

Новосибирский ГАУ

Агрономический факультет

Агрометеорология

Методические указания для лабораторных занятий



Новосибирск 2017

УДК: 551.5:63(07)

ББК: 40.2, я 7

А 26

Кафедра ботаники и ландшафтной архитектуры

Агрометеорология: методические указания для лабораторных занятий/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном.факультет; сост. Н.В.Пономаренко, Чеботарева Н.А. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2017.- 30 с.

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

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

Методические указания (рабочая тетрадь) предназначены для лабораторных занятий студентов очной и заочной формы обучения по дисциплине: «Агрометеорология», направления подготовки:

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

35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение (профиль: Агроэкология)

20.03. 02 Природообустройство и водопользование

35.03.10 Ландшафтная архитектура

Утверждена и рекомендована к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол № 8 от 31 октября 2017 г.).

Введение

В данных методических указаниях, в виде рабочей тетради 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.

Работа 1. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

1. Дать определение нормального атмосферного давления, указать единицы измерения.
2. Изучить и описать устройство барометра – anerоида (Практикум, с.89-90).
3. Произвести отсчет атмосферного давления воздуха по anerоиду и определить исправленную величину давления (с учетом поправок).

Для этого определить:

- а) температуру воздуха (см. задание);
- б) давление по anerоиду (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.

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 (Практикум, с.34-44).

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).

Работа 4. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА (психрометрический метод)

1. Дать определение характеристик влажности воздуха.

2. Изучить и описать устройство аспирационного психрометра (Практикум по агрометеорологии, далее Практикум, с.54-63).

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' (Практикум, с.177, табл.3, прил.1 данной методички)

$A = 0,000662$ (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 (Практикум, с.177);

д) дефицит влажности воздуха (d , гПа)

$$d = E - e;$$

е) точку росы (τ_{e}°).

Пример: если $e = 13,8$ гПа, то $\tau_{\text{e}}^\circ = 11,7^\circ\text{C}$ (Практикум, с.177, табл.3, прил. 1).

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:

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

Затем можно вычислить сумму активных температур за май $\Sigma t_{\text{акт.}} = 11^{\circ}\text{C} \times 14 \text{ дн.} = 154^{\circ}\text{C}$. 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).

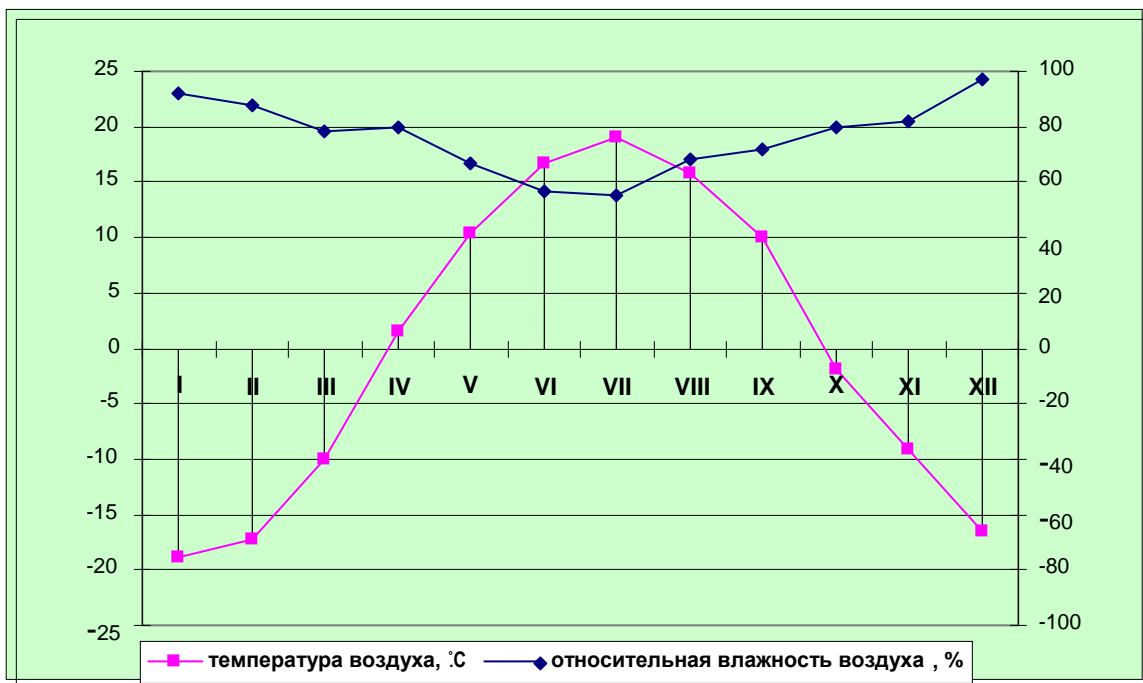


Рис.1. Динамика изменения температуры и относительной влажности воздуха

Работа 6. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА (гигрометрический метод)

1. Изучить и описать устройство волосного и пленочного гигрометров, гигрографа (Практикум, с. 63-66).

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 ($f_{\text{ист.}}$) (Практикум, с. 64, рис. 34).

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 (Практикум, с.177, прил. 1);

д) дефицит насыщения (d , гПа)

$$d = E - e;$$

е) точку росы (τ_{e}°) (Практикум, с. 177, прил.1)

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

Работа 7. ОСАДКИ И СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ

1. Изучить и описать осадкомер Третьякова, плювиограф, полевой дождемер (Практикум, с. 74-79).
2. Изучить и описать весовой снегомер, правила измерения высоты снежного покрова, плотности снега и запасов воды в нем (с. 79-83).
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_1 , мм);
 - в) число делений на линейке снегомера, соответствующее массе цилиндра и снега (n_2 , мм).

4. Определить:

- 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):

$$Z = 10Hd;$$

- в) сравнить со среднегодовыми значениями Z и сделать вывод, перевести в м³/га.

Работа 8. СКОРОСТЬ И НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА

1. Изучить и описать флюгер Вильда, ручной, чашечный и крыльчатый анемометры, анеморумбометр и правила измерения по ним (Практикум, с. 94-99).
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 рисунке 2 приведен образец розы ветров, построенной по исходным данным (прил. 4).

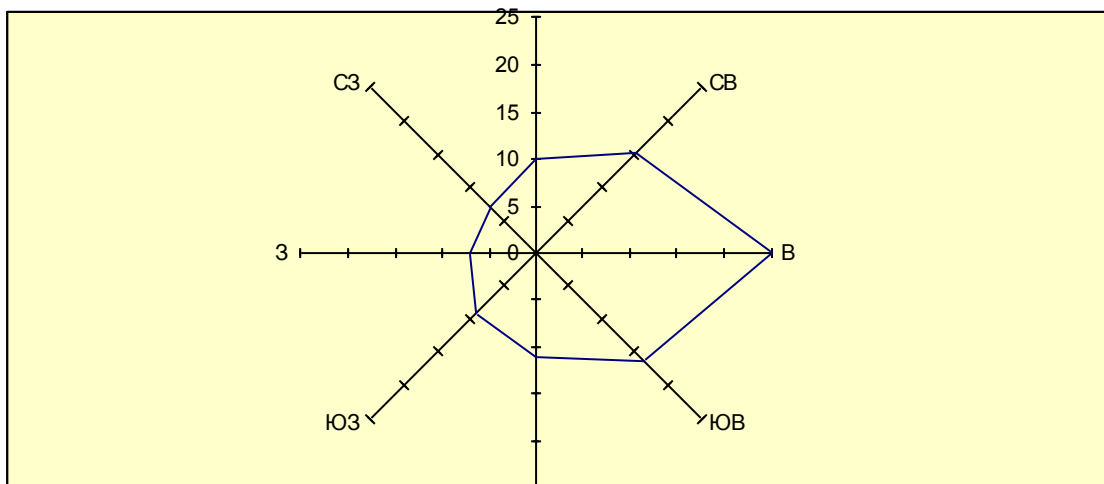


Рис. 2. Роза ветров

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, °C.

2. Коэффициент увлажнения Бовы (K_B):

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

где $W_{пр}$ – 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 (K):

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

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

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

Зоны увлажнения	ГТК	K
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:

- а) выбрать температуру и осадки конкретного месяца и определить среднемноголетние 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 (ΔP), %	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,

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

ГТК за данный месяц _____

ГТК по норме _____

Зона увлажнения _____

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 бюкса;

б) влажность почвы W , $\text{м}^3/\text{га}$:

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

где H - слой почвы, м ; α – объемная масса почвы, $\text{г}/\text{см}^3$;

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

$$W_{\text{ВРК}} = 70-80\% W_{\text{НВ}},$$

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

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

$$m = W_{\text{НВ}} - W.$$

Работа 12. ВОДНЫЙ БАЛАНС ПОЛЯ

По формуле водного баланса определить:

а) фактическую урожайность (Y_{ϕ} , 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 м³/га;

δ – 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 - $W_{гр.в.} = 2000$ м³/га);

б) дополнительное количество воды (M , м³/га – оросительная норма), необходимое для обеспечения планируемой урожайности ($Y_{пл.}$)

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

Работа 13. ПРОГНОЗ ЗАПАСОВ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ К НАЧАЛУ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

1. Изучить способ прогнозирования запасов влаги к началу вегетационного периода (Практикум, с.127)
2. Определить ожидаемые запасы влаги в почве весной ($W_{\text{Вес.}}$).

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 – ΔW (мм):

$$\Delta W = W_{\text{НВ}} - W;$$

где $W_{\text{НВ}}$ – 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:

$$W_{\text{Вес.}} = y + W, \text{ мм.}$$

3. Дать оценку ожидаемых запасов влаги.

Для этого:

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

- б) учитывая коэффициент водопотребления (K , м³/ц) и влажность завядания ($W_{\text{ВЗ}}$) , определить урожайность (Y ц/га), которую может обеспечить $W_{\text{Вес.}}$:

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

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_{Π}) 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°C), т.е. M_B и M_P уменьшаем на 2°C , если $4 \leq A < 7$ – 0°C , $A \geq 7$ баллов увеличиваем на 2°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 (Практикум, с. 131-134).
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 (A).

Второй способ: по формуле:

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

где D – дата восковой спелости;

D₁ - дата фазы колошения ;

A - сумма эффективных температур, °C;

t - температура воздуха по прогнозу, °C;

B - биологический минимум, °C.

Заполнить таблицу

D ₁	$\Sigma t_{\text{факт.}}^{\circ}\text{C}$ 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

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 ($t^{\circ}\text{C}$) и относительная влажность воздуха ($f, \%$) по ГМС «Огурцово»

	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$t^{\circ}\text{C}$	-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°C	5°C	10°C	15°C
Даты перехода температуры ($t^{\circ}\text{C}$)	15 апреля 20 октября	28 апреля 4 октября	15 мая 15 сентября	6 июня 23 августа
Продолжительность периода в дн. с t°	$>0^{\circ}\text{C}$	$>5^{\circ}\text{C}$	$>10^{\circ}\text{C}$	$>15^{\circ}\text{C}$
	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 C в зависимости от влажности воздуха

Относительная влажность, $f\%$	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Коэффициент C	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, °С
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 °С	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

При изучении курса агрометеорологии рекомендуется следующая литература:

Глухих М.А. Агрометеорология: Учебное пособие. – Спб.: Издательство «Лань», 2015.- 208 с. ЭБС «Лань»

Журина, Л.Л. Агрометеорология [Текст] : учебник для студентов вузов по спец. 110100 (Агрохимия и агропочвоведение) и 110200 (Агрономия). - Санкт-Петербург : КВАДРО, 2012. - 368 с. : ил. - Библиогр.: с. 357-359. - ISSN 978-5-91258-201-1 : 624,45.

Кислов, А.В. Климатология [Текст]: учебник для студентов вузов. - Москва : Академия, 2011. - 224 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 219. - ISBN 978-5-7695-6223-5 : 410,30.

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

Учебно-методические материалы в виде электронных ресурсов размещены на сайте агрономического факультета НГАУ нгау. рф или www.nsau.edu.ru.

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

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

Агрометеорология: методические указания для выполнения самостоятельной и контрольной работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном. фак-т.; сост. Н.В.Пономаренко. – Новосибирск, 2016.-22 с.

Агрометеорология: методические указания для лабораторно-практических занятий/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном. фак-т.; сост. Н.В.Пономаренко. – Новосибирск, 2016.-30 с.

Составитель: Пономаренко Наталья Венедиктовна
Чеботарева Наталья Анатольевна

Агрометеорология
Методические указания для лабораторных занятий

Подписано к печати
Формат
Тираж