

**О. А. Киселёва**

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

**для самостоятельной и аудиторной работы**

**по курсу “Метеорология с основами климатологии”**

**для иностранных студентов специальностей “География” и “Экология”**

**факультета естественных наук**

**Министерство образования и науки, молодёжи и спорта Украины**

**Государственное учреждение  
«Луганский национальный университет  
имени Тараса Шевченко»**

**Кафедра географии**

**О. А. КИСЕЛЁВА**

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ  
для самостоятельной и аудиторной работы  
по курсу «Метеорология с основами климатологии»  
для иностранных студентов специальностей «География» и «Экология»  
факультета естественных наук**

студ. I курса ФЕН спец. «\_\_\_\_\_»

---

**Луганск  
ГУ «ЛНУ имени Тараса Шевченко»  
2013**

УДК 551.5(076.1)  
ББК 26.23РЗ  
К44

**Рецензенты:**

- Трегубенко Е. Н.* – доктор педагогических наук, профессор кафедры географии Луганского национального университета имени Тараса Шевченко.  
*Фаргал А. М. Х.* – кандидат географических наук, доцент кафедры землеустройства и кадастра Луганского национального аграрного университета.  
*Жерлицын С. А.* – магистр географии, проректор по научной работе Луганского областного института последипломного педагогического образования.

**Киселёва О. А.**

К44 Рабочая тетрадь для аудиторной и самостоятельной работы по курсу «Метеорология с основами климатологии» для иностранных студентов специальностей «География» и «Экология» факультета естественных наук / О. А. Киселёва ; Гос. учрежд. «Луган. нац. ун-т имени Тараса Шевченко». – Луганск : ГУ «ЛНУ имени Тараса Шевченко», 2013. – 43 с.

В содержание Рабочей тетради входят: рабочая учебная программа, планы лабораторных занятий, сгруппированных в модули, задачи для самостоятельной работы с контрольными вопросами для самопроверки усвоения учебного материала и список рекомендованной литературы.

В помощь студентам составлены вопросы к модульному контролю и рейтинговая таблица, которая позволит студенту фиксировать свои достижения и корректировать свою учебную деятельность.

Рабочая тетрадь предназначена для иностранных студентов дневного отделения факультета естественных наук, а также может быть использована студентами заочного отделения и слушателями Института последипломного образования.

УДК 551.5(076.1)  
ББК 26.23РЗ

*Рекомендовано к печати Учебно-методическим советом  
Луганского национального университета  
имени Тараса Шевченко  
(протокол № 6 от 16 января 2013 года)*

## Программа лабораторных работ

№	Содержательные модули и их структура	лаб.	самост.
	<b>Модуль 1 Солнечная радиация и тепловой режим</b>	<b>12</b>	<b>37</b>
1.1.	Строение атмосферы и состав атмосферного воздуха	2	5
1.2.	Солнечная радиация	2	11
1.3.	Отраженная и поглощенная радиация	2	7
1.4.	Термический режим атмосферы и земной поверхности		
1.5.	Влажность воздуха	4	9
1.6.	Облачность, осадки, коэффициент увлажнения		5
	<b>Модуль 2. Атмосферная циркуляция. Погода и климат</b>	<b>10</b>	<b>35</b>
2.1.	Атмосферное давление.	4	9
2.2.	Воздушные массы и атмосферные фронты	2	5
2.3.	Синоптический код	2	9
2.4.	Графики структуры климата в погодах	2	5
2.5.	Комплексный климатический профиль	4	7
	<b>ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ</b>	<b>24</b>	<b>72</b>

## Рекомендации к самостоятельной подготовке и выполнению заданий

Готовясь к занятиям, необходимо выучить материал учебника и рекомендованных пособий по соответствующей теме, по специальным указаниям ознакомиться с метеорологическими приборами; выписать термины и понятия, выучить их определения.

На каждом практическом занятии осуществляется контроль за выполнением как самостоятельной, так и аудиторной работы, в частности, в виде тестов и проверки рабочих тетрадей.

Одним из видов самостоятельной работы является подготовка рефератов. *Реферат* – это результат самостоятельной обработки литературных и справочных источников. Объем его не должен превышать 3-5 страниц. Реферат сопровождается планом, желательно - иллюстрациями (рисунки, схемы, фото и т.п.) и списком использованных источников, ссылки на которые обязательно приводятся в тексте. При оценке рефератов принимается к вниманию не только содержание, но и правильное оформление.

Модульные контрольные работы предусматривают как проверку усвоения теоретического материала, так и умения решать задачи.

Поощрительные баллы студент получает за выполнение творческих заданий.

К другим формам контроля относятся терминологические диктанты, компьютерное тестирование и т.п.

При учете баллов, полученных за весь курс, определяется рейтинг, который является основанием для экзаменационной оценки.

## Рейтинговая таблица показателей учебных достижений студента (-ки)

\_\_\_\_\_

(фамилия, имя)

по курсу „Метеорология с основами климатологии”

Виды работы	Модуль 1	Модуль 2	Максимальное количество баллов
Лабораторные работы			25
Самостоятельная работа			10
Терминологический диктант			5 + 5
Модульная контрольная работа			20+20
Компьютерное тестирование			15
Общее количество баллов			100

Семестровые баллы \_\_\_\_\_

Поощрительные баллы (до 10) \_\_\_\_\_

Общее количество баллов \_\_\_\_\_

Экзаменационная оценка \_\_\_\_\_

### Шкала оценивания знаний студентов по национальной и ECTS-системе

Количество баллов	Оценка по национальной системе	Оценка по ECTS
90 – 100	„отлично”	A
83-89	„очень хорошо”	B
75-82	„хорошо”	C
63-74	„удовлетворительно”	D
50-62	„удовлетворительно ”	E
21-49	„неудовлетворительно ”	FX
0-20	„неудовлетворительно ”	F

# Модуль 1. Солнечная радиация и тепловой режим

## ТЕМА 1. СОСТАВ И СТРОЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

**Цель:** выяснить особенности строения атмосферы Земли и состава атмосферного воздуха; выяснить причины изменения состава воздуха с высотой.

**Эта тема изучается студентами самостоятельно накануне занятия, и оценка ее усвоения осуществляется уже на первом занятии.**

*Атмосфера* – воздушная оболочка Земли – играет очень важную роль для нее. Она предохраняет нашу планету от губительного действия солнечной радиации, сохраняет тепло Земли, является условием возникновения и развития органического мира.

*Воздух* – это механическая смесь газов с примесью водяного пара и пыли разного происхождения. Воздушная оболочка, как и поверхность Земли, была бы безжизненной, если бы не лучистая энергия Солнца. Атмосфера оберегает Землю от перегревания и от переохлаждения; в ней происходят процессы, которые определяют погоду и климат.

Атмосфера имеет сферическое строение, которое определяется, в частности, через изменения температурного режима и атмосферного давления. С удалением от земной поверхности состав атмосферного воздуха изменяется из-за ослабления гравитационного поля.

### Задания для самостоятельной подготовки:

1. Составить схему строения атмосферы. Сделать письменно анализ, ответив на вопросы:
  - а. по каким признакам выделяются отдельные слои атмосферного воздуха?
  - б. как изменяется температура в отдельных сферах? Объяснить это явление.
  - в. на каком основании в атмосфере выделяются „паузы” (например, тропопауза, стратопауза и т.п.)?

---

---

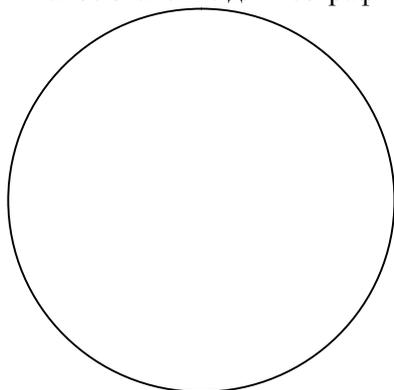
---

---

---

---

2. Составить круговую диаграмму газового состава атмосферного воздуха. Проанализировать ее:
  - а. какой газ по объему преобладает в тропосфере?
  - б. почему на диаграмме нельзя показать объемное содержание в воздухе углекислого газа?
  - в. какое значение для географической оболочки имеет углекислый газ?



---

---

---

---

---

---

### Вопросы для самоконтроля:

1. Какой состав имеет атмосферный воздух?
2. Почему водяной пар и пыль сосредоточены в нижнем слое атмосферы?
3. Какие газы образуют экзосферу?
4. Почему состав нижнего слоя атмосферного воздуха (тропосферы) на разных широтах неодинаковый?
5. Как изменяется газовый состав атмосферного воздуха с высотой?
6. Как и по каким признакам разделяют атмосферу по вертикали?
7. Какое значение для природных процессов имеют пыль и водяной пар в атмосферном воздухе?
8. Чем объяснить повышение температуры воздуха в термосфере?
9. В чем заключается значение атмосферного воздуха для Земли?
10. Какие Вы знаете методы изучения атмосферы?

**Рекомендованная литература:** [3, 3-14; 7, 33-39; 15, 71-78].

## ТЕМА 2. СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ

**Цель:** усвоить понятие «солнечная радиация» и производные от него. Выявить закономерности в распределении солнечной радиации на земной поверхности. Научиться определять интенсивность солнечной радиации и инсоляции по формулам.

**Оборудование:** географические атласы, учебные пособия, тригонометрические таблицы, чертежные принадлежности.

*Интенсивность солнечной радиации* – это плотность солнечного потока, который приходится на единицу площади за единицу времени (кал/см<sup>2</sup> мин.). Рассчитывается интенсивность солнечной радиации по формуле:

$$I = I_0 \sin h P^n.$$

Количество калорий тепла, которое поглощается на верхней границе атмосферы 1 см<sup>2</sup> абсолютно черной поверхности, расположенной перпендикулярно к солнечным лучам, за 1 минуту, носит название *солнечной постоянной* ( $J_0$ ). Она равняется 1,98 кал/см<sup>2</sup> мин. Солнечная постоянная определяет *солярный климат*, т.е. климат, обусловленный лишь углом падения солнечных лучей.

*Инсоляцией* называется непосредственное облучение любой, в том числе земной, поверхности, и рассчитывается по формуле:

$$I_1 = I \sin h.$$

Вся солнечная радиация делится на *прямую* и *рассеянную*. Количество прямой и рассеянной радиации зависит от широты места, облачности, запыленности атмосферы, а также от количества оптических масс, которые преодолевает солнечный луч. Солнечная радиация и инсоляция измеряются в кал/см<sup>2</sup> мин., или в Вт/м<sup>2</sup>, или в Дж.

Радиация не только поглощается и рассеивается, но и отражается. Способность любой поверхности отражать радиацию носит название *альбедо*.

### Задания и вопросы к самостоятельной работе:

1. Изучить материал учебника и конспекты лекций по теме (**в дальнейшем - по каждой теме**).
2. Ознакомиться с приборами для определения интенсивности солнечной радиации и продолжительности солнечного сияния, заполнить таблицу 1. Информацию для выполнения задания взять из пособия (5).

Таблица 1

Название прибора	Назначение

### Задания для аудиторных занятий:

1. Вычислить интенсивность солнечной радиации<sup>1</sup> :
  - а) при высоте солнца над горизонтом  $90^\circ$  и прозрачности атмосферы 0,5  
\_\_\_\_\_
  - б) при высоте солнца над горизонтом  $30^\circ$  и прозрачности атмосферы 0,8  
\_\_\_\_\_
  - в) при высоте солнца над горизонтом  $90^\circ$  и прозрачности атмосферы 0,8  
\_\_\_\_\_
2. Вычислить интенсивность прямой солнечной радиации:
  - а) в Луганске при высоте солнца  $65^\circ$  и коэффициенте прозрачности 0,5  
\_\_\_\_\_
  - б) на экваторе при высоте солнца  $90^\circ$  и коэффициенте прозрачности 0,7  
\_\_\_\_\_
  - в) в Буэнос-Айресе при высоте солнца  $10^\circ$  и коэффициенте прозрачности 0,9  
\_\_\_\_\_
3. Вычислить величину инсоляции поверхности:
  - а) если угол, под которым падают солнечные лучи на поверхность, равняется  $75^\circ$ , а интенсивность солнечной радиации составляет  $0,84 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$   
\_\_\_\_\_
  - б) если угол, под которым падают солнечные лучи на поверхность, равняется  $30^\circ$ , а интенсивность солнечной радиации равна  $0,84 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$   
\_\_\_\_\_
4. Определить инсоляцию склонов балки, которая вытянута с запада на восток, в полдень, если крутизна обоих склонов  $20^\circ$ , а высота солнца равна  $60^\circ$ . Интенсивность прямой солнечной радиации на момент наблюдения равна  $0,97 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ .

Таблица 2

Избранные значения синусов углов

Угол, °	sin	Угол, °	sin
90	1,0	42	0,67
85	0,99	30	0,5
75	0,92	20	0,34
48	0,74	10	

Таблица 3

Длина пути солнечного луча в атмосфере в зависимости от высоты солнца над горизонтом (<sup>m</sup>)

Высота солнца, град.	Число оптических масс
$90^\circ$	1,00
$60^\circ$	1,15
$30^\circ$	2,00
$5^\circ$	10,40
$0^\circ$	35,40

<sup>1</sup> значения синусов взять из табл. 2, а количество оптических масс - из табл. 3.

### Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Что называется солнечной радиацией?
2. В каких единицах измеряется интенсивность солнечной радиации?
3. Что такое “солнечная постоянная”?
4. Как изменяется солнечная радиация в атмосфере?
5. От чего зависит ослабление солнечной радиации в атмосфере?
6. Как изменяется интенсивность солнечной радиации в зависимости от высоты Солнца над горизонтом?
7. Какие отличия в поступлении солнечного тепла в обоих полушариях в разные времена года?
8. Как вычислить интенсивность солнечной радиации у земной поверхности?
9. Как изменяется интенсивность солнечной радиации по широтам?
10. Какими приборами пользуются для определения прямой, рассеянной радиации, продолжительности солнечного сияния?
11. Вычислить интенсивность солнечной радиации:
  - а) при высоте Солнца над горизонтом  $30^\circ$  и прозрачности атмосферы 0,3;  

---

---

---
  - б) при высоте Солнца над горизонтом  $90^\circ$  и прозрачности атмосферы 0,5. Когда и на каких широтах такое возможно?  

---

---

---
13. Вычислить величину инсоляции поверхности, если интенсивность солнечной радиации равна  $0,62 \text{ кал/см}^2\text{мин}$ , а угол падения солнечных лучей составляет  $42^\circ$ .  

---

---

---

**Рекомендованная литература:** [3,14-28; 7,77-118; 15, 78-86].

### ТЕМА 3. ОТРАЖЕННАЯ И ПОГЛОЩЕННАЯ РАДИАЦИЯ

**Цель:** приобрести умения и навыки анализировать карты солнечной радиации, научиться решать задачи на определение альбедо для разных поверхностей.

**Оборудование:** карта полушарий, географический атлас учителя.

Суммарная радиация, которая поступает на земную поверхность, частично поглощается, частично – отражается от нее. Соотношение этих частей зависит от характера поверхности и угла падения лучей на Землю. Отражающая способность, или *альбедо* поверхности ( $A$ ) – это отношение отраженной радиации ( $U$ ) к суммарной, или падающей ( $Q$ ), которая поступила на земную поверхность, рассчитывается в %, или в частях от 1.

Темные поверхности поглощают больше радиации и меньше отражают, светлые - наоборот. Высокое альбедо имеет свежий снег (85-90%), низкое - свежая пашня (5-14%).

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Сделать анализ карты суммарной солнечной радиации:
  - а) какие закономерности в распределении суммарной солнечной радиации в приполярных районах, в умеренных, тропических, экваториальных широтах? Объяснить причины выявленных закономерностей;
  - б) на каких широтах земного шара и почему наблюдаются изменения в величинах суммарной солнечной радиации?
  - в) выявить районы земного шара с наибольшими и наименьшими величинами суммарной солнечной радиации;
  - г) сравнить величины суммарной радиации на одинаковых широтах северного и южного полушарий, объяснить выявленные расхождения.

---

---

---

---

---

---

Записать и усвоить определение понятий: прямая, рассеянная, суммарная солнечная радиация:

---

---

---

2. Объяснить, почему в северном полушарии март холоднее, чем сентябрь, хотя высота солнца над горизонтом в эти месяцы одинаковая.

---

---

---

#### Задания для аудиторных занятий:

1. Определить альbedo (A) разных поверхностей, если известно количество падающей солнечной радиации (Q) и отраженной (U) в условиях Донбасса:

а) снега, если  $Q = 0,84 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ ,  $U = 0,59 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$  ;

б) песка, если  $Q = 1,23 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ ,  $U = 0,63 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ ;

в) глинистых грунтов, если  $Q=0,97 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ ,  $U=0,19 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ ;

г) луговой растительности, если  $Q = 0,84 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ ,  $U=0,36 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ ;

д) водной поверхности, если  $Q=0,67 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ ,  $U= 0,33 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ ;

е) облаков, если  $Q= 0,68 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ ,  $U= 0,53 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ .

2. Определить альbedo торфяного болота, если солнечные лучи падают под углом  $30^\circ$ , а интенсивность прямой солнечной радиации равна  $1,1 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ . Рассеянная радиация составляет 25% от прямой, а отраженная радиация равняется  $0,22 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ .

---

---

---

3. Определить альbedo и поглощенную радиацию для поверхности снега при суммарной радиации на горизонтальную поверхность  $690$ , а отраженной –  $610$  и  $360 \text{ Вт/м}^2$ . В каком случае снег свежее?

---

---

---

#### Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Сформулировать общие закономерности распределения суммарной солнечной радиации? Объяснить их природу.

2. Что называется альbedo?

3. От чего зависит альbedo разных поверхностей?

4. Какая подстилающая поверхность имеет наибольшую способность отражать?

5. Что такое встречное излучение?

6. Что такое “оранжерейный эффект”, как он образуется?

7. **Творческое задание.** Составить уравнение “оранжерейного эффекта”.

**Рекомендованная литература:** [3,18-24; 15, 86-96].

#### ТЕМА 4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

**Цель:** научиться строить карты изотерм, анализировать карты термического режима, определять типы годового хода температуры воздуха.

**Оборудование и учебные пособия:** контурные карты Украины, ФГАМ, “Комплексный атлас Украины”, атласы учителя, слайд-фильм “Этапы построения карты изотерм”.

Нагревание земной поверхности и воздуха имеют разные механизмы. Источники и количество поступления тепла и потери разные. Поскольку основным источником поступления тепла в атмосферу является земная поверхность, то температура воздуха с высотой снижается вследствие *адиабатического процесса* и соответственно *вертикальному температурному градиенту*. Во влажном и сухом воздухе градиенты разные.

Представление о распределении температуры над земной поверхностью дает карта *изотерм*.

#### Задания для самостоятельной подготовки:

1. Написать реферат «Тип годового хода температуры в Луганске».
2. Используя метод интерполяции, на контурной карте Украины построить январские и июльские изотермы по данным таблицы 4:

Таблица 4

Пункт	Январь	Июль	Пункт	Январь	Июль
Чернигов	-6,7	19,4	Ивано-Франковск	-4,9	18,4
Сумы	-7,9	19,3	Кировоград	-5,4	21,0
Луцк	-4,9	18,6	Днепропетровск	-6,0	21,6
Ривне	-5,4	18,5	Донецк	-6,0	22,3
Житомир	-5,7	18,9	Ужгород	-2,8	20,0
Киев	-5,9	19,8	Черновцы	-5,0	19,3
Львов	-5,0	17,4	Одесса	-2,5	22,2
Хмельницкий	-5,6	18,6	Запорожье	-4,9	22,8
Полтава	-6,9	20,6	Николаев	-3,6	23,0
Харьков	-7,3	20,8	Херсон	-3,2	23,0
Тернополь	-5,4	18,4	Симферополь	-1,0	21,8
Черкасы	-5,8	20,8	Алушта	+3,0	23,3
Луганск	-6,6	22,3	Караби-Яйла (Крымские горы)	-3,3	16,7
Винница	-6,0	18,7	Пожижевская (Украинские Карпаты)	-7,6	12,4

2. Проанализировать построенную карту, ответить на вопросы:
  - а. какой характер имеет простирание январских изотерм, чем оно предопределяется?
  - б. какой характер имеет простирание июльских изотерм, чем это объяснить?
  - в. где в Украине расположен «полюс холода» и почему именно там?
  - г. где в Украине расположен «полюс жары» и почему именно там?
  - д. где и почему летом жарче: в Луганской или Львовской области?
  - е. где и почему летом холоднее: в Луганской или Львовской области?
  - ж. почему климат Южного берега Крыма (ЮБК) отличается от климата степной части Крымского полуострова?
3. Что такое «ось Воейкова»? Где она проходит?

- 
- 
3. Ознакомиться с устройством приборов (термометра минимального, максимального, термографа), принципами их работы, правилами установки и методикой наблюдения за температурой воздуха и грунта.
  4. Нарисовать в тетради принципиальное устройство минимального и максимального термометров, термометров Савинова.

5. Схематично изобразить соотношение градуировки шкал термометров Кельвина, Цельсия и Фаренгейта. Точки замерзания и кипения воды по ним соответственно равны: по Кельвину – 273 и 373, по Цельсию – 0 и 100°, по Фаренгейту – 32 и 212°.

6. Построить график по данным табл. 5 и определить стратификацию атмосферы на разных высотах в соответствии со следующим распределением температуры воздуха по вертикали:

Таблица 5

Высота, м	0	100	200	300	400	500	600	700
Температура воздуха, °С	7	5,5	3,5	3,7	3,2	2,8	2,3	2,0



### Задания для аудиторных занятий:

- Используя климатическую карту мира [ФГАМ, с. 26-27, 30-31], сделать анализ распределения зимних и летних температур на земном шаре:
  - объяснить отклонение изотерм от широтного направления;
  - выявить области с наиболее высокими и низкими среднеянварскими и среднеиюльскими температурами и объяснить причины их возникновения;
  - выявить области наибольшего отклонения изотерм от широтного направления и объяснить причины этого отклонения;
  - сравнить степень нагревания и охлаждения суши и моря в январе и июле<sup>1</sup>; объяснить причины неодинакового температурного режима и сделать выводы

---

---

---

---

---

- Определить и сравнить годовые амплитуды температуры воздуха для Донецкого края и п-ва Бретань (Франция). Сделать выводы.

---

---

---

---

- Определить температуру на разных атмосферных уровнях:

а. заполнить таблицу:

Высота, м	У земной поверхности, +18°C	У земной поверхности, -3°C
150		
300		
1000		
1500		

- б. на вершине хребта высотой 2000 м, если воздух насыщен водяным паром и у подножия хребта температура летом<sup>1</sup> 20°C, а зимой – (-10)°C. Какая температура будет за хребтом после опускания этого воздуха в долину зимой и летом?

---

---

---

---

### Вопросы для самоконтроля:

- Что называется вертикальным температурным градиентом?
- Какая разность между сухо- и влажноадиабатическим градиентом температуры? Чем она объясняется?
- Где и почему вертикальные температурные градиенты больше - у земной поверхности или на высоте?
- Дать характеристику типов годового хода температуры воздуха.
- Как влияет распределение суши и воды на температуру воздуха?
- Как влияют рельеф, океанические течения на температуру воздуха?
- Где на Земле отмечаются наиболее низкие и самые высокие температуры воздуха? Чем это объяснить?
- Как изменяются суточные и годовые амплитуды температур воздуха от экватора к полюсам?

**Рекомендованная литература:** [1; 3, 29-43; 13, 98-103; 15, 96-112].

---

<sup>1</sup> помните, что зимний месяц для северного полушария – январь, а для южного – июль, летние месяцы – наоборот.

## ТЕМА 5. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

**Цель:** выявить связи и взаимосвязи между отдельными характеристиками влажности воздуха; научиться решать задачи на определение разных характеристик влажности воздуха, определять географические закономерности в пространственном и временном распределении характеристик влажности воздуха.

**Оборудование и учебные пособия:** ФГАМ, атласы учителя, психрометрические таблицы.

Атмосфера, кроме газов и пыли различного происхождения, содержит значительное количество водяного пара, сосредоточенного, в основном, в нижних слоях тропосферы. Содержание водяного пара в воздухе колеблется в зависимости от его температуры.

Влажность воздуха характеризуется несколькими величинами. Одной из основных является *абсолютная влажность (упругость водяного пара)* – количество в атмосфере водяного пара, выраженное в граммах в  $1 \text{ м}^3$  воздуха ( $e$ ,  $\text{г/м}^3$ ).

*Максимальная влажность, или упругость насыщения* – максимально возможное содержание водяного пара в воздухе при данной температуре ( $E$ ,  $\text{г/м}^3$ ).

*Относительная влажность воздуха* ( $r$ ) – отношение фактической упругости водяного пара к упругости насыщения ( $r = e/E \times 100\%$ ). Относительная влажность характеризует степень насыщения воздуха водяным паром.

*Дефицит влажности* ( $d$ ) – недостаток насыщения при данной температуре ( $d = E - e$ ).

*Точка росы* ( $T^\circ$ ) – температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе, насыщает его.

Все характеристики взаимосвязаны. Так, дефицит влажности - это разность между максимально возможным содержанием воды в воздухе и фактической влажностью (абсолютной влажностью). Абсолютная влажность будет равна максимальной влажности, если температура воздуха равна точке росы и т.д.

### Задания и вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Усвоить понятие об элементах влажности воздуха.
2. Ознакомиться с приборами для определения характеристик влажности воздуха, выяснить, какими приборами можно непосредственно их определять, а какими – с помощью психрометрических таблиц. Нарисовать принципиальное устройство гигрометра и психрометра.

---

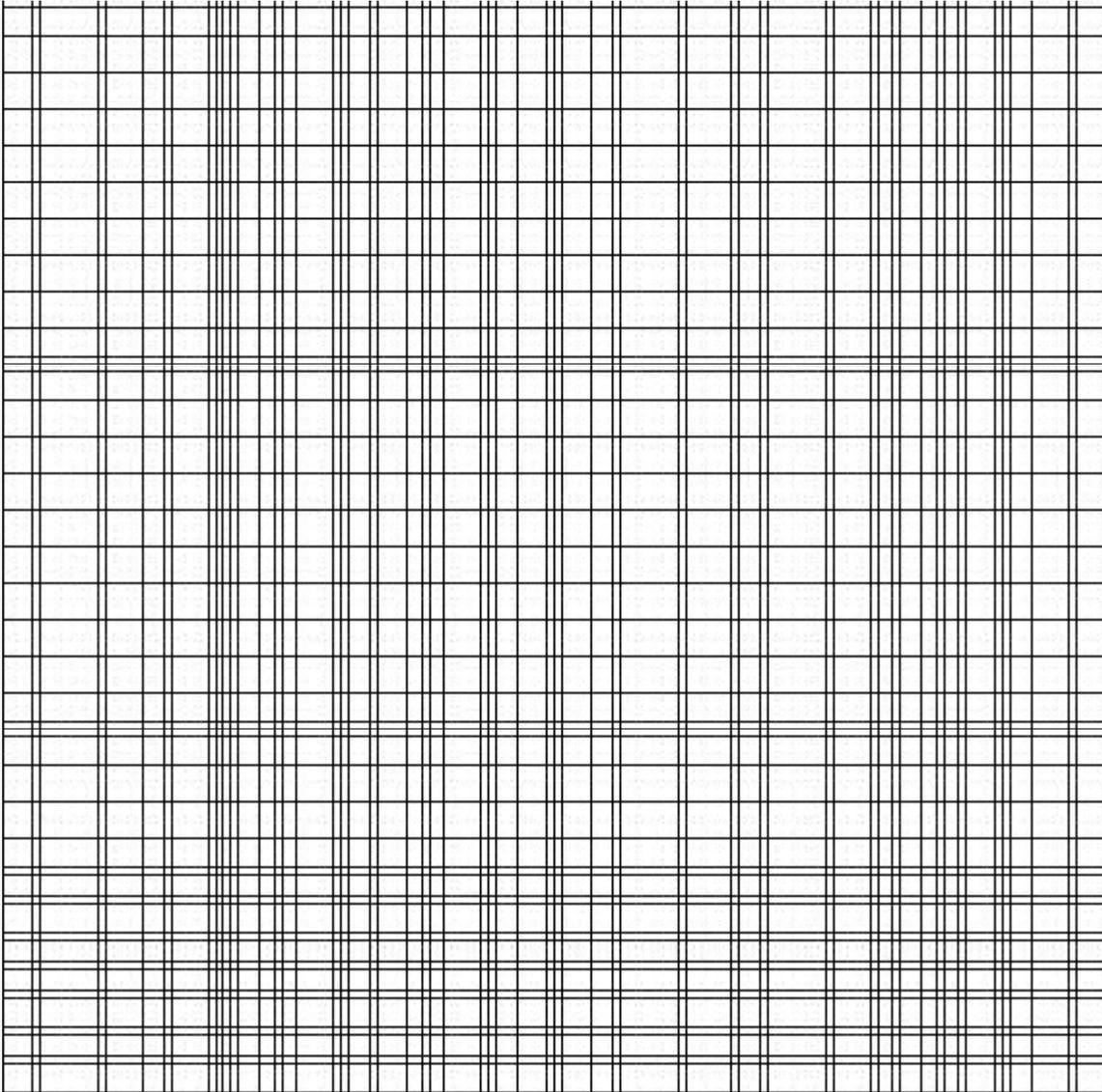
---

---

3. Пользуясь данными таблицы 7, построить кривую зависимости максимальной упругости водяного пара, насыщающего воздух, от температуры воздуха. График строить в прямоугольной системе координат. Масштаб взять произвольный.

Таблица 7

Температура воздуха, °С	–40	–30	–20	–10	0	10	20	30	40
Максимальная упругость пара, мб	0,1	0,4	0,9	2,1	4,6	9,2	17	31	55,3



3. Проанализировать карты испарения и испаряемости (ФГАМ, с.22):

- а) выявить закономерности распределения этих показателей в зависимости от географической широты;
- б) сравнить испарение и испаряемость в полярных и экваториальных широтах;
- в) сравнить испарение и испаряемость в пустынях и над океанами.

---

---

---

---

---

**Задания для аудиторного занятия:**

1. Проанализировать построенный график (задание 3 самост. роб.), сделать выводы:

- а. как изменяется зависимость максимального влагосодержания от температуры воздуха;

---

- б. по построенному графику определить максимальную упругость водяного пара при температуре:  $-15,0$ ;  $-7$ ;  $+12$ ;  $+38^{\circ}\text{C}$ ;

---

---

---

б. по графику определить точку росы, если максимальная упругость водяного пара равна: 0,4; 1,3; 10; 23; 45 мм. Сравнить полученные результаты с данными психрометрической таблицы.

---

---

---

2. Определить относительную влажность воздуха, если точка росы равна  $17^{\circ}\text{C}$ , абсолютная влажность – 5,6 мм.

---

---

3. Определить абсолютную влажность воздуха, если относительная влажность воздуха 81%, а температура  $+15^{\circ}\text{C}$ .

---

---

4. Определить относительную влажность и дефицит влажности воздуха, который характеризуется температурой  $16^{\circ}\text{C}$  и абсолютной влажностью 7,8 мм.

---

---

5. На сколько градусов должна понизиться температура воздуха, чтобы выпали осадки, если известно, что в данное время :

а)  $t = 4,0^{\circ}\text{C}$ ,  $e = 5$  мм;

---

б)  $t = 30,4^{\circ}\text{C}$ ,  $e = 17,4$  мм;

---

---

6. На сколько миллиметров должна увеличиться абсолютная влажность воздуха, чтобы достичь предела влагонасыщения, если известно, что:

а)  $t^{\text{B}} = 5,3^{\circ}\text{C}$ ,  $e = 13,12$  мм;

---

б)  $t^{\text{B}} = 25,9^{\circ}\text{C}$ ,  $e = 13$  мм;

---

в)  $t^{\text{B}} = -15^{\circ}\text{C}$  (над водой);  $e = 0,65$  мм; г)  $t^{\text{B}} = -10^{\circ}\text{C}$ ,  $e = 0,35$  мм (над льдом).

---

---

7. По психрометрическим таблицам определить абсолютную и относительную влажность воздуха, если известна температура ( $^{\circ}\text{C}$ ) по сухому и смоченному термометрам аспирационного психрометра Ассмана и давление воздуха:

а) сух. =  $24,3^{\circ}$ , см. =  $17,2^{\circ}$ ,  $P = 735$  мб;

---

б) сух. =  $-2,7^{\circ}$ , см. =  $-3,1^{\circ}$ ,  $P = 960$  мб (над водой);

---

в) сух. =  $11,3^{\circ}$ , см. =  $7,8^{\circ}$ ,  $P = 870$  мб.

---

---

8. Пользуясь психрометрическими таблицами, определить максимальную упругость водяного пара, абсолютную влажность, относительную влажность, дефицит влажности, точку росы, если известны показания сухого и смоченного термометров аспирационного психрометра Ассмана и атмосферное давление:

а) сух. =  $1,9^\circ$ , см. =  $-0,4^\circ$ , P = 1000 мб (над водой);

---

---

б) сух. =  $15,8^\circ$ , см. =  $10,1^\circ$ , P = 824 мб;

---

---

9. Пользуясь психрометрическими таблицами, определить абсолютную влажность воздуха и дефицит влажности, если известна температура воздуха и относительная влажность:

а)  $t = -6,5^\circ$ , r = 60 %;

---

---

б)  $t = 17^\circ$ , r = 70 %;

---

---

в)  $t = -16^\circ$ , r = 39 %.

---

---

10. Определить высоту уровня конденсации и сублимации водяного пара ненасыщенного воздуха, который поднимается адиабатически от земной поверхности, если известны его температура и абсолютная влажность:

а)  $t = 25^\circ$ , e = 16 мм; б)  $t = 17^\circ$ , e = 9,2 мм;

---

---

в)  $t = 12^\circ$ , e = 7,5 мм; г)  $t = 20^\circ$ , e = 11,6 мм,

---

---

11. Воздух, который имеет температуру  $10^\circ\text{C}$  и относительную влажность 60%, поднимается по склону горного хребта. На вершине хребта температура снижается до  $8^\circ\text{C}$ . Какая высота горного хребта? На какой высоте лежит уровень конденсации?

---

---

---

---

#### **Задания и вопросы для самоконтроля:**

1. Дать определения всех элементов влажности воздуха.

2. При каких условиях происходят конденсация и сублимация водяного пара в свободной атмосфере и на земной поверхности?

---

---

3. Как зависит максимальная упругость водяного пара от температуры воздуха?

---

---

4. В воздухе при температуре  $20^\circ\text{C}$  абсолютная влажность равна 9; 7; 14; 18,2 мм. Возможна ли конденсация влаги и выпадение осадков при таких условиях?

---

---

---

5. Определить, будут ли выпадать осадки при переваливании воздуха через хребет высотой 500 м, если у подножия этого хребта воздух имеет температуру  $20^\circ\text{C}$  и абсолютную влажность 4 мм.

---

---

---

6. На сколько градусов должна понизиться температура воздуха, чтобы выпали осадки, если известно, что в настоящее время :

а)  $t = 29,9^{\circ}\text{C}$ ,  $e = 2$  мм;

---

б)  $t = -20,4^{\circ}\text{C}$ ,  $e = 0,20$  мм (над водой).

---

7. Пользуясь психрометрическими таблицами, определить максимальную упругость водяного пара, абсолютную влажность, относительную влажность, дефицит влажности, точку росы, если известны показания сухого и смоченного термометров аспирационного психрометра Ассмана и атмосферное давление:

а) сух. =  $-1,5^{\circ}$ , см. =  $-2,5^{\circ}$ ,  $P = 1100$  мб (над льдом и над водой)

---

б) сух. =  $28,5^{\circ}$ , см. =  $12,4^{\circ}$ ,  $P = 990$  мб.

---

**Рекомендованная литература:** [3, 46-64; 5; 15, 112-133; 16].

## ТЕМА 6. ОБЛАЧНОСТЬ, ОСАДКИ, КОЭФФИЦИЕНТ УВЛАЖНЕНИЯ

**Цель:** определить закономерности распределения осадков, сделать анализ карт распространения туманов, облачности. Научиться определять величины увлажнения для разных регионов мира.

**Оборудование:** атлас облаков, географические атласы, синоптический код, климатические справочники.

Конденсация влаги в атмосфере на определенной высоте над земной поверхностью приводит к образованию *облаков*, многообразие которых зависит от физических процессов в атмосферном воздухе. Степень покрытия неба облаками называется *облачностью*, определяется в %, или в баллах (от 0 до 10). Наибольшая облачность – над экваториальными широтами. Концентрация в приземном слое воздуха мелких капелек воды или ледяных кристаллов называется *туманом*. По происхождению их разделяют на типы: радиационные, адвективные, испарения и др.

### Задания для самостоятельной подготовки:

1. Проанализировать карту распространения туманов на земном шаре (6):
  - а) выявить и объяснить основные широтные закономерности в повторяемости туманов на земном шаре;
  - б) объяснить, как влияет характер подстилающей поверхности (океан, суша) на повторяемость туманов;
  - в) выявить влияние морских течений на образование и повторяемость туманов;
  - г) объяснить закономерности повторяемости туманов на материках в связи с удалением от океанов.
2. Выучить международную классификацию облаков, ознакомиться с их изображением в “Атласе облаков”:

- а) выучить основные формы облаков по ярусам и родам;  
 б) по приведенному образцу составить таблицу облаков (табл. 8):

Таблица 8

Ярус	Высота	Род облаков			Фазовое состояние	Осадки	Оптические явления, прозрачность	Общий вид
		Название		обозначения				
		Русск.	Лат.					
Верхний	6 км	Перистые	Cirrus	Ci	Ледяные кристаллы	—	прозрачные	Отдельные черты грядовой или волокнистой структуры

3. Охарактеризируйте состояние облачности на данный момент: количество облаков, их форма, высота, направление движения. Пользуясь условными обозначениями, записать состояние облачности.

---

---

---

---

---

---

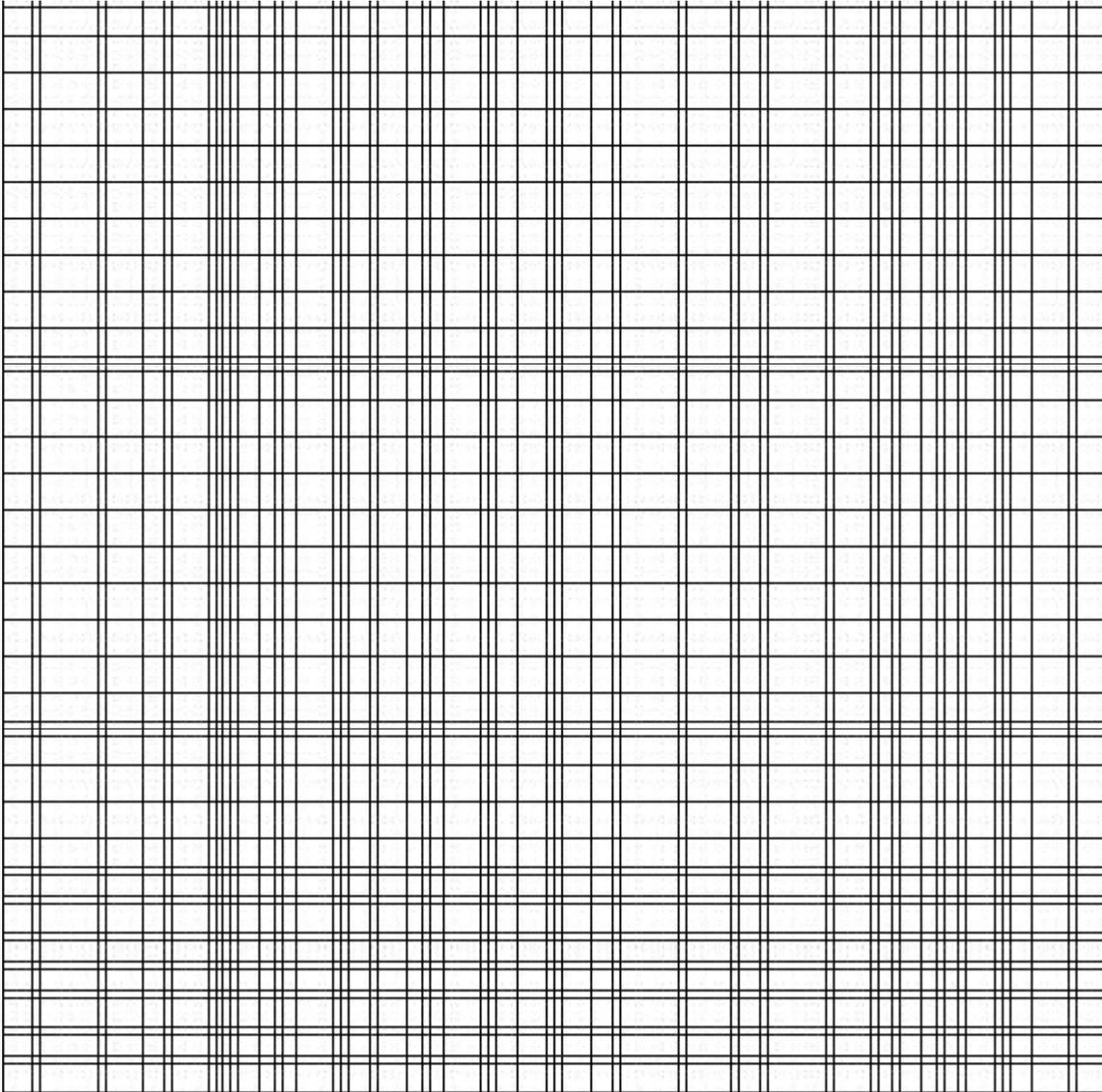
---

---

---

---





---

---

---

---

---

**Задания для аудиторного занятия:**

1. Используя карты годовых сумм осадков и испаряемости [4]:

а) вычислить коэффициент увлажнения для расположенных в экваториальном поясе территорий:

о. Калимантан \_\_\_\_\_,

бассейн Конго \_\_\_\_\_,

бассейн Амазонки \_\_\_\_\_;

б) в каких пределах изменяется коэффициент увлажнения на северном и южном тропиках?

Где он наибольший и почему? Где он наименьший и почему?

---

---

---

в) какие величины коэффициента увлажнения преобладают в умеренных и полярных широтах северного полушария?

---

---

---

г) в какой из двух тропических материковых пустынь - в Сахаре или Большой Песчаной - коэффициент увлажнения меньше? Почему?

д) наблюдается ли закономерность в изменении степени увлажнения территории относительно океана? В чем сказывается эта закономерность и как ее объяснить?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Вычислив коэффициент увлажнения для указанных пунктов (табл. 10), определить местоположение каждого из них в пределах определенной природной зоны. Коэффициент увлажнения (по М. М. Иванову) определяется по формуле  $K = \frac{R}{E_m}$ , где K – коэффициент увлажнения; R – количество атмосферных осадков, мм;  $E_m$  – испаряемость, мм. Для выполнения задания воспользоваться картами атмосферных осадков и испаряемости (4, с. 49).

По М. Иванову, коэффициент увлажнения для лесной зоны равен 1-1,5; лесостепи - 0,6-1,0; степи - 0,3-0,6; полупустыни - 0,1-0,3; пустыни - менее чем 0,1. Характеристику увлажнения по природным зонам привести в таблице 10.

Таблица 10

Пункты	Осадки, мм	Испаряемость, мм	Коэффициент увлажнения	Природная зона
1	520	610		
2	110	1320		
3	560	520		
4	450	810		
5	220	1100		

**Задания и вопросы для самоконтроля:**

1. Какие процессы обуславливают образование облаков?
  2. При каких условиях из облаков выпадают осадки?
  3. Как возникают туманы? Дать их классификацию.
  4. Какая разница между устойчивым и неустойчивым снежным покровом?
  5. Какую роль играет снежный покров в географической оболочке?
  6. Чем объясняется чрезмерное увлажнение зоны тундры и недостаточное – зоны пустынь, хотя количество осадков там практически одинаковое?
  7. По картам атласа [1] определить, какие средние и максимальные значения мощности снегового покрова зафиксированы в Луганской области.
  8. **Творческое задание.** Пользуясь климатическим справочником, вычислить коэффициент увлажнения и радиационный индекс сухости для Левобережной и Правобережной частей Луганской области. Радиационный индекс сухости исчисляется по формуле  $K=R/L \cdot r$ , где K – коэффициент индекса сухости; R – летний радиационный баланс; L – скрытая теплота испарения; r – летнее количество осадков.
- 
- 

**Рекомендованная литература:** [3, 44-61; 7, 219-288; 11; 15, 112-133].

### **Термины и понятия, которые необходимо усвоить<sup>1</sup>:**

атмосфера, тропосфера, стратосфера, мезосфера, ионосфера, экзосфера, тропопауза, гомосфера, гетеросфера, шкала термометра, интенсивность солнечной радиации, солнечная постоянная, прямая радиация, рассеянная радиация, суммарная радиация, поглощенная радиация, отраженная радиация, альbedo, “парниковый, или оранжерейный эффект”, изотерма, стратификация атмосферы, температурный градиент, сухо- и влажноадиабатический процесс, конвекция, влагооборот, абсолютная влажность, относительная влажность, дефицит влажности, максимальная упругость, точка росы, психрометрический метод, испарение, испаряемость, конденсация, сублимация, свободная атмосфера, приземная атмосфера, гидроконденсаты, облако, туман, коэффициент увлажнения, радиационный индекс сухости, осадки, снеговой покров.

<sup>1</sup>Указанные термины и понятия можно найти в пособии [3], или там же в словаре.

### **Вопросы для подготовки к модульному контролю:**

1. По каким признакам и на какие слои делится атмосфера по вертикали?
2. Почему и как происходят изменения в составе атмосферного воздуха с высотой?
3. Какую роль в атмосфере играют пыль и водяной пар?
4. Какие природные процессы происходят в тропосфере благодаря водяному пару?
5. Какое значение имеет атмосфера для географической оболочки?
6. Объяснить понятие „солнечный климат”.
7. Как изменяется солнечная радиация в атмосфере?
8. Охарактеризуйте источники поступления тепла в атмосферу.
9. Как изменяется интенсивность солнечной радиации в зависимости от высоты солнца над горизонтом?
10. Какая разница между понятиями „солнечная радиация”, „интенсивность солнечной радиации”, „инсоляция”?
11. Когда и почему поступление солнечной радиации в экваториальных и полярных широтах почти одинаковое?
12. Объяснить, почему может изменяться цвет неба.
13. Какая связь между встречной радиацией, собственным излучением и эффективным излучением?
14. Объяснить механизм парникового (оранжерейного) эффекта.
15. Почему на одинаковых широтах северного и южного полушарий суммарная солнечная радиация неодинакова?
16. Объяснить разность в поступлении суммарной солнечной радиации в полярных районах обоих полушарий летом каждого полушария.
17. Объяснить механизм сухо- и влажноадиабатического процессов.
18. Объяснить, почему вертикальный температурный градиент во влажном и сухом воздухе неодинаковый.
19. Что означает „привести температуру к уровню моря”? Для чего это делают?
20. Дать характеристику типов годового хода температуры воздуха.
21. Как влияет распределение суши и воды на земной поверхности на температуру воздуха?
22. Как влияет рельеф на температуру воздуха? Привести примеры.
23. Как влияют океанические течения на температуру воздуха? Привести примеры.
24. По каким показателям определяют континентальность климата? Привести примеры.
25. Где на земном шаре отмечают наиболее низкие, где – самые высокие температуры воздуха? Объяснить эти явления.
26. Как изменяются суточные и годовые амплитуды температуры воздуха от экватора к полюсам?
27. Где находятся „полюсы холода” мира? Объяснить их приуроченность.
28. Что такое „инверсия температуры”? В каких случаях она возникает?
29. В чем заключается разность между понятиями „испарение” и „испаряемость”?
30. По каким причинам максимальное влагосодержание может увеличиваться или уменьшаться? Привести примеры.
31. Что такое психрометрический метод определения влажности воздуха?

32. При каких условиях ненасыщенный воздух может стать насыщенным без поступления дополнительной влаги?
33. Объяснить зависимость между точкой росы и другими элементами влажности воздуха.
34. Объяснить зависимость максимальной упругости водяного пара от температуры воздуха. При каких температурах эта зависимость становится наибольшей?
35. Что такое конденсация водяного пара? При каких условиях она происходит?
36. Что такое сублимация водяного пара? Какие условия ее вызывают?
37. Какие процессы обуславливают образование облаков?
38. Какие облака охватывают все три яруса?
39. Назовите районы земного шара, которые характеризуются наибольшими и наименьшими величинами облачности, объясните эти отличия.
40. Как образуются твердые и жидкие гидрометеоры?
41. Почему смоченный термометр психрометра практически всегда показывает температуру более низкую, чем сухой?
42. При каких условиях из облаков выпадают осадки?
43. Привести классификацию туманов, объяснить различия между их типами.
44. Объяснить закономерности повторяемости туманов на земном шаре.
45. В чем заключается значение снежного покрова для географической оболочки?
46. В чем разность между гололёдом и гололедицей?
47. Где и почему выпадает наибольшее и наименьшее количество осадков?
48. Объяснить чрезмерное увлажнение в зоне тундры и недостаточное - в зоне пустынь.
49. Какие закономерности прослеживаются в распределении осадков на земном шаре?

**Контроль за выполнением модуля 1.**

## Модуль 2. Атмосферная циркуляция. Погода и климат

### ТЕМА 7. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

**Цель:** выяснить закономерности распределения атмосферного давления в барическом поле тропосферы; научиться решать задачи с использованием барической ступени и барического градиента.

**Оборудование и учебные пособия:** ФГАМ; атласы учителя; климатическая карта мира, чертежные принадлежности.

Атмосферный воздух, который имеет определенный вес, осуществляет давление на земную поверхность. Атмосферное давление измеряется в миллиметрах ртутного столбика (мм рт. ст.), миллибарах (мб) или паскалях (Па). Соотношение между ними следующее: 760 мм рт.ст. = 1013 мб = 101325 Па.

Величина атмосферного давления зависит от широты места, высоты места над уровнем моря, температуры воздуха и т.д. При поднятии вверх давление уменьшается, а в зависимости от температуры воздуха это происходит с разной интенсивностью. Высота в метрах по вертикали, на которую нужно подняться или опуститься, чтобы давление изменилось на 1 мб, называется *барической ступенью*.

Движение воздуха в горизонтальном направлении называется *ветром*. Это движение вызывается разностью в атмосферном давлении в разных точках над земной поверхностью (воздух движется из области повышенного давления в область пониженного), вследствие чего образуется *горизонтальный барический градиент*.

*Барический градиент* – это изменение атмосферного давления в горизонтальном направлении на единицу расстояния (100 км). Барический градиент - величина векторная, он направлен по нормали к изобаре в сторону уменьшения давления. Утроенная величина барического градиента равняется скорости ветра.

#### **Задания для самостоятельной работы:**

1. Ознакомиться с приборами для измерения атмосферного давления и характеристик ветра. Зарисовать схему принципиального устройства приборов.

2. Нарисовать системы изобар: барический максимум (антициклональная система), барический минимум (циклональная система), гребень, седловина.

2. По картам атласа (ФГАМ, с. 40-41) проанализировать карты атмосферного давления и ветров в северном и южном полушариях, ответить на вопросы:
- а. к какому широтному поясу приурочены пояса высокого давления?
  - б. пояс какого атмосферного давления простирается вдоль экватора, почему она там формируется?
  - в. над какими акваториями и территориями располагаются барические максимумы и барические минимумы в январе и июле?
  - г. как изменяется давление в течение года в экваториальных, тропических и умеренных широтах северного и южного полушарий?
  - г. какие центры атмосферного действия (ц.а. д.) сформировались над полюсами?
  - д. почему экваториальный пояс пониженного давления тяготеет к северному полушарию?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

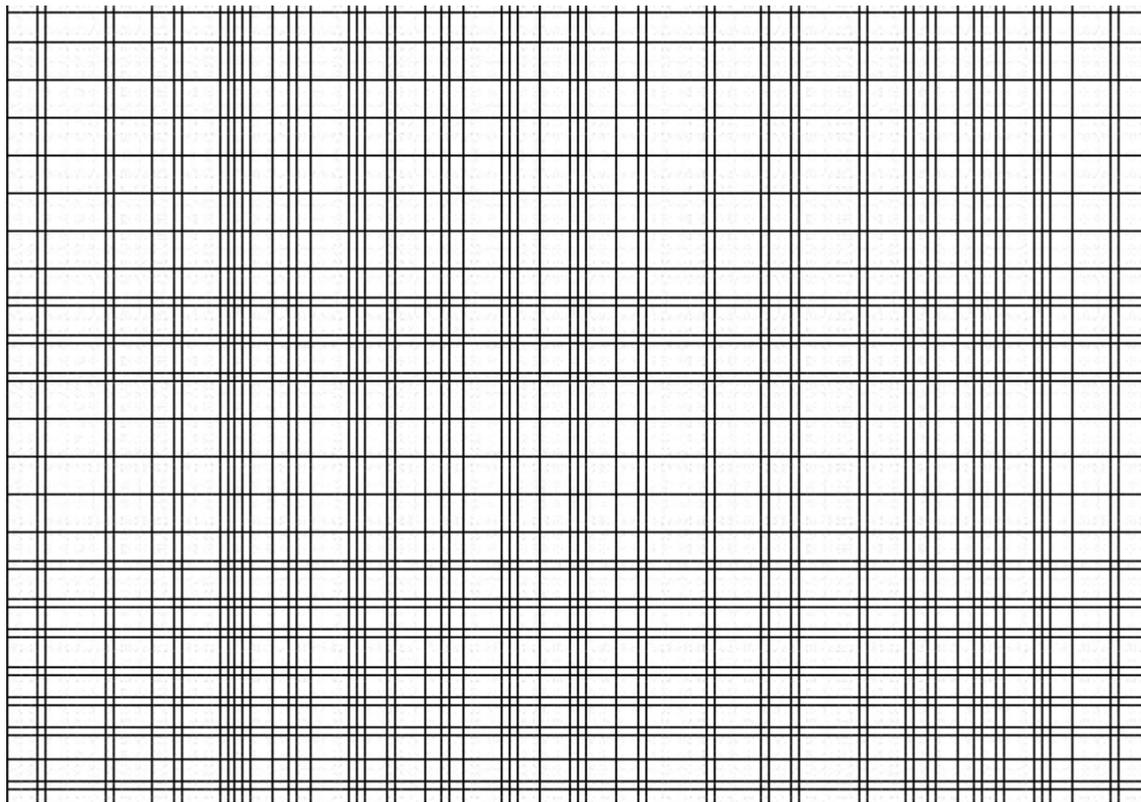
---

---

3. На основании данных табл. 11 построить совмещенный график распределения среднегодовой температуры и атмосферного давления на разных широтах.

Таблица 11

Сев. широта, град.	Давление, гПа	Температура, С°	Юж. широта, град.	Давление, гПа	Температура, С°
90	1015,0	-22,7	10	1012,2	+25,3
80	1014,2	-17,2	20	1015,5	+22,9
70	1012,2	-10,7	30	1017,9	+18,4
60	1011,5	-1,1	40	1013,9	+1,9
50	1014,2	+5,8	50	1004,2	+5,8
40	1015,9	+14,1	60	988,2	-3,4
30	1015,5	+20,4	70	989,1	-13,6
20	1012,2	+25,3	80	990,7	-27,0
10	1010,5	+26,7	90	991,1	-33,1
0	1010,5	+26,2			



4. Сделать анализ графика, выявить связи между распределением температуры и давления воздуха:

---

---

---

5. Выучить международные названия и буквенные обозначения ветров 16 румбов. Определить азимут каждого румба. Начертить направление 16 румбов и подписать их азимуты.

---

---

---

---

5. Ознакомьтесь со шкалой Бофорта (табл. 14). Определить силу ветра, если его скорость равняется: 2; 4; 8; 10; 12; 16; 20 м/с.

---

---

6. Используя таблицу 12, построить розу ветров за 8 румбами (повторяемость направлений ветра можно выражать в процентах или числом его повторений) для января и июля по многолетним данным:

Таблица 12

Месяц		ПН	ПН-С	С	ПД-С	ПД	ПД-З	З	ПН-З
январь	за 8 румбами	5	7	6	3	–	3	4	3
июль	за 8 румбами	–	2	3	10	9	2	4	1

Для построения розы ветров из центральной точки по направлениям основных румбов проводят прямые линии. На этих линиях от центра откладывают равные отрезки, количество которых отвечает количеству раз повторяемости ветра определенного направления. Концы отрезков последовательно соединяют прямыми линиями.

### Задания для аудиторных занятий:

- Перевести значение атмосферного давления из одной системы в другую:
  - давление, выраженное в миллиметрах рт.ст., перевести в миллибары:  
750 мм.рт.ст. – ; 783 мм.рт.ст. – ; 790 мм рт. ст. – ;
  - давление, выраженное в миллибарах, перевести в миллиметры рт.ст.: 1030 мб - ; 1005 мб - 1013 мб -
- Определить относительную высоту холма, если у подножья холма давление равно 763,5 мм рт. ст., а на вершине – 760,2 мм рт. ст.; температура воздуха составляет 16°C (величину барической ступени взять из табл. 13).

## Барическая ступень

Температура, °С	Давление воздуха, мб						
	960	973	987	1000	1013	1027	1040
30	12,43	12,25	12,10	11,94	11,78	11,63	11,48
28	12,35	12,17	12,01	11,85	11,70	11,55	11,40
26	12,26	12,08	11,93	11,77	11,61	11,46	11,31
24	12,17	11,99	11,84	11,68	11,53	11,38	11,23
22	12,08	11,90	11,75	11,60	11,44	11,29	11,14
20	11,99	11,82	11,67	11,51	11,36	11,21	11,06
18	11,90	11,73	11,58	11,43	11,27	11,12	10,97
16	11,81	11,64	11,49	11,34	11,19	11,04	10,89
14	11,72	11,55	11,41	11,25	11,11	10,96	10,82
12	11,63	11,47	11,32	11,17	11,02	10,88	10,74
10	11,55	11,38	11,23	11,08	10,93	10,80	10,66
8	11,46	11,29	11,15	11,00	10,85	10,71	10,57
6	11,37	11,20	11,06	10,91	10,77	10,63	10,49
4	11,28	11,12	10,97	10,83	10,69	10,55	10,41
2	11,19	11,03	10,89	10,74	10,60	10,46	10,32
0	11,10	10,94	10,80	10,66	10,52	10,38	10,24
-2	11,01	10,85	10,71	10,58	10,44	10,30	10,16
-4	10,92	10,76	10,63	10,49	10,35	10,21	10,07
-6	10,83	10,68	10,54	10,41	10,28	10,13	9,99
-8	10,74	10,59	10,45	10,32	10,20	10,05	9,91
-10	10,65	10,50	10,37	10,24	10,11	9,96	9,82
-12	10,57	10,41	10,28	10,15	10,03	9,88	9,74
-14	10,48	10,33	10,19	10,07	9,94	9,80	9,66
-16	10,39	10,24	10,11	9,98	9,86	9,72	9,59
-18	10,30	10,15	10,02	9,89	9,78	9,64	9,51
-20	10,21	10,06	9,93	9,81	9,69	9,55	9,42

3. Определить глубину оврага, если известно, что атмосферное давление на дне оврага равно 767,3 мм рт. ст., на бровке – 766,8 мм рт. ст. Температура воздуха 28°С.

4. Привести атмосферное давление к уровню моря при температуре воздуха 8°С :

а) для высоты 720 г, если атмосферное давление равно 730,3 мм рт.ст. – \_\_\_\_\_;

б) для высоты 200 г, если атмосферное давление равно 743,2 мм рт.ст. – \_\_\_\_\_;

в) для высоты 150 г, если атмосферное давление равно 743,2 мм рт.ст. - \_\_\_\_\_

5. Определить скорость и силу ветра между пунктами А и В, если известно, что:

а) давление воздуха в пункте А = 730 мм рт.ст., в пункте Б = 751,3 мм рт.ст. Расстояние между пунктами составляет 410 км.

б) давление воздуха в пункте А = 730 мм, в пункте Б = 755,2 мм рт. ст. Расстояние между пунктами равно 280 км.

в) давление воздуха в пункте А = 720 мм рт.ст., в пункте Б = 743,2 мм рт.ст. Расстояние между пунктами равно 240 км.

**Примечание:** а) скорость ветра приблизительно равна утроенной величине градиента давления, выраженного в миллибарах;  
 б) сила ветра определяется по шкале Бофорта (табл. 14):

Таблица 14

### Шкала Бофорта

Скорость ветра, м/с	Баллы	Название ветра	Скорость ветра, м/с	Баллы	Название ветра
0	0	Штиль	11-12	6	Сильный
1	1	Тихий	13-15	7	Крепкий
2-3	2	Легкий	16-18	8	Очень крепкий
4-5	3	Слабый	19-21	9	Шторм
6-8	4	Умеренный	22-25	10	Сильный шторм
9-10	5	Свежий	26-29	11	Жестокий шторм
			29	12	Ураган

#### Вопросы для самоконтроля:

1. В каких единицах измеряется атмосферное давление?
2. Что такое нормальное атмосферное давление?
3. Что называется барической ступенью?
4. Как изменяется барическая ступень с высотой в теплом и холодном воздухе?
5. Зачем приводят атмосферное давление к уровню моря?
6. Что такое горизонтальный барический градиент? Для чего его определяют?
7. Что такое “центры действия атмосферных”?
8. Какая связь существует между распределением атмосферного давления и температурой воздуха над земной поверхностью и в свободной атмосфере?
9. Какие силы и как влияют на ветер над земной поверхностью и в свободной атмосфере?
10. Как изменяется скорость ветра с высотой? От чего зависят эти изменения?
11. Объяснить барический закон ветра (закон Бейс-Балло).
12. Какими приборами определяют характеристики ветра?

---

13. Пользуясь полученными данными (задание 5), перевести найденные средние скорости ветра в км/ч, в узлы, баллы. Дать названия этим ветрам соответственно шкале Бофорта.

---

**Рекомендованная литература:** [3, 64-85; 15, 134-149].

## ТЕМА 8. ВОЗДУШНЫЕ МАССЫ И АТМОСФЕРНЫЕ ФРОНТЫ

**Цель:** выявить закономерности в формировании основных типов воздушных масс, образовании атмосферных фронтов, формировании погоды в них.

**Оборудование:** географические атласы, контурные карты мира, цветные карандаши, синоптический код.

Воздух тропосферы состоит из *воздушных масс* (ВМ), которые разделяются *атмосферными фронтами*. Воздушные массы приобретают свои характеристики в зависимости от свойств места образования. При прохождении фронтов происходят значительные изменения в погоде. С атмосферными возмущениями на фронтах связаны *циклоны*.

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Нарисовать схемы холодного и теплого климатических фронтов, обозначить типы облаков, которые на них формируются, охарактеризовать типы осадков, которые их сопровождают.

2. Нарисовать схему и объяснить образование фронта окклюзии.

**Задания для аудиторных занятий:**

3. Нарисовать и проанализировать схему образования фронтальных циклонов, объяснить условия формирования погоды в разных частях циклона.

---

---

---

---

---

**Вопросы и задания для самоконтроля:**

1. Что такое воздушная масса?

2. Привести перечень и краткую характеристику основных типов воздушных масс:

---

---

---

3. Какие воздушные массы преобладают над территорией Туркменистана летом и зимой?
4. Какие воздушные массы преобладают над территорией Украины летом и зимой?
5. Нарисовать схему атмосферного фронта с обозначением его морфометрических характеристик.
6. Почему на синоптических картах показывают среднее положение атмосферных фронтов?
7. В каком полушарии климатические фронты лучше выражены и почему?
8. Почему экваториальный воздух не разделяют на морской и континентальный?
9. Какую погоду приносят холодные и теплые фронты?

**Рекомендованная литература:** [3,88-104; 7, 342-421; 15, 149-172].

## ТЕМА 9. СИНОПТИЧЕСКИЙ КОД

**Цель:** ознакомиться со схемой синоптического кода, научиться составлять и расшифровывать метеотелеграммы, анализировать синоптические карты.

**Оборудование:** синоптический код, синоптические карты.

Наблюдение за погодой ведутся на метеорологических станциях *метеорологами-наблюдателями*. Данные обрабатываются и передаются при помощи специального *синоптического кода* в Гидрометцентр, где *синоптики* составляют *синоптические карты*, а по ним – *прогнозы погоды*.

### Задания для самостоятельной работы:

1. Нарисовать и выучить схему расположения метеорологических элементов на синоптической карте возле пунсона станции.

2. Расшифровать условные обозначения метеоэлементов.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Задания для аудиторных занятий:

1. Пользуясь схемой синоптического кода, составить телеграмму из Луганска в 15 часов 1 июля: облачность – 8 баллов; видимость – 10 км; ветер – с.з – 9 м/с; погода – ливневый дождь, между сроками наблюдений – гроза; атмосферное давление – 1003,9 ГПа; температура воздуха – 21,5°; максимальная температура – 23,8°; облачность нижнего яруса – 5 баллов; форма облаков – мощные кучевые, высота – 600 г; облака среднего яруса – высоко-слоистые, верхнего яруса – не видно; точка росы – 17,8°; падение давления на 0,2 ГПа.

---

---

---

2. Пользуясь синоптическим кодом, расшифровать телеграмму :  
2521 293440 83440 96616 15408 87320 05210 70513

---

---

---

---

---

---

### Задания и вопросы для самоконтроля:

1. Пользуясь синоптическим кодом, расшифровать метеотелеграмму:  
0609 Житомир 71215 94383, 33464 66331 77401 71370

---

---

---

---

---

---

2. Охарактеризовать синоптическую ситуацию в Европе (раздаточный материал): общий характер барического поля; расположение и размеры областей максимумов и минимумов давления; наибольший и наименьший барический градиент; положение и характер атмосферных фронтов; распределение ветров; температуры воздуха. Выяснить, как сказывается влияние Атлантического океана и Арктики на погоду в Европе?

---

---

---

---

---

---

---

---

## ТЕМА 10. ГРАФИКИ СТРУКТУРЫ КЛИМАТА В ПОГОДАХ

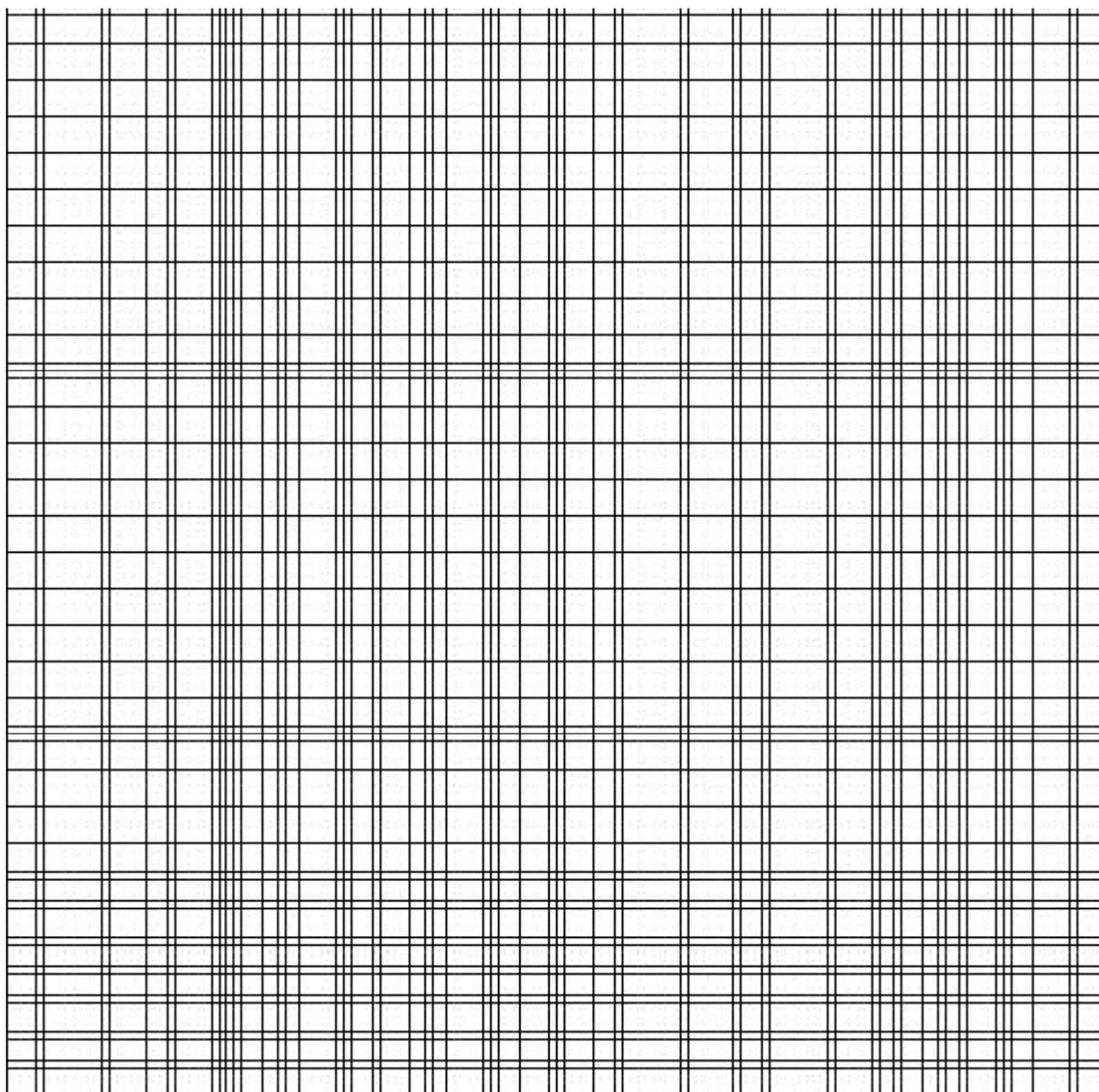
**Цель:** научиться строить и анализировать графики структуры климата в погодах.

**Оборудование:** климатическая карта, атласы учителя, чертежные принадлежности,.

*Климат* – многолетний режим погоды в каком-либо регионе Земли, который определяется физико-географическими условиями. *Погода* – это совокупность процессов, которые происходят в атмосфере в данное время над небольшой местностью. По комплексу погод, характерных для времен года, можно определить тип климата.

### Задания для самостоятельной работы:





2. Под графиком структуры климата (задание 1) построить диаграммы среднемесячной температуры воздуха и атмосферных осадков. Вертикальный масштаб для температуры воздуха: 1 см – 10°, для осадков: 1 см – 10 мм осадков.

**Задания и вопросы для самоконтроля:**

1. Дать определение климата через понятие "погода".
2. Каким образом график структуры климата в погодах характеризует климат определенной местности?
3. Что такое макро-, мезо- и микроклимат?

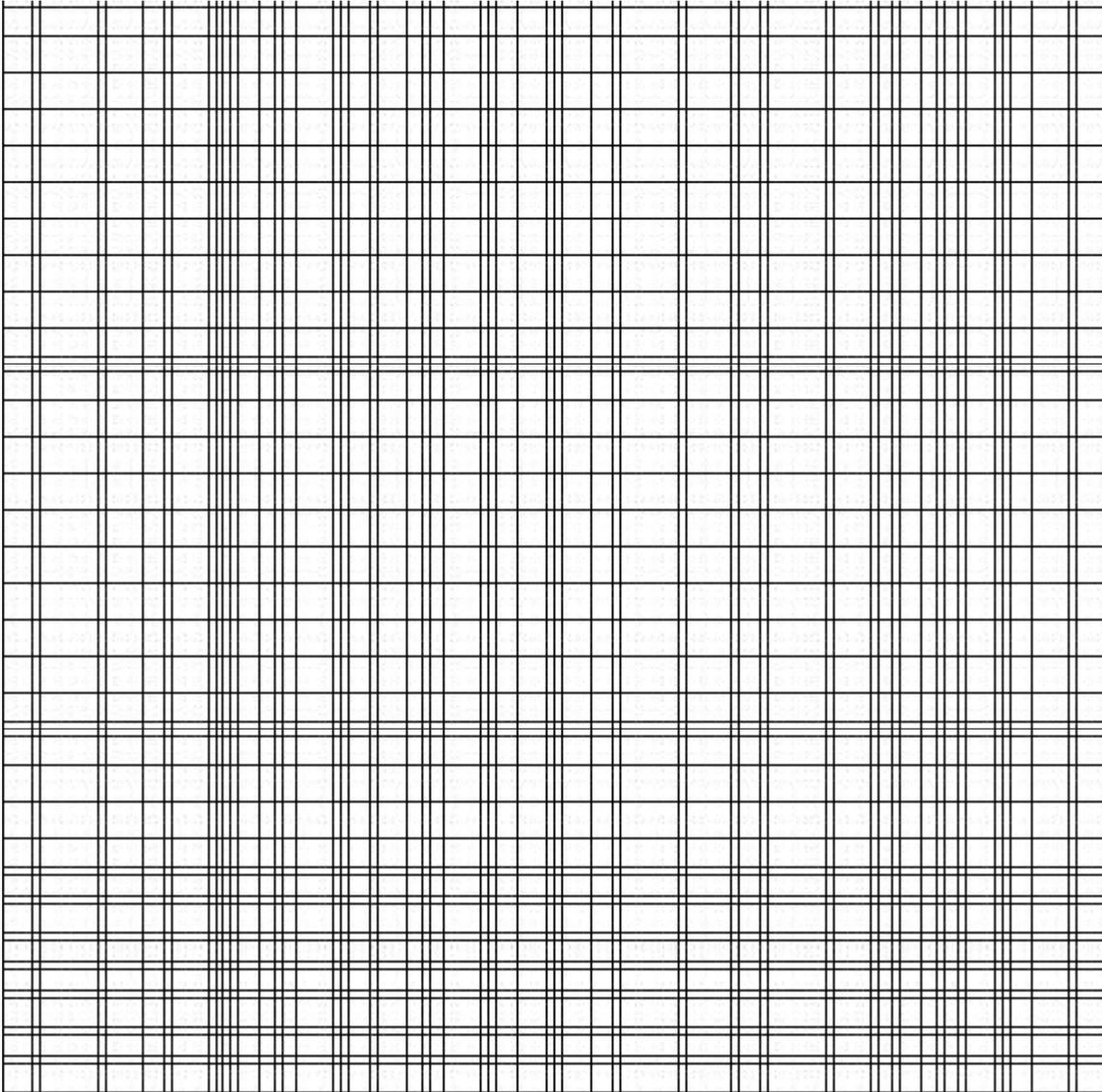
**Рекомендованная литература:** [1; 10; 14].

**ТЕМА 11. КОМПЛЕКСНЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ**

**Цель:** выявить и объяснить взаимосвязи и взаимозависимости климатических элементов в пространстве и времени.

**Оборудование:** атласы учителя, ФГАМ; миллиметровая бумага (15×20см); чертежные принадлежности, агроклиматический справочник Украины.





2. Сделать анализ распределения основных климатических элементов:

а) какова зависимость между распределением годовых величин суммарной радиации и температурой воздуха? Где и почему прямая зависимость возрастает?

---

---

б) какова зависимость между распределением температуры воздуха и испарением?

---

---

в) какова зависимость между испарением и осадками?

---

---

**Вопросы и задания для самоконтроля:**

1. Какую роль играет солнечная радиация в формировании климата?
2. Какова роль атмосферной циркуляции в формировании климата?
3. Как влияют на климат рельеф, распределение суши и моря, снежный и растительный покров?
4. **Творческое задание.** Составить и описать схему связей между климатическими показателями для Донецкого края (использовать данные агроклиматического справочника Украины).

**Рекомендованная литература:** [3, 105-113; 7, 440-470; 15, 177-205].

**Термины и понятия, которые необходимо усвоить:**

атмосферное давление, нормальное атмосферное давление, конвергенция, дивергенция, окклюзия, барический градиент, барическая ступень, изобары, ветер, роза ветров, атмосферная циркуляция, атмосферный фронт, воздушная масса, циклон, антициклон, барический закон ветра, пассат, муссон, западный перенос, бриз, фен, климат, погода, режим погоды, макро-, мезо- и микроклимат, синоптический код, синоптическая карта.

**Вопросы для подготовки к модульному контролю:**

1. Как изменяется атмосферное давление с высотой?
2. Что такое изобарические поверхности? Как с их помощью строят изобары?
3. Как изменяется барическая ступень в холодном и теплом воздухе?
4. Что такое барический градиент, как он возникает?
5. Как по синоптической карте определить направление ветра?
6. Какая существует связь между распределением атмосферного давления и температурой?
7. Каковы закономерности в распределении атмосферного давления на земном шаре?
8. Почему, несмотря на высокие температуры воздуха, в субтропических широтах наблюдается высокое атмосферное давление?
9. Что такое центры действия атмосферы (ЦДА)? Охарактеризуйте основные ЦДА.
10. Как возникает ветер?
11. Какие силы и как влияют на ветер в приземной атмосфере и в свободной атмосфере?
12. Как изменяются скорость и направление ветра с высотой? Объясните это явление.
13. Нарисовать схему и объяснить образование геострофического ветра.
14. Нарисовать схему и объяснить образование градиентного ветра.
15. Нарисовать схему и объяснить образование геотриптического ветра.
16. Нарисовать схему и объяснить образование циклона.
17. Нарисовать схему и объяснить образование антициклона.
18. Объяснить формирование погоды в циклоне.
19. Объяснить формирование погоды в антициклоне.
20. Составить схему и объяснить образование западного переноса воздуха.
21. Каким образом западный перенос воздуха обуславливает образование поясов низкого и высокого давления в умеренных и тропических широтах?
22. Составить схему и объяснить образование пассатов.
23. Составить схему и объяснить образование муссонов.
24. Составить схему и объяснить образование бризов.
25. Составить схему и объяснить образование фена.
26. Привести классификацию воздушных масс. Нарисовать схему их расположения.
27. Какие воздушные массы, в основном, обуславливают погоду Европы зимой и почему?
28. На рисунке объяснить образование атмосферных фронтов.
29. Объяснить образование циклона на фронте, проиллюстрировать рисунком.
30. Как возникает фронт окклюзии? Объяснить на рисунке.
31. Охарактеризовать признаки приближения теплого и холодного атмосферных фронтов.
32. Какие типы осадков связаны с теплым, какие - с холодным фронтом?
33. Какие типы облаков и осадков связаны с прохождением разных частей циклона?
34. Сделать анализ изменений погоды при прохождении циклона.
35. Чем отличаются тропические циклоны от внетропических?
36. Какие воздушные массы преобладают над Туркменистаном и над Украиной летом, какие - зимой? Сравнить и объяснить метеорологическую ситуацию в этих двух странах летом и зимой.
37. В каком полушарии климатические фронты лучше выражены и почему?
38. Почему экваториальный воздух не делят на морской и континентальный?
39. Какие признаки взяты в основу классификаций климатов Кеппена, Берга, Алисова?
40. Каким образом структуру климата определяют через характер погод?

**Контроль за выполнением модуля 2.**

## РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная учебная литература

1. Атлас Луганської області [гол. ред. кол. М. Ф. Песоцький]. – К., 2004. – 32 с.
2. Багров М. В. Землезнавство / М. В. Багров, В. О. Боков, І. Г. Черваньов. – К. : Либідь, 2000. – 464 с.
3. Кисельова О. О. Метеорологія : Навчальний посібник / О. О. Кисельова. – Луганськ : Альма-матер, 2005. – 148 с.
4. Пашканг К. В. Практикум по общему землеведению : Учеб. пособие для педагогических институтов / К. В. Пашканг. – Москва : Высш. шк., 1970. – 224 с.
5. Стернзат М. С. Метеорологические приборы и измерения / М. С. Стернзат. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1978. – 392 с.
6. Физико-географический атлас мира. – Москва, 1964. – 299 с.
7. Хромов С. П. Метеорология и климатология : Учеб. для геогр. фак. / С. П. Хромов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. – 491 с.

### Дополнительная учебная литература

8. Агрокліматичні довідники України.
9. Атлас облаков / сост. А. Хргиан. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1957. – 52 с.
10. Атлас природных условий и природных ресурсов Украинской ССР. – Москва : ГУГК, 1978. – 184 с.
11. Бudyко М. И. Климат и жизнь. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1971. – 345 с.
12. Зверев А. С. Синоптическая метеорология и основы предсказания погоды / А. С. Зверев. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1968. – 223 с.
13. Климат Украины / Под ред. Г. Ф. Приходько и др. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1967. – 321 с.
14. Конопля Н. И. Климат Луганской области / Н. И. Конопля. – Луганск, 1998. – 128 с.
15. Неклюкова Н. П. Общее землеведение / Н. П. Неклюкова. – Москва : Просвещение, 1975. – Т. I. – 336 с.
16. Шубаев Л. П. Общее землеведение / Л. П. Шубаев. – Москва : Высшая школа, 1977. – 456 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Программа лабораторных работ.....	3
Рекомендации и замечания к самостоятельной подготовке к разным формам контроля.....	4
Рейтинговая таблица учебных достижений студента.....	5
<b>Модуль 1. Солнечная радиация и тепловой режим</b>	
Тема 1. Состав и строение атмосферы.....	6
Тема 2. Солнечная радиация.....	7
Тема 3. Отраженная и поглощенная радиация.....	9
Тема 4. Термический режим.....	11
Тема 5. Влажность воздуха.....	15
Тема 6. Облачность, осадки и коэффициент увлажнения.....	19
Вопросы для подготовки к модулю 1.....	24
<b>Модуль 2. Атмосферная циркуляция. Погода и климат</b>	
Тема 7. Атмосферное давление.....	26
Тема 8. Воздушные массы и атмосферные фронты.....	31
Тема 9. Синоптический код.....	33
Тема 10. Графики структуры климата в погодах.....	34
Тема 11. Комплексный климатический профиль.....	36
Вопросы для подготовки к модулю 2.....	39
Рекомендованная литература.....	40

## **АНОТАЦІЯ**

У зміст Робочого зошита входять: робоча навчальна програма, плани лабораторних занять, згрупованих у модулі, завдання для самостійної роботи з контрольними питаннями для самоперевірки засвоєння навчального матеріалу і список рекомендованої літератури.

На допомогу студентам складені питання до модульного контролю і рейтингова таблиця, яка дозволить студентові фіксувати свої досягнення і коригувати свою навчальну діяльність.

Робочий зошит призначений для іноземних студентів денного відділення факультету природних наук, а також може бути використаний студентами заочного відділення і слухачами Інституту післядипломної освіти.

## **АННОТАЦИЯ**

В содержание Рабочей тетради входят: рабочая учебная программа, планы лабораторных занятий, сгруппированных в модули, задачи для самостоятельной работы с контрольными вопросами для самопроверки усвоения учебного материала и список рекомендованной литературы.

В помощь студентам составлены вопросы к модульному контролю и рейтинговая таблица, которая позволит студенту фиксировать свои достижения и корректировать свою учебную деятельность.

Рабочая тетрадь предназначена для иностранных студентов дневного отделения факультета естественных наук, а также может быть использована студентами заочного отделения и слушателями Института последипломного образования

## **SUMMARY**

The work study program, plans of the laboratory classes that are grouped into modules, tasks for homework with the control questions for owner test of studying and the list of the recommended literature are included into the proposed Work copybook.

Questions for the module control and the rating table are completed for aid to the students.

This Work copybook is destined for the foreign students of the day section of the natural-scientific faculty, it may be used also by the students of the distance section and listeners of the Post-diploma studying Institute.

**КИСЕЛЬОВА Октябрина Олександрівна**

**Робочий зошит для аудиторної  
та самостійної роботи з курсу „Метеорологія з основами кліматології” для іноземних  
студентів спеціальностей „Географія” та „Екологія”  
факультету природничих наук**

*Російською мовою*

У зміст Робочого зошита входять: робоча навчальна програма, плани лабораторних занять, згрупованих у модулі, завдання для самостійної роботи з контрольними питаннями для самоперевірки засвоєння навчального матеріалу і список рекомендованої літератури.

На допомогу студентам складені питання до модульного контролю і рейтингова таблиця, яка дозволить студентові фіксувати свої досягнення і коригувати свою навчальну діяльність.

Робочий зошит призначений для іноземних студентів денного відділення факультету природних наук, а також може бути використаний студентами заочного відділення і слухачами Інституту післядипломної освіти.

За редакцією автора

---

Здано до склад. 14.12.2012 р. Підписано до друку 16.01.2013 р.  
Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman. Папір офсетний.  
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 5,00. Тираж 100 прим. Зам. № 24.

---

**Видавець і виготовлювач**  
**Видавництво Державного закладу**  
**„Луганський національний університет імені Тараса Шевченка”**  
вул. Оборонна, 2, м. Луганськ, 91011. Тел./факс (0642) 58-03-20.  
E-mail: alma-mater@list.ru  
*Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3459 від 09.04.2009 р.*