

Новосибирский ГАУ

Агрономический факультет

# Агрометеорология

Методические указания для практических занятий



Новосибирск 2021

УДК: 551.5:63(07)

ББК: 40.2, я 7

А 26

Кафедра ботаники и ландшафтной архитектуры

Агрометеорология: методические указания для практических занятий/ Новосиб. гос. аграр. ун-т.; сост. Н.В.Пономаренко, Н.А.Чеботарева – Новосибирск, 2021.- 30 с.

**Составители:** доц., канд. с.-х. наук Н.В. Пономаренко, Н.А. Чеботарева

**Рецензент:** канд. с.– х. наук, доц.

каф. агрохимии, почвоведения и земледелия А.Г. Митракова

Методические указания предназначены для практических занятий и самостоятельной работы студентов очной и заочной формы обучения направлений:

35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение (профиль: Агроэкология)

35.03.04 Агрономия (профили: Агрономия, Защита растений, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур)

Утверждена и рекомендована к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол №12 от 15 декабря 2021 г.).

## **Введение**

В данных методических указаниях представлены основные темы дисциплины «Агрометеорология». Предложены практические работы, в которых представлены конкретные задачи для закрепления теоретических навыков по агрометеорологическому прогнозированию, определению основных метеорологических показателей, по расчету характеристик влажности воздуха, почвы и т.д. Кроме того, изложены правила работы с метеорологическими приборами и правила обработки полученных данных. Представлены задания для самостоятельной работы студентов.

## Работа 1. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

1. Дать определение нормального атмосферного давления, указать единицы измерения.
2. Изучить и описать устройство барометра – анероида.
3. Произвести отсчет атмосферного давления воздуха по анероиду и определить исправленную величину давления (с учетом поправок).

Для этого определить:

- а) температуру воздуха (см. задание);
- б) давление по анероиду (в мм или гПа);
- в) поправку:  
на температуру;  
шкалу;  
добавочную поправку (по поверочному свидетельству прибора);
- г) исправленное давление.

4. Привести давление к уровню моря, используя формулу барометрического нивелирования (сделать вывод):

$$P_0 = \frac{P(H + 16000)}{16000 - H},$$

где  $P_0$  – приведенное давление, гПа;

$H$  - высота местности, м (см. задание);

$P$  - давление на высоте  $H$ , гПа.

### Задача для самопроверки (Исходные данные по вариантам – выдается на занятиях.)

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 (Примечание: в

формулу подставляется среднее значение температуры, например:

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2}.$$

ПРИМЕР:

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

## **Работа 2. ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВЫ**

1. Описать виды термометров, температурные шкалы.
2. Изучить и описать устройство термометров для измерения температуры почвы: максимальный, минимальный термометры, коленчатые, вытяжные, термометр-щуп АМ-6, АМ-15, трость агронома, подробно освоить правила установки приборов и измерений по ним .

## **Работа 3. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА**

1. Изучить и описать приборы для измерения температуры воздуха (психрометрический и срочный термометры, термограф (с. 48-50)).
2. Описать психрометрическую будку, будку Селянинова, будку самописцев (с. 50-51).

Контрольные вопросы:

1. Сколько термометров устанавливается в психрометрической будке?
2. Принцип действия максимального термометра.
3. Принцип действия минимального термометра.
4. Почему в коленчатых термометрах есть вата.
5. Какой из термометров измеряет глубину рыхлого слоя почвы?
6. Почему максимальный термометр устанавливается под наклоном?
7. Почему приборы в психрометрической будке устанавливают на высоте 2м.?
8. У какого прибора приемником является биметаллическая пластинка?
9. Почему не все термометры могут измерить температура ниже -36 °С?

#### Работа 4. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА (психрометрический метод)

1. Дать определение характеристик влажности воздуха.
2. Изучить и описать устройство аспирационного психрометра.
3. Провести измерения и вычислить величины, характеризующие влажность воздуха.

Для этого определить:

- а) температуру сухого термометра ( $t$  °C);
- б) температуру смоченного термометра ( $t'$  °C);
- в) упругость водяного пара ( $e$ , гПа) по формуле:

$$e = E' - AP (t - t'),$$

где  $E'$  - максимальная упругость при  $t'$  (прил.1)

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

$P = 1000$  гПа ( атмосферное давление).

Пример: если  $t' = 18,5^\circ\text{C}$ , то  $E' = 21,3$  гПа;

- г) относительную влажность воздуха ( $f$ , %):

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

где  $E$  - максимальная упругость при  $t$  ;

- д) дефицит влажности воздуха ( $d$ , гПа)

$$d = E - e;$$

- е) точку росы ( $\tau_{\text{e}}^\circ$ ).

Пример: если  $e = 13,8$  гПа, то  $\tau_{\text{e}}^\circ = 11, 7^\circ\text{C}$  (прил. 1).

#### Решить задачу:

(самоконтроль)

$f, \% = 75\%$   $t^\circ = 15^\circ\text{C}$ ;

Будет ли туман?, если  $t^\circ\text{C} \leq$  на  $5^\circ\text{C}$ , на 2; на 4; не 7, 3,  $\geq$  на  $5^\circ\text{C}$

Возьмите любой вариант, задача для вашего понимания!

## Работа 5. ГРАФИК ГОДОВОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

1. По исходным данным построить график годового хода температуры воздуха.
2. Определить амплитуду годового хода температуры за год.
3. Определить даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C, через 5°C, через 10, 15°C, сравнить с нормой (прил. 3).
4. Вычислить продолжительность периодов ( дней) с температурой выше 0°C, выше 5°, выше 10 и 15°C , сравнить с нормой для ГМС «Огурцово» Новосибирской области ( прил.3).
5. Вычислить продолжительность в днях вегетативной весны и вегетативной осени.

При построении графика рекомендуется следующий масштаб: по оси ординат в 1 см - 2°C, по оси абсцисс (вторая ось): 1 см – 10% ( относительная влажность), по оси абсцисс в 1 см - 1 месяц или 30-31 день.

Среднемесячную температуру относить к 15-му числу каждого месяца, полученные точки соединять плавной кривой. Пример построения графика приведен на рис.1 (исходные данные прил.2).

Амплитуда годового хода температуры определяется, как разность средних температур самого теплого и самого холодного месяцев. В нашем примере она составит  $A = 19 - (- 18,8) = 37,8^{\circ}\text{C}$ .

Для определения дат перехода температуры воздуха через 0 , 5 ,10 и 15°C через указанные значения температуры проводят горизонтальные линии. Из точек пересечения этих линий с кривой температуры опускают перпендикуляры на ось абсцисс. Продолжительность периодов с температурой выше 0, 5, 10 и 15°C вычисляют как интервал времени между датами перехода температуры через соответствующие пределы.

Суммы активных температур (это  $t > 10^{\circ}\text{C}$ ) вычисляют следующим образом: подсчет суммы активных температур за месяц, в котором средняя температура была выше 10 °C, производят умножением среднемесячной температуры на число дней в данном месяце. Например, среднемесячная температура июня составляет 16,7°C. Следовательно, сумма активных температур за июнь:

$$\Sigma t_{\text{акт.}} = 16,7 \times 30 \text{ дн.} = 501^{\circ}\text{C}.$$

Для первого и последнего месяцев периода активной вегетации, среднемесячная температура которых ниже 10 °C, сумму активных температур вычисляют с помощью графика годового хода

температуры воздуха. В нашем примере первым месяцем активной вегетации является май. Согласно графику, температура воздуха до 10 °С поднялась 17 мая, а к 31 мая составила 12° С. Сначала нужно вычислить среднесуточную температуру за 14 дней мая с достаточной степенью точности:

$$t_{\text{ср.}} = \frac{10,0 + 12,0}{2} = 11^{\circ}\text{С.}$$

Затем можно вычислить сумму активных температур за май  $\Sigma t_{\text{акт.}} = 11^{\circ}\text{С} \times 14 \text{ дн.} = 154^{\circ}\text{С}$ . Аналогично образом вычисляют и сумму 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 2196 °С).

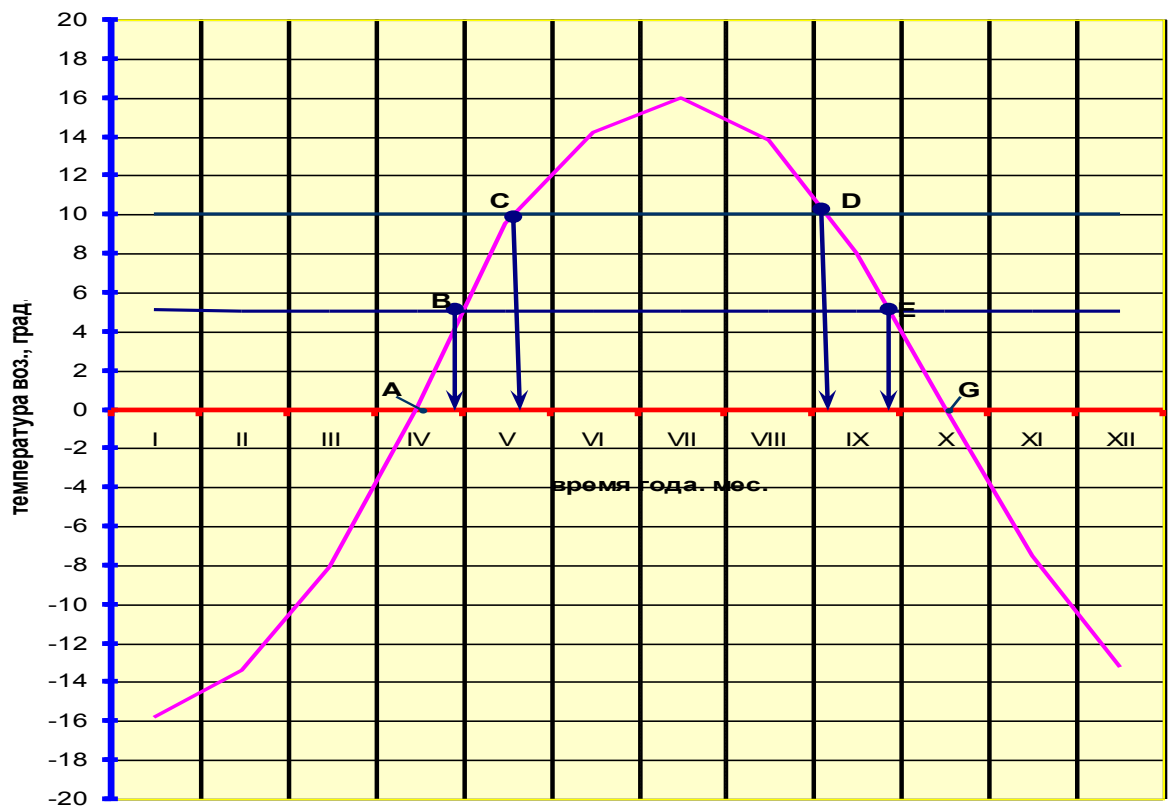


Рис.1. Годовой ход температуры воздуха



## Работа 6. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА (гигрометрический метод)

1. Изучить и описать устройство волосного и пленочного гигрометров, гигрографа .
2. Провести измерения по волосному гигрометру и определить величины, характеризующие влажность воздуха.

Для этого определить:

- а) температуру воздуха ( $t^{\circ}\text{C}$ )
- б) относительную влажность по гигрометру ( $f\%$ );
- в) истинную относительную влажность ( $f_{\text{ист.}}$ ) .

Пример: если  $f = 75\%$ , то  $f_{\text{ист.}} = 73\%$ ;

- е) упругость водяного пара ( $e$ , гПа) по формуле:

$$e = \frac{f_{\text{ист.}} E}{100\%},$$

где  $E$  – максимальная упругость при  $t$  ( прил. 1);

- д) дефицит насыщения ( $d$ , гПа)

$$d = E - e;$$

- е) точку росы ( $\tau_{\text{e}}^{\circ}$ ) ( прил.1)

Пример: если  $e = 9,0$  гПа, то  $\tau_{\text{e}}^{\circ} = 5,5^{\circ}$  .

### Контрольные вопросы:

1. Какие приборы служат для определения влажности воздуха?
2. Как влажность воздуха влияет на условия произрастания сельскохозяйственных культур?
3. Принцип действия аспирационного психрометра?
4. Что такое относительная влажность воздуха, оптимальная влажность в помещении?
5. Для чего служит волосной гигрометр, гигрограф.
6. Назовите оптимальную влажность воздуха при хранении картофеля?
7. Как создать туман?
8. Почему на окнах происходит конденсация водяного пара? И почему этого не происходит

## Работа 7. ОСАДКИ И СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ

1. Изучить и описать осадкомер Третьякова, плювиограф, полевой дождемер .
2. Изучить и описать весовой снегомер, правила измерения высоты снежного покрова, плотности снега и запасов воды в нем .
3. Измерить по весовому снегомеру:
  - а) высоту снега по шкале на цилиндре или переносной рейкой (Н, см);
  - б) число делений на линейке снегомера, соответствующее массе пустого цилиндра ( n<sub>1</sub>, мм);
  - в) число делений на линейке снегомера, соответствующее массе цилиндра и снега ( n<sub>2</sub>, мм).

### 4. Определить:

- а) плотность снега (d, г/см<sup>3</sup>):

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

где n = n<sub>2</sub> - n<sub>1</sub> - число делений на линейке снегомера, соответствующее массе снега, мм;  
5 – одно деление линейки, соответствует 5 г;  
50 – площадь поперечного сечения цилиндра 50 см<sup>2</sup>;

- б) запасы воды (Z, мм):

$$Z = 10Nd;$$

- в) сравнить со среднегодовыми значениями Z и сделать вывод, перевести в м<sup>3</sup>/га.

Контрольные вопросы:

1. Единицы измерения атмосферных осадков?
2. Как можно измерить атмосферные осадки на огороде, даче- простейший способ?
3. Каким прибором измеряют продолжительность и интенсивность осадков.
4. Когда больше плотность снега в начале или конце зимы?
5. Назовите среднегодовые запасы воды в снежном покрове в Новосибирской области.
6. Назовите высоту снега ( норма по ГМС Огурцово – Новосибирск)
7. Сколько осадков выпадает у нас, сколько из них в виде снега?
8. Что означают непродуктивные осадки?
9. Почему у нас плохо впитывается снеговая вода, от 75 до 90% стекает?
10. Какие вы знаете методы снегозадержан

### Работа 8. СКОРОСТЬ И НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА

1. Изучить и описать флюгер Вильда, ручной, чашечный и крыльчатый анемометры, анеморумбометр и правила измерения по ним .
2. Измерить скорость ветра ручным анемометром:
  - а) установить анемометр перпендикулярно направлению ветра;
  - б) отключить счетчик, поставив арретир в нижнее положение, записать показание прибора –  $K_1$ ;
  - в) включить счетчик, через 100 секунд арретир вернуть в нижнее положение, записать показания прибора –  $K_2$ . Заполнить таблицу.

Отсчеты		Разность $K_2 - K_1$	Кол-во, с	Кол-во делений счетчика в 1 с	Скорость ветра, м/с (по поверочному свидетельству)
$K_1$	$K_2$				

## Работа 9. РОЗА ВЕТРОВ

1. По данным повторяемости ветра построить розу ветров.
2. Проанализировать розу ветров, определить:
  - а) преимущественное направление ветра,
  - б) количество дней с данным направлением ветра,
  - в) количество дней с С и СВ ветром (возможность суховеев).
- г) дни с опасной скоростью ветра ( $V > 3$  м/с)

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

На рис. 2 приведен образец розы ветров, построенной по исходным данным (прил. 4).

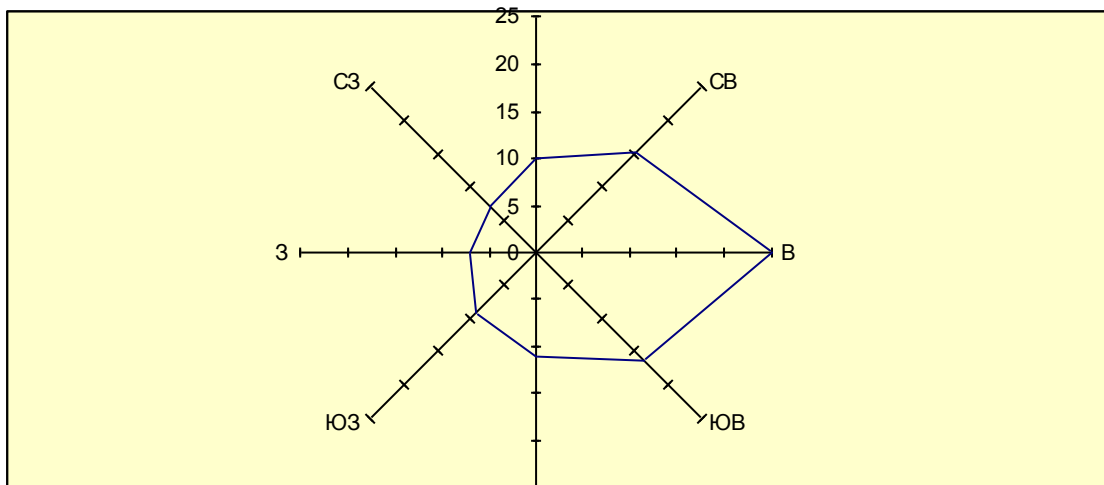


Рис. 2. Роза ветров

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

Пример расчета: 31 дн. – 100%  
х дн. - 25%;      х = 7,75 дн.

количество дней с С и СВ - 8 .

### Работа 10. АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УВЛАЖНЕНИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

1. Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК):

$$ГТК = \frac{\sum p_{10}}{\sum t},$$

где  $\sum p$  – сумма осадков за период с температурой больше 10°C, мм;

$\sum t$  – сумма температур за этот же период, °С.

2. Коэффициент увлажнения Бовы ( $K_B$ ):

$$K_B = \frac{10(W_{\text{пр}} + \sum P)}{\sum t}$$

где  $W_{\text{пр}}$  – запас продуктивной влаги весной в слое почвы 0-100 см, мм;

$\sum P$  – количество осадков от начала весны до момента отсчета, мм;

$\sum t$  – сумма температур от даты перехода воздуха через 0°C ;

если  $K_B < 1,5$  – засушливый период.

3. Коэффициент влагообеспеченности Шашко (К):

$$K = \frac{\sum P}{\sum d}$$

где  $\sum P$  – годовое количество осадков, мм;

$\sum d$  – годовая сумма дефицитов насыщения, мм.

Зоны увлажнения	ГТК	К
Избыточно влажная	1,6	0,60
Влажная	1,6-1,3	0,60-0,45
Слабозасушливая	1,3-1,0	0,45-0,35
Засушливая	1,0-0,7	0,35-0,25
Очень засушливая	0,7-0,4	0,25-0,15
Сухая	0,4	0,15-0,10

3. Определить ГТК, пользуясь агрометеорологическими бюллетенями (пример таблицы из агрометеорологических бюллетней дан ниже):

а) выбрать температуру и осадки конкретного месяца и определить среднемесячные значения (норму);

б) определить ГТК за данный месяц и ГТК по норме, сравнить, сделать вывод, определить зону увлажнения.

Заполнить таблицу.

ГМС	Среднемесячная $t^{\circ}C$	Отклонение от нормы $\Delta t^{\circ}C$	Осадки сумма, мм (P)	От нормы осадков ( $\Delta P$ ), %	Норма осадков, мм $P_n$	Норма $t_n^{\circ}C$

Пример : если  $t = 20^{\circ}C$ ,  $\Delta t = -1,8^{\circ}C$ , то  $t_n^{\circ}C = 21,8^{\circ}C$ , если сумма осадков  $P = 80$  мм,

$$\Delta P = 89\%, \text{ то } P = \frac{80 \times 100\%}{89\%} = 90 \text{ мм (норма осадков составляет 100\%).}$$

ГТК за данный месяц \_\_\_\_\_

ГТК по норме \_\_\_\_\_

Зона увлажнения \_\_\_\_\_

**Температура воздуха и осадки в сравнении с нормой**  
за июль 2019 года

Станция	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
	Декады			Средне- месячная	Отклонен от нормы	Декады			Сумма за месяц	% от нормы
	I	II	III			I	II	III		
Кыштовка	18,4	20,8	18,6	19,3	0,9	31	4	3	38	64
Северное	18,9	20,7	18,3	19,3	0,9	17	12	3	32	49
Усть-Тарка	18,8	21	18,9	19,6	0,6	15	7	0,8	22,8	44
Венгерово	19,3	21,5	19,5	20,1	0,6	41	0,7	12	53,7	110
Татарск	19,2	21,4	20,1	20,2	0,6	15	3	0,4	18,4	34
Чаны	19,5	21,2	19,7	20,1	0,7	11	0,9	0	11,9	22
Барабинск	19,6	20,6	19,1	19,8	0,6	7	10	4	21	35
Квашинино	20,6	22,2	20,6	21,1	0,9	3	4	7	14	23
Здвинск	19,5	20,6	19,3	19,8	0,3	8	16	7	31	59
Каргат	19,1	19,6	18,2	19	-0,1	10	14	0,7	24,7	43
Убинское	18,7	19,3	17,8	18,6	-0,2	13	18	18	49	85
Крещенка	19	19,3	17,6	18,6	0,3	12	54	0,5	66,5	119
Довольное	19,1	19,4	18,7	19,1	-0,2	8	13	6	27	44
Кочки	19	19,8	18,5	19,1	-0,2	12	21	0	33	49
Купино	19,3	21,2	20,1	20,2	0,1	8	4	4	16	31
Баган	19,5	21,5	20,6	20,5	0,1	13	0,9	3	16,9	31
Чистоозерное	19,7	22	20,9	20,9	0,7	4	1	1	6	11
Карасук	20	22,2	21,1	21,1	0,4	15	3	4	22	36
Краснозерск	19,5	21	20,1	20,2	0,4	2	2	0,3	4,3	7
Чулым	19,1	19,4	18,2	18,9	-0,1	11	15	0,4	26,4	46
Ужаниха	18,9	18,8	17,9	18,5	-0,2	4	26	0	30	48
Колывань	19,6	19,5	18,4	19,2	0,1	17	77	0	94	157
Болотное	19,6	18,8	17,7	18,7	-0,2	11	17	0,6	28,6	44
Тогучин	19,7	18,9	17,7	18,8	-0,1	3	31	2	36	51
Огурцово	19,7	19,6	18,2	19,2	-0,2	32	64	2	98	161
Мошково	19,7	18,4	17,9	18,7	0,1	14	36		50	75
Коченево	19,7	19,3	18,4	19,1	-0,2	6	77	0	83	141
Ордынское	19,7	20,1	18,7	19,5	-0,3	18	43		61	95
Посевная	18,9	18,6	17,8	18,4	-0,3	13	35	3	51	71
Маслянино	18,5	18,5	17,1	18	-0,3	6	37	2	45	75
Искитим	20,9	20,8	19	20,2	0,8	12	56		68	110
Сузун	19,3	20,2	18,4	19,3	0	7	34	0,8	41,8	70

### Работа 11. ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ

1. Изучить и описать агрогидрологические показатели влажности почвы.
2. Изучить способы определения влажности почвы (подробно термостатно-весовой способ).
3. Определить влажность почвы, имея исходные данные, установленные термостатно-весовым способом (см. исходный материал), установить необходимость полива. Для этого определить:

а) влажность почвы в процентах от массы абсолютно сухой почвы (r %):

$$r = \frac{a}{b} * 100\% ,$$

где  $a$  - испарившаяся вода;

$$a = b_1 - b_2 ,$$

где  $b_1$  - масса почвы до высушивания,

$b_2$  - после высушивания;

$b$  - абсолютно сухая почва,

где  $b = b_2$  - масса буюса;

б) влажность почвы  $W$ , м<sup>3</sup>/га:

$$W = 100 H \times r \times \alpha,$$

где  $H$ - слой почвы, м;  $\alpha$  – объемная масса почвы, г/см<sup>3</sup>;

в) влажность минимальную или влажность разрыва капилляров  $W_{ВРК}$ :

$$W_{ВРК} = 70-80\% W_{НВ},$$

где  $W_{НВ}$  – предельная полевая влагоемкость, величина постоянная (смотри. исходные данные);

г) сравнивая  $W$  и  $W_{ВРК}$ , если необходим полив ( $W < W_{ВРК}$ ), определить поливную норму  $m$ , м<sup>3</sup>/га:

$$m = W_{НВ} - W.$$

## Работа 12. ВОДНЫЙ БАЛАНС ПОЛЯ

По формуле водного баланса определить:

а) фактическую урожайность ( $Y_{\phi}$ , ц/га), зная коэффициент водопотребления

( $K$ ), количество выпавших осадков за вегетационный период ( $P$ , мм), весенние и осенние запасы влаги в почве ( $W_B$  и  $W_{Oc}$  мм) :

$$Y_{\phi} = \frac{10P(1 - \delta) + 10(W_B - W_{Oc}) \pm W_{Гр.В.}}{K},$$

где 10 – перевод мм в м<sup>3</sup>/га;

$\delta$  – непродуктивные осадки (<5 мм) –  $\delta = 0,25$ ;



$W_{гр.в.}$  – влажность грунтовых вод, мм

(если грунтовые воды залегают ниже 3 м, то  $W_{гр.в.} = 0$ , если на глубине 1 м -  $W_{гр.в.} = 2000 \text{ м}^3/\text{га}$ );

б) дополнительное количество воды ( $M$ ,  $\text{м}^3/\text{га}$  – оросительная норма), необходимое для обеспечения планируемой урожайности ( $Y_{пл.}$ )

$$M = Y_{пл.} K - [10 P (1 - \delta) + 10 (W_B - W_{Ос.}) \pm W_{гр.в.}] .$$

### Работа 13. ПРОГНОЗ ЗАПАСОВ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ К НАЧАЛУ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

1. Изучить способ прогнозирования запасов влаги к началу вегетационного периода

2. Определить ожидаемые запасы влаги в почве весной ( $W_{Вес.}$ ).

Для этого найти:

а) сумму выпавших ( $P$ ) и ожидаемых ( $P_1$ ) осадков (см. исходные данные) –  $X$  (мм):

$$X = P + P_1;$$

б) дефицит запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы осенью –  $\Delta W$ (мм):

$$\Delta W = W_{НВ} - W;$$

где  $W_{НВ}$  – предельная полевая влагоемкость, мм;

$W$  – фактическая влажность в момент установления отрицательных среднесуточных температур осенью, мм;

в) изменение запасов продуктивной влаги по формуле Разумовой –  $y$ , мм:

$$y = 0,115x + 0,56 \Delta W - 20;$$

г) ожидаемые запасы влаги к началу вегетационного периода:

$$W_{Вес.} = y + W, \text{ мм.}$$

3. Дать оценку ожидаемых запасов влаги.

Для этого:

а) сравнить с  $W_{НВ}$  ( найти в % от  $W_{НВ}$ ) и сделать вывод;

б) учитывая коэффициент водопотребления ( $K$ ,  $\text{м}^3/\text{ц}$ ) и влажность завядания ( $W_{ВЗ}$ ), определить урожайность ( $Y$  ц/га), которую может обеспечить  $W_{Вес.}$  :

$$Y = \frac{10(W_{Вес.} - W_{ВЗ})}{K} .$$

## Работа 14. ЗАМОРОЗКИ И ИХ ПРЕДСКАЗАНИЕ

1. Дать определение заморозков, описать их типы и условия возникновения.
2. Изучить и описать способы предсказания заморозков по Броуну и Михалевскому.
3. Предсказать вероятность и интенсивность заморозков по метеорологическим данным.

### **По способу Броунова**

(используя данные температуры воздуха в 13 и 21 час и график зависимости вероятности заморозка в процентах от разности температур воздуха в 13 и 21 час и температуры в 21 час - см. карточку).

**По способу Михалевского**

а) определить минимальную температуру воздуха ( $M_B$ ) и почвы ( $M_{\Pi}$ ) по формулам:

$$\begin{aligned} M_B &= t_1 - (t - t') \times C, \\ M_{\square} &= t_1 - (t - t') \times 2C; \end{aligned}$$

где  $t$  и  $t'$  – температура сухого и смоченного термометров в 13 часов;

C - коэффициент, зависящий от влажности воздуха (см. справочный материал, прил. 5);

б) учесть влияние облачности (А), если  $A < 4$  баллов – ( $-2^{\circ}\text{C}$ ), т.е.  $M_B$  и  $M_P$  уменьшаем на  $2^{\circ}\text{C}$ , если  $4 \leq A < 7$  –  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $A \geq 7$  баллов увеличиваем на  $2^{\circ}\text{C}$ ;

в) учесть влияние местоположения (см. справочный материал, прил.6);

г) определить вероятность заморозка с учетом поправок ( $M'_B$  и  $M'_П$ ), если  $M'_B$  и  $M'_П > 2^\circ\text{C}$  - заморозка не будет, если  $-2^\circ\text{C} \leq M < 2$  - вероятен;  $M'_B$  и  $M'_П < -2$  - ночью будет заморозок. Заполнить таблицу.

[illegible]

## Работа 15. ПРОГНОЗ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

1. Ознакомиться с фазами развития растений.
2. Изучить показатели теплообеспеченности района, зоны.
3. Изучить способы составления прогнозов сроков созревания зерновых культур
4. Определить дату восковой спелости двумя способами.

**Первый способ:** через 10 дней после фазы колошения составляют прогноз, суммируя фактические температуры воздуха за эти 10 дней ( $\Sigma t_{\text{факт.}}, ^\circ\text{C}$ ) и ожидаемые ( $\Sigma t_{\text{прог.}}, ^\circ\text{C}$ ) до достижения необходимой суммы эффективных температур (А).

**Второй способ:** по формуле:

$$D = D_1 + \frac{A}{t - B},$$

где D – дата восковой спелости;

D<sub>1</sub> - дата фазы колошения ;

A - сумма эффективных температур,  $^\circ\text{C}$ ;

t - температура воздуха по прогнозу,  $^\circ\text{C}$ ;

B - биологический минимум,  $^\circ\text{C}$ .

### Заполнить таблицу

D <sub>1</sub>	$\Sigma t_{\text{факт.}}, ^\circ\text{C}$ за 10 дней	$\Sigma t_{\text{прог.}}, ^\circ\text{C}$	A	B	Продолжительность межфазного периода, n, дней	Даты прогнозируе- мой фазы
1-й способ						
2-й способ						

Примечание: для первого способа

$$n = \frac{A - \sum t_{\text{прог.}}}{t_{\text{прог.}}} + 10 \text{ дн.}$$

для второго способа

$$n = \frac{A}{t_{\text{прог.}} - B}$$

где  $D = D_1 + n'$

5. Определить дату полной спелости (переход к фазе полной спелости сопровождается подсыханием зерна, которое определяется дефицитом влажности воздуха, т.е. установлена

зависимость между скоростью подсыхания зерна в процентах и среднесуточным дефицитом влажности воздуха)

Дата фазы восковой спелости

Дни после фазы восковой  
спелости

Дефицит влажности воздуха (мб)

Процент подсыхания зерна ( см. справочный  
материал кафедры)

Суммы процентов подсыхания зерна  
(нарастающий  
итог)

Дата полной  
спелости

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

**Агрометеорологическая характеристика вегетационного периода 20 ... г.  
по ГМС « \_\_\_\_\_ » в приложении к требованиям сельскохозяйственных культур**

1. Выбрать из агрометеорологических бюллетеней **данные по температуре и осадкам** (среднемесячные и декадные) за год, определить среднемноголетние значения (норму). Данные занести в табл. 6.

2. **Построить график хода метеозлементов:** температуры и осадков ( $t$ ,  $p$ ) по фактическим и среднемноголетним данным за год.

3. **Определить амплитуду** температурных колебаний за год, за вегетационный период (май – сентябрь) по фактическим данным. Сравнить с нормой.

4. Определить почвенно-климатическую зону Новосибирской области, в которой расположен данный пункт, дать ее краткую характеристику (прил. 11). Выделить данный пункт на представленной ниже карте Новосибирской области (прил.12).

5. Определить:

а) **даты перехода температуры через 0, 5, 10, 15°C** по фактическим данным и по норме (по годовому графику, с использованием графика по декадам), т. е. определить даты окончания и начала зимы, даты начала и окончания полевых работ, даты начала и окончания периода активной вегетации, даты начала и окончания лета. Сравнить фактические даты со среднемноголетними и сделать вывод;

б) **продолжительность периода в днях с температурой больше 0, 5, 10, 15°C**, сравнить с нормой, сделать вывод;

в) **сумму температур больше 10°C** фактических, по норме, в зоне; сравнить, сделать вывод;

г) **сумму осадков** фактических по норме, в зоне; сравнить, сделать вывод;

6. Выделить:

а) даты установления устойчивого снежного покрова, схода снежного покрова, сравнить с нормой;

б) высоту снежного покрова по месяцам, построить график, описать;

в) весенние и осенние запасы влаги, оценить (май, сентябрь -  $W_v$ ;  $W_{oc}$ ).

9. Оценить **степень благоприятности** агрометеорологических условий в данном году для цветочно-декоративных культур, дать **рекомендации** по применению различных агротехнических мероприятий, направленных на максимальное использование благоприятных факторов и уменьшение влияния неблагоприятных.

[illegible]

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

Максимальная упругость водяного пара (гПА)

t	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 2

Температура (t°С) и относительная влажность воздуха (f,%) по ГМС «Огурцово»

	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t°С	-18,8	-17,3	-10,1	1,5	10,3	16,7	19	15,8	10,1	-1,9	-9,2	-16,5
f, %	92	88	78	80	67	57	55	68	72	80	82	97

## Приложение 3

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

	Через 0°С	5°С	10°С	15°С
Даты перехода	15 апреля	28 апреля	15 мая	6 июня



температуры ( $t^{\circ}\text{C}$ )	20 октября	4 октября	15 сентября	23 августа
Продолжительность периода в дн. с $t^{\circ}$	$>0^{\circ}\text{C}$	$>5^{\circ}\text{C}$	$>10^{\circ}\text{C}$	$>15^{\circ}\text{C}$
	178	158	120	69

#### Приложение 4

Повторяемость ветра по ГМС «Огурцово»

Январь	Повторяемость ветра, %							
Направление	с	св	в	юв	ю	юз	з	сз
к, %	10	15	25	16	11	9	7	7

#### Приложение 5

Значение коэффициента С в зависимости от влажности воздуха

Относительная влажность, f%	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Коэффициент С	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0
Относительная влажность, f%	75		80		82		85	88	90	93	96	100
Коэффициент С	2,5		3,0		3,2		3,5	3,8	4,0	4,3	4,6	5,0

#### Приложение 6

Изменение интенсивности заморозков в зависимости от местоположения

Местоположение	Изменение интенсивности заморозка, $^{\circ}\text{C}$
Вершины и верхние части склонов	Около +2
Долины в холмистой местности	-1,5... -2
Долины в горах	-2
Котловины	-4... -5
Поляны	около -2
Острова и побережья	+2
Города	+2... +3

#### Приложение 7

Почвенно-климатические зоны Новосибирской области

Зона	Сумма осадков, мм	Безморозный период, дн.	Сумма температур $>10^{\circ}\text{C}$	Длительность залегания снега, дн.	Высота снега, см
------	-------------------	-------------------------	--	-----------------------------------	------------------

	за год	за вегета- цион. 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

#### Рекомендуемая литература:

Глухих М.А. Агрометеорология: Учебное пособие. – Спб.: Издательство «Лань», 2018. – 200 с. ЭБС «Лань»;

Глухих М.А. Практикум по агрометеорологии: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2020. – 136 с. ЭБС «Лань»;

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

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

Агрометеорология: справ. пособие/ Новосиб. гос. аграр. ун-т; Сост. Н.В.Пономаренко. - Новосибирск, 2017. – 55 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)

Журина Л.Л. Агрометеорология: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2012. – 368 с. – 20 экз.

Электронное издание на CD-R «Пономаренко Н.В. Агрометеорология: электронное учебное пособие» (2012 Новосибирский государственный аграрный университет) номер государственной регистрации 0321300377

Учебно-методические материалы в виде электронных ресурсов размещены на сайте агрономического факультета НГАУ nгау. рф или [www. nsau. edu.ru](http://www.nsau.edu.ru).

Ежемесячный информационный бюллетень :Изменение климата [www.global-climate-change.ru](http://www.global-climate-change.ru)

Составители: Пономаренко Наталья Венедиктовна  
Чеботарева Наталья Анатольевна

Агрометеорология  
Рабочая тетрадь для практических занятий

