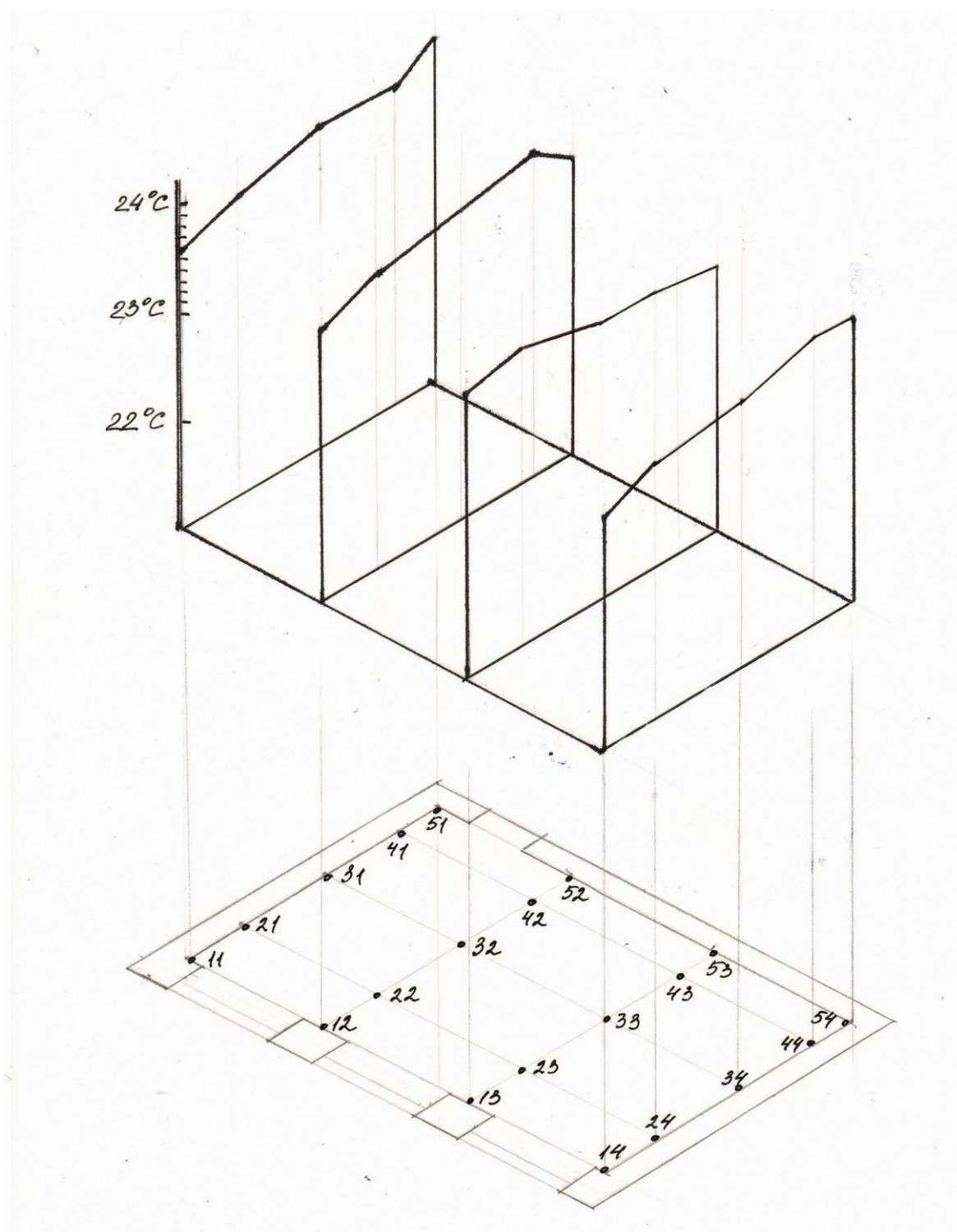
План помещения



Лабораторная работа № 3

**Распределение температуры воздуха в помещении**  
**и построение температурного поля**

АксонOMETрический график температурного поля  
 в поперечном направлении помещения

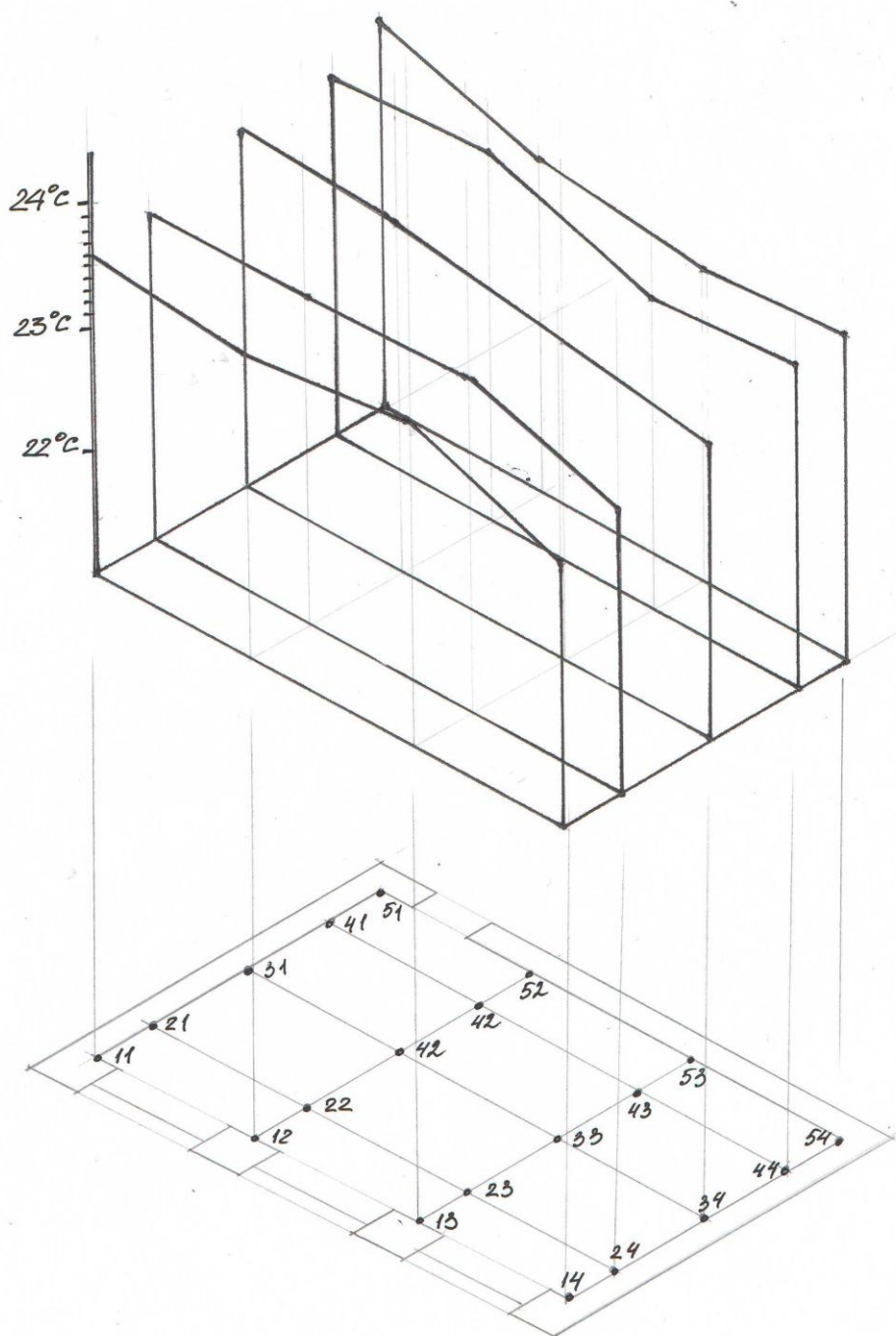


Работу выполнил \_\_\_\_\_

Лабораторная работа № 3

**Распределение температуры воздуха в помещении**  
**и построение температурного поля**

АксонOMETрический график температурного поля  
 в продольном направлении помещения



Работу выполнил \_\_\_\_\_

Образец выполнения лабораторной работы №5

**Исследование освещенности учебных кабинетов**

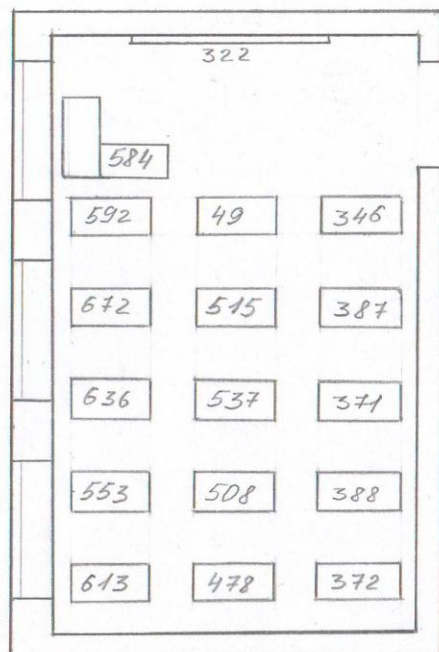
Исследование освещенности кабинета № \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

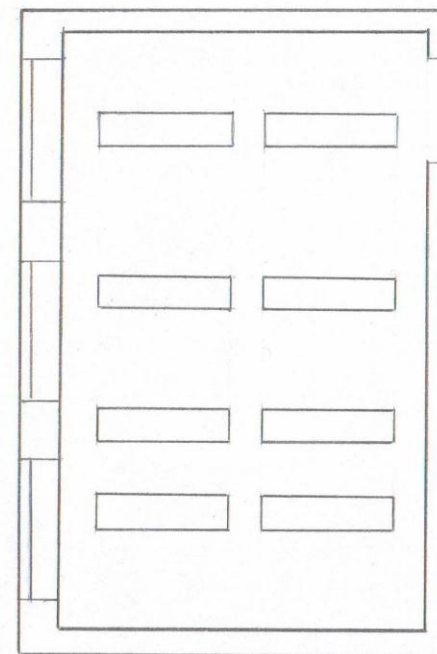
Время \_\_\_\_\_

Ясно, пасмурно

План помещения



План потолка

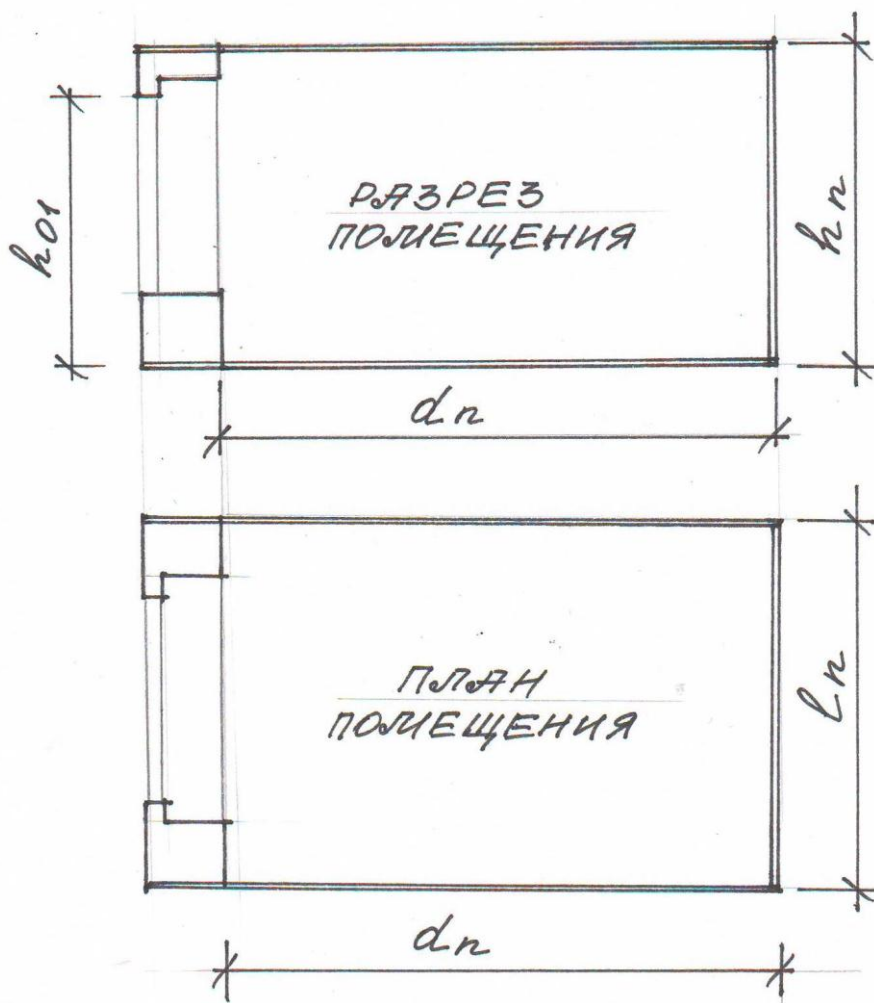


Работу выполнил \_\_\_\_\_

Практическая работа № 6

Расчет площади световых проемов

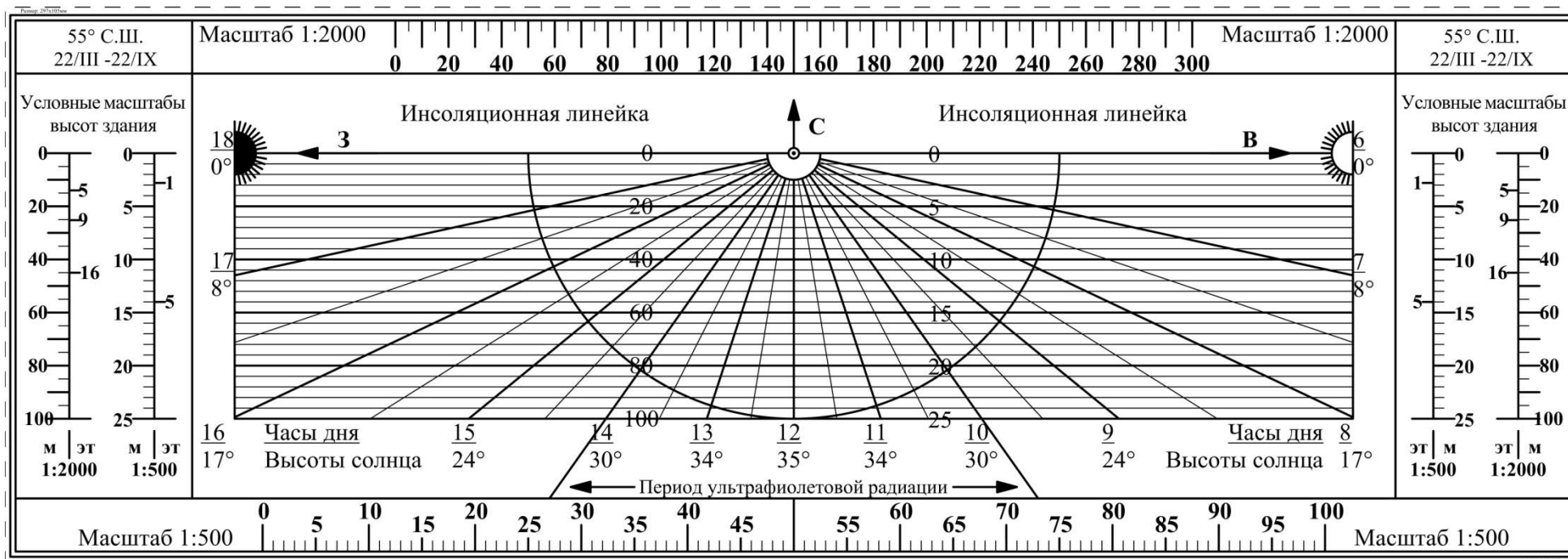
План и разрез помещения



Практическая работа №7

Расчет и обеспечение инсоляции

Инсоляционный график (инсоляционная линейка)

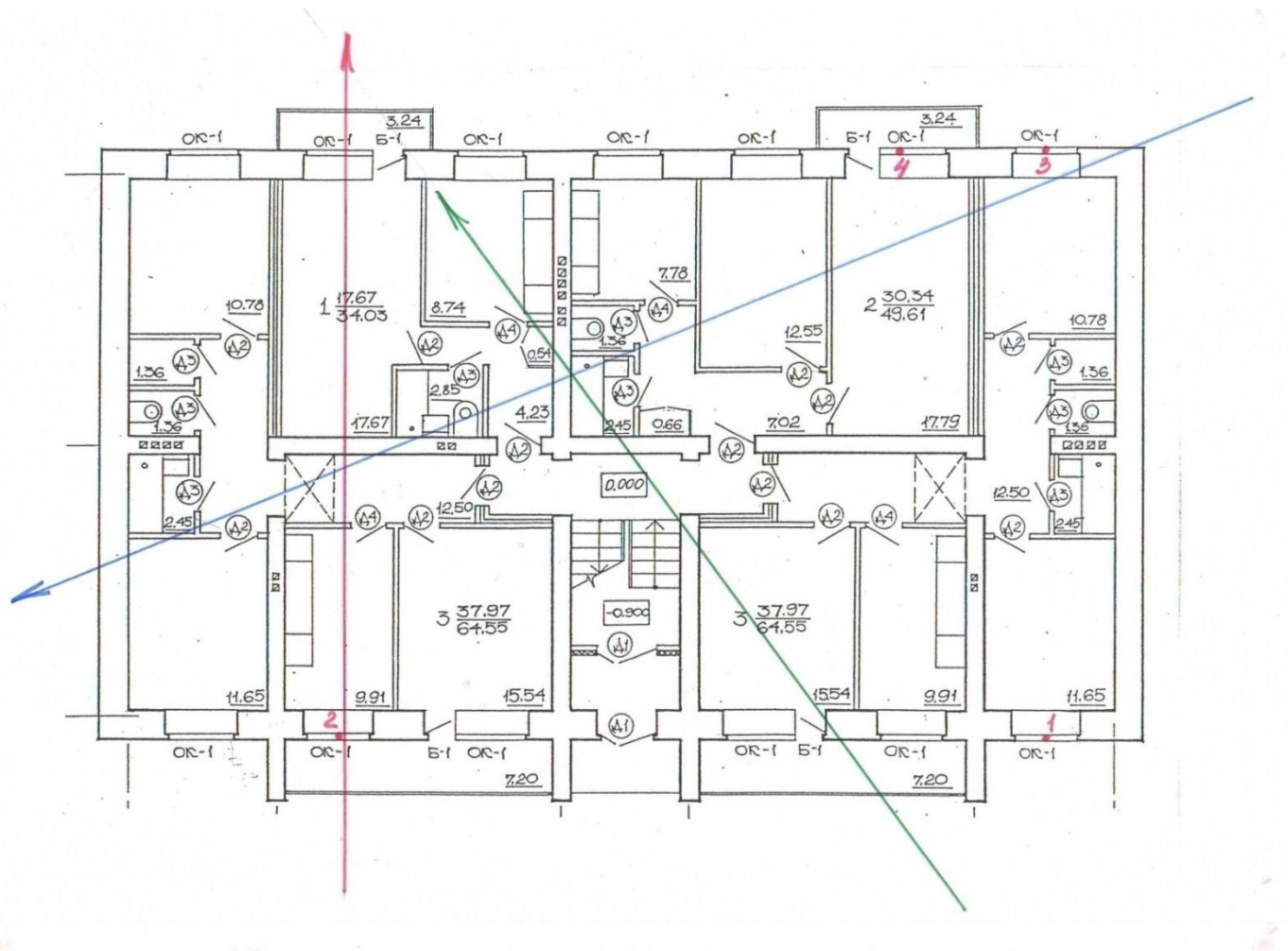




Практическая работа №7

Расчет и обеспечение инсоляции

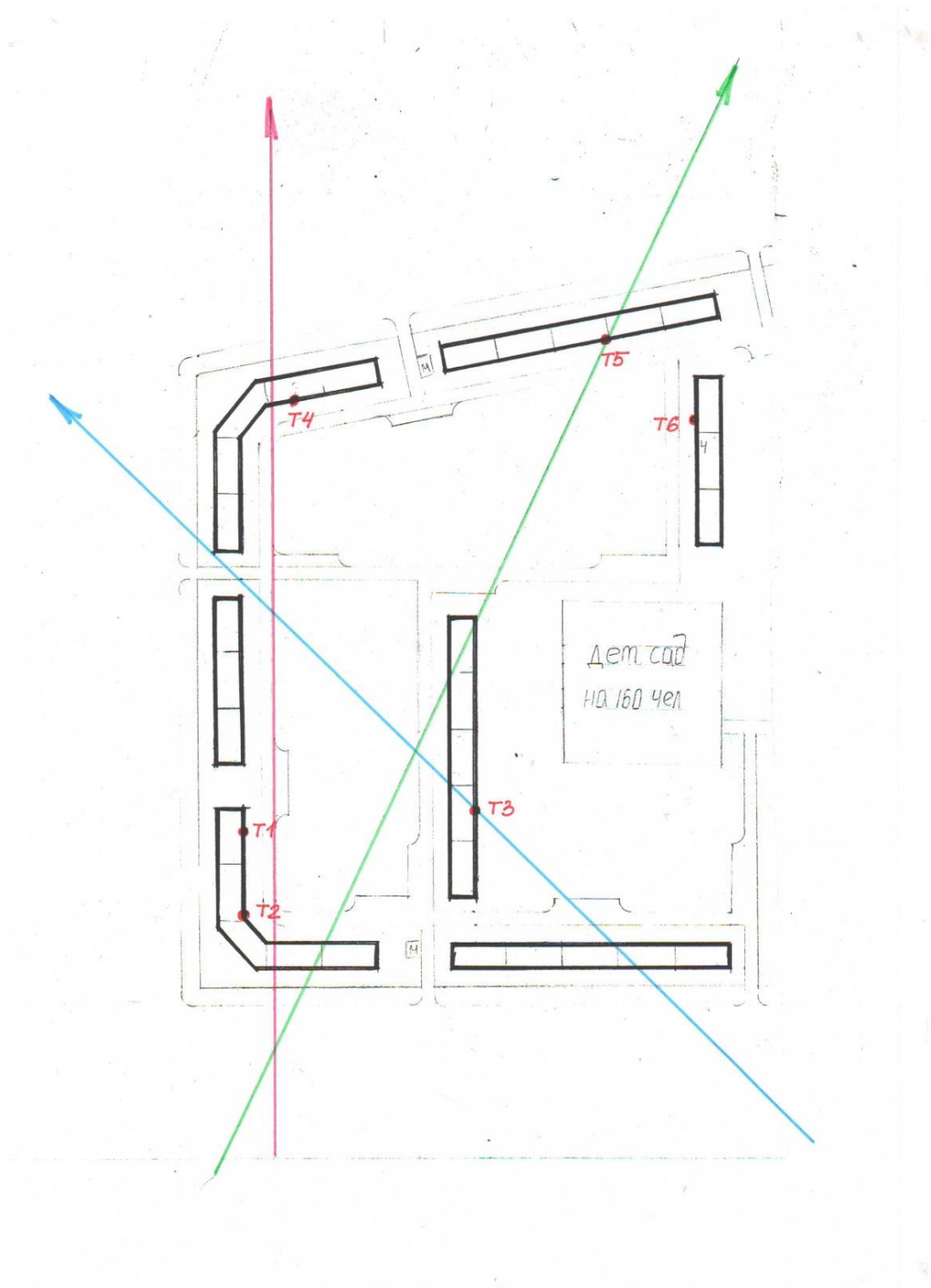
Решение задач инсоляции помещений.



Практическая работа №7

**Расчет и обеспечение инсоляции**

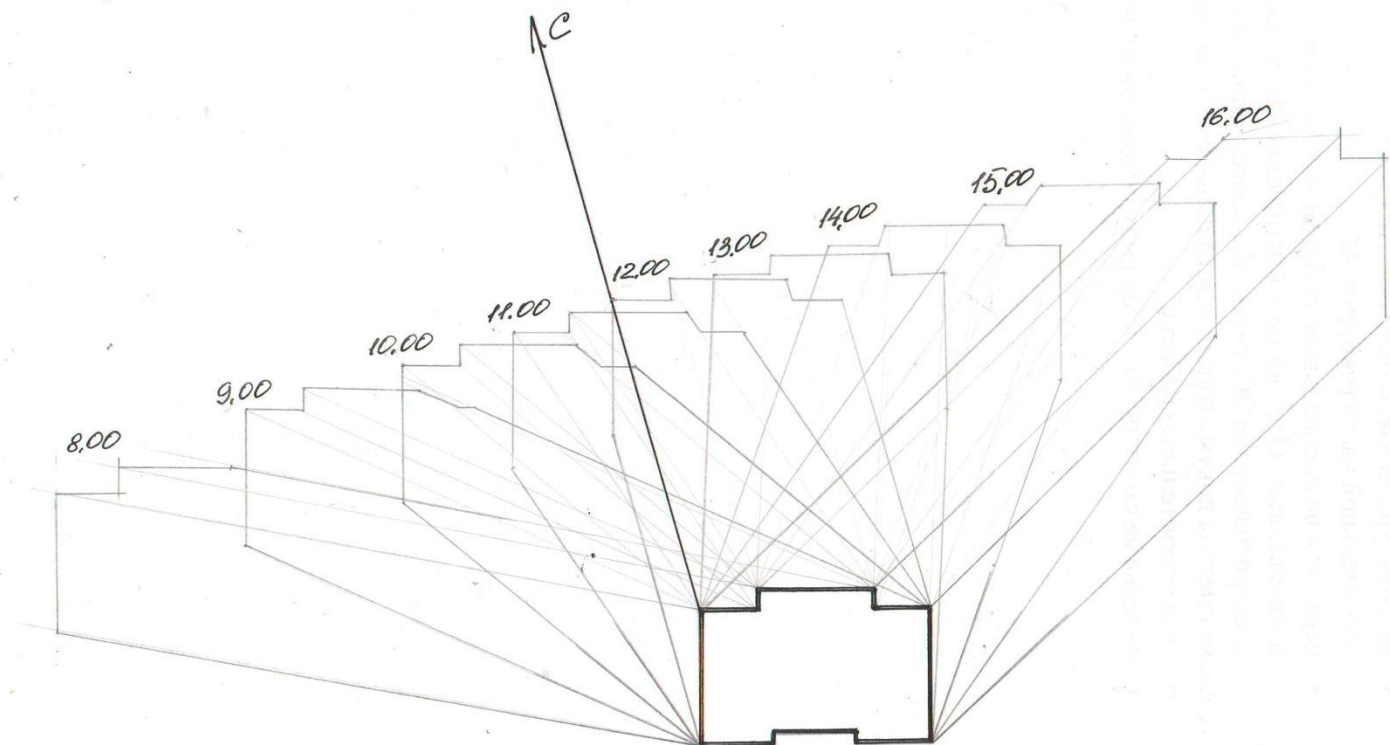
Решение задач инсоляции территорий.





Образец выполнения практической работы № 8

Построение конверта теней от многоэтажного здания



Работу выполнил \_\_\_\_\_