

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Брестский политехнический институт
Кафедра городского строительства и архитектуры**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ
“КЛИМАТОЛОГИЯ”**

**Для студентов специальности Г 11.15
“АРХИТЕКТУРА”**

Брест 2000

УДК 628.85/9

Практикум содержит исследовательские работы по климатологии. Обобщён опыт ряда вузов применительно к учебным целям. Содержатся необходимые материалы для выполнения лабораторных работ, приводятся иллюстрации.

Предназначены для студентов специальности Г 11.15 “Архитектура” дневной формы обучения при изучении дисциплины “Климатология”.

Составители: Н.Н. Русак, доцент к.т.н.,
В.А. Матчан, доцент к.т.н.,
В.В. Таруц, ассистент.

Рецензент: В.В. Черетович,
Директор “Брестжилпроект”.
А.М. Баранов,
Гл. инженер “Брестжилпроект”.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения.....	4
Определение и регистрация климатических показателей.....	5
Лабораторная работа №1 Определение влажности воздуха.....	6
Лабораторная работа №2 Определение направления и скорости ветра.....	8
Обработка климатических показателей.....	11
Лабораторная работа №3 Основные показатели температуры воздуха.....	11
Лабораторная работа №4 Построение графиков годового хода температуры воздуха.....	14
Исследование влияния климатических факторов.....	16
Лабораторная работа №5 Определение скорости испарения воды.....	16
Лабораторная работа №6 Определение инсоляции застройки.....	18
Лабораторная работа №7 Исследование влияния солнечной радиации на конструкции зданий.....	21
Литература.....	23
Приложение I.....	24

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Лабораторные работы по строительной климатологии содержат описание практических методов исследования и регистрации характеристик климата с точки зрения современных научных знаний. Такие исследования являются не только иллюстративным материалом для усвоения теоретических основ климатологии, но и дают возможность самостоятельно ознакомиться с течением физических процессов в природе и их влиянии на хозяйственную деятельность человека.

Выполнение лабораторных работ по курсу климатологии позволяет студенту использовать усвоенные методы в будущей практической деятельности при решении многих вопросов, связанных с проектированием, возведением и эксплуатацией зданий.

Современное строительство и эксплуатация зданий и сооружений невозможны без правильного учёта влияния на них климатических факторов данной местности, поэтому исследования как самих факторов, так и их влияния на здание и конструкции зданий следует рассматривать как одну из фундаментальных задач в подготовке инженера-строителя, архитектора.

Климатология является одной из важнейших частей метеорологии. Предметом климатологии является изучение атмосферных процессов, формирующихся под воздействием астрономических и сложного комплекса физико-географических условий. Эти процессы возникают в основном под действием солнечной радиации, обуславливающей перенос воздуха и его трансформацию в результате обмена теплом и влагой с поверхностями моря и суши.

Учёт климатических условий в градостроительстве начинается с выбора места для населённого пункта, с наиболее целесообразного размещения жилых, общественных и промышленных зданий, площадей, скверов, с определения широты и ориентации улиц. При решении этих вопросов в первую очередь используются общие показатели климата, характеризующие макропроцессы в атмосфере, определяющие поступление и расход солнечной радиации, атмосферную циркуляцию и температурно-влажностный режим.

Для оценки режима инсоляции жилых и промышленных зданий и территорий утверждены "Санитарные нормы и правила обеспечения инсоляции жилых и общественных зданий и жилой застройки населённых пунктов". Согласно этим нормам, в определённый период года помещения и жилищная территория должны ежедневно подвергаться непрерывному солнечному облучению установленное количество времени.

Наиболее важными характеристиками атмосферной циркуляции является преобладающее направление и скорость ветра. Эти климатические показатели необходимы для обеспечения чистоты воздушного бассейна в городе – сели-

тебная зона его должна располагаться по наветренной стороне по отношению к объектам, загрязняющим воздух.

Температурный и влажностный режим данной местности оказывает наиболее существенное влияние на жилища, поэтому при проектировании зданий температурные и влажностные климатические показатели являются главнейшими.

Климат так же оказывает решающее влияние на долговечность зданий длительность их эксплуатации. Длительность существования здания определяется его способностью противостоят климатическим воздействиям, то есть тем, насколько материалы, из которых построено здание, реагируют на мороз и жару, на влажность атмосферы и т.д. Только изучив климат места строительства и его влияние на ограждающие конструкции зданий, можно выбрать подходящие строительные материалы, предусмотреть меры защиты от вредных условий климата, использовать полезные его свойства, разработать типы жилищ, лучшим образом отвечающие современным требованиям комфортности, надёжности и экономичности.

Предложенные к выполнению лабораторные работы разделены на три группы:

1. Работы предназначены для измерения и определения самих климатических характеристик;
2. Работы обучают методам обработки измеренных климатических показателей и подготовки их к дальнейшему использованию;
3. Работы на практике демонстрируют влияние климата, его характеристик, на здания и их конструкции

Последовательное выполнение этих групп лабораторных работ наиболее полно послужит усвоению студентами курса климатологии и позволит им проследить процесс изучения и использования характеристик климата..

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И РЕГИСТРАЦИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.

К числу общих показателей климата относятся характеристики таких элементов, как температура, давление, направление и скорость ветра, влажность, облачность, количество и вид осадков и другие. Сочетание нескольких показателей климата в определённый момент времени образуют погоду.

В нашей стране начиная с прошлого столетия и до настоящего времени сведения о погоде для целей климатологии и прогноза погоды получали от метеорологических станций, проводящих наблюдение 8 раз в сутки с интервалом в 3 часа (с 1966 года). На территории бывшего СССР метеорологические наблюдения проводятся более чем в 20 000 пунктах, станции расположены таким образом, чтобы была возможность получения сведений о состоянии климата на всей территории, включая малообжитые районы. Среднее расстояние между

станциями в зависимости от плотности заселения территории составляет 50-200 км. Это сделано для возможности применения метода интерполяции для определения климатических условий в населённых пунктах, расположенных между станциями.

От правильности регистрации и определения метеорологических элементов зависит правильность вычисления количественных характеристик климата, поэтому все приборы и методики определения должны соответствовать установленным государственным стандартам. Полученные на метеорологических станциях данные передаются в метеорологические центры для дальнейшей обработки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.

Определение влажности воздуха.

Цель работы: закрепление теоретических знаний об основных параметрах, характеризующих температурно-влажностный режим; получение практических навыков по определению температуры и влажности воздуха психрометрическим методом.

Приборы и материалы: аспирационный психрометр Ассмана.

ВВЕДЕНИЕ.

Температурный режим оказывает наиболее существенное влияние на жилища, поэтому при проектировании зданий температурные климатические показатели являются главнейшими. В зависимости от температурного режима данной местности выбирается тип здания и его ограждающие конструкции, планируются системы отопления, вентиляции и кондиционирования здания. По температурному режиму в зимний период определяется необходимое количество топлива и т.д. Влажностный режим нельзя рассматривать отдельно от теплового режима, так как в зависимости от соотношения температуры и влажности, их взаимодействия, возникают такие явления как дождь, снег, туман, иней, роса и др. В атмосфере всегда содержится водяной пар, но его конденсация происходит при наличии соответствующих сочетаний температуры и влажности.

Для определения температурного и влажностного режимов пользуются следующими метеорологическими показателями:

- 1) Температура воздуха, измеряемая в °С или в °К.
- 2) Влажность воздуха - содержание водяного пара в воздухе.

Влажность воздуха характеризуется следующими параметрами:

- 1) Упругость водяного пара (e) - парциальное давление водяного пара, содержащегося в воздухе. Измеряется в Па или мм. Рт. Ст. При каждой температуре упругость водяного пара не может превышать предельного значения, которое называется максимальной упругостью водяного пара

(E). Водяной пар, у которого упругость водяного пара равна максимальной упругости, называется насыщенным.

- 2) Дефицит влажности (d) --- это величина, численно равная разнице между максимальной упругостью водяного пара и существующей упругостью водяного пара:

$$d = E - e .$$

- 3) Относительная влажность показывает степень насыщения воздуха водяным паром и численно равна отношению упругости водяного пара к максимальной упругости водяного пара, измеряется в % :

$$\varphi = (e / E) * 100\% ;$$

- 4) Точка росы t_p --- это температура, до которой необходимо охладить воздух при постоянном давлении, чтобы содержащийся в ней водяной пар стал насыщенным.

- 5) Дефицит точки росы D--- разность между температурой воздуха и точкой росы:

$$D = t_c - t_p ;$$

- 6) Абсолютная влажность f--- это количество влаги в 1 м³ воздуха, измеряется в г/м³ :

$$f = 0.217 * e / (\Delta t + 273.15) ;$$

Температура воздуха измеряется на высоте 2 метра и более в шкале С или К :

$$T \text{ } ^\circ\text{K} = t \text{ } ^\circ\text{C} + 273.15.$$

Принцип действия прибора.

Психрометр М—34 предназначен для измерения температуры, определения влажности воздуха с применением психрометрических таблиц.

Работа прибора основана на зависимости разности температур сухого и смоченного термометров от влажности окружающего воздуха. Сухой термометр будет показывать температуру воздуха, а показания смоченного будут меньше из-за охлаждения, вызванного испарением воды с поверхности батиста, облегающего резервуар термометра. Прибор должен быть подвешен на высоте 2 метра.

Порядок выполнения работы:

1. Смочить батист и обернуть его вокруг резервуара одного из термометров, смоченного.
2. По прошествии 4 минут включить прибор в сеть.
3. После 5 минут работы прибора выключить его и снять показания по смоченному и сухому термометрам.
4. На основании показаний термометров с помощью психрометрических таблиц определить характеристики влажности воздуха.
5. Через 30 минут повторить измерение.

Результаты измерений и вычислений заносим в таблицу:

№ за- мера	$T_{\text{сух}}$	$T_{\text{смоч}}$	$T_{\text{сух}}$ $T_{\text{см}}$	φ	E	e	d	t_p	D	f
1.										
2.										

Точку росы определяют: температуру точки росы находим по таблице 1 на стенде, принимая значение $E = e$ и находя соответствующее этому значению максимальной упругости водяного пара температуру.

Контрольные вопросы:

1. Абсолютная и относительная влажность.
2. Точка росы.
3. Упругость водяного пара.
4. Характеристики влажности воздуха.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Определение направления и скорости ветра.

Цель работы: определить параметры ветра при помощи анеморумбометра, построить розу ветров для указанного города.

Приборы и материалы: анеморумбометр М-47.

ВВЕДЕНИЕ.

Ветер - это движение воздуха относительно земной поверхности. Движение воздуха возникает под действием следующих факторов:

- разность давления в двух удалённых друг от друга точках атмосферы;
- вращение земли;
- силы трения воздушных масс о поверхность земли и океанов.

Основная сила, приводящая в движение воздух, возникает при наличии разности давления в двух точках атмосферы. Разница давления по горизонтам называется горизонтальным градиентом давления, а возникающая сила - градиентная сила.

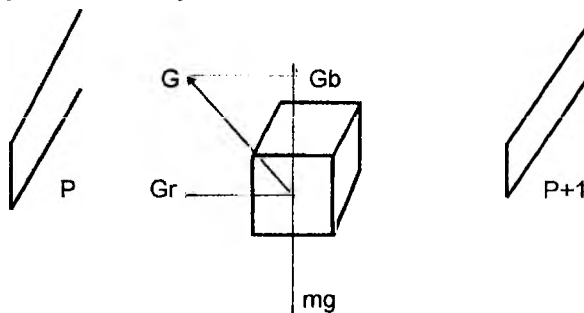


Рисунок 1. Основные силы, действующие на единицу объёма воздуха.

На 1 см³ воздуха действует сила тяжести и сила давления, результирующей которой является сила полного градиента, давление G, направленное перпендикулярно изобарическим поверхностям от высокого давления к низкому.

Разложив G на вертикальную и горизонтальную составляющие увидим, что G_v компенсируется силой тяжести mg, остаётся G_г – сила, под действием которой начинается перемещение воздушной массы от области высокого давления к области пониженного давления (рис.1).

Градиентная сила равна отношению разности давления между двумя точками к расстоянию между ними:

$$G = \frac{\Delta P}{\Delta L} \text{ [pa/km]}$$

Второстепенными силами, приводящими в движение воздух и оказывающими влияние на его движение являются: отклоняющая сила, возникающая за счёт вращения земли,

$$A = 2 \cdot \rho \cdot v \cdot w \cdot \sin u,$$

где - ρ – плотность воздуха;

v - скорость ветра;

w - угловая скорость вращения земли;

u - широта точки измерения ветра,

а так же сила трения воздуха о поверхности земли и океанов. При движении воздуха по кругу на движение воздуха оказывает так же влияние и центробежная сила.

Воздушные массы, перемещаемые ветром, подразделяются:

1. В зависимости от зоны их формирования: арктический воздух; умеренный воздух; тропический воздух; экваториальный воздух.
2. В зависимости от температуры перемещаемого воздуха: холодные и тёплые.

Переходные зоны между воздушными массами называют фронтальными зонами, а линию пересечения этой зоны с землёй – фронтом.

Важнейшей характеристикой данной местности является роза ветров, которая представляет собой графическое изображение преобладающих направлений ветра в течении тёплого и холодного времени года. По направлениям сторон света откладывают в масштабе количество дней с ветром соответствующего направления, затем соединяют полученные точки ломаной линией, получают розу ветров. Количество дней с ветром данного направления находят путём многолетних наблюдений и дальнейшей обработкой по законам математической статистики и теории вероятности. Розу ветров используют при проектиро-

вании структуры городов: размещении промышленных предприятий, ориентация жилых зданий и т.д.

Принцип действия прибора.

Прибор основан на преобразовании скорости и направления ветра в электрические величины, которые отсчитываются по показаниям соответствующих приборов.

Элементом для измерения скорости воздушного потока служит восьмилопастная вертушка, связанная с тахогенератором переменного тока. Напряжение, образуемое тахогенератором, пропорционально скорости ветра. Напряжение от тахогенератора поступает на прибор – микроамперметр, шкала которого градуирована в м/с.

Элементом для измерения направления ветра служит флюгарна, связанная с ротором сельсина – датчика. Сельсин – датчик связан с сельсином – приемником, на оси которого закреплена стрелка (рис.2).

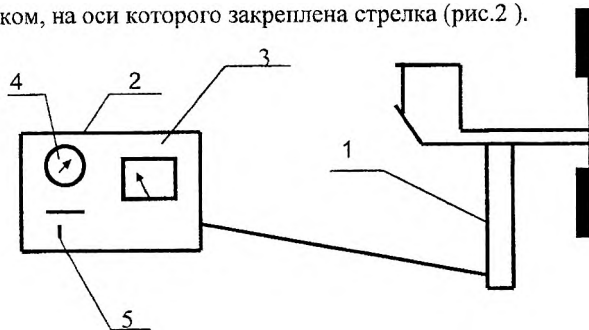


Рис. 2. 1- датчик 2- измерительный прибор 3- шкала показаний скорости ветра
4- шкала показаний направления ветра 5- переключатель.

Порядок выполнения работы.

При проведении приземных метеорологических наблюдений измеряется скорость ветра за 10 минут и максимальное значение за этот период (скорость ветра при порывах); направление ветра измеряют осредненным за 2 минуты.

1. Включить измерительный прибор в сеть.
2. Поставить переключатель на деление У.
3. С интервалом в 30 секунд снять показания значения скорости ветра.
4. Одновременно зафиксировать максимальное показание за этот промежуток времени.
5. Вычислить среднее значение скорости ветра.
6. Построить график изменения скорости ветра за 10 мин.
7. Поставить переключатель на деление 220 В.
8. В течении 2 минут зафиксировать значение направления ветра.
9. Сделать вывод о направлении и скорости ветра.

10. Построить розу ветров для указанного города.

Вопросы к лабораторной работе.

1. Что такое ветер и причины его возникновения?
2. Классификация воздушных масс.
3. Принцип действия прибора.

Обработка климатических показателей.

В строительной практике учёт влияния климата производится как в стадии планирования, так и в стадии проектирования тех или иных объектов. От правильности учёта этого влияния зависит правильность выбора места для города, промышленного объекта, климатом определяется архитектурно-планировочное решение объектов строительства, от него зависит длительность эксплуатации тех или иных сооружений, комфортность условий работы, проживания и отдыха человека.

- Правильность учёта климата зависит от качества климатических показателей, учитываемых при планировании и входящих в расчёты при проектировании. Эти показатели входят в СНиП. Каждая глава СНиП содержит общие положения и ряд технических указаний, касающихся конструкции сооружения, вида строительных материалов и т.д. Наряду с техническими там помещают климатические показатели.

В практической деятельности нужны сведения о метеорологических условиях на много лет вперёд. Их получают на основе изучения климата за прошедшие годы, основу климатологической обработки составляет применение вероятностно – статистического аппарата, так как климатологические ряды имеют все основные свойства статистических совокупностей. Основными этапами климатологической обработки метеорологических наблюдений являются:

1. формирование климатологических рядов и их контроль;
2. получение общей климатической информации и оценка её точности;
3. получение информации для диагноза и прогноза климата;
4. разработка климатических показателей для прикладных целей;
5. пространственное обобщение климатической информации.

Суть климатологической обработки при этом заключается в том, чтобы на основании анализа имеющегося временного ряда получить основные вероятностные закономерности, характерные для всего процесса. Полученные в результате обработки данные заносятся в нормативную литературу и используются в дальнейшей практической деятельности.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.

Основные показатели температуры воздуха.

Цель работы: определить показатели температуры воздуха по г. Бресту.

Приборы и материалы: таблицы значений температуры воздуха в г. Бресте за 1990 - 1997г.г.(приложение 1).

ВВЕДЕНИЕ.

Температурный режим оказывает наиболее существенное влияние на жилища, поэтому при проектировании зданий температурные климатические показатели являются самыми важными. В зависимости от температурного режима данной местности выбирается тип здания и определяется требуемое термическое сопротивление теплопередаче его ограждающих конструкций, рассчитывается теплоотдача здания и планируется система отопления. По температурному режиму в зимний период определяется нужное количество топлива. Срок нормальной эксплуатации зданий зависит от того, насколько долго оно оказывает сопротивление внешним воздействиям, сохраняя при этом непроницаемость, прочность, теплозащитные свойства на запроектированном уровне. Долговечность здания в целом зависит от состояния его основных частей – фундамента, несущих стен и ограждающих конструкций.

Основными показателями температуры воздуха можно считать характеристики, полученные путём статистической обработки месячных, суточных, срочных рядов температуры, а также максимальных и минимальных значений температуры за сутки по рядам данных. Традиционно при климатологической обработке к основным показателям относят распределение средних суточных температур, выражая повторяемость не в процентах или долях единицы, а в виде среднего числа дней, а так же средние и крайние даты перехода средней суточной температуры через заданные пределы. Совокупность всех этих показателей даёт достаточно полное представление о температурном режиме данной местности.

Величины, характеризующие состояние атмосферы называются метеорологическими элементами. Для характеристики метеорологических элементов используют следующие виды климатических показателей:

- показатели отдельных метеорологических элементов;
 - комплексные показатели;
 - показатели временной структуры метеорологических элементов.
- Показателями отдельных метеорологических элементов являются:
- повторяемость различных значений элемента – отношение числа случаев со значениями метеорологического элемента, входящими в данный интервал, к общему числу членов ряда. Повторяемость, полученную на основании длинного ряда наблюдений, называют вероятностью;
 - накопленная повторяемость – характеризует частоту появления значений метеорологического элемента, превышающих (или не превышающих) заранее заданное значение. Её получают последовательным суммирова-

нием относительных или средних абсолютных частот соответствующих интервалов в ряду статистического распределения. Суммарную повторяемость, полученную на основании длинного ряда наблюдений, называют интегральной вероятностью или обеспеченностью.

- среднее значения – это сумма значений метеорологического элемента, делённое на их общее число.
- крайние значения – характеризуют те пределы, в которых заключены значения метеорологического элемента, отмеченные за определённый период времени.

Показателями изменчивости рассеивания значений метеорологического элемента относительно среднего служат среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации. Среднее квадратичное отклонение:

где - X_i – значение м.э., X – среднее значение, n – число значений

$$\sigma = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}$$

где - x_i – значение м.э., x – среднее значение, n – число значений.

Среднее квадратическое отклонение, возведённое в квадрат, называется дисперсией:

$$D = \sigma^2$$

Коэффициент вариации :

$$C = \sigma / X$$

Показателем асимметрии служит коэффициент A , численно равный отношению среднего куба отношения значения X_i от среднего арифметического X к кубу среднего квадратического отклонения:

$$A = \sum (X_i - X)^3 / n \sigma^3$$

Асимметрия считается : - малой при $|A| \leq 0.25$;

- умеренной при $0.25 < |A| \leq 0.5$;

- большой при $|A| > 0.5$.

Порядок выполнения работы.

По данному ряду распределения $T^\circ C$ определить:

1. Среднее арифметическое значение температуры воздуха за указанных месяц.
2. Определить крайние значения.
3. Определить среднеквадратическое отклонение и коэффициенты вариации.
4. Определить коэффициент асимметрии.
5. Сделать вывод.

Вопросы к работе.

1. Виды климатических показателей.

2. Показатели отдельных метеорологических элементов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.

Построение графика годового хода температуры воздуха.

Цель работы: построение графика годового хода температуры воздуха, определение продолжительности периода с температурой менее 0°C и средней средней суточной температуры выше и ниже заданного предела; определение продолжительности отопительного периода.

Приборы и материалы: таблицы значений температуры воздуха по г. Бресту (приложение 1).

ВВЕДЕНИЕ.

При проектировании ограждающих конструкций зданий во всех климатических районах, а также для расчёта системы отопления и определения норм расхода топлива необходимо знать среднюю температуру отопительного периода и его продолжительность. За продолжительность отопительного периода принят период со средней суточной температурой ниже 8°C . Даты перехода через эту температуру определяют по графику годового хода температуры. Число дней между осенней и весенней датами составляет продолжительность отопительного периода.

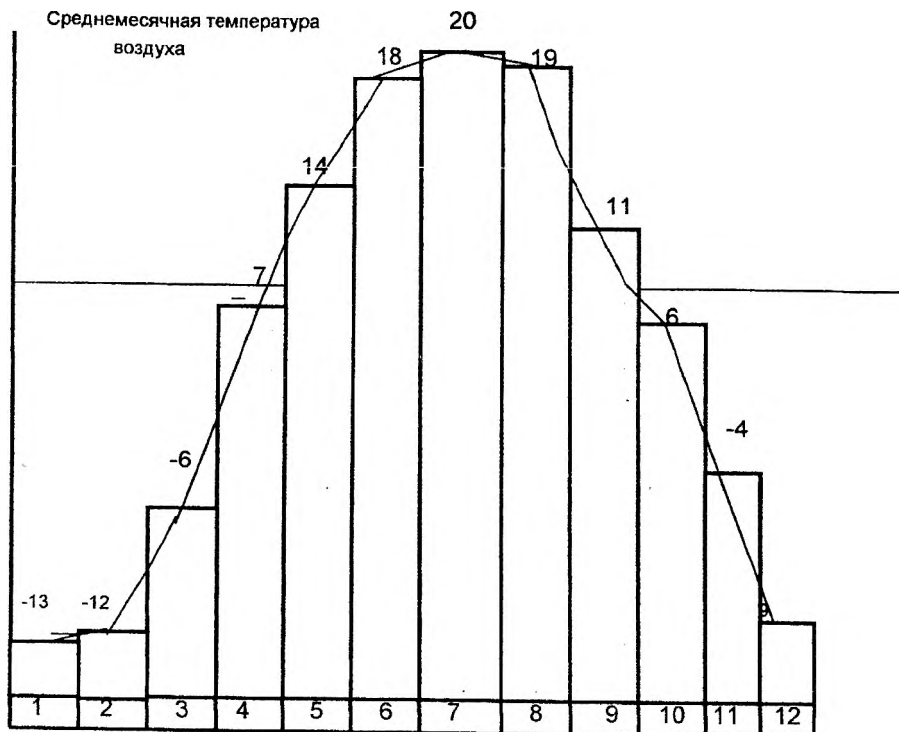
График строится методом гистограмм: средняя месячная температура воздуха изображается в виде прямоугольника, у которого основание равно числу дней месяца, а высота равна средней температуре за данный месяц. Кривая годового хода температуры проводится так, чтобы отрезок, который она отсекает с одного конца прямоугольника, был равен по площади отрезку, который она прибавляет к нему с другой стороны.

С графика снимают даты устойчивого перехода заданных пределов средней суточной температуры воздуха и по разнице между этими датами определяют продолжительность периода в сутках, в течении которого средняя суточная температура воздуха устойчиво остаётся выше или ниже заданных пределов.

Средняя температура воздуха периода со средней суточной температурой выше или ниже заданных пределов определяется следующим образом: вычисляют сумму температур воздуха за полные месяцы периода с заданной средне-суточной температурой сложением произведений средней месячной температуры воздуха соответствующего месяца на число дней этого месяца. Затем определяют среднюю температуру воздуха неполных месяцев по кривой годового хода температуры воздуха на отрезках от даты начала периода до конца месяца и от начала месяца до даты конца периода и рассчитывают сумму температур за

неполные месяцы. Среднюю температуру воздуха определяют делением общей суммы температуры воздуха периода на его продолжительность.

Пример графика годового хода температуры воздуха:



Порядок выполнения работы:

1. Определить среднюю температуру воздуха по месяцам.
2. Построить график годового хода температуры воздуха по месяцам.
3. Определить продолжительность отопительного периода ($T \leq 8^{\circ}\text{C}$) и среднюю температуру воздуха за этот период.
4. Вывод.

Вопросы к работе:

1. Предмет изучения климатологии.
2. Метеорологические элементы и их влияние на различные отрасли деятельности людей.
3. Понятие климата.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ.

Основной задачей любого здания является защита проживающих или находящихся там людей от климатических условий данной местности – холода, жары, дождя, ветра, снега и т.д. От климатических условий зависит количество тепла, теряемое и приобретаемое зданием в холодное и тёплое времена года, влажностное состояние ограждающих конструкций. От климата местности зависит долговечность материалов, используемых при возведении здания. Поэтому важной задачей помимо определения самих климатических показателей и условий данной местности является и определение влияния этих условий на здание в целом и на отдельные его элементы.

С учётом физики процессов, происходящих в ограждении при передаче через них тепла и влаги, устанавливают необходимые качественные характеристики наружных ограждений, которые должны удовлетворять требованиям долговечности и обеспечивать комфортные условия внутри помещения при данных климатических условиях; выбирают климатические нормативы, необходимые для теплотехнических расчётов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.

Определение скорости испарения воды.

Цель работы: определение скорости испарения воды и возникающих при этом теплопотерях.

Приборы и материалы: психрометр М—34, анеморумбометр М – 47.

ВВЕДЕНИЕ.

На высоту до 25 км состав атмосферы практически не изменяется (рис. 3).

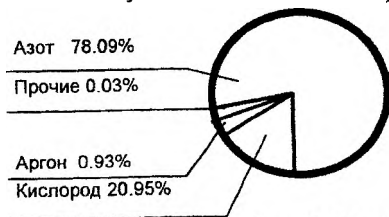


Рис. 3. Состав атмосферы.

Количество водяного пара в атмосфере в различных частях колеблется от 0.1 % до 4 %. Несмотря на столь малое количество в общем объёме, водяной пар имеет огромное влияние на образование климата и на жизнь человека.

Влага в воздухе характеризуется такими метеорологическими элементами как влажность воздуха, облачность, атмосферные осадки. Всем известны такие природные явления как туман, дымка, роса, иней и другие, которые образуются благодаря парам воды, содержащимся в воздухе. Все эти явления происходят благодаря круговороту воды в атмосфере:

ВОДА ПАР.

Процесс перехода воды (жидкая фаза) в пар (газообразная фаза) называется испарением, обратный процесс – конденсация.

Под испарением, или скоростью испарения, понимают массу воды, которая испаряется с единичной площади в единицу времени. В системе СИ единицей измерения испарения является $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Скорость испарения зависит от ряда факторов. К ним относится скорость ветра, шероховатость испаряющей поверхности, стратификация приземного слоя воздуха. Испарение зависит от многих факторов, вследствие чего его скорость различна над сушей и морем, над различными регионами.

Испарение с точки зрения молекулярно – кинетической теории строения вещества состоит в том, что часть молекул жидкости, расположенных вблизи поверхностного слоя, обладает довольно большой составляющей скорости и покидает его. Совокупность таких молекул называется паром. Испарение сопровождается понижением температуры жидкости, ибо вылетевшие молекулы обладали наибольшей скоростью; следовательно средняя скорость оставшихся молекул несколько меньше, значит и температура меньше. Когда количество покинувших жидкость молекул становится равным количеству молекул, которые возвратились обратно, устанавливается равновесие между испарением и конденсацией. Пар, находящийся в равновесии с жидкостью, называется насыщенным. Так как в процессе конденсации и испарения происходит охлаждение или нагревание, следовательно, круговорот воды в атмосфере способствует теплообмену между атмосферой и землёй, поверхностью океана. Тепло, которое затрачивается на испарение воды с поверхности земли, представляет одну из важнейших составных частей теплового баланса деятельного слоя Земли и атмосферы.

Порядок выполнения работы.

1. Смочить батист и намотать его на один из термометров – смоченный.
2. По прошествии 10 минут снять показания по сухому и смоченному термометрам ($T_{\text{сух.}}$ и $T_{\text{см.}}$).
3. Включить прибор на 5 минут, затем выключить и снять показания по сухому и смоченному термометрам ($T_{\text{сух.}}$ и $T_{\text{см.}}$).
4. На основании показания приборов определить с помощью психрометрических таблиц упругость водяного пара “ e ” и максимальную упругость водяного пара “ E ”.
5. При помощи анемометра определить скорость ветра.
6. Рассчитать скорость испарения воды:

$$Q = c * Y * (E - e) \quad [\text{г}/\text{с} * \text{см}^2],$$

где - c – коэффициент, равный $0.34 * 10E-06 \text{ г}/\text{см}^3 * \text{г}/\text{Па}$;

γ - скорость ветра, см/с;

e, E – упругость и мах упругость водяного пара в гПа.

7. Снять батист с термометра и измерить его площадь – площадь испарения воды (в см²). Определить количество влаги, которое испаряется с него за 1 с.:

$$M = Q * S \quad [г.].$$

8. Определить количество тепла, необходимое для испарения этой массы воды:

$$Q_1 = C_p * M_p * (T_{\text{сух}} - T_{\text{см}}) \quad [Дж],$$

где - C_p – удельная теплоёмкость ртути (0.138 Дж/г.к);

M_p – масса ртути в термометре (2 г.);

$T_{\text{сух}}$ и $T_{\text{см}}$ – температура сухого и смоченного термометров в °К.

9. Определить количество тепла, теряемое при испарении воды с 1м² поверхности:

$$Q_{1m^2} = Q_1 * 10^4 / S.$$

10. Сделать вывод о величине теплопотерь смоченной поверхности за счёт испарения при данных погодных условиях.

Расчёт рекомендуется выполнять в форме таблицы:

$T_{\text{сух}}$	$T_{\text{см}}$	$T_{\text{сух}}$	$T_{\text{см}}$	e	E	Q	M	Q_1	Q_{1m^2}

Вопросы к работе:

1. Понятие атмосферы, её состав.
2. Влияние влаги на климат и человека.
3. Круговорот воды в атмосфере.
4. Теплопотери от испарения воды.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6.

Определение инсоляции застройки.

Цель работы: построить картограмму инсоляции территории в г. Бресте.

Приборы и материалы: экспериментальная установка, макеты зданий, инсоляционная линейка, генплан фрагмента застройки.

ВВЕДЕНИЕ.

При проектировании городов, жилых и общественных зданий приходится решать задачи, связанные с инсоляцией, которая оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие. Одна из задач архитектора состоит в том, чтобы наибольшей степени использовать положительные функции солнца и устранить отрицательное его воздействие на человека.

Инсоляция - это облучение зданий или территорий прямой солнечной радиацией, несущей видимую, инфракрасную и ультрафиолетовую составляющие. При своём суточном движении солнце по разному освещает фасады зданий и прилегающую к ним территорию. В зависимости от условий инсоляции выбирается оптимальная ориентация жилых и общественных зданий, принимаются различные композиционные решения застройки жилых групп и микрорайонных пространств.

Влияние инсоляции может быть положительным или отрицательным в зависимости от интенсивности и продолжительности действия солнца. Положительное действие инсоляции определяется бактерицидным и тепловым воздействием солнечных лучей. В спектре ультрафиолетовой радиации содержатся излучения, оказывающие бактерицидное действие и зрительный эффект. Под действием этих излучений в организме человека вырабатывается витамин Д, необходимый для работы мышц, нервной системы, костного аппарата. Особенно большое значение имеет оздоровительное действие инсоляции на помещения лечебных, детских, школьных учреждений и жилых домов. Тепловое воздействие на помещения через световые проёмы и на ограждающие конструкции в холодное время года позволяет уменьшить расходы на отопление.

Отрицательное действие инсоляции проявляется в перегреве, блёсткости и разрушающем действии. Солнечные лучи, попадая на поверхности внутри и вне помещения, нагревают их и превращают в источники тепла. Это способствует перегреву помещений в тёплое время года и ухудшает самочувствие людей. Отражение прямых солнечных лучей от поверхности создаёт явление блёсткости, что вызывает сильное утомление зрения. Физическое и химическое действие солнечных лучей оказывает вредное воздействие в помещениях для хранения пищи, в музеях, книгохранилищах и других.

Согласно «Санитарным нормам и правилам обеспечения инсоляцией жилых и общественных зданий и территории жилой застройки городов и других населённых пунктов», к различным архитектурным объектам предъявляются следующие требования:

- по общеоздоровительному воздействию – получение не менее 3 часов в день непрерывного прямого солнечного облучения помещений и территории жилой застройки на всех широтах с 22 марта по 22 сентября;
- по тепловому воздействию – ограничение при возникающей потребности прямого солнечного облучения помещений и территории жилой застройки в районах, расположенных южнее 55° с.ш.;
- исключить попадание прямых солнечных лучей на рабочие плоскости во время занятий в школах, высших и средних специальных учебных заведениях, во время работы в проектных институтах, конструкторских бюро, на промышленных объектах и т.д.

На инсоляционный режим помещений помимо ориентации зданий по сторонам света большое значение оказывает расположение зданий на местности. Затеняющее влияние одного здания на другое зависит от их взаимного расположения в пространстве по отношению к траектории движения солнца, от разрыва между ними и от высоты затеняющего здания.

Условия инсоляции могут определяться с помощью графических методов и моделированием.

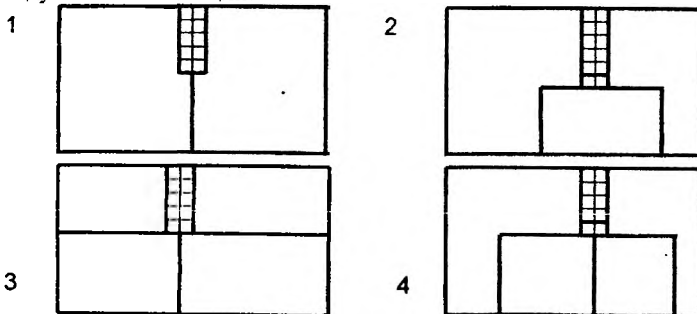
В основу построения изоляционных графиков положены закономерности видимого движения солнца и движение его луча в расчётной точке, находящейся в любом заданном месте застраиваемой территории. Инсоляционный график накладывают на фрагмент генплана так, чтобы его центральная точка совпала с заданной точкой, а полуденная линия была расположена по направлению С-Ю. Затем смотрим, какое из рядом расположенных зданий пересекает горизонтальную линию инсоляционного графика, совпадающую с высотой этого здания. Та часть здания, которая ближе этой горизонтали к исследуемой точке, образует тень на точку. Время, когда точка открыта для меридиональных лучей графика и образует продолжительность инсоляции в часах.

Порядок выполнения работы:

А) При использовании макета.

1. Расположить проектируемое здание на установке, учитывая влияние затенения от уже существующих зданий и типа секции.
2. Определить продолжительность инсоляции в указанных точках вокруг здания.
3. Построить кривые инсоляции территории застройки.
4. Сделать вывод.

Рекомендуемые типы секций:



Б) При использовании инсоляционного графика.

1. Расположить проектируемое здание на генплане, учитывая влияние затенения от уже существующих зданий и выбранного типа секции.

2. Определить продолжительность инсоляции в указанных точках вокруг здания.
3. Построить кривые инсоляции территории застройки.
4. Сделать вывод.

Вопросы к работе:

1. Понятие инсоляции.
2. Положительное и отрицательное влияние инсоляции.
3. Требования к инсоляции жилых и общественных зданий.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7.

Исследование влияния солнечной радиации на конструкции зданий.

Цель работы: Исследовать влияние солнечной радиации на материалы, используемые в строительстве, в зависимости от их цвета и шероховатости.

Приборы и материалы: прибор для измерения температуры.

ВВЕДЕНИЕ.

Солнечная энергия, попадая на поверхности ограждающих конструкций зданий и сооружений, преобразуется частично в тепловую энергию. Это преобразование приводит к нагреванию материала стены, кровли. При попадании солнечного света через оконные проёмы в помещение происходит некоторое нагревание предметов и поверхностей помещения, что приводит к повышению температуры внутри помещения.

Тепловое воздействие солнечного света может быть как положительным, так и отрицательным. К положительному воздействию относится нагрев наружных поверхностей стен и кровли в холодное время года, так как за счёт этого происходит экономия затрат на отопление помещений. Отрицательным считается перегрев в тёплое время года рулонных кровель – за счёт воздействия солнца температура материала кровли может повышаться до 70°С, что неблагоприятно влияет на долговечность покрытия, а при совмещённой кровле приводит к перегреву воздуха в помещении на верхнем этаже. Прямое попадание солнечного света летом в помещения так же приводит к перегреву воздуха и ухудшению самочувствия проживающих там. Особо следует отметить вредное тепловое воздействие солнца на помещения, где происходят технологические процессы, требующие пониженной температуры – цеха мясокомбинатов, помещения для хранения пищевых продуктов. В этих случаях необходимо предусматривать дополнительные мероприятия по недопущению повышения температуры – устройство дополнительной теплоизоляции ограждающих конструкций, кондиционирование воздуха, использование холодильных установок,

уменьшение площади или закрытие световых проёмов. С целью уменьшения нагрева стен следует затенять их посадкой зелёных насаждений, а также использовать такую окраску стен и посыпку рулонных кровель, которая способствует отражению большего количества солнечных лучей.

Воздействие солнечной радиации на поверхность ограждения зависит от угла падения солнечных лучей на её поверхность и от её способности поглощать тепло солнечной радиации. Угол падения солнечных лучей на поверхность ограждения зависит от ориентации ограждения по сторонам света и положения относительно горизонта, а также от широты местности. Наибольшее количество солнечной радиации попадает на поверхности, перпендикулярные падающим лучам. В городской застройке влияет так же отражение солнечной радиации от рядом расположенных зданий.

Попадающая на поверхность солнечная радиация частично отражается и частично поглощается поверхностью. Количество тепла, поглощаемое поверхностью, зависит от цвета и состояния поверхности и характеризуется коэффициентом поглощения солнечной радиации, который часто выражают через коэффициент отражения (альбедо) солнечных лучей, т.е. через величину $(1-p)$, где p —коэффициент поглощения поверхностью падающей на него солнечной радиации. Численные значения коэффициентов отражения солнечных лучей поверхностями ограждения зависят от вида материала, его цвета и характера поверхности. Количество тепла, поглощаемое поверхностью ограждения при падении на неё солнечной радиации:

$$Q = p \cdot J$$

где J — количество солнечной радиации, падающей на поверхность ограждения.

Тепловое воздействие солнечной радиации обычно заменяется в расчётах дополнительной температурой наружного воздуха, действие которой на поверхность ограждения подобно действию солнечной радиации:

$$t_{\text{экв.}} = p \cdot J / a,$$

где a — коэффициент теплоперевода у наружной поверхности ограждения тогда общая температура воздуха, принимаемая для расчёта:

$$t_c = t_n + t_{\text{экв.}}$$

Порядок выполнения работы:

1. Определить с помощью прибора температуру поверхности асфальта, земли и луга в тени и под солнцем. Результаты занести в таблицу:

	асфальт	земля	луг
t_c			
t_n			

2. Определить значение температуры нагрева различных поверхностей:

$$t = t_c - t_n.$$

3. Сделать вывод.

Вопросы к работе:

1. Положительное и отрицательное влияние солнечной энергии.
2. Какие свойства материалов влияют на величину нагрева поверхности под воздействием солнечной радиации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительная физика / Н.М. Гусев, П.П. Климов. – М.: Стройиздат, 1965. – 227 с.
2. Лабораторный практикум по строительной физике: Учеб. пособие для студентов вузов / Объяедков В.А., Соловьёв А.К., Кондратенков А.Н. и др. – М.: Высш. школа, 1979. – 221 с., ил.
3. Лабораторный практикум по курсу строительной физики: Метод. указания / Сост. А.И. Маковецкий. ПермПИ, 1988. 104 с.
4. СНИП 2.01.01 – 82. Строительная климатология и геофизика. Нормы проектирования. М., 1982.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТАБЛИЦЫ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО Г. БРЕСТУ

ЯНВАРЬ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+ 1	- 3,5	-12,5	+ 4,5	+ 1,5	-10,5
2	+ 1	+ 3,5	-16,5	+ 3	- 1,5	- 6,5
3	+ 3	+ 6	-14	+ 0,5	- 2,5	- 5
4	+ 4,5	+ 3	-11,5	+ 1,5	- 6	- 5
5	+ 6	+ 3	- 8,5	+ 3,5	-10	- 4
6	+ 3	- 2,5	- 5,5	+ 3,5	- 7,5	- 3
7	+ 6	0	+ 1,5	+ 2,5	- 3	- 9
8	+ 6	+ 4	+ 0,5	+ 8,5	- 2,5	- 5,5
9	+ 8	+ 4	+ 3	+ 3,5	- 2	- 3,5
10	+ 9	+ 1	+ 2	+ 2	- 2	0
11	+ 9	- 1,5	+ 4	+ 4	0	+ 2
12	+ 8	0	+ 7	+ 4	- 2	+ 1,5
13	- 2	- 0,5	+ 3,5	+ 5,5	- 3,5	+ 0,5
14	- 3	- 1	+ 8,5	+ 6	- 4,5	- 4
15	- 3	+ 3,5	+ 3	+ 3,5	- 6	- 9,5
16	- 4	+ 3,5	+ 6	+ 2,5	0	- 9
17	- 3,5	- 0,5	+10,5	0	- 6	- 5
18	- 1,5	- 3,5	+ 6,5	- 2,5	- 8	- 8
19	- 3	- 3	+ 2	0	-11	- 8
20	- 8	- 8	+ 5,5	+ 0,5	- 7	- 8
21	0	-12,5	+ 7	+ 1,5	-10,5	- 7
22	+ 2	- 6,5	+ 8,5	+ 1,5	- 6	- 6,5
23	+ 2	- 4	+ 5	+ 4,5	+ 2	-10,5
24	+ 3	- 4	+ 4,5	+ 3	+ 2,5	- 15
25	+ 2	- 5,5	+ 2,2	+ 1,5	+ 3,5	-16
26	+ 4	- 6,5	- 0,5	+ 4,5	+ 3,5	-14
27	- 1	- 4	- 2	+ 3,5	+ 6	-14
28	- 2,5	- 1,5	- 2	+ 5,5	+ 2	-13,5
29	- 1	+ 1	- 6,5	- 0,5	+ 6	- 8
30	-12,5	- 0,5	- 6,5	- 4,5	+ 6	- 3
31	-19	+ 1	- 4	+ 1,5	0	- 2

ФЕВРАЛЬ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	-18	- 1	- 2	+ 1	- 0,5	- 6,5
2	-13	0	0	+ 0,5	+ 5	- 8,5
3	-10	- 1	- 3	+ 1	+ 1	-11
4	- 8	0	+ 2,5	0	+ 1	- 6,5
5	+1,4	0	+ 2,5	- 5	+ 2,5	- 5,5
6	-12,5	- 3	- 0,5	- 5	+ 3,5	- 11
7	-10	-2,5	- 2,5	- 3	+ 8	-13,5
8	- 5,5	+ 1,5	- 1,5	- 5	+ 1,5	-16,5
9	- 5	+ 2,5	+ 2	- 1,5	+ 1	-14,5
10	- 2,5	+ 2,5	0	+ 0,5	- 0,5	-14,5
11	+ 5	+ 4	- 1,5	- 3,5	- 1	-13
12	- 0,5	+ 2	- 0,5	-13,5	+ 5	- 7
13	- 0,5	+ 3,5	+ 1	-17	+ 6,5	- 7
14	- 3,5	+ 4	0	-12	+ 6,5	- 6,5
15	- 6	+ 4,5	- 5	-10	+ 6,5	- 4,5
16	- 6	+ 3,5	- 6	- 7,5	+ 8,5	- 1,5
17	- 4	- 1,5	- 4	- 7	+ 8	+ 3
18	- 1,5	- 6	- 1	- 3,5	+ 6	- 1,5
19	- 2	- 3	- 0,5	- 2	+ 4	0
20	- 2	- 6,5	+ 1,5	0	+ 3	+ 1
21	- 0,5	- 6,5	- 1	- 0,5	+ 6	+ 1
22	+ 2	- 7,5	- 2	- 2	+ 7,5	- 1
23	- 1,5	- 1	- 4	0	+ 4	- 1
24	0	+ 2,5	+ 1	- 3	+ 4,5	- 4,5
25	+ 5	+ 2	- 2	- 1	+ 3	- 2,5
26	+ 7	+ 4	- 4	- 2	+ 1	- 0,5
27	+ 1	+ 3	- 3,5	+ 1,5	+ 2	- 5,5
28	- 2	+ 4	- 1	+ 5	+ 1,5	- 7
29	+ 3	+ 4	-	-	-	- 6

МАРТ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+ 2	+ 6,5	- 2	+ 2	+ 9	- 2,5
2	+ 1	+ 7	- 5	- 1,5	+ 9	- 3
3	- 3	+ 4,5	- 6	- 0,5	+ 7,5	- 5,5
4	+ 1,5	+ 3,5	- 7	+ 1	+ 8	- 6,5
5	+ 2,5	+ 4	- 8	- 2,5	+ 8	- 2,5
6	- 0,5	+ 2,5	- 7	- 1	+10	0
7	0	+ 4	- 5	+ 4,5	+ 6	- 1,5
8	- 3	+ 4	- 7	+ 5,5	+ 2,5	- 3,5
9	+ 1	+ 3,5	- 4	+ 7	+ 5,5	- 6,5
10	- 1,5	+ 5	- 2	+ 9	+ 1,5	- 2,5
11	+ 4	+ 6	- 0,5	+ 3,5	+ 2	- 4,5
12	+ 5	+ 5	- 1,5	+ 6,5	+ 3,5	- 3
13	+ 4,5	+ 6,5	+ 2	+ 8,5	- 3	- 2,5
14	+ 7,5	+ 3	+ 4,5	+ 5	- 5,5	- 2
15	+ 7,5	- 1,5	+ 4,5	+ 7,5	- 1	+ 0,5
16	+ 9,5	- 1,5	+ 5,5	+ 3	+ 1,5	+ 0,5
17	+ 4,5	+ 1,5	+ 7,5	+ 4	+ 3,5	0
18	+ 7	+ 3	+10	+ 2,5	+ 6	- 3
19	+ 5	+ 3,5	+ 7,5	+ 2	+ 5	- 2,5
20	+ 8	+ 3,5	+ 6	+ 1,5	+ 3	- 2,5
21	+ 9,5	+ 6	+ 9,5	0	+ 4	+ 1,5
22	+13	+ 6,5	+11,5	- 1,5	+ 2	+ 2
23	+ 6	+ 7,5	+12	+ 4,5	+ 3,5	+ 1
24	+ 4	+ 6	+ 6	+11	+ 5,5	+ 1
25	+ 6,5	+13	+ 5	+ 7	+ 8	+ 1,5
26	+ 2,5	+13	+ 1	+ 9,5	+ 3,5	+ 1,5
27	+ 1,5	+ 9,5	+ 1	+ 4	+ 7	+ 2,5
28	+ 2	+ 4	0	0	+ 1	- 1
29	+ 4,5	+ 4	+ 2	+ 3	+ 1	- 1
30	+ 5,5	+ 3,5	+ 2,5	+11	+ 2,5	+ 2,5
31	+11,5	+ 5	+ 3	+10	+ 0,5	+ 4

АПРЕЛЬ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+ 4	+ 8,5	+ 1,5	+15	+ 1,5	+ 1
2	+ 8	+12	+ 5	+13	+ 5,5	+ 2
3	+13	+ 9,5	+ 6	+ 9	+ 8	+ 2,5
4	+13,5	+ 6,5	+ 7	+ 8,5	+10	+ 4
5	+11	+ 7,5	+ 8,5	+ 9	+ 4	+ 7
6	+10,5	+ 7	+ 8,5	+ 9	+ 7,5	+ 7
7	+11	+ 5,5	+ 8	+ 8,5	+ 7,5	+ 8,5
8	+12	+ 5,5	+ 6,5	+ 7	+ 6,5	+ 7
9	+12	+ 4	+ 3,5	+ 6,5	+ 3,5	+ 7
10	+ 6,5	+ 3	0	0	+ 1,5	+ 8
11	+12,5	+ 6	+ 2	+11	+ 2,5	+ 8,5
12	+12	+ 8	+ 2,5	+13,5	0	+ 3,5
13	+12,5	+13	+ 6	+13,5	+ 2,5	+ 4
14	+13	+10	+ 7,5	+10,5	+11	+ 0,5
15	+14	+ 9	+ 6	+12	+10	+ 4,5
16	+10	+13,5	+ 8	+11,5	+10	+ 7,5
17	+ 5,5	+17,5	+ 9	+10	+ 7	+ 7,5
18	+ 6	+ 5,5	+ 8,5	+ 6	+ 8	+10,5
19	+ 3,5	+ 6,5	+ 7,5	+ 4	+13,5	+12,5
20	+10,5	+ 6	+ 3	+ 9	+15	+13,5
21	+ 2	+ 3,5	+ 3,5	+ 9,5	+16	+17
22	+ 3	+ 1	+11,5	+12	+18,5	+17,5
23	+ 4,5	+ 3	+16,5	+12	+18	+18,5
24	+ 6,5	+ 4	+18,5	+ 9	+17	+20
25	+ 6	+ 8	+18	+11	+17,5	+15,5
26	+ 8	+14	+16,5	+12,5	+15,5	+16
27	+10,5	+12,5	+19	+12,5	+14,5	+11,5
28	+12	+14	+19,5	+15	+13	+12
29	+12	+12,5	+20	+17	+ 8	+16
30	+13	+13	+21,5	+19	+ 9	+15,5
31	-	-	-	-	-	-
МАЙ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+12,5	+14,5	+14	+15	+ 8	+17,5
2	+15,1	+17,5	+11	+ 7	+ 3,5	+18,5
3	+17	+19	+13,5	+ 5	+ 7	+19
4	+18	+13,5	+18,5	+ 8	+12,5	+17,5
5	+11	+13,5	+19	+ 9	+12,5	+12,5
6	+12,5	+13	+16	+11,5	+15	+12,5
7	+13,5	+16,5	+15,5	+ 9	+13	+15
8	+12	+13,5	+14,5	+15	+12	+15
9	+13,5	+12	+17	+15	+11	+20,5
10	+10	+12	+18	+14	+10	+22
11	+13,5	+10	+20	+13	+11	+22
12	+17,5	+12	+18	+15,5	+12,5	+23
13	+15,5	+13	+19	+15	+14,5	+22
14	+17	+14,5	+17	+19	+12	+23
15	+13,5	+13,5	+16	+20,5	+ 8,5	+23,5
16	+12	+16	+14	+19	+10	+18
17	+11,5	+12,5	+14,5	+19	+16	+16
18	+13,5	+11,5	+20	+20,5	+16,5	+20,5
19	+15	+13	+21,5	+22,5	+18	+23
20	+12	+18,5	+22	+19,5	+14,5	+25
21	+10,5	+20,5	+20,5	+13	+14	+14
22	+10	+19,5	+18	+11	+12	+14,5
23	+ 7	+13,5	+17,5	+13	+12	+15
24	+ 6	+12,5	+20,5	+15,5	+15	+15,5
25	+10	+12,5	+14	+15,5	+18	+17,5
26	+11	+ 9,5	+11,5	+16,5	+19,5	+19
27	+12	+14	+11,5	+15	+20,5	+14,5
28	+12	+11,5	+15,5	+10,5	+22,5	+13
29	+13,5	+12,5	+19	+14,5	+24,5	+12,5
30	+13	+15	+14,5	+12	+25	+16,5
31	+11,5	+16,5	+18	+12,5	+22,5	+18

КОДЫ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+16	+18,5	+19	+14	+23,5	+18
2	+13	+20,5	+16,5	+14,5	+26,5	+19,5
3	+14	+20	+21	+19	+22,5	+21
4	+15,5	+17,5	+19	+16	+15,5	+23
5	+14,5	+16,5	+16,5	+17	+18	+16
6	+12	+16,5	+20,5	+15,5	+19	+19
7	+14	+15,5	+22	+14,5	+20	+17,5
8	+16,5	+20	+15	+19,5	+21,5	+26,5
9	+13,5	+15,5	+17	+20,5	+23,5	+26
10	+15,5	+12	+16,5	+12	+23	+26
11	+16,5	+16	+20	+16,5	+22	+24,5
12	+13,5	+19,5	+21,5	+16,5	+22,5	+24
13	+16	+21	+18	+15,5	+23,5	+19
14	+14,5	+20	+16	+16	+19,5	+15
15	+15	+21	+17	+18,5	+20	+12,5
16	+19,5	+22,5	+15	+14	+20	+17
17	+24	+19	+15	+13	+20,5	+17
18	+24	+15,5	+16,5	+12,5	+18	+20
19	+15,5	+20,5	+16	+14,5	+18,5	+18,5
20	+16	+24	+18	+17,5	+17	+17
21	+16,5	+23	+16	+16,5	+17	+18
22	+20,5	+21	+18,5	+19	+14,5	+18
23	+22	+20,5	+16,5	+19	+13	+19,5
24	+24,5	+20	+17,5	+15,5	+14,5	+14
25	+18	+17	+11,5	+16	+18	+15
26	+17,5	+15	+11,5	+20	+16,5	+16
27	+20,5	+17	+16	+25	+20	+17
28	+20,5	+21	+17	+25	+20	+15,5
29	+14,5	+22	+16	+24,5	+18,5	+18,5
30	+14	+25,5	+16	+28,5	+19	+17
31	-	-	-	-	-	-

КОДЫ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+15	+24,5	+17,5	+19	+22	+15,5
2	+19	+25,5	+18	+17,5	+16,5	+17,5
3	+20,5	+23	+20,5	+20	+22	+17,5
4	+24,5	+20	+20	+20,5	+22	+18,5
5	+23	+21	+21,5	+22	+17	+24
6	+22,5	+18,5	+17,5	+19	+17	+24
7	+24,5	+17	+14,5	+20,5	+18	+21
8	+25,5	+15	+14,5	+21,5	+21,5	+23,5
9	+26,5	+17,5	+17,5	+17,5	+25	+21,5
10	+25	+20,5	+19,5	+21,5	+27	+17
11	+22	+21	+22,5	+19,5	+23	+18
12	+22	+23	+16,5	+24	+18,5	+17,5
13	+23	+23	+13,5	+24,5	+20,5	+19
14	+23,5	+24,5	+12	+27	+24	+22
15	+21,5	+20,5	+18	+25	+26	+23
16	+21	+18,5	+17,5	+28	+24	+17
17	+21	+18,5	+18,5	+25	+23,5	+15,5
18	+18,5	+20,5	+20	+23,5	+24	+14
19	+17	+20	+21,5	+21	+24	+15,5
20	+18,5	+22	+20	+19	+21	+15
21	+20	+24,5	+20	+21,5	+23	+14
22	+18,5	+25,5	+19	+23	+25,5	+15,5
23	+19	+26	+15,5	+26	+19	+16,5
24	+18	+21	+16	+25	+18,5	+18
25	+18	+23	+21,5	+26	+21	+18,5
26	+17	+24,5	+21,5	+27	+20,5	+19
27	+12,5	+23,5	+20	+27	+20,5	+19
28	+20,5	+18,5	+15,5	+28	+19,5	+21
29	+18,5	+17,5	+18	+30	+22,5	+22
30	+20	+20	+18,5	+30	+21,5	+22,5
31	+19	+23,5	+20,5	+31	+21,5	+22,5

АВГУСТ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+21	+23	+21	+29,5	+18	+22,5
2	+21	+24,5	+18,5	+31	+17,5	+24
3	+21,5	+26	+18,5	+28,5	+20	+21
4	+23	+29	+21,5	+26,5	+21,5	+15
5	+22,5	+22,5	+26	+25,5	+20,5	+15,5
6	+23,5	+22,5	+26,5	+28	+17	+16
7	+25	+24	+17	+26,5	+20,5	+17,5
8	+26,5	+24,5	+17,5	+23,5	+21	+17,5
9	+26,5	+26,5	+19	+22,5	+16	+18
10	+22,5	+29	+21,5	+22,5	+17	+18,5
11	+19	+28	+19,5	+22	+16,5	+19,5
12	+19	+24,5	+16	+19,5	+17	+20
13	+17,5	+24,5	+20,5	+20,5	+20,5	+21
14	+17,5	+22	+17	+18	+22	+18
15	+17	+21	+19,5	+15	+21	+20
16	+17	+19,5	+24	+19	+18,5	+22
17	+19	+21,5	+22,5	+20	+20,5	+20,5
18	+18,5	+21,5	+17	+17	+21	+22
19	+15,5	+20,5	+15,5	+14,5	+25,5	+22,5
20	+14	+19,5	+15	+15,5	+26	+23
21	+16	+20	+15,5	+19	+25	+22,5
22	+17	+21,5	+18	+17	+19,5	+22,5
23	+18	+20,5	+17,5	+17	+23	+23
24	+19,5	+18,5	+14,5	+18,5	+24	+22,5
25	+17,5	+19,5	+14	+19	+25,5	+21
26	+17	+21	+13,5	+18	+22	+19,5
27	+16	+21	+14,5	+18,5	+19	+20,5
28	+15,5	+22,5	+14	+18	+17,5	+19
29	+16	+21	+11	+19	+16,5	+20
30	+16	+28,5	+13	+17	+15,5	+19
31	+16,5	+28,5	+14	+17	+12	+20

СЕНТЯБРЬ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+17	+21,5	+12,5	+18,5	+13	+21
2	+20	+14,5	+14,5	+20,5	+14,5	+20
3	+19,5	+14,5	+11	+22	+12,5	+20
4	+19,5	+17	+15	+21	+16,5	+21,5
5	+12,5	+11	+12	+19,5	+16,5	+14
6	+ 8,5	+11	+11,5	+19,5	+16,5	+12
7	+12	+12	+12	+14	+16,5	+13,5
8	+12,5	+15	+13	+17,5	+17	+12
9	+15	+15,5	+17	+22,5	+19	+12
10	+17	+13,5	+12	+17	+18	+12,5
11	+13,5	+14	+14	+17,5	+18	+11
12	+16,5	+14,5	+15,5	+14,5	+19,5	+10,5
13	+15	+17,5	+12,5	+22	+20,5	+12
14	+16	+17	+16	+21,5	+21,5	+11
15	+19	+16	+15,5	+24	+21	+10
16	+18	+14,5	+14	+19,5	+15	+ 7
17	+17	+15	+14	+14	+ 9,5	+ 9,5
18	+16,5	+12	+12,5	+16	+ 9,5	+ 8
19	+16	+13,5	+11	+13	+10,5	+10
20	+14,5	+11	+10,5	+10,5	+10,5	+10,5
21	+11,5	+13	+10,5	+15,5	+15	+ 7,5
22	+15	+12	+13	+14,5	+11	+ 6
23	+13,5	+11,5	+15,5	+16	+12	+ 7
24	+14,5	+11,5	+14,5	+13	+14,5	+ 8
25	+13,5	+12	+14,5	+14,5	+16,5	+ 7,5
26	+20,5	+12,5	+14	+18	+13,5	+ 9,5
27	+14,5	+13	+12	+15,5	+12	+10,5
28	+14,5	+14	+11	+13,5	+13,5	+11,5
29	+12,5	+10,5	+ 6,5	+11,5	+ 8,5	+12
30	+20,5	+11	+ 1,5	+14,5	+ 6,5	+12
31	-	-	-	-	-	-

ОКТЯБРЬ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+18	+12	+ 3,5	+14	+ 7	+15,5
2	+14,5	+10,5	+ 4,5	+ 9,5	+ 9	+14,5
3	+11	+ 8	+ 7,5	+13,5	+11,5	+12,5
4	+ 9,5	+ 5	+10,5	+13	+11,5	+ 9,5
5	+10,5	+ 7,5	+12,5	+ 5	+13	+10,5
6	+12	+12,5	+12,5	+ 4,5	+14,5	+12,5
7	+12	+13,5	+12	+ 4	+16,5	+12
8	+15,5	+ 8,5	+16,5	+10,5	+16,5	+13
9	+14,5	+10	+16	+10	+18	+11,5
10	+14	+ 7,5	+14,5	+ 7	+18	+12,5
11	+11,5	+ 5,5	+15,5	+10	+17	+ 8
12	+10,5	+ 3	+15	+ 8	+16	+ 8
13	+10	+ 1	+16,5	+ 9,5	+13	+10
14	+15	+ 2,5	+17,5	+ 9,5	+14	+11
15	+15,5	+ 7	+15	+10,5	+14,5	+12
16	+16	+ 8,5	+10,5	+11	+10	+11,5
17	+15	+ 9,5	+ 7,5	+ 5,5	+13	+10,5
18	+12	+ 5,5	+ 5	+ 2	+13,5	+13,5
19	+ 8,5	+ 6,5	+ 3	+ 2	+12,5	+12
20	+ 8,5	+ 3	+ 3	+ 1	+11,5	+10
21	+ 5,5	+ 6	+ 6	0	+ 8,5	+ 8,5
22	+ 5	+ 5	+ 9,5	+ 1,5	+ 4	+ 7,5
23	+ 4	+ 3	+ 8,5	+ 5,5	+ 4	+ 8
24	+ 3,5	+ 4,5	+ 7	+ 8,5	+ 5	+ 7
25	+ 1	+ 6	+ 4,5	+ 9,5	+ 7,5	+ 4
26	+ 1,5	+ 2,5	+ 4,5	+10,5	+ 6	+ 7
27	+ 1,5	+ 2,5	+ 6,5	+ 9	+10	+ 8
28	+ 1,5	+ 3,5	+ 7	+ 7,5	+ 9,5	+ 6,5
29	+ 0,5	+ 9,5	+ 3	+ 9,5	+10	+10
30	+ 0,5	+ 4,5	+ 1	+ 6	+ 4,5	+ 9
31	- 0,5	+ 3,5	+ 1,5	+11	+ 7	+ 6
НОЯБРЬ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+ 0,5	+ 1,5	+ 5,5	+13	+ 7	+ 9
2	0	+ 3	+ 2,5	+ 8	+ 5	+10,5
3	+ 5	+ 8	+ 2,5	+ 7	+ 2,5	+13
4	+ 6,5	+ 8	+ 4	+ 2	+ 0,5	+13,5
5	+ 8	+ 5	+ 6	0	0	+12,5
6	+ 5	+ 6	+ 6	- 0,5	- 0,5	+10
7	+ 4	+10,5	+ 6	+ 2,5	- 1	+12,5
8	+ 7	+ 4	+ 6	+ 3,5	- 2	+ 9
9	+ 7	+ 1,5	+ 3	+ 7	- 1,5	+ 4,5
10	+ 6	+ 0,5	- 2	+ 5,5	- 2,5	+ 6,5
11	+ 2,5	+ 0,5	- 9	+ 1	+ 4	+ 7
12	+ 5	+ 3	- 7	- 4,5	+ 1	+11
13	+ 6	+ 3,5	- 6	- 5	+ 2,5	+12
14	+ 8,5	+ 3	- 4	- 5	+ 0,5	+ 9
15	+ 8	+ 1,5	- 2,5	+ 4,5	+ 2,5	+ 6
16	+ 7	+ 1	- 3,5	+ 8	+ 6	+ 8
17	+ 8	+ 4,5	- 9	+ 7	+ 0,5	+ 8
18	+ 9	+ 6	- 7	+ 6	0	+11,5
19	+ 6	+ 4	- 4,5	+ 3	- 1,5	+12,5
20	+ 5	+ 4	- 9	+ 1	0	+11,5
21	+ 2	+ 2,5	10	+ 7	- 5,5	+ 8
22	+ 2	+ 2,5	- 3,5	+ 4,5	- 4	+ 4
23	+ 2,5	0	- 2,5	+ 6,5	- 6	+ 1,5
24	+ 4	- 0,5	- 2,5	+ 4,5	- 4	+ 3
25	+ 3	+ 3,5	- 6	+ 5	+ 1	+ 3
26	+ 6,5	+ 8	- 8	0	- 1	+ 1,5
27	+ 7	+ 6,5	- 7,5	0	0	+ 2
28	+ 6,5	+ 5	- 7,5	+ 4,5	+ 1	0
29	+ 6	+ 1,5	- 7,5	+ 5,5	- 2	- 1
30	+ 5,5	-10,5	- 8	+ 1,5	- 3,5	0
31	-	-	-	-	-	-

ДЕКАБРЬ	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	+ 2,5	1	- 7	- 3	- 1	+ 1,5
2	0	+ 2,5	- 8	- 3,5	- 2	+ 2
3	+ 0,5	+ 3,5	+ 0,5	0	- 1	+ 1,5
4	0	+ 8,5	+ 4,5	- 3	- 5,5	+ 1,5
5	- 0,5	+ 7	+ 6	+ 2	-10	+ 2
6	- 3,5	+ 5,5	+ 5	+ 6,5	- 9,5	+ 3
7	- 4	+ 4	+ 3,5	+ 4	- 7	+ 2
8	13	+ 5	+ 2	+ 1	- 6,5	+ 1
9	15,5	+ 2,5	+ 2,5	+ 3	- 4	+ 0,5
10	3,5	+ 1	+ 5,5	+ 6,5	- 4	0
11	0	0	+ 2	+ 3	0	- 1
12	- 3,5	- 0,5	+ 3,5	+10,5	- 1	- 1,5
13	- 3,5	+ 3	+ 1	+ 8	- 4,5	+ 1,5
14	+ 3	0	+ 2,5	+ 4	- 4,5	+ 1,5
15	+ 5,5	+ 5	+ 2	+ 1	- 6	- 4,5
16	+ 1,5	+ 2	+ 4	+ 0,5	- 3	- 3
17	- 2,5	+ 1,5	+ 2	0	- 3,5	- 3
18	- 1,5	+ 2	+ 3	- 1,5	- 2	+ 1
19	+ 0,5	+ 0,5	+ 3,5	- 5	0	- 0,5
20	+ 0,5	0	+ 7	- 6,5	0	- 9,5
21	- 0,5	0	+ 0,5	- 8	- 7,5	-11
22	2	4	- 0,5	- 4,5	- 8,5	- 6
23	0	- 8,5	0	- 4	+ 0,5	- 5
24	+ 3	- 6,5	0	9,5	+ 3	-12,5
25	- 1	- 3	+ 1,5	- 8	- 6,5	- 4,5
26	- 3,5	- 7	+ 2,5	- 7	- 4	-19,9
27	- 3	- 2,5	+ 1	- 1	-11,5	-19,9
28	- 7	- 6	+ 2	+ 3,5	-10	-17
29	- 0,5	- 1	+ 1,5	+ 6	-13	-17,5
30	+ 1,5	+ 1	+ 2	+ 6	-12,5	-15
31	- 3	- 6	+ 4	+ 3,5	-13	-14,5

Учебное издание

Составители: Русак Николай Николаевич
Матчан Виктор Александрович
Таруц Валерий Владимирович

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ
“КЛИМАТОЛОГИЯ”**

для студентов специальности Г 11.15
“АРХИТЕКТУРА”

Ответственный за выпуск: Русак Н.Н.
Редактор: Строкач Т.В.

Подписано к печати 27.12.99 г. Формат 60x84 1/16 Бумага писч. Усл. п.л. 1,86
Уч. изд. л. 2,0 Тираж 150 экз Заказ № 246 Бесплатно. Отпечатано на ризографе
Брестского политехнического института. 224017, Брест, ул. Московская, 267.