

Климатология и метеорология

Методические указания по изучению дисциплины
и задание для контрольной работы



УДК: 551:63(07)
ББК: 40.2, я7
М 541

Кафедра ботаники и ландшафтной архитектуры

Климатология и метеорология: методические указания по изучению дисциплины и задание для контрольной работы/Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном. факультет; Н.В.Пономаренко, Н.А. Чеботарева. – Новосибирск, 2019. – 40 с.

Составители: доц., канд.с. –х. наук Н.В. Пономаренко, преп. Н.А. Чеботарева

Рецензент: канд. с.–х. наук., доц. каф. агрохимии, почвоведения и земледелия Митракова А.Г.

Методические указания предназначены для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов **заочной формы** обучения по направлениям подготовки:

35.03.10 Ландшафтная архитектура

35.03.01 Лесное дело

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол № 12 от 17 декабря 2019 г.)

ВВЕДЕНИЕ

Климатология и метеорология – это наука, изучающая метеорологические, климатические и гидрологические условия в их взаимодействии с объектами народного хозяйства. Выпускникам данных направлений подготовки необходимо уметь правильно оценивать и эффективно использовать ресурсы климата. Например, интенсификация лесного производства дает наибольший экономический эффект, если при ее осуществлении правильно учитывают как благоприятные, так и неблагоприятные агроклиматические условия каждого района.

В соответствии с ФГОС ВО в результате изучения дисциплины, обучающиеся должны: **знать:** объекты изучения: погоду, климат, водный и тепловой режимы почв и т.д.; предмет изучения дисциплины: взаимодействие данных объектов;

уметь: обосновывать рациональное размещение с.-х. культур с учётом агроклиматических ресурсов территории, использовать метеорологическую и гидрологическую информацию, гидрометеорологические прогнозы различной заблаговременности;

владеть: методами метеорологических исследований и обработки данных, методами статистического анализа и другими современными методами сбора, обработки и практического использования агрометеорологической информации.

Цель изучения дисциплины: сформировать у студентов современное представление о погодных и климатических факторах, влияющих на лесное хозяйство и произрастание декоративных культур и объектов ландшафтного дизайна.

Учебный план и программа курса предусматривают изучение теоретической части дисциплины, выполнение контрольной работы, практических аудиторных заданий и сдачу экзамена. Выполненная контрольная работа высылается для рецензирования в заочное отделение. Если в процессе рецензирования обнаружены ошибки, то их необходимо исправить до защиты контрольной работы. При возникновении трудностей в процессе выполнения контрольной работы рекомендуется обратиться за помощью к ведущему преподавателю.

Во время экзаменационной сессии проводятся: лекции, обобщающие основные и наиболее сложные разделы курса, изученные самостоятельно; лабораторные задания, на которых студенты знакомятся с метеорологическими приборами, проводят измерения, выполняют расчетные задания.

При изучении курса «Климатологии и метеорологии» рекомендуется следующая литература:

Климатология: учебник/ **А.В. Кислов, Г.В. Суркова** – 4 изд. , испр. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 324 с.

Пиловец Г.И. Метеорология и климатология: учебное пособие. –М: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. Знание, 2013. –399 с.

Тихонова И.О. Экологический мониторинг атмосферы [текст] : учебное пособие для студентов вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ФОРУМ, 2014. – 136 с. – (Высшее образование). - ISBN 978-5-91134-667-6 (ФОРУМ). - ISSN 978-5-16-006032-3 (ИФРА-М) : 154,44.

Глухих М.А. Практикум по агрометеорологии: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 136 с.

Практикум по агрометеорологии и агрометеорологическим прогнозам/**А.И. Белолобцев, В.А.Сенников, И.Ф. Асауляк** и др. – М.:БИБКОМ, ТРАНСЛОГ,2015. – 284 с.

На сайте НГАУ (агрономический факультет, методические пособия) представлены следующие интернет-ресурсы по данной дисциплине:

Справочное пособие в виде глоссария по основным метеорологическим терминам/ Новосибир. гос. аграр. ун-т; сост. Н.В.Пономаренко, – Новосибирск, 2017. – 64 с.

Климатология и метеорология: рабочая тетрадь/Новосиб. гос. аграр. ун-т.; сост. Н.В.Пономаренко, Н.А. Чеботарева – Новосибирск, 2017. – 41 с.

Краткое содержание дисциплины – « Климатология и метеорология»

Климатология это наука о климате - многолетнем режиме погоды в данной местности, обусловленном ее географическим положением. В задачи климатологии входит изучение климатообразующих факторов, описание климатов Земли, их классификация на основе климатообразующих процессов, изучение климатов прошедших эпох, прогноз изменений климата, рациональное использование ресурсов климата в различных областях хозяйствования.

Состояние атмосферы характеризуют метеорологические элементы и явления. Метеорологические элементы – это температура, давление и влажность воздуха, потоки лучистой энергии, скорость и направление ветра, облачность и количество осадков, мощность и водность снежного покрова, испарение; метеорологические явления – гроза, туман, дымка, пыльные бури, смерчи, гололед, роса, иней и другие. Все метеорологические элементы и явления очень изменчивы в пространстве и во времени. Поэтому основным методом исследований параметров этих показателей является метод наблюдений в естественных условиях.

Метеорология – это наука о земной атмосфере и процессах, происходящих в ней. Свое название «метеорология» получила от греческого слова «метеора» -meteora - обозначающего – «нечто в небе». Различают такие явления как - гидрометеоры (дождь, снег, град), аэрометеоры (ветер, шквалы, пыльные бури, ураганы), литометеоры (пыль, пыльца, ингредиенты), оптикометеоры (радуги, миражи, гало, северное сияние), пирометеоры (молнии).

С научной точки зрения – метеорология это наука о физических и химических процессах протекающих в земной атмосфере, ее составе, свойствах, явлениях, происходящих в ней, взаимодействиях их с земной поверхностью и космической средой. Объект изучения метеорологии – газообразная оболочка Земли, называемая атмосферой, наиболее изменчивый и деятельный компонент окружающей среды. В атмосфере постоянно протекает множество физических процессов, таких как круговороты тепла, влаги, веществ с участием лучистой энергии, крупномасштабные и местные циркуляции воздушных масс.

Для получения метеорологической информации создана приземная и спутниковая системы наблюдений. Согласно программе приземной системы на территории планеты Земля создана обширная сеть метеорологических станций и постов. Спутниковая система заключается в работе метеорологических искусственных спутников Земли, которые предоставляют информацию о составе атмосферы, химических и физических процессах происходящих в ней, а также фотографируют наличие облачности, атмосферных вихрей и подстилающей поверхности.

Метеорологические факторы оказывают большое влияние на лесную растительность, почву, фауну и определяют энергетический баланс лесных экологических систем. С другой стороны лесные сообщества существенно влияют на погоду и климат данной территории.

Далее дается краткий обзор изучаемых разделов, приводятся теоретические материалы и задачи контрольной работы.

Контрольная работа включает в себя ответы на теоретические вопросы, которые представлены после каждого раздела (см. задания ниже), выполнение расчетов, построение и анализ графиков, описание агрометеорологических условий.

Исходные данные для выполнения заданий 1-6 представлены в соответствующих таблицах и рассчитаны на 30-50 вариантов. **Номер варианта определяют по двум последним цифрам шифра студента, если номер варианта по двум последним цифрам отсутствует, необходимо взять номер варианта по одной последней цифре шифра.**

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования:

контрольная работа должна быть написана от руки или набрана на компьютере и представлена в тетради;

графики должны быть выполнены от руки на миллиметровой бумаге или на компьютере и вклеены в тетрадь;

на титульном листе указывают название предмета, шифр, факультет, фамилию, имя и отчество исполнителя, и его адрес;

в заключение приводят список использованной литературы, ставят подпись исполнителя и дату.

1. Состав и строение атмосферы

Атмосфера – греческое слово – «атмос» – пар, «сфайра» – сфера, это газообразная оболочка нашей планеты. За 3-4 млрд. лет атмосфера изменяла свой состав. В начале не было никакой атмосферы, но было много вулканов, они выбрасывали водяной пар, азот, оксиды углерода. Появилась вода в результате понижения температуры, стали выпадать дожди. Рассматриваются две гипотезы состава атмосферы прошлых эпох: первая - оксиды углерода, водяной пар и аммиак, вторая - водород, водяной пар, аммиак и метан. Кислород стал поступать позднее в результате взаимодействия солнечной радиации с молекулами воды.

Современный состав атмосферы установился несколько миллионов лет назад. Атмосферный воздух – это смесь газов. В единице объема воздуха содержится: азота – 78,08%, кислорода – 20,95 %, аргона – 0,93 %, углекислого газа – 0,035%, легких газов – неона, криптона, ксенона, водорода, озона - 0,01%.

Водяной пар занимает по объему от 0,1 до 4 %, чем выше температура, тем больше в атмосфере водяного пара. Водяной пар попадает в атмосферу вследствие испарения с поверхности водоемов, растительности, суши, хорошо поглощает радиацию, излучаемую земной поверхностью и предохраняет от сильного охлаждения.

Азот преобладает в воздухе. Свободный азот атмосферы связывается некоторыми почвенными и клубеньковыми бактериями, для растений и живых организмов азот, непосредственно, из атмосферы не используется. Необходимый для жизнедеятельности азот растения поглощают из почвы.

Кислород обеспечивает дыхание живых организмов, процессы горения, окисления и разложения органического вещества. Весь кислород имеет биогенное происхождение. Поступает кислород в атмосферу в результате фотосинтеза зеленых растений и морского планктона. Наземные растения выделяют в атмосферу ежегодно 55 млрд. т кислорода. Расход кислорода велик также за счет сжигаемого топлива. При взаимодействии с кислородом в клетках живых организмов выделяется энергия, обеспечивающая жизнедеятельность животных и растений.

Углекислый газ – необходим растениям для фотосинтеза. При участии лучистой энергии из углекислого газа и воды синтезируется органическое вещество. Углекислый газ поступает в атмосферу при вулканических извержениях, в результате гниения и разложения органических веществ, в процессе дыхания растений и животных и при сжигании топлива.

Остальные газы - неон, криптон, водород, гелий, озон - содержатся в атмосфере в ничтожных количествах. Из легких газов интерес представляет озон. Озон - O_3 трехатомный кислород, образуется в нижних слоях атмосферы в результате грозových разрядов, в верхних – под действием ультрафиолетовых лучей Солнца. Озон регулирует поступление солнечной радиации, но в больших дозах оказывает губительное действие на растительность и человека. Озоновый слой выполняет защитную роль. Озон является одной из малых газовых составляющих атмосферы. Если весь озон сконцентрировать при нормальном атмосферном давлении у поверхности Земли, то толщина слоя составит 3 мм. Озон сосредоточен в 50 км толщине атмосферы с максимумом на высоте 20-30 км.

В атмосфере также присутствуют взвешенные твердые и жидкие частицы, как природного происхождения, так и попавшие в атмосферу в результате хозяйственной деятельности человека. Их называют аэрозолями. Различные примеси попадают в атмосферу в результате извержения вулканов, лесных пожаров, деятельности промышленности, авиации, автомобильного транспорта и других источников.

По вертикали атмосферу делят на пять слоев: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера. Тропосфера – это слой атмосферы, простирающийся от Земли до высоты 9-15 км в зависимости от географической широты. Температура воздуха в этом слое понижается с высотой в среднем на 0,5-0,6°С на каждые 100 м.

Стратосфера расположена над тропосферой до высоты 50-60 км. В нижней части температура не меняется с высотой, а выше 35 км – интенсивно возрастает, достигая у верхней границы в среднем 0 - 2°С.

Мезосфера находится над стратосферой. Ее верхняя граница лежит на высоте 80-90 км. В мезосфере температура с высотой понижается до минус 90°С. Термосфера простирается до высоты 8000 км. Температура воздуха с высотой в этом слое возрастает и на верхней границе достигает примерно 2000°С.

Экзосфера или сфера рассеяния достигает высоты 2000-3000 км. Между упомянутыми слоями атмосферы находятся переходные промежуточные слои, называемые паузами: тропопауза, стратопауза, мезопауза, термопауза.

Плотность атмосферного воздуха – это отношение массы к его объему. При нормальном атмосферном давлении и температуре 0°С 1 м³ воздуха имеет массу 1,293 кг. Следовательно, плотность атмосферного воздуха при этих условиях составляет 1,293 кг/м³. Плотность атмосферного воздуха быстро уменьшается с высотой. Половина всей массы атмосферы сосредоточена в нижнем ее слое до высоты 5,5 км. С увеличением высоты разреженность газов продолжает увеличиваться.

Задание 1 – ответить кратко (письменно) на контрольные вопросы:

1. Строение Атмосферы и краткая характеристика основных слоёв.
2. Газовый состав атмосферного и почвенного воздуха.
3. Значение газов.
4. Загрязнённость Атмосферы и меры борьбы.

2. Атмосферное давление

Атмосферное давление – это сила, с которой давит на единицу площади земной поверхности столб воздуха, простирающийся от поверхности Земли до верхней границы атмосферы. В среднем масса такого столба, высотой от уровня моря до верхней границы атмосферы, равна 10333 кг. Основной единицей измерения атмосферного давления является Паскаль (Па). Он равен силе 1 Ньютон, действующей равномерно на площадь 1 м². В метеорологии давление выражают в гектопаскалях (гПа) с точностью до 0,1 гПа. Используется также миллибар (мб) и миллиметр ртутного столба (мм рт.ст.) Соотношение между этими единицами следующее:

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2 = 10^{-5} \text{ бар} = 0,01 \text{ мб}$$

$$1 \text{ гПа} = 1 \text{ мб} = 0,75 \text{ мм рт. ст.}$$

$$1 \text{ мм рт.ст.} = 1,33 \text{ мб} = 1,33 \text{ гПа}$$

Изменение давления с высотой характеризуется барической ступенью. Барическая ступень – это расстояние по вертикали (Н, м), на котором давление меняется на единицу (1 гПа), т. е. на сколько метров надо подняться или опуститься, чтобы давление изменилось на единицу. Барическая ступень может быть вычислена по формуле:

$$H = 16000 / (P_2 + P_0),$$

где P_0 и P_2 – давление на нижнем и верхнем уровнях, гПа

Зная атмосферное давление и высоту над уровнем моря в одном из двух пунктов, лежащих на разной высоте, можно по разности давлений в этих пунктах определить разность их высот, а отсюда найти и высоту второго пункта над уровнем моря. Этот способ определения высоты пункта называется барометрическим нивелированием – определение превышения одного уровня на местности над другим по данным измерений давления и температуры воздуха на этих уровнях.

Для расчета небольших разностей высот (до 1000м) используется формула барометрического нивелирования – формула Бабинэ:

$$h = \frac{16000(P_1 - P_2)}{P_1 + P_2} (1 + \alpha t)$$

где P_1 – приведенное давление, нижний уровень, гПа;

h – высота местности, м (см. задание);

P_2 – давление на высоте H , гПа;

t – температура воздуха, °С;

α – коэффициент объёмного расширения газов, 0,0004.

Задание 2. – ответить кратко (устно) на контрольные вопросы и решить задачу:

1. Определение нормального атмосферного давления.
2. Назначение формулы барометрического нивелирования.
3. Назначение и принцип действия приборов для измерения атмосферного давления (барометр-анероид, барограф).

Задача (Исходные данные по вариантам табл.1)

Известно атмосферное давление (P_1) и температура воздуха (t_1) у подножья горы и на вершине (P_2 ; t_2). Определить высоту горы и **барическую ступень для верхней точки горы**. Задачу решить с использованием формул барометрического нивелирования и барической ступени (При-

мечание: в формулу подставляется среднее значение температуры, например: $t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2}$; для расчета ба-

рической ступени для вершины P_2 : пример $P_2 = 999,3$, $P_0=998,3$, ответ : $H=16000/ 999,3+998,3$. Ответ : барическая ступень для вершины горы составляет $H= 8,01$ м .

Таблица 1

Номер задачи	Атмосферное давление, гПа		Температура воздуха, °С	
	подножье (P_1)	вершина (P_2)	подножье (t_1)	вершина (t_2)
00	1004,2	999,3	15,4	7,6
01	1003,2	998,1	13,2	9,4
02	1001,4	996,2	6,8	4,2
03	999,1	996,2	17,2	10,4
04	1006,2	1001,4	18,2	9,6
05	1005,4	1002,6	15,4	8,6
06	1003,7	976,5	14,3	6,4
07	1002,6	987,4	15,2	6,0
08	1004,5	987,3	17,1	4,2
09	1002,8	976,4	15,8	6,8
10	1003,5	996,3	17,3	6,7
11	1002,6	997,1	15,3	8,6
12	996,8	993,2	6,1	3,7
13	1008,3	1000,4	18,4	9,7
14	1007,2	981,4	17,3	8,1
15	1001,5	975,8	16,7	5,9
16	993,0	972,3	14,2	6,5
17	1003,1	997,5	17,4	4,6
18	1009,8	1003,1	18,0	9,2
19	1006,5	1001,2	17,6	7,3
20	999,4	993,7	16,2	9,1
21	1001,7	997,4	9,6	3,9
22	996,1	971,3	15,4	6,4
23	987,3	973,5	6,1	2,9
24	995,7	974,9	12,8	9,2
25	1005,3	991,5	16,4	4,1
26	1002,4	987,6	13,7	8,4
27	992,3	975,2	15,8	6,1
28	1007,9	1003,4	14,1	7,3
29	1005,1	985,3	17,5	7,4
30	1002,4	991,9	15,2	8,9

3. Солнечная радиация

Солнечная радиация является главным источником тепловой энергии почти для всех природных процессов, развивающихся в атмосфере и одним из главных климатообразующих факторов. Для растений важно количество и качество солнечной радиации и поэтому для научно-обоснованного ведения лесного хозяйства ландшафтного проектирования необходимо знать метеорологические и климатические характеристики радиационного режима данной местности. Раздел метеорологии, изучающий потоки лучистой энергии в атмосфере называют актинометрией.

Интенсивность (энергетическая освещенность) радиации в системе СИ измеряется в ваттах на 1 м^2 (Вт/м^2), ранее до 1980 г. измерялась в калориях на 1 см^2 в минуту ($\text{кал/см}^2/\text{мин}$). Сумма радиации поступающая на единицу площади за тот или иной промежуток времени, измеряется в джоулях на 1 м^2 (Дж/м^2) или в мегаджоулях на 1 м^2 (МДж/м^2). Соотношение между единицами следующее: $1 \text{ кал/см}^2/\text{мин} = 698 \text{ Вт/м}^2 = 4,19 \cdot 10^4 \text{ Дж/м}^2$

В атмосфере солнечная радиация частично поглощается, а также рассеивается и отражается.

Поэтому в атмосфере наблюдается несколько потоков лучистой энергии Солнца:

Прямая радиация (S) – часть солнечного излучения, приходящегося на земную поверхность непосредственно от диска Солнца в виде пучка параллельных лучей. Количество прямой радиации, поступающей в единицу времени на единицу площади поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, называется энергетической освещенностью. Приход энергии к поверхности максимален, когда лучи падают на нее под углом 90° .

Рассеянная радиация (D) – часть солнечного излучения, рассеянного атмосферой и поступающего от всего небесного свода, исключая диск Солнца.

Суммарная радиация (Q) – сумма прямой и рассеянной радиации: $Q = S + D$.

Отраженная радиация (R) – часть суммарной радиации, отражающаяся от земной поверхности, характеризуется величиной альбедо.

Альбедо (A) – отношение отраженной солнечной радиации к суммарной, выраженное в процентах: $A = \frac{R}{Q} 100\%$.

Прямая, рассеянная и отраженная радиации относятся к коротковолновой радиации. Земля и атмосфера в основном поглощают именно коротковолновую радиацию, нагреваются и сами непрерывно излучают энергию в окружающее пространство (это длинноволновая радиация).

Разность между земным излучением (E_z) и встречным излучением атмосферы (E_a) называется эффективным излучением ($E_{\text{эф}}$):

$$E_{\text{эф}} = E_z - E_a$$

Величину радиационного баланса и его составляющих вычисляют по формулам:

$$B = S' + D - R - E_{\text{эф}},$$

где B – радиационный баланс, Вт/м^2 ;

R – отраженная радиация, Вт/м^2

$E_{\text{эф}}$ – эффективное излучение, Вт/м^2

S' – сумма прямой радиации на горизонтальную поверхность, Вт/м^2

Фотосинтетическая активная радиация (ФАР) – энергия Солнца (длина волны $0,38 - 0,71$ мкм), которую растения усваивают в процессе фотосинтеза. Для расчета ФАР используют уравнение:

$$\sum Q_{\text{ФАР}} = 0,43 \sum S' + 0,57 \sum D$$

где $\sum S'$ – сумма прямой радиации на горизонтальную поверхность,

$\sum D$ – сумма рассеянной радиации на горизонтальную поверхность.

Задание 3 – ответить кратко (письменно) на контрольные вопросы и решить задачу:

1. Дать определение радиационного баланса и его составляющих.
2. Понятие ФАР.
3. Описать приборы для измерения солнечной радиации.

Задача (Исходные данные табл.2)

Вычислить радиационный баланс по формуле:

$$B = Q - R - E_{\text{эф.}}$$

для решения задачи необходимо определить составляющие радиационного баланса:

$$Q = S' + D; \quad S' = S \sin h_0; \quad R = \frac{AQ}{100} \%,$$

где S' - прямая солнечная радиация, приходящая на горизонтальную поверхность, Вт/м²;

S - прямая солнечная радиация, приходящая на поверхность перпендикулярную солнечным лучам, Вт/м²;

h_0 - угол высоты солнца над горизонтом;

A – альбеда подстилающей поверхности, %.

($\sin h_0$ – в приложении 1. Вычисления проводить с точностью до сотых).

Таблица 2

Элементы	Варианты																
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
$h_0, ^\circ$	19	59	25	59	41	62	38	57	11	59	13	47	15	52	17	52	30
$S, \text{кВт/м}^2$	0,80	0,82	0,79	0,81	0,84	0,83	0,82	0,82	0,55	0,87	0,64	0,85	0,66	0,82	0,73	0,80	0,82
$D, \text{кВт/м}^2$	0,07	0,14	0,11	0,13	0,10	0,13	0,10	0,16	0,63	0,12	0,07	0,14	0,07	0,13	0,08	0,13	0,08
$E_{\text{эф.}}, \text{кВт/м}^2$	0,10	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,10	0,08	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08	0,09
$A, \%$	18	21	37	19	16	22	16	26	60	21	13	23	17	24	43	18	37

Элементы	Варианты																
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
$h_0, ^\circ$	60	57	44	26	47	27	61	29	61	49	61	20	50	53	16	55	17
$S, \text{кВт/м}^2$	0,81	0,83	0,83	0,73	0,87	0,83	0,85	0,81	0,85	0,83	0,85	0,77	0,81	0,80	0,64	0,85	0,78
$D, \text{кВт/м}^2$	0,13	0,13	0,13	0,08	0,13	0,08	0,12	0,08	0,13	0,12	0,13	0,06	0,14	0,15	0,08	0,13	0,07
$E_{\text{эф.}}, \text{кВт/м}^2$	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,08	0,10	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,10	0,08	0,09
$A, \%$	26	22	30	14	23	13	21	24	28	16	21	13	26	18	55	18	37

Элементы	Варианты																
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
$h_0, ^\circ$	36	34	39	56	41	57	29	57	15	37	42	5	39	44	6	41	47
$S, \text{кВт/м}^2$	0,84	0,85	0,85	0,85	0,84	0,86	0,81	0,87	0,70	0,90	0,84	0,42	0,80	0,78	0,09	0,89	0,86
$D, \text{кВт/м}^2$	0,14	0,14	0,11	0,13	0,10	0,11	0,08	0,12	0,08	0,10	0,10	0,03	0,10	0,10	0,03	0,10	0,09
$E_{\text{эф.}}, \text{кВт/м}^2$	0,10	0,08	0,10	0,08	0,08	0,10	0,08	0,09	0,10	0,09	0,10	0,13	0,12	0,10	0,08	0,09	0,10
$A, \%$	43	55	23	26	18	17	18	22	38	43	13	17	23	9	18	18	26

4. Температурный режим почвы и воздуха

Температура почвы – один из основных факторов жизнедеятельности растений. Прорастание семян, развитие корневой системы лесных и других культур, интенсивность разложения органических веществ зависит от температуры почвы. Поглощение и передача тепла вглубь почвы определяется в основном теплофизическими характеристиками почвы (теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность). Приход и расход тепла на земной поверхности характеризуется уравнением теплового баланса:

$$B = P + A + LE,$$

где B – радиационные потоки тепла;

P – турбулентный поток тепла между земной поверхностью и атмосферой;

A – молекулярный поток тепла между земной поверхностью и нижележащими слоями почвы;

LE – поток тепла, связанный с испарением;

L – скрытая теплота парообразования;

E – скорость испарения.

Передача тепла в почве осуществляется в основном за счет молекулярной теплопроводности. Температура воздуха – характеризует тепловой режим атмосферы или характер распределения и изменения температуры в атмосфере. Тепловой режим атмосферы определяется главным образом ее теплообменом с окружающей средой, т.е. с деятельной поверхностью и космическим пространством.

Температура по Международной практической температурной шкале (МПТШ) измеряется в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$). Градус температурной шкалы Цельсия составляет 1/100 интервала между точками таяния льда (0°C) и кипения воды (100°C). МПТШ позволяет пользоваться как температурой по шкале Кельвина – $^{\circ}\text{K}$, так и температурой по шкале Цельсия – $^{\circ}\text{C}$. Связь между этими шкалами определяется соотношением:

$$t^{\circ}\text{C} = T^{\circ}\text{K} - 273,15^{\circ}\text{K}; \quad \text{ТОК} = t^{\circ}\text{C} + 273,15^{\circ}\text{K}.$$

В некоторых странах пользуются шкалой Фаренгейта. Переход от одной шкалы к другой может осуществляться при помощи следующих соотношений:

$$t^{\circ}\text{C} = 5/9 (t^{\circ}\text{F} - 32^{\circ}\text{C}); \quad t^{\circ}\text{F} = 9/5 (t^{\circ}\text{C} + 32^{\circ}\text{C}).$$

Температура воздуха влияет на скорость развития растений, на интенсивность процессов фотосинтеза, дыхания, транспирации. Все растения требуют для своего развития определенных температурных условий и почти постоянной суммы среднесуточных температур.

Распределение температуры в атмосфере определяется главным образом ее теплообменом с земной поверхностью и поглощением солнечной радиации. Перенос тепла между деятельной поверхностью и атмосферой осуществляют следующие процессы – тепловая конвекция, турбулентность, молекулярный теплообмен, радиационная теплопроводность, конденсация (сублимация) водяного пара, адвекция тепла и адвекция холода.

Изменение температуры воздуха на 100 м высоты называется вертикальным градиентом температуры (ВГТ). В тропосфере ВГТ в среднем около $0,65^{\circ}\text{C}/100 \text{ м}$, но может превышать $1^{\circ}\text{C}/100 \text{ м}$ (**инверсия**). Температура обычно уменьшается с высотой ($\text{ВГТ} > 0^{\circ}\text{C}$). Такое распределение температуры с высотой наиболее характерно для тропосферы в целом. Если $\text{ВГТ} < 0^{\circ}\text{C}$ (отрицателен) – это температурная инверсия. Если ВГТ равно 0°C на 100 м высоты (температура верхнего слоя равна температуре нижнего слоя) – это изотермия (распределение температуры, при котором она не изменяется с высотой). Значения вертикального градиента температуры весьма изменчивы. ВГТ зависит от ряда факторов: времени года - зимой вертикальный градиент больше,

чем летом; времени суток – ночью вертикальный градиент меньше, чем днем; наличие ветра и т.д. Уменьшается вертикальный градиент температуры при перемешивании воздушных масс, выпадении осадков, облачности.

В приземном слое атмосферы часто возникают **инверсии**, которые подразделяются на радиационные и адвективные. Радиационные, возникают при радиационном выхолаживании земной поверхности. Летом такие инверсии образуются ночью, зимой в любое время суток. Адвективные инверсии образуются при адвекции теплого воздуха на холодную подстилающую поверхность.

Задание 4 – ответить устно на контрольные вопросы и решить задачу:

1. Опишите составляющие теплового баланса Земли.
2. Выделите основные тепловые свойства почвы.
3. Назовите процессы, регулирующие перенос тепла в атмосфере.
4. Сумма активных температур в Новосибирской области составляет?
5. Назначение и принцип действия метеорологических приборов для измерения температуры воздуха и почвы.

Задача: по исходным данным табл. 3 построить график годового хода температуры воздуха.

Провести анализ графика, определить:

- а) амплитуду годового хода температуры;
- б) даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 градусов, через 5°C, через 10°, через 15 °C, сравнить с нормой, сделать вывод (норма – это среднегодовое значение! За норму для сравнения и выводов в данной задаче берем данные по ГМС Огурцово (Новосибирск) см. приложение 2);
- в) вычислить продолжительность периодов с температурой выше 0°C, выше 5°, выше 10 °C; выше 15°C, сравнить с нормой, сделать вывод;
- г) вычислить сумму активных (выше 10 °C) температур за весь период активной вегетации сравнить с нормой, сделать вывод;

При построении графика рекомендуется следующий масштаб: по оси ординат в 1 см - 2°C, по оси абсцисс в 1 см - 1 месяц или 30-31 день. Среднемесячную температуру нужно относить к 15 числу каждого месяца (очень важно!), полученные точки соединять плавной кривой. Пример построения графика приведен на рис.1.

Выполняйте график в этом масштабе!!!!!!

Амплитуда годового хода температуры определяется как разность средних температур самого теплого и самого холодного месяцев. В нашем примере она составляет $A = 16 - (-15,8) = 31,8^\circ\text{C}$. Для определения дат перехода температуры воздуха через 0°C, 5 ° и 10°C через указанные значения температуры производят горизонтальные линии. Из точек пересечения этих линий с кривой температуры (у нас это точки В,С,Д,Е) опускают перпендикуляры на ось абсцисс. Продолжительность периодов с температурой выше 0°C (отрезок АГ), 5° (ВЕ) и 10°C (отрезок СД) вычисляются как интервал времени между датами перехода температуры через соответствующие пределы. В нашем примере даты перехода температуры воздуха через 0 ° - 15 апреля и 17 октября, через 5 ° - 1 мая и 27 ноября (аналогичным образом определяются даты перехода через 10 °), продолжительность периода с температурой больше 0 ° - 182 дня, больше 5 - 147 дн.

Суммы активных температур вычисляются следующим образом. Подсчет суммы активных температур за месяц, в котором средняя температура была выше 10 °C, производится умножением среднемесячной температуры на число дней в данном месяце. Например, среднемесячная температура июня составляет 14,2 °. Следовательно, сумма активных температур за июнь:

$$\Sigma t_{\text{акт.}} = 14,2 \cdot 30 \text{ дн.} = 426 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Для первого и последнего месяцев периода активной вегетации, среднемесячная температура которых ниже 10°C , сумма активных температур вычисляется с помощью графика годового хода температуры воздуха. В нашем примере первым месяцем активной вегетации является май. Согласно графику температура воздуха поднялась до 10°C - 17 мая, а к 31 мая составила 12°C . Сначала нужно вычислить среднесуточную температуру за 14 дней мая с достаточной степенью точности: $t_{\text{ср.}} = 10 + 12 / 2 = 11^{\circ}\text{C}$.

Затем можно вычислить сумму активных температур за май $\Sigma t_{\text{акт.}} = 11^{\circ} \cdot 14 \text{ дн.} = 154^{\circ}\text{C}$. Аналогичным образом вычисляется и сумма активных температур за последний месяц вегетации. Получив суммы активных температур для каждого месяца, вычисляют сумму активных температур в целом за весь вегетационный период (в нашем примере 1520 градусов)

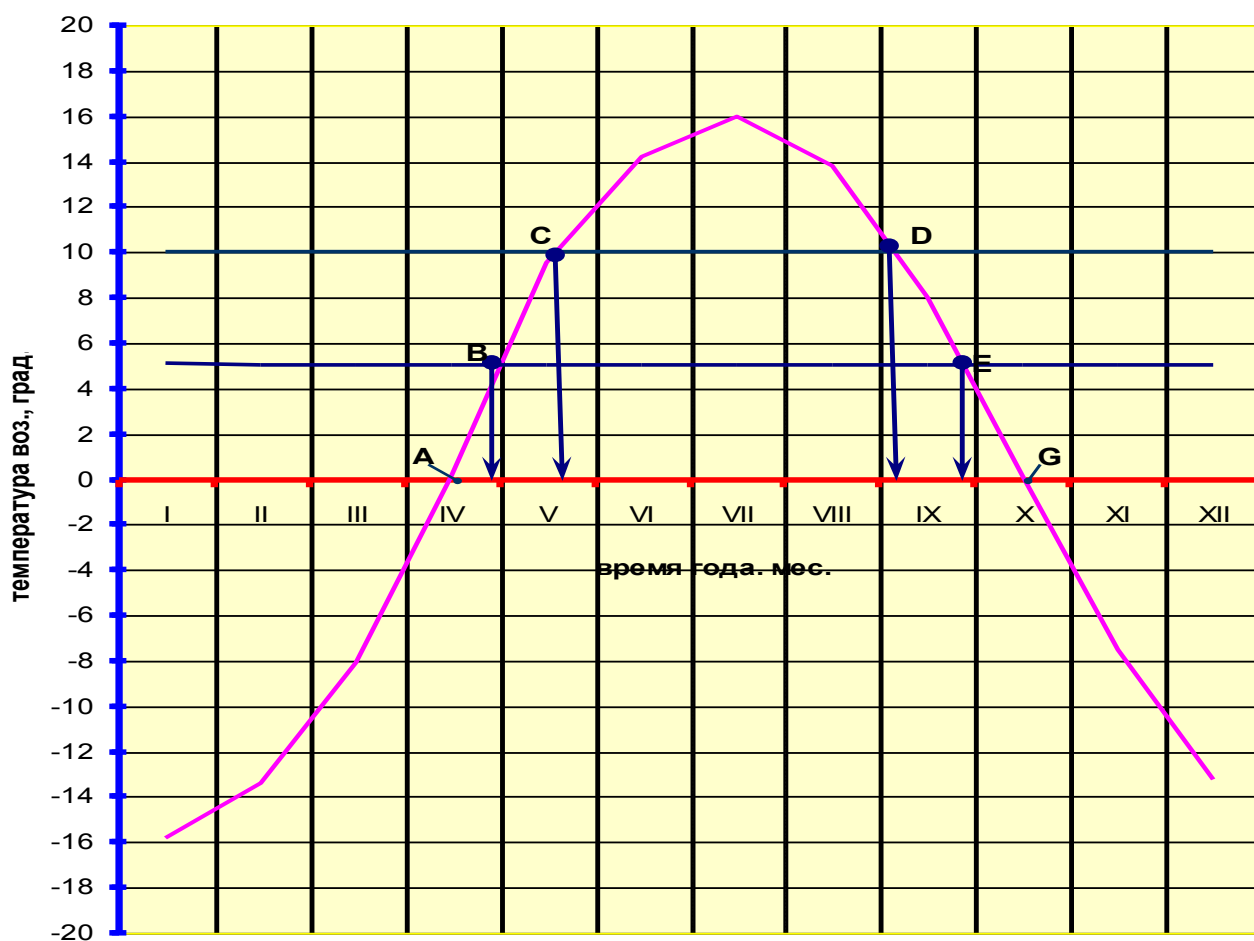


Рис.1. Годовой ход температуры воздуха

Таблица 3

Месяцы	Варианты																
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
01	-23,9	-17,2	-17,4	-17,3	-19,4	-37,6	-24,8	-24,6	-17,5	-17,4	-24,7	-19,9	-5,5	-26	-16,7	-18	-16,2
02	-14,2	-15,3	-13,7	-13,2	-14,8	-32,5	-13,8	-14,7	-13,7	-13,5	-15,1	-14,9	-5,3	-14,4	-13,7	-13	-13,1
03	-9,1	-11,7	-3,6	-3,2	-3,3	-16,5	-9,7	-11,0	-2,7	-4,1	-9,4	-6,7	-1,3	-9,1	-3,6	-2,6	-7,4
04	-3,2	5,4	4,0	3,1	3,1	-2,0	3,1	-3,8	4,4	4,0	-3,5	+1,1	+5,5	-3,4	4,0	3,1	1,6
05	10,4	11,1	12,3	11,9	11,7	+7,7	10,0	10,3	12,2	12,1	9,5	+7,9	+11,5	8,3	12,4	11,7	9,9
06	16,5	19,0	18,9	17,2	17,3	+17,2	17,8	17,1	17,9	18,4	15,3	+16,8	+15,8	17,3	19,4	16,9	14,8
07	20,0	18,6	20,6	10,4	19,5	+18,5	20,5	20,0	20,4	20,5	18,9	+17,5	+19,7	20,4	21,4	19,5	17,2
08	15,5	17,4	16,6	16,1	15,4	+16,1	15,5	15,6	16,5	16,5	14,5	+14,7	+17,5	14,4	16,7	15,8	14,6
09	11,4	13,5	10,1	9,4	8,7	+6,7	11,1	11,0	9,7	9,7	10,4	+8,0	+12,6	10,2	10,4	9,2	8,8
10	1,7	1,8	3,0	3,2	2,1	-7,4	2,5	2,3	3,8	3,1	0,3	-1,6	+6,2	1,4	3,3	3,4	0,4
11	-5,8	-7,6	9,3	-8,8	-8,7	-26,5	-5,2	-3,9	-8,6	-9,0	-4,7	-11,7	+1,3	-5,9	-8,5	-8,9	-7,8
12	-16,0	18,4	-13,8	13,2	-16,4	-37,4	-14,3	-15,2	-13,0	-15,5	-17,2	-15,2	-2,2	-14,0	-13,5	-13	-13,5
ГМС	Чаны	Славгород	Кочки	Посевная	Кыштовка	Якутск	Коченево	Здвинск	Огурцово	Довольное	Кыштовка	Ханты-Мансийск	Санкт-Петербург	Томск	Краснозерск	Мошково	Екатириринбург

Мес.	Варианты																
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
01	-16,5	-18,8	-17,6	-17,7	-27,7	-17,1	+4,5	-4,0	-17,6	-19,0	-22,6	-7,3	-18,8	-19,0	-24	-24,7	-1,9
02	-15,3	-13,6	-14,0	-14,1	-21,4	-14,0	+5,3	-2,3	-13,7	-14,9	-19,1	-5,3	-14,6	-13,7	-13,8	-14,7	0,0
03	-8,7	-4,0	-3,4	-3,5	-11,4	-3,7	+11,0	2,4	-2,5	-4,1	-6,5	-1,1	-3,4	-3,3	-2,5	-10,6	+3,3
04	+1,7	3,2	3,9	3,1	-6,5	-3,9	+15,9	9,1	4,0	2,9	+4,8	7,1	2,9	2,5	3,1	-3,8	+8,0
05	+10,5	11,2	11,2	11,8	4,8	12,1	+21,0	16,4	12,6	10,9	+9,8	14,9	10,7	10,7	10,9	10,1	+13,2
06	+16,7	18,6	18,0	18,1	13,2	19,7	+26,3	20,1	18,5	17,1	+17,7	18,0	17,4	16,2	18,0	16,5	+15,3
07	+18,8	21,0	20,8	19,8	19,9	21,6	+29,3	23,1	20,8	19,4	+20,6	20,6	19,8	18,9	20,2	20,1	+18,4
08	+15,8	16,4	16,3	16,0	13,5	17,0	+26,2	22,1	17,1	15,1	+17,9	19,4	15,2	16,1	16,3	15,5	+17,9
09	+10,3	9,2	9,6	9,7	9,7	10,6	+21,9	16,7	10,5	8,9	+10,0	14,1	6,6	8,7	11,6	11,1	+14,0
10	+2,4	2,2	2,3	2,8	-2,2	3,2	+15,8	10,5	4,0	2,7	-0,6	7,4	2,2	3,1	3,0	1,7	+7,7
11	-8,1	-8,8	-8,2	-9,2	-6,0	-8,4	+8,4	3,5	-9,0	-9,1	-12,9	0,2	-9,2	-8,1	-5,3	-4,7	+4,5
12	-15,0	-15,7	-15,9	-13,7	-20,6	-13,8	+4,6	-1,0	-13,0	-15,1	-17,4	-4,5	-16,2	-13,3	-14,3	-15,1	+2,7
МС	Тогул (Алт. край)	Вен- герово	Усть- Тарка	Ужа- ниха	Алек- санд- ров- ское	Купи- но	Ду- шан- бе	Нико- лаев	Ор- дын- ское	Кре- щенка	Улан- Удэ	Пол- тава	Север- вер- ное	Масля- нино	Крас- но- зерск	Бара- бинск	Кали- нин- град

Ме- сяцы	Варианты																
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
01	-6,8	-18,3	-24,8	-16,7	-17,5	-16,3	-21,8	-18,8	-18,2	-11,1	-12,1	-17,9	-17,1	-12,4	-24,1	-17,4	-19,1
02	-6,3	-14,4	-14,5	-13,6	-14,2	-13,6	-12,1	-10,1	-14,2	-8,9	-8,2	-14,4	-13,2	-6,7	-14,1	-13,9	-14,4
03	-0,9	-6,3	-11,1	-3,0	-4,5	-3,8	-9,2	-10,0	-3,7	-3,9	-0,1	-3,7	-3,3	-4,0	-10,7	-3,6	-7,8
04	+7,2	+5,5	-3,8	4,0	3,2	4,8	-2,5	-1,6	3,4	+4,4	+6,7	3,3	4,3	-0,1	-3,0	3,5	4,0
05	+13,6	+12,1	9,7	12,1	11,0	13,1	11,3	11,9	11,6	+13,5	+11,1	11,5	11,5	+5,6	11,1	11,5	9,8
06	+17,1	+18,5	17,0	19,7	19,4	20,6	18,9	19,4	17,8	+16,9	+15,5	18,4	18,6	+8,7	17,7	18,5	17,0
07	+20,4	+17,7	20,2	21,7	21,8	21,9	20,6	20,7	20,0	+19,3	+21,0	20,6	21,1	+15,1	20,2	20,6	19,7
08	+18,0	+17,0	15,3	17,1	17,3	18,0	16,0	17,1	15,9	+18,8	+21,1	16,2	16,7	+12,1	15,9	16,5	16,0
09	+12,2	+10,0	10,6	10,7	10,9	11,4	11,9	12,9	9,4	+12,3	+16,9	9,7	10,1	+7,9	11,7	9,9	8,9
10	+5,7	+1,6	2,1	2,8	2,6	3,8	3,8	5,1	3,0	+2,9	+8,4	2,8	2,4	+1,6	2,7	2,4	4,7
11	0,0	-7,9	-5,2	-8,8	-8,4	-8,3	-3,5	-2,1	-8,9	-2,9	-1,4	-8,8	-8,0	-3,2	-3,1	-8,4	-7,9
12	-4,0	-10,5	-15,3	-14,9	-15,1	-13,8	-12,2	-11,4	-14,3	-6,7	-9,1	-15,6	-15,3	-6,7	-14,9	-15,3	-15,0
	Москва	Омск	Каргат	Чисто- сто- озер- ное	Кваш- нино	Кара- сук	Бар- наул	Руб- цовск	Чу- лым	Ка- зань	Вла- диво- сток	Бара- бинск	Та- тарск	Мур- манск	Купи- но	Чаны	То- гучин

5. Водяной пар в атмосфере

Содержание водяного пара в атмосфере называется влажностью воздуха. В атмосферу водяной пар поступает вследствие испарения с водоемов, почвы и растительности. Содержание его в атмосфере очень изменчиво (от десятых долей до 4% к объему).

Для оценки влажности воздуха на практике используют упругость водяного пара, абсолютную влажность, относительную влажность, дефицит упругости и точку росы. Все эти параметры рассчитываются по формулам, приведенным ниже.

Упругость пара (e) – парциальное давление водяного пара, находящегося в воздухе при данной температуре. Измеряется в гектопаскалях (гПа), вычисляется по формуле:

$$e = E_1 - A P (t - t_1),$$

где E_1 – давление насыщенного водяного пара при температуре смоченного термометра, в гПа;

P – атмосферное давление;

A – психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха, для стационарного (обыкновенного) психрометра $A = 0,0008$, для аспирационного $A = 0,00066$.

t , t_1 – температура сухого и смоченного термометра, определяют экспериментально по аспирационному психрометру.

Абсолютная влажность (a) – масса водяного пара, содержащаяся в единице объема воздуха. Измеряется в г/м³. Между абсолютной влажностью и упругостью пара существует зависимость:

$$a = \frac{0,86e}{1 + \alpha t},$$

где e – упругость водяного пара, гПа;

t ср. – температура воздуха, вычисляется из трех значений сухого термометра;

α – коэффициент объемного расширения воздуха, равен 0,004.

Относительная влажность (f) – отношение упругости пара к упругости насыщения при данной температуре, выраженное в процентах:

$$f = \frac{e}{E} 100\%,$$

где e – упругость водяного пара, гПа;

E – упругость насыщения, определять по приложению 3 приложения по средней температуре сухого термометра.

Дефицит упругости или недостаток насыщения (d), разность между упругостью насыщения при данной температуре и фактической упругости водяного пара, выражается в гПа.

$$d = E - e;$$

где e – фактическая упругость водяного пара

E – упругость насыщения, определять по средней температуре сухого термометра (приложение 3).

Температура точки росы (T_{e^0}) – температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе, становится насыщенным. Чтобы определить эту величину, нужно в приложении 3 среди множества всех значений максимальной упругости найти значение упругости водяного пара (e) и определить соответствующую температуру. Эта величина и будет температурой точки росы.

При определенных условиях водяной пар может переходить в жидкое состояние - этот процесс называется конденсацией. Переход водяного пара в твердое состояние, минуя жидкую фазу, называется сублимацией.

Для осуществления этих процессов необходимы условия при полном насыщении воздуха водяным паром – понижение температуры воздуха и наличие ядер конденсации. Продукты конденсации водяного пара в атмосфере называют гидрометеорами. В свободной атмосфере продуктами конденсации являются облака, а у земной поверхности – туманы. Гидрометеоры образуются также на земной поверхности и на наземных предметах. Такими гидрометеорами являются роса, иней, изморозь, гололед.

Задание 5 – ответить письменно на контрольные вопросы и решить задачу:

1. Дать определение характеристик влажности воздуха.
2. Изучить психрометрический и гигрометрический метод определения влажности воздуха.

3. Описать приборы для измерения влажности воздуха

Задача. Рассчитать значение характеристик влажности воздуха по данным табл. 4.

Если заданы температуры сухого (t) и смоченного (t_1) термометров, то для расчета упругости водяного пара (e) используется формула:

$$e = E_1 - A P (t - t_1) ,$$

где E_1 - максимальная упругость при t' (прил.3)

$A = 0,000662$ (постоянная психрометра);

$P = 1000$ гПа (атмосферное давление).

Пример: если $t_1 = 18,5^\circ\text{C}$, то $E_1 = 21,3$ гПа;

Далее определяют относительную влажность воздуха (f , %):

$$f = \frac{e}{E} 100\% ,$$

где E - максимальная упругость при t (прил. 3)

Пример: если $t = 22,5^\circ\text{C}$, $E = 27,3$ гПа

находят дефицит влажности воздуха (дефицит насыщения) (d , гПа) и точку росы (T_{e°):

$$d = E - e ;$$

T_{e° - определяют по значению упругости водяного пара (см. приложение 3)

Пример : если $e = 13,8$ гПа , то $T_{e^\circ} = 11, 7^\circ\text{C}$

Внимание! Если задана температура (t) и относительная влажность воздуха (f), то для расчёта упругости водяного пара (e) используют формулу: $f = \frac{e}{E} 100\%$, далее, как в предыдущем примере вычисляют дефицит влажности воздуха и точку росы.

Таблица 4

Элементы	Варианты																
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
t °C	24,4	24,6	24,8	25,0	25,4	25,0	25,6	25,8	26,0	26,2	26,4	26,6	26,8	27,0	27,2	28,0	21,2
t' °C,	15,4	-	15,8	16,2	-	-	16,6	-	17,0	-	17,4	-	17,8	-	18,2	-	13,2
f %	-	42	-	-	40	52	-	42	-	48	-	55	-	54	-	48	-

Элементы	Варианты																
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
t °C	21,4	21,6	21,8	22,0	22,2	22,4	22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,0	24,2	17,8	18,0
t' °C,	-	13,6	-	13,0	-	13,4	-	13,8	-	14,2	-	14,6	-	15,0	-	-	11,0
f %	40	-	55	-	40	-	44	-	60	-	36	-	41	-	37	80	-

Элементы	Варианты																
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
t °C	18,2	18,4	18,6	18,8	19,0	19,2	19,4	19,6	19,8	20,0	20,2	20,4	20,6	20,8	21,0	14,4	14,6
t' °C	-	12,4	-	12,8	-	13,2	-	13,6	-	14,0	-	14,4	-	14,8	-	10,4	-
f %	43	-	50	-	40	-	45	-	42	-	45	-	55	-	35	-	60

6. Облачность и атмосферные осадки

Причиной образования облаков является адиабатическое охлаждение воздуха во время его подъема. Облака – это продукты конденсации и сублимации водяного пара, образуются на некоторой высоте над земной поверхностью во взвешенном состоянии. По условиям образования облака подразделяются на внутримассовые и фронтальные. Облака состоят из водяных капель и ледяных кристаллов.

Количество облаков определяется по 10-балльной шкале. Полное покрытие неба облаками соответствует 10 баллам; ясное небо - 0 баллов; 0,1 покрытия неба облаками – 1 балл; 0,2 – 2 балла и т.д.

Наблюдения за формами облаков производят одновременно с определением количества облаков. Формы облаков определяют по морфологической классификации, руководствуясь «Атласом облаков», который содержит фотографии и описание форм облаков, их видов и разновидностей. Высоту облаков определяют глазомерно или инструментально при помощи светолокации измерителя высоты облаков (ИВО), потолочных прожекторов. Наблюдения за облаками ведут искусственные спутники Земли (ИСЗ) и межпланетные космические станции.

Согласно международной классификации, облака делятся на 4 семейства и 10 форм.

Формы облаков подразделяют на виды и разновидности, различающиеся по внешнему виду, плотности, окраске, характеру осадков, оптическим явлениям. Высота основания облаков и их вертикальная мощность колеблется в значительных пределах от сотен метров до нескольких километров. Отдельно выделяют облака вертикального развития, имеющие значительное распространение по вертикали. Основания их обычно находятся в нижнем ярусе, а вершины могут достигать среднего и даже верхнего яруса.

Атмосферные осадки - это вода в жидком и твердом виде, выпадающая на поверхности Земли из облаков. Количество выпадающих осадков выражается высотой слоя воды в миллиметрах (мм), который образовался бы на поверхности при отсутствии стока, просачивания и испарения. Их измеряют с точностью до 0,1 мм. Слой осадков в 1 мм на площади 1 га составляет $10 \text{ м}^3/\text{га}$ ($0,001 \text{ м} \times 10000 \text{ м}^2$). Интенсивность атмосферных осадков выражается количеством миллиметров, выпавших за 1 мин, мм/мин.

В зимнее время наблюдения ведутся за состоянием снежного покрова, которое характеризуется его высотой, плотностью и характером залегания. Снежный покров характеризуется большим альбедо (90-95% у свежевыпавшего снега) и малой теплопроводностью. Для измерения высоты снежного покрова, плотности снега и запасов воды служит весовой снегомер. По данному прибору определяют:

- а) высоту снега по шкале на цилиндре или переносной рейкой (H , см);
- б) число делений на линейке снегомера, соответствующее массе пустого цилиндра (n_1 , мм);
- в) число делений на линейке снегомера, соответствующее массе цилиндра и снега (n_2 , мм).

Далее определяют:

- а) плотность снега (d , г/см³)

$$d = \frac{\text{масса снега}}{\text{объем снега}} = \frac{5n}{50H} = \frac{n}{10H};$$

где $n = n_2 - n_1$ - число делений на линейке снегомера, соответствующее массе снега, мм;

5 – одно деление линейки соответствует 5 г;

50 – площадь поперечного сечения цилиндра 50 см²;

б) запасы воды (Z, мм и м³/га):

$$Z = 10Nd.$$

Задание 6 – ответить кратко (письменно) на контрольные вопросы, решить задачу:

1. Опишите принципы классификации облаков
2. Теория осадкообразования
3. Опишите приборы для измерения жидких и твёрдых осадков (осадкомер Третьякова, плювиограф, полевой дождемер, весовой снегомер)

Задача (исходные данные табл.5)

По измерениям высоты снега (H) и числовым значениям, соответствующим весу пустого цилиндра и цилиндра со снегом (n_1, n_2 мм) найти:

а) плотность снега (d, г/см³);

б) запасы воды (Z, мм и м³/га);

в) сделать выводы о запасе влаги и высоте снега по вашему примеру (**сравнить с запасами воды в снежном покрове 90-100 мм и высотой снега 40см - среднемноголетнее значение по ГМС Огурцово Новосибирск**).

Таблица 5

Вариант	Число делений на линейке снегомера		Высота снега
	n_1	n_2	H, см
1	10	90	40
2	12	82	39
3	14	74	70
4	16	63	22
5	18	51	57
6	20	44	30
7	22	48	21
8	9	39	19
9	30	98	26
10	22	33	13
11	25	49	39
12	19	56	33
13	17	78	14
14	26	67	17
15	28	89	25
16	23	71	28

17	36	112	69
18	41	100	48
19	32	65	17
20	40	94	24
21	29	65	15
22	14	51	36
23	18	64	61
24	8	35	74
25	12	44	57
26	28	69	64
27	17	56	47
28	26	67	36
29	14	41	42
30	57	108	77
31	48	128	80
32	16	54	64
33	45	94	46
34	36	73	25
35	17	39	12
36	26	61	47
37	14	54	26
38	13	67	22
39	25	39	10
40	27	68	32
41	36	67	20
42	38	68	22
43	19	51	19
44	41	87	34
45	34	66	19
46	22	47	22
47	19	67	37
48	27	54	24
49	17	68	29
50	26	74	34

7. Ветровой режим атмосферы

Ветром называется горизонтальное перемещение воздуха относительно земной поверхности. Основные характеристики ветра – скорость, направление и порывистость.

Непосредственной причиной возникновения ветра является различие атмосферного давления в разных точках земной поверхности (горизонтальный барический градиент). Но, движение воздуха происходит не по прямой линии от высокого давления к низкому, а по более сложной траектории, обусловленной взаимодействием силы градиента с отклоняющей силой вращения Земли, центробежной силой и силой трения.

Скорость ветра измеряют в метрах в секунду (м/с), реже в километрах в час (км/час), а в морской практике - в баллах. Ниже приведена **шкала Бофорта**, связывающая скорости в

этих единицах и визуальную оценку силы ветрового потока. За направление ветра принимают то направление, откуда дует ветер. Направление ветра выражается в румбах или градусах.

Для изображения распределения направления ветра за месяц, сезон или год используется график розы ветров.

Роза ветров – графическое изображение распределения направления ветра за месяц, сезон или год. Для построения графика из одной точки по направлению основных восьми румбов – С, СВ, В, Ю, ЮВ, ЮЗ, З, СЗ проводят восемь прямых. Угол между ними должен составлять 45 градусов. На каждой прямой в масштабе откладывают повторяемость этого румба за данный период. Концы полученных отрезков соединяют прямыми линиями. Этот восьмиугольник – роза ветров. Румб с наибольшей повторяемостью ветров покажет преобладающее направление ветра в данном пункте.

Шкала Бофорта

Баллы	Скорость, м/с	Характеристика	Визуальная оценка
0	0-0,5	Штиль	Дым поднимается вертикально, листья неподвижны
1	0,6-1,7	Тихий	Ветер ощущается как легкое дуновение, дым слегка в сторону
2	1,8-3,3	Легкий	Дуновение ветра чувствуется лицом, листья шелестят
3	3,4-5,2	Слабый	Листья, тонкие ветви колеблются
4	5,3-7,4	Умеренный	Тонкие ветви приходят в движение
5	7,5-9,8	Свежий	Колеблются большие ветви
6	9,9-12,8	Крепкий	Качаются толстые ветви
7	12,9-15,2	Сильный	Качаются стволы деревьев
8	15,3-18,2	Очень крепкий	Качаются большие деревья, ломаются ветви
9	18,3-21,5	Шторм	Ломаются ветви, сдвигаются с места большие предметы
10	21,6-25,1	Сильный шторм	Вырываются с корнем деревья, срываются крыши с домов
11	25,2-29,0	Жестокий шторм	Наблюдаются большие разрушения, волны до 7-10 м на море
12	29,1-34,9	Ураган	Наблюдаются опустошения
13	34,9-39,2	Названий не предложено	Полное разрушение деревянных поселков, штормовой нагон воды на 10-12 м и выше нормального уровня моря, разрушаются каменные здания, сильная абразия морских берегов, интенсивные разрушения прибрежных зданий, катастрофическое нагонное наводнение
14	39,3-43,8		
15	43,9-48,6		
16	48,7-53,5		
17	53,4-58,6		

Задание 6 – ответить кратко (письменно) на контрольные вопросы и построить рисунок:

1. Какие силы определяют движение воздуха в Атмосфере?
2. Как на скорость ветра влияет подстилающая поверхность?
3. Какое направление ветра преобладает в Западной Сибири летом?

Задача. Построить розу ветров по исходным данным (табл.6)

(Табл. 6– повторяемость ветров дана в %; сумма всех направлений ветра за месяц – 100 %)

Проанализировать розу ветров (рис.2), определить:

преимущественное направление ветра,

количество дней с данным направлением ветра,

количество дней с С и СВ ветром (возможность суховеев).

Для построения розы ветров необходимо начертить восемь румбов направлений, затем в масштабе (1мм – 1%) отложить на румбах значение повторяемости каждого направления и точки соединить прямыми линиями.

На рис. 2 приведен образец розы ветров, построенной по данным табл. 6.

Анализируя розу ветров, можно сделать вывод, что в данном населенном пункте, в январе преобладает восточный ветер; количество дней с данным направлением 8 дней.

Пример расчета: 31 дн. – 100%
х дн. - 25%; х = 7,75 дн.
количество дней с С и СВ 8 дн.

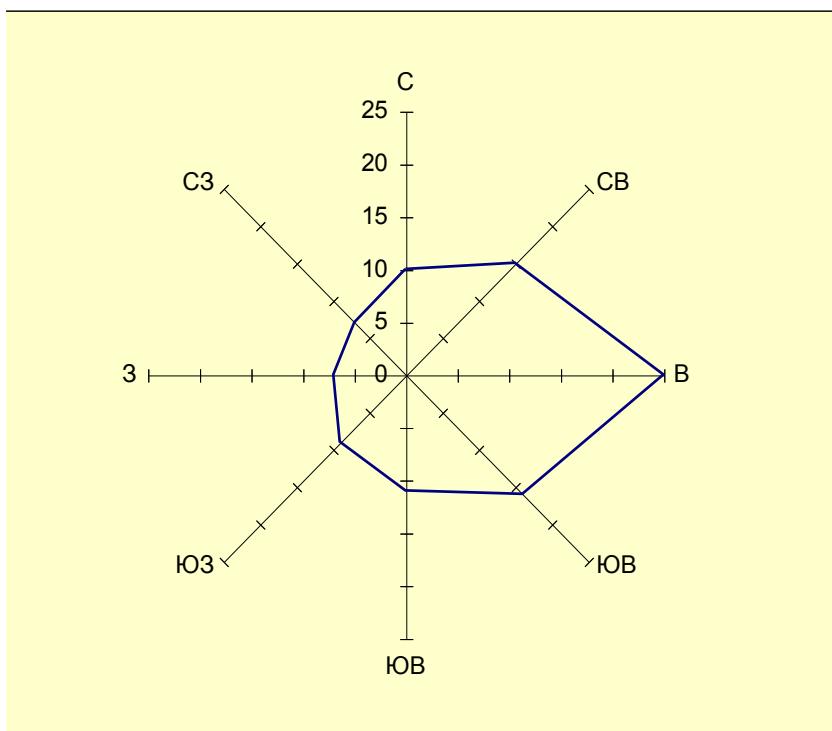


Рис. 2 Роза ветров

Таблица 6

	Варианты																
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
С	10	11	5	7	6	7	5	2	5	16	15	17	6	11	6	8	7
СВ	15	14	7	8	6	6	5	11	5	17	19	18	8	15	6	7	7
В	25	25	10	15	10	5	10	9	10	14	13	11	9	20	9	11	8
ЮВ	16	17	20	11	22	5	10	8	10	4	3	2	11	16	21	15	21
Ю	11	10	22	14	20	17	15	20	15	11	10	10	12	11	21	20	21
ЮЗ	9	11	26	20	26	17	14	25	15	11	13	12	14	15	27	14	25
З	7	6	7	8	7	27	15	15	30	17	16	20	31	8	8	17	8
СЗ	7	6	3	17	3	16	26	10	10	10	11	10	9	4	2	8	3
месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май
	Варианты																
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
С	3	5	7	10	11	15	17	9	8	10	13	18	7	14	3	6	5
СВ	9	7	5	8	9	15	16	9	8	6	9	19	6	11	10	6	11
В	11	8	9	8	5	10	10	5	9	7	9	11	5	15	9	17	5
ЮВ	7	10	9	9	8	7	9	19	9	11	10	2	5	10	8	11	5
Ю	21	19	15	17	19	11	25	5	10	9	11	10	17	25	20	14	20
ЮЗ	24	26	30	22	27	20	11	20	15	16	17	12	17	15	25	6	24
З	17	15	15	14	8	13	6	7	28	29	24	20	27	6	10	30	18
СЗ	8	10	10	12	13	9	25	26	13	13	7	10	16	4	15	10	12
месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	июль	август	сентябрь	октябрь

8. Погода

Погодой называют непрерывно меняющееся состояние атмосферы, которое в данном месте характеризуется совокупностью значений метеорологических элементов. Различают периодические и непериодические изменения погоды. Периодические изменения погоды обусловлены суточным и годовым ходом метеорологических величин. Непериодические изменения погоды обусловлены переносом воздушных масс. Они нарушают нормальный суточный ход и годовой ход метеорологических величин.

В атмосфере существует система воздушных течений, переносящих огромные массы воздуха из одних районов земного шара в другие. Свойства этих воздушных масс определяются особенностями того района, где они формировались. **Воздушные массы** классифицируются по географическим областям и широтным поясам. Перемещаясь в другие районы под влиянием подстилающей поверхности, они изменяют свои свойства. Этот процесс называют трансформацией.

Переходные зоны между двумя воздушными массами называют фронтальными зонами или **фронтами**. К главным фронтам относятся те, которые разделяют основные воздушные массы. К ним относятся арктический (антарктический) – между арктическим (антарктическим) воздухом и воздухом умеренных широт; полярный – между воздухом умеренных широт и тропическим; тропический – между тропическим воздухом и экваториальным.

Существуют фронтальные разделы, которые различаются по температурному режиму. Если более теплая воздушная масса натекает на более холодную, то фронт между ними называют теплым. Если же, наоборот, холодный воздух клином пробивается под теплый, то фронт называют холодным.

В системе общей циркуляции атмосферы существуют области пониженного и повышенного давления. Область пониженного давления **называют циклоном**. Минимальное давление наблюдается в центре циклона, а к его периферии оно возрастает. Область повышенного давления называют **антициклоном**. Максимум давления находится в центре, к периферии давление понижается.

Задание 8 – ответить кратко (устно) на контрольные вопросы:

1. Опишите воздушные массы (ВЗ) умеренных широт.
2. Выделите особенности холодного атмосферного фронта.
3. Опишите погоду в циклоне и антициклоне.

9. Общая циркуляция Атмосферы

Общая циркуляция Атмосферы (лат. Circulatio — вращение, греч. atmos — пар и sphaira — шар) — это движение воздушных масс в тропосфере и нижней стратосфере. Важнейший климатообразующий процесс этого переноса и обмена влагой и теплом между разными частями земного шара формирует погоду каждого региона. Причина перемещения воздушных масс состоит в неодинаковом распределении атмосферного давления и нагревании

Солнцем поверхности суши, океанов, льда на разных широтах, а также в отклоняющем воздействии на воздушные потоки вращения Земли.

Воздух, перемещаясь из одних районов в другие, создаёт систему циркуляционных областей, опоясывающих весь Земной шар. В каждой области свои ветры и своё распределение давления. Циркуляционные области более однородны над океаном, чем над сушей (поверхность океана более однородна), поэтому в Северном Полушарии циркуляция Атмосферы сложнее.

Циркуляционные области формируются между 4 основными широтными поясами:

90°-----высокое давление (больше 760 мм) – полярный пояс;
60° -----низкое давление (меньше 760 мм) – субполярный минимум (хорошо выражен над Сибирью, устойчивый ветер);
30° -----высокое давление (более 760 мм) - субтропический пояс (конские широты, слабый ветер, штиль);
0°-----низкое давление (менее 760 мм) - экваториальная зона затишья (хорошая погода, кучевые облака, грозы).

Наблюдается сезонное смещение поясов высокого и низкого давления. (Данное распределение поясов давления характерно для июня и января).

Глобальная циркуляция имеет характер конвективного переноса от одного пояса давления к другому, но здесь рассматривается, в первую очередь экватор и полюс. Тепло переносится из более низких широт в высокие (теплый воздух движется по верху, а холодный ползёт по низу). Путешествие воздуха от тропиков к полюсу и обратно занимает около 12 дней. Воздух перетекает к полюсам на высоте около 19 км.

Но, главные имеющиеся пояса задаются не только северо-южным движением воздуха, возбуждаемым экваториальным нагревом, но, и восточно-западным – возбуждаемым силой Кориолиса. Если бусинку бросить на вращающуюся пластинку, шарик отлетит от медленного центра к быстрому краю. Вращение Земли должно было бы отбрасывать воздушные массы к экватору, тогда на полюсе было бы постоянно низкое давление, а на экваторе - высокое. Но, всё наоборот. На экваторе самые высокие температуры устанавливают самое низкое давление, а самые низкие температуры на полюсах – постоянно высокое давление. Вращение Земли оказывает своё влияние в поясе между широтой 30 и 60 °: 30° - горы воздуха, высокое давление; 60° - ложбина, низкое давление. Такой порядок держится весной и осенью. Летом и зимой симметрия нарушается. Высокое давление смешается от северного тропика (рака) к южному (тропик козерога) и обратно. За тропической печкой смещается и зона тропически низкого давления, а за ней и все остальные пояса.

Отметим, что это упрощенная картина планетарной циркуляции. Ветер не всегда ходит по одному маршруту. Экваториальный воздух иногда прорывается через пассатное кольцо и добирается до полюса, арктический воздух может добраться до средиземноморского побережья и вызвать весенние заморозки. Подстилающая поверхность Земли (например, материки и океаны) также оказывают большое влияние. Материки летом быстро нагреваются, а зимой выхолаживаются. В сложный круговорот воздуха вливается еще и колесо муссонов, которое летом вращается в одну сторону, а зимой в другую.

Задание 9 – ответить (устно) на контрольные вопросы

1. Где обычно выше давление у поверхности океана, на экваторе или на широте южного и северного тропиков?
2. Что такое конвекция и конвективный перенос воздушных масс?

3. Как влияет подстилающая поверхность на формирование климата?
4. Чем отличаются муссоны и пассаты?

10. Прогноз погоды

Прогнозы погоды – это предвидение погоды на определенный срок - часы, сутки, неделю, месяц, сезон. Прогнозы погоды составляются различными методами – анализ синоптических карт, метод аналогов определенных периодов прошлых сезонов, анализ спутниковой информации, использование современных компьютерных программ.

Синоптическая карта – это географическая карта, на которой условными знаками нанесены результаты одновременных наблюдений многих метеостанций. Анализ синоптических карт это самый старый метод составления прогноза погоды, он позволяет предвидеть изменения погоды на ближайшие 2-3 дня. Прогнозы погоды подразделяются на краткосрочные и долгосрочные. Краткосрочные составляют на несколько часов и сутки, долгосрочные – на три дня, десять дней, месяц, сезон. Для лесохозяйственных целей большое значение имеют долгосрочные прогнозы погоды.

Выделяются следующие виды прогнозов погоды:

авиационный – это прогноз погоды на несколько часов, для его составления необходимо знать свойства Атмосферы в радиусе 1000 км – вероятность прогноза около 90%;

краткосрочный прогноз– на 1 -7 суток: чтобы составить прогноз погоды на 1 сутки – надо знать свойства Атмосферы в радиусе 5000 км (максимально точный прогноз –вероятность до 90%); на 3 суток – во всём Северном полушарии, для прогноза на 7 суток надо знать свойства Атмосферы на всём Земном шаре - вероятность около 65%. Важно, что температуру довольно точно можно предсказать на 10 дней, осадки, труднее, при прогнозировании осадков на 10 дней какая-то точность ещё есть, далее - «мешок случайностей». Т.е. температура достаточно точно предсказывается на 7-10 дн., осадки – на 3 дня;

долгосрочный прогноз на месяц, сезон, год – весьма приблизителен – только статистически.

Таким образом, для составления прогноза погоды необходимы данные по всему Земному шару, совместные усилия всех стран. Поэтому для координации всех действий синоптиков создана Служба погоды.

Все данные по прогнозу погоды проходят через Всемирную Службу Погоды (ВСП), которая входит в состав Всемирной Метеорологической Организации (ВМО). ВМО работает при ООН. Всемирная Метеорологическая Организация организует сотрудничество, обмен информацией, стандартизирует метеорологические методы.

Задание 10 – ответить (устно) на контрольные вопросы:

1. Назначение синоптической карты.
2. Назовите методы составления прогнозов погоды и виды прогнозов погоды.
3. Вероятность прогноза погоды на 3 дня, на 7 дней составляет?
4. Какие функции выполняет Всемирная Служба Погоды, Всемирная Метеорологическая Организация?
5. Назовите проблемы прогнозирования погоды.

11. Основы климатологии

Климатом называется закономерная последовательность атмосферных процессов, которая создается в результате взаимодействия солнечной радиации, атмосферной циркуляции и подстилающей поверхности, т.е. это многолетний режим погоды в данной местности, обусловленный ее географическим положением. Науку о климате называют климатологией. В ее задачи входит изучение климатообразующих факторов, описание климатов Земли, их классификация на основе климатообразующих процессов, изучение климата прошедших эпох, прогноз изменений климата, рациональное использование ресурсов климата в различных отраслях.

Существует несколько определений климата, включающих в себя совокупность физических свойств атмосферы за многолетний период. Например, климат - многолетний режим погоды, обусловленный географическим положением местности. В этих определениях не учитывается биосфера – живое вещество, которое оказывает воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу. Поэтому, климат рассматривается как статистический набор состояний, которые проходит система: океан-суша-атмосфера-биосфера за многолетние периоды.

Изменчивость климатической системы определяется динамичностью составляющих ее компонентов: атмосферы, литосферы, гидросферы, биосферы, криосферы. Все компоненты связывает вода – она может быть в газообразном, жидком и твердом состоянии.

Кроме общего понятия – климат – различают: макроклимат – климат Географической оболочки или зоны; мезоклимат – климат урочища – части ландшафта, микроклимат – климат фации – склон, поляна; фитоклимат – особенности распределения климатических элементов во всем слое растительного покрова, как в наземной, так и в подземной его частях. Эти особенности возникают под влиянием самой растительности на микроклимат приземного слоя воздуха и определяются густотой и мощностью растений, их сомкнутостью.

Климат города - отличается от климата сельской местности наличием загрязняющих веществ, примесей антропогенного значения. Это – уменьшение прозрачности атмосферы, образование острова тепла (интенсивность и размеры изменяются во времени), увеличение осадков на 5-10%, наличие ветровых ущелий между домами, наличие смогов при инверсиях.

К числу основных **климатообразующих факторов** относят

– **солнечную радиацию,**

(Главный энергетический источник – Солнце. Приход энергии на земную поверхность различен в зависимости от широты места. На полюсе годовой приход составляет $28 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$, а на экваторе $129 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$. Важная роль принадлежит радиационному балансу. Значение его зависит от многих факторов – широты места, влияющей на приход суммарной радиации, характера подстилающей поверхности и увлажнения. Наибольшие величины радиационного баланса приурочены к наиболее жарким океаническим районам - тропическим широтам.

Радиационное тепло расходуется на испарение, нагревание воздуха, нагревание почвы и воды. В разных климатических зонах соотношение между элементами наблюдается в широких пределах. В засушливых - весь баланс идет на нагревание воздуха, в океанах затраты тепла велики на испарение).

– **атмосферную циркуляцию,**

(Циркуляция атмосферы создает межширотный обмен воздушных масс. Она совершает – перенос водяного пара от океанов на материк и усложняет схему широтных изменений климата. В зависимости от различий в температуре и влагосодержании преобладающих типов воздушных масс можно выделить семь климатических поясов: 1. Экваториальный, 2. Экваториальных муссонов, 3. Тропический, 4. Субтропический, 5. Умеренный, 6. Субарктический (субантарктический) 7. Арктический (антарктический).

-подстилающую поверхность,

(Подстилающая поверхность показывает большое влияние на радиационный и тепловой балансы, особенно существенно два основных вида – вода и суша, под воздействием их два типа климата: морской и континентальный.

Океан – главный аккумулятор тепла и основной поставщик влаги в атмосферу. Океан – поставщик кислорода (поглощает 55 млрд т, выделяет –61 млрд т). Земля постоянно получает 6 млрд т кислорода ежегодно. Летом влияние моря распространяется далеко вглубь суши, зимой влияние материка на океан. Климаты над морем и побережьем с небольшими годовыми амплитудами – это морской климат; климат над сушей с большими амплитудами – это континентальный климат. Рельеф – горы приводят к формированию горного климата и вертикальной поясности горных стран. С увеличением высоты увеличивается энергетическая освещенность, понижается температура воздуха, уменьшается влажность воздуха. Здесь климат вечного мороза, выше снеговой линии.

Растительность (большие массивы) – влияют на климат прилегающих районов. Растительный покров уменьшает суточную амплитуду температуры почвы и воздуха и снижает среднюю температуру. Также лесные сообщества изменяют силу ветров, отклоняя преобладающее направление, уменьшают поверхностный сток, увеличивают подземный сток).

-океанические течения,

(Океанические течения возникают под действием циркуляции атмосферы и играют важную роль в межширотном переносе тепла. Около 50% общего тепла переносится теплыми течениями из низких широт в высокие. Такие, как Гольфстрим в Европе, Кюросиво вдоль берегов Японии, холодное Приморское вдоль берегов Приморья и другие).

-снежный покров

(Снег препятствует выхолаживанию почвы, обладает большой отражательной способностью, способствует выхолаживанию воздуха и образованию радиационных инверсий температуры. В умеренных широтах снеговой покров существенно влияет на климат, в полярных широтах влияние снегового и ледяного покровов действует непрерывно. Вечный лед и снег покрывают 11% суши, являются своеобразным «холодильником» и создают на Земле ландшафтные зоны вечного холода).

В настоящее время хозяйственная деятельность человека также выделяется как климатообразующий фактор.

Климат любого места имеет индивидуальные и неповторимые свойства, но им присущи и сходные черты. Поэтому возможна их типизация, которая проявляется в предлагаемых классификациях.

Согласно классификации **В. Кеппена** было выделено шесть основных типов по термическим и гидрологическим условиям. Классификация связывает климат и растительный покров в единую систему величин, составляющих данные климатические условия. Эта классификация распространена и в других странах.

По классификации **Б.П. Алисова** было предложено выделять климатические зоны и области исходя из условий общей циркуляции атмосферы, соблюдая порядок широтных поясов.

Классификация **Л.С. Берга** отражает естественные условия, реально существующие в природе и основана на температурном режиме сезонов, годовому количеству осадков и широтным географическим зонам

В основу классификации **М.И. Будыко и А.А. Григорьевой** положено деление климатов по условиям увлажнения, температурным условиям теплого периода, по температурным условиям и снежности зимы холодного периода.

Задание 9 – ответить (устно) на контрольные вопросы, 4 вопрос – кратко, письменно:

1. Назовите основные климатообразующие факторы.
2. Какие морские течения вы знаете?
3. Определите особенности классификации климата по Бергу, Алисову, Кёппену.
4. Назовите особенности климата Западной Сибири, Новосибирской области (приложение 3,4).
5. Почему хозяйственная деятельность человека является климатообразующей?
6. Назовите тенденции изменения климата: искусственные и естественные.

Приложение 1

Таблица значений синусов

h	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
sin h	0,04	0,07	0,10	0,14	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0,34	0,38
h	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
sin h	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70
h	46	48	50	52	54	56	58	60	60	62	62
sin h	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,87	0,89	0,89

Приложение 2

Даты перехода температуры и продолжительность периодов в днях по ГМС «Огурцово»

	Через 0°C	5°C	10°C	15°C
Даты перехода температуры (t°C)	15 апреля 20 октября	28 апреля 4 октября	15 мая 15 сентября	6 июня 23 августа
Продолжительность периода в дн. с t°	>0°C	>5°C	>10°C	>15°C
	178	158	120	69

Приложение 3

Максимальная упругость водяного пара (гПА)

t, ° C	Десятые доли градусов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-9	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9
-8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1
-7	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4
-6	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,6
-5	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9
-4	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,2
-3	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6
-2	5,3	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9
-1	5,7	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,3
-0	6,1	6,1	6,0	6,0	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,7
0	6,1	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5
1	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	6,7	6,7
2	7,0	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,5	7,6
3	7,6	7,6	7,7	7,7	7,8	7,8	7,9	8,0	8,0	8,1
4	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,4	8,5	8,5	8,6	8,7

5	8,7	8,8	8,8	8,9	9,0	9,0	9,1	9,2	9,2	9,3
6	9,4	9,4	9,5	9,5	9,6	9,7	9,7	9,8	9,9	10,0
7	10,0	10,1	10,2	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,6	10,6
8	10,7	10,8	10,9	11,0	11,0	11,1	11,2	11,2	11,3	11,4
9	11,5	11,6	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,0	12,1	12,2
10	12,3	12,4	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,0
11	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9
12	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9
13	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9
14	16,0	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0
15	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	18,0	18,1
16	18,2	18,3	18,4	18,5	18,7	18,8	18,9	19,0	19,1	19,3
17	19,4	19,5	19,6	19,8	19,9	20,0	20,1	20,3	20,4	20,5
18	20,6	20,8	20,9	21,0	21,2	21,3	21,4	21,6	21,7	21,8
19	22,0	22,1	22,3	22,4	22,5	22,7	22,8	23,0	23,1	23,2
20	23,4	23,5	23,7	23,8	24,0	24,1	24,3	24,4	24,6	24,7
21	24,9	25,0	25,2	25,4	25,5	25,7	25,8	26,0	26,1	26,3
22	26,5	26,6	26,8	26,9	27,1	27,3	27,4	27,6	27,8	27,9
23	28,1	28,3	28,5	28,6	28,8	29,0	29,2	29,3	29,5	29,7
24	29,9	30,0	30,2	30,4	30,6	30,8	31,0	31,1	31,3	31,5
25	31,7	31,9	32,1	32,3	32,5	32,7	32,9	33,0	33,2	33,4
26	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,9	35,1	35,3	35,5
27	35,7	35,9	36,1	36,3	36,5	36,8	37,0	37,2	37,4	37,6
28	37,8	38,1	38,3	38,5	38,7	39,0	39,2	39,4	39,6	39,9
29	40,1	40,3	40,6	40,8	41,0	41,3	41,5	41,8	42,0	42,2
30	42,5	42,7	43,0	43,2	43,5	43,7	44,0	44,2	44,5	44,7

Приложение 4

Административная карта Новосибирской области



Приложение 5

Агроклиматические ресурсы Новосибирской области

Зона	Сумма осадков, мм		Безморозный период, дн.	Сумма температур >10 °C	Длительность залегания снега, дн.	Высота снега, см
	за год	за вегетацион. период				
1. Подтайга низменности	450-500	250-280	85-95	1600-1700	175	40-45
2. Подтайга предгорья	400-450	225-250	95-100	1700-1800	170	35-40
3. Северная лесостепь низменности	320-370	175-200	100-120	1800-2000	165	30-35
4. Северная лесостепь предгорья	350-400	200-225	110-120	1800-2000	165	30-35
5. Южная лесостепь низменности	280-330	175-190	120-125	1800-2000	160	25-30
6. Южная степь низменности	250-300	150-170	120-130	2000-2100	155	15-20

Контрольные вопросы для подготовки к экзамену: «Климатология и метеорология»

1. Тенденции изменения климата.
2. История метеорологии и климатологии
3. Происхождение атмосферы. Строение атмосферы.
4. Газовый состав приземного слоя воздуха, почвенный воздух. Значение.
5. Парниковые газы
6. Углекислый газ и сельское хозяйство.
7. Аэрозоли. Загрязнение атмосферы и меры борьбы с ним.
8. Атмосферное давление, формула барометрического нивелирования, барическая ступень.
9. Изобара, горизонтальный барический градиент, плотность атмосферы.
10. Спектральный состав солнечной радиации. Биологическое значение основных частей спектра. ФАР.
11. Радиационный баланс Земли и его составляющие. Альбедо.
12. Продолжительность солнечного сияния.
13. Влияние продолжительности освещения на развитие растений.
14. Повышение использование ресурсов солнечной радиации в сельском хозяйстве.
15. Тепловой баланс Земли. Тепловые свойства почвы.
16. Процессы замерзания и оттаивания почвы. Вечная мерзлота.
17. Методы оптимизации температурного режима почвы.
18. Температура воздуха. Адвекция, конвекция, турбулентность, инверсия.
19. Активные и эффективные температуры, амплитуда, суточный и годовой ход.
20. Вертикальный градиент температуры.
21. Испарения и транспирация, методы регулирования.
22. Условия конденсации и сублимации водяного пара, продукты конденсации.
23. Процесс образования облаков. Классификация облаков.
24. Особенности осадков в НСО.
25. Процесс образования осадков. Активные воздействия на процессы образования осадков и туманов.
26. Снежный покров, характеристики, с.-х. значение.
27. Причины ветра, силы, влияющие на его направление, влияние подстилающей поверхности.
28. Общая циркуляция атмосферы
29. Воздушные массы, атмосферный фронт.
30. Циклон и антициклон, местный ветер.
31. Проблема прогнозов погоды, виды прогнозов погоды.
32. Типы заморозков. Методы прогноза.
33. Климатообразующие факторы.

34. Климаты Земного шара, классификация климатов.
35. Особенности климата России, Новосибирской области - почвенно-климатические зоны НСО.
36. Агроклиматические ресурсы Новосибирской области.
37. Параметры влажности воздуха. Аспирационный психрометр, волосной гигрометр, гигрограф.
38. Виды термометров. Температурные шкалы.
39. Срочный, психрометрический, максимальный и минимальный термометры, термограф, коленчатые термометры, вытяжные термометры.
40. Осадкомер Третьякова, полевой дождемер, весовой снегомер.
41. Константы почвенной влажности, термостатно-весовой способ определения влажности почвы.
42. Флюгер Вильда, анеморумбометр, чашечный анемометр.
43. Психометрическая будка, будка Селянинова и будка самописцев.
44. Гидротермический коэффициент (ГТК)
45. Водный баланс поля
46. Приборы для измерения солнечной радиации.

Составители:

Пономаренко Наталья Венедиктовна
Чеботарева Наталья Анатольевна

Климатология и метеорология

Методические указания по изучению дисциплины
и задания для контрольной работы
студентам заочной формы образования