

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -
МСХА им. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Институт агробιοтехнологии
Кафедра метеорологии и климатологии

А.И. Белолубцев

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Методические указания

Москва
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
2024

УДК 551.502.4(075.8)

ББК 40.21я78

Б 43

Белолобцев, А.И. **Агрометеорология:** методические указания / Белолобцев А.И. Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2024. – 26 с. – Текст : электронный.

В методических указаниях отражены задания и правила самостоятельного выполнения контрольных работ по дисциплине «Агрометеорология».

Предназначено для бакалавров заочной формы обучения по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института агrobiотехнологии (протокол № 8 от 27.02. 2024 г.).

© Белолобцев А.И. составитель, 2024
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени.
К.А. Тимирязева, 2024

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы, связанные с правильной оценкой и учетом факторов внешней среды, приемов их оптимизации, а также особенностей адаптивных реакций различных культурных растений на их изменения, приобрели в настоящее время особую актуальность. Решение этих проблем в современных условиях существенного роста экстремальности климата и всё возрастающей климатической составляющей в обеспечении безопасного функционирования агроландшафтов имеет большое значение.

Целью практического курса по дисциплине «Агрометеорология» является закрепление у студентов (бакалавров) теоретических знаний, приобретение умений и навыков в области природопользования для учета лимитирующих факторов погоды и климата, а также определения их влияния на объекты и процессы экосистем различного происхождения.

Основная задача методических указаний – познакомиться с современными методами оценки, учета и анализа метеорологических и агрометеорологических факторов, а также их сочетаний, на примере основных методов агрометеорологических прогнозов.

При выполнении практических заданий, в целях обеспечения самостоятельной работы студентов заочной формы обучения, все необходимые материалы представлены в данных методических указаниях. В них приведен порядок и примеры расчетов, а также задание и план выполнения контрольных работ. Для внеаудиторной подготовки студентов к занятиям приведен перечень разделов основной и дополнительной литературы по агрометеорологии для самостоятельной проработки и составления краткого конспекта по изученному материалу.

После каждой работы даны вопросы, которые помогут студентам проверить свои знания и лучше усвоить курс. Перечень вопросов в конце работы предназначен для самостоятельной подготовки к итоговому контролю.

Контрольная работа 1

ПРОГНОЗ ЗАПАСОВ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ К НАЧАЛУ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Прогноз запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу полевых работ составляют, используя расчетные методы, на основании данных наблюдений за влажностью почвы осенью и осадками осенне-зимнего периода. Методика составления прогноза, разработанная Л. А. Разумовой, устанавливает зависимость изменения запасов влаги к началу весны в различных климатических зонах с недостатком насыщения почвы влагой осенью и количеством осадков.

Для районов юго-востока, где отмечается незначительное или малозначительное изменение запасов влаги зимой, с глубоким залеганием грунтовых вод и устойчивой зимой, эта зависимость выражается уравнением

$$\Delta W = 0,11 r + 0,56 h - 20, \quad (1.1)$$

В южных районах, в зоне глубокого залегания грунтовых вод, при неустойчивой зиме с обильным увлажнением почвы талыми водами во время частых оттепелей, насыщение почвы влагой в зимний период в зависимости от характера погоды может быть как очень сильным, так и слабым. В этом случае уравнение имеет вид:

$$\Delta W = 0,21 r + 0,62 h - 33, \quad (1.2)$$

где ΔW — изменение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм, за период от последнего определения запасов влаги осенью (близкого к сроку перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C) до перехода температуры через 5°C весной; r — количество осадков, выпавших за период от последнего определения влажности почвы осенью до момента составления прогноза, плюс ожидаемые осадки до перехода среднесуточной температуры воздуха через 5°C весной, мм; h — недостаток насыщения почвы влагой до наименьшей влагоемкости осенью, т. е. разность между наименьшей влагоемкостью и запасом продуктивной влаги, мм, в метровом слое почвы при последнем осеннем определении.

Таким образом, чтобы составить прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу полевых работ, необходимы следующие исходные данные:

дата последнего определения влажности почвы осенью, запасы продуктивной влаги на эту дату, наименьшая влагоемкость почвы, дата весеннего перехода средней суточной температуры воздуха через 5°C, количество осадков за осенне-зимний период.

Прогноз запасов влаги к началу весны составляют в начале марта, заблаговременно, за 1–2 месяца в зависимости от зоны. Поэтому помимо данных наблюдений используют долгосрочный прогноз погоды, по которому определяют дату весеннего перехода средней суточной температуры воздуха через 5°C и количество осадков за период от даты составления прогноза до даты весеннего перехода средней суточной температуры воздуха через 5°C. Если в долгосрочном прогнозе недостаточно данных, то используют еще агроклиматический справочник.

Последнее определение влажности проводят в конце осени, когда средняя суточная температура воздуха понижается до 0°C.

Прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу полевых работ имеет большое значение для районов недостаточного и неустойчивого увлажнения, где может быть применен на практике при:

- выборе оптимальных сроков сева яровых культур;
- подборе высеваемых культур и сортов;
- определении сроков и способов предпосевной обработки почвы.

Первый этап работы при составлении прогноза запасов влаги – анализ исходных осенних ее значений. Для районов, где запасы влаги осенью превышали наименьшую влагоемкость или были равны ей, прогноз не составляют, так как осенние запасы влаги к весне не изменятся. Для остальных районов, где почва с осени недостаточно насыщена влагой, расчет ожидаемых ее запасов к началу весны необходим.

В качестве примера, с учетом характера погоды зимних периодов, рассмотрим в таблице 1 один из вариантов составления прогноза.

**1. Расчет запасов продуктивной влаги по зяби, мм, в слое почвы 0 ...100 см
к началу полевых работ для разного типа зим**

Показатель	Зима	
	устойчивая	неустойчивая
Исходные данные		
1. Последнее определение влажности почвы осенью, дата	10.11	10.11
2. Запасы продуктивной влаги осенью, мм	50	100
3. Наименьшая влагоемкость, мм	180	180
4. Осадки за период от последнего определения влажности почвы осенью до составления прогноза, мм	80	80
5. Многолетние средние запасы влаги при переходе температуры через + 5°С, мм	110	150
Данные по прогнозу погоды		
6. Переход средней суточной температуры воздуха через + 5° весной, дата	16.04	18.04
7. Осадки за период от составления прогноза до перехода температуры через + 5°С весной по погоды и климатическим данным, мм	38	38
Вычисленные данные		
8. Недостаток насыщения почвы влагой осенью, мм	130	80
9. Осадки за период от последнего определения влажности почвы осенью до перехода температуры через + 5°С весной, мм	118	118
10. Изменение запасов влаги за осенне-зимне-весенний период, мм	65	41
11. Запасы влаги, ожидаемые весной, мм	115	141
Оценка ожидаемых запасов влаги		
12. От наименьшей влагоемкости, %	64	80
13. От средних многолетних запасов, %	105	94

Вначале устанавливают недостаток насыщения почвы влагой осенью h по разности между наименьшей влагоемкостью и фактическим запасом продуктивной влаги в почве на этот период, который составляет:

под зябью с устойчивой зимой $h = 180 - 50 = 130$ мм;

под зябью с неустойчивой зимой $h = 180 - 100 = 80$ мм.

Далее определяют количество осадков за период от даты последнего определения влажности почвы осенью до перехода средней суточной температуры воздуха через 5°С весной. Переход температуры воздуха через 5°С в

данном примере ожидается по прогнозу погоды 18 апреля. За период от 10 ноября (дата оценки осенних влагозапасов) до 5 марта (дата составления прогноза) сумма осадков $r = 80$ мм. За период от 5 марта до 18 апреля (дата перехода температуры воздуха через 5°C весной) сумма осадков ожидается 38 мм. Общая сумма осадков за весь период (от 10 ноября до 18 апреля) составила $r = 80 + 38 = 118$ мм.

Подставляя в формулу (1.1) и (1.2) найденные значения из приведенного примера, находят ожидаемые изменения запасов влаги ΔW в почве за осенне-зимне-весенний период:

для зяби и устойчивой зимы $\Delta W = 0,11 \cdot 118 + 0,56 \cdot 130 - 20 = 65$ мм.

для зяби и неустойчивой зимы $\Delta W = 0,21 \cdot 118 + 0,62 \cdot 80 - 33 = 41$ мм.

Прибавив к последнему (осеннему) показанию запасов влаги в метровом слое почвы $W_{ос}$ ожидаемое изменение ΔW , получим запасы продуктивной влаги к началу полевых работ (на 16 и 18 апреля):

$$W_{вес} = W_{ос} + \Delta W, \quad (1.3)$$

под зябью с устойчивой зимой $W_{вес} = 50 + 65 = 115$ мм

под зябью с неустойчивой зимой $W_{вес} = 100 + 41 = 141$ мм.

Рассчитанные ожидаемые запасы влаги, мм, можно оценить, выразив их в процентах от наименьшей влагоемкости или в процентах от средних многолетних запасов влаги к началу весны, наблюдаемых на полях данной станции.

ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться с методикой составления прогноза запасов продуктивной влаги к началу полевых работ.
2. Рассчитать ожидаемые запасы влаги весной на полях.
3. Оценить ожидаемые весенние запасы продуктивной влаги и обосновать агротехнические мероприятия.
4. Записать результаты расчетов в таблицу (в рабочую тетрадь).

**2. Исходные данные для расчета запасов продуктивной влаги (мм)
в слое почвы 0-100 см к началу полевых работ.**

Показатель	Вариант			
	1	2	3	4
Исходные данные				
1. Последние определения влажности почвы осенью, дата	29.10	03.11	20.11	25.11
2. Запасы продуктивной влаги осенью, мм	105	65	135	40
3. Наименьшая влагоемкость, мм	190	180	180	160
4. Осадки за период от последнего определения влажности почвы осенью до составления прогноза, мм	90	75	170	100
5. Многолетние средние запасы влаги при переходе температуры через 5°C, мм	130	150	160	140
Данные по прогнозу погоды				
6. Переход средней суточной температуры воздуха через 5° весной, дата	5.04	25.04	30.03	20.03
7. Осадки за период от составления прогноза до перехода температуры через 5°C весной по прогнозу погоды и климатическим данным, мм	40	45	15	10
Вычисленные данные				
8. Недостаток насыщения почвы влагой осенью, мм				
9. Осадки за период от последнего определения влажности почвы осенью до перехода температуры через + 5°C весной, мм				
10. Изменение запасов влаги за осенне-зимне-весенний период, мм				
11. Запасы влаги, ожидаемые весной, мм				
Оценка ожидаемых запасов влаги				
12. От наименьшей влагоемкости, %				
13. От средних многолетних запасов, %				

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Справочники: «Агроклиматические справочники по областям»; «Агроклиматические ресурсы по областям». Декадные агрометеорологические бюллетени, прогноз погоды на апрель, атлас запасов влаги под озимыми и ранними яровыми культурами.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Прогноз запасов продуктивной влаги к началу полевых работ.

1. Изучают методику составления прогноза запасов продуктивной влаги к

началу полевых работ.

2. Определяют изменение запасов влаги в почве за осенне-зимне-весенний период для районов с устойчивой и неустойчивой зимой.
3. Рассчитывают ожидаемые запасы влаги весной на полях.
4. Заносят вычисленные данные в таблицу 1.2

2. Оценка ожидаемых весенних влагозапасов

1. Оценивают на основании полученных данных ожидаемые весенние влагозапасы для выращивания сельскохозяйственных культур (яровых зерновых, пропашных) в процентах от наименьшей влагоемкости и средних многолетних ее величин.
2. Обосновывают выбор культур (сортов), сроки сева и приемы агротехники, а также возможность проведения других мероприятий в текущем году.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют методы регулирования запасов почвенной влаги?
2. Чем обусловлена необходимость определения ожидаемых запасов влаги в почве к началу полевых работ?
3. Какие исходные показатели необходимы для прогноза запасов продуктивной влаги на весну?
4. Что такое недостаток насыщения и как его определяют?
5. Почему при составлении прогноза запасов влаги в почве на весну учитывают характер погоды зимнего периода?

Контрольная работа 2

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАСУХ И СУХОВЕЕВ

Для земледельческой зоны большей части России характерны засушливые явления, приносящие значительный вред сельскохозяйственному производству. Засухи и суховеи снижают урожайность, иногда приводят к гибели посевов.

Засуха возникает вследствие отсутствия осадков в сочетании с высокой температурой и пониженной влажностью воздуха, вызывает угнетение или гибель растений (ГОСТ 17713-89).

В более широком понятии засуха связана «с длительным отсутствием осадков (или значительным их сокращением по сравнению со средними многолетними нормами) в сочетании с повышенными температурами воздуха, почвы и ветрами, приводящими к резкому снижению относительной влажности воздуха, истощению запасов почвенной влаги, нарушению водного баланса растений и животных, недобору сельскохозяйственной продукции, а в экстремальных условиях — к гибели всего урожая, с.-х. животных» (Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии).

Различают засуху атмосферную и почвенную. Атмосферная засуха характеризуется отсутствием осадков, высокими температурами и пониженной влажностью воздуха, т. е. состоянием атмосферы. Почвенная засуха определяется иссушением корнеобитаемого слоя почвы. Почвенная и атмосферная засуха может проявляться одновременно.

По времени возникновения принято различать засуху весеннюю, летнюю и осеннюю.

Весенняя засуха проходит при сравнительно невысоких температурах воздуха, но с низкой относительной влажностью и сильными иссушающими почву ветрами. Такое сочетание погодных условий приводит к быстрому иссушению верхнего горизонта почвы, что отрицательно сказывается на

состоянии яровых зерновых в начале их развития, или на возобновлении вегетации озимых.

Летняя засуха отличается высокой температурой, низкой влажностью воздуха, большой испаряемостью и дефицитом влаги в почве. Усиливается суховейными явлениями. Вред от летней засухи наибольший, т. к. происходит резкое падение урожая сельскохозяйственных культур и снижение качества полученной продукции.

Осенняя засуха наблюдается на фоне низких температур и влажности воздуха. К этому периоду года большая часть зерновых культур убрана, однако наступает время сева озимых, семена которых попадают в сухую почву и к наступлению холодов озимые бывают плохо развитыми.

Критерии оценки засух и суховеев

Для оценки засух применяются количественные показатели (критерии), которые в разное время разработаны учеными: А.В. Процеровым, А.И. Руденко, Н.В. Бова, М.С. Куликом; Е.С. Улановой и др. Эти критерии можно объединить в три группы: метеорологические, агрометеорологические, агрономические.

Метеорологическим критерием засухи служит недостаток осадков или их полное отсутствие продолжительное время (2...3 декады подряд). При сумме осадков за вегетационный период менее 50% от нормы наблюдаются очень сильные засухи; 50...70% осадков от нормы свидетельствуют о сильной засухе; 71...80% от нормы — о средней засухе. При этом отмечается положительная аномалия температуры воздуха от 1...1,5 до 3...4°C (температура выше нормы).

Агрометеорологические критерии засухи – содержание влаги в почве и коэффициенты увлажнения.

Уменьшение запасов продуктивной влаги в пахотном горизонте почвы (0–20 см) до 20 мм и ниже можно принять за начало засухи, менее 10 мм —

сильная засуха, 0 мм (иссушение пахотного горизонта почвы) — очень сильная засуха. Этот критерий наиболее надежен, т. к. показывает дефицит влаги непосредственно под сельскохозяйственным растением.

Коэффициент увлажнения, представляющие собою отношение осадков к испаряемости за определенной промежуток времени, также удобно применять в качестве показателя степени засушливости. Наиболее часто используется для этих целей гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК). Он рассчитывается по формуле:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum r}{0,1\sum t > 10^\circ}, \quad (1)$$

где $\sum r$ — сумма осадков за период с температурой выше 10°C , мм; $\sum t > 10^\circ$ — сумма температур за этот же период, $^\circ\text{C}$.

Доказано, что $0,1\sum t > 10^\circ$ численно равна испаряемости. Условия увлажнения будет достаточными (удовлетворительными), если $\text{ГТК} > 1,0$. Он применяется только, когда среднесуточная температура воздуха $> 10^\circ\text{C}$, то есть непригоден для весны, осени и, тем более, зимы. Можно рассчитывать ГТК и за отдельные периоды, но продолжительностью не менее одного месяца.

Значение $\text{ГТК} \leq 0,7$ для лесостепной и подтаежной зоны и $\leq 0,6$ для степной зоны принимают за критерий засухи. Более дифференцированно по ГТК степень засушливости можно определить по таблице 1 (дается для юго-восточных районов европейской части России, но относительно возможно применение и для других территорий).

1. Оценка степени засушливости по ГТК Селянинова

Засуха	ГТК	Засуха	ГТК
Слабая	0,9–0,6	Сильная	0,5–0,4
Средняя	0,6–0,5	Очень сильная	<0,4

Агрономическим критерием засухи считают снижение урожайности ведущих сельскохозяйственных культур как следствие воздействия засухи.

Если урожайность в оцениваемом году снизилась по сравнению со средней за несколько лет до 20% — слабая засуха, от 20 до 50% — средняя, более 50% — сильная.

Более объективная оценка засух получается при одновременном использовании двух-трех критериев. Например, запасов продуктивной влаги и урожайности; гидротермического коэффициента, запасов влаги и урожайности и т. д.

Суховей — ветер при высокой температуре и большом недостатке насыщения воздуха влагой, вызывающий угнетение или гибель растений.

Обоснованию этого неблагоприятного явления, выделению критериев по метеорологическим параметрам посвящены работы ряда исследователей (Каминский А. А., Кулик М. С., Цубербиллер Е. А., Пасечнюк Л. Е., Сенников В. А. и др.). Наибольшее распространение получил агрономический критерий суховея: температура воздуха в 13 ч выше 25°C, относительная влажность в тот же срок <30%, скорость ветра >5 м/с по флюгеру.

2. Интенсивность суховея в зависимости от дефицита влажности воздуха в 13 ч и повреждения зерновых культур (по Е. А. Цубербиллер)

Тип суховея	Дефицит влажности в 13 ч, гПа	Степень повреждения растений
Слабые	20–29	Легкое снижение тургора
Средней интенсивности	30–39	Значительное снижение тургора листьев, их скручивание, пожелтение, подсыхание, у незакаленных растений возможен небольшой захват зерна через 3–5 дней
Интенсивные	40–49	Сильное увядание и усыхание вегетативной массы, захват зерна через 2–3 дня, у незакаленных растений — через 1–2 дня
Очень интенсивные	≥50	Быстрое и сильное повреждение вегетативной массы, захват зерна через 1–2 дня

Оказалось, что в совокупности эти три названных параметра соответствуют дефициту влажности воздуха 20 гПа. Поэтому за суховейный

день принимается такой, в котором дефицит влажности в 13 ч равен 20 гПа и более. При этом, чем выше значение дефицита, тем интенсивнее суховей (табл. 2).

ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться с критериями оценки засух и суховеев.
2. Оцените степень засушливости вегетационного периода конкретного года по ГТК Селянинова.
3. Оценить суховейные явления по дефициту влажности воздуха.
4. Записать результаты расчетов в таблицу (в рабочую тетрадь).

Справочные материалы и принадлежности

Данные метеорологической станции по температуре, осадкам и дефициту влажности воздуха за выбранный год. Средние многолетние данные из «Агроклиматических справочников по областям».

Порядок выполнения работы

1. Оценка засушливости по ГТК Селянинова.

1. Используют для расчетов таблицу 3 по декадным температурам воздуха и суммам осадков за 2002 год.
2. Определяют значения ГТК за отдельные месяцы (май, июнь, июль, август), за первую половину вегетации (май – июль), вторую (июль – август) и в целом за весь период (май – август), когда происходит вегетация основных с.-х. культур.

Пример. Исходные данные: средняя по декадам температура в мае 13,8; 14,6; 17,4°С; сумма осадков по декадам в мае 11; 15; 10 мм.

Вычисляют сумму температур $> 10^{\circ}\text{C}$ за май:

$$\Sigma t_{>10^{\circ}} = 13,8 \cdot 10 + 14,6 \cdot 10 + 17,4 \cdot 11 = 475,4^{\circ}\text{C},$$

где 10, 10, 11 — число дней соответственно в 1, 2, 3 декаде мая месяца.

Вычисляют сумму осадков за май:

$$r = 11 + 15 + 10 = 36 \text{ мм};$$

ГТК по формуле (20.1)

$$\text{ГТК} = \frac{36}{0,1 \cdot 475,4} = 0,76$$

**3. Температура воздуха (°С) и суммы осадков (мм) по декадам.
Метеорологическая обсерватория МСХА имени В. А. Михельсона**

	Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Температура воздуха по декадам, °С. 2002 г.	15,2	11,0	12,8	16,2	17,7	18,2	21,5	22,2	24,2	17,9	21,6	16,3
2. Температура воздуха средняя многолетняя по декадам, °С	10,3	12,2	14,0	15,2	16,5	17,5	18,4	18,7	18,4	17,5	16,5	15,2
3. Отклонения температуры 2002 г. от многолетней (±°С)												
4. Суммы осадков по декадам, мм. 2002 г.	2	14	4	2	26	24	10	15	5	16	2	6
7. Суммы осадков многолетние по декадам, мм	17	18	20	22	23	25	27	28	28	26	26	25
6. Отклонения сумм осадков 2002 г. от многолетних (%)												

Аналогично рассчитывают ГТК за любой из перечисленных месяцев, а также за более длительные периоды. Результаты заносят в таблицу 4.

4. Расчет гидротермического коэффициента (ГТК)

Показатель	Май	Июнь	Июль	Август	Май – август	Май – июль	Июль – август
Сумма осадков, мм							
Сумма температур, °С							
Гидротермический коэффициент							

3. Определяют интенсивность засухи, наблюдавшейся в 2002 году. На основании полученных ГТК (табл. 4) и применяя таблицу 1 выделяют наиболее и наименее засушливый месяц, а также оценивают по засушливости первую половину вегетации (май – июнь), вторую (июль – август) и весь период (май – август).

4. Рассчитывают отклонения температуры воздуха в 2002 году от многолетних значений ($\pm^{\circ}\text{C}$), а также сумм осадков 2002 г. (%) от многолетних (табл. 3).

Результаты используют как дополнительную характеристику засушливости 2002 г.

2. Оценка суховейных явлений по дефициту влажности воздуха.

1. Оценивают число дней с суховеями на основании данных о дефиците влажности воздуха в 13 ч (табл. 5).

5. Дефицит влажности воздуха (гПа) в околополуденные часы наблюдений, 2002 год. Метеорологическая обсерватория МСХА им. В. А. Михельсона

Число месяца	Июнь	Июль	Август	Число месяца	Июнь	Июль	Август
1.	21,9	18,9	34,8	16.	7,4	18,1	25,1
2.	25,0	21,4	30,0	17.	12,0	19,2	16,0
3.	24,4	29,7	6,5	18.	20,2	18,5	10,6
4.	16,4	29,8	17,9	19.	25,2	17,8	16,0
5.	12,3	29,1	17,4	20.	27,0	30,7	23,7
6.	13,0	13,5	10,3	21.	24,5	34,4	13,5
7.	15,7	23,2	12,8	22.	15,2	34,6	10,3
8.	8,8	29,8	11,7	23.	14,4	36,9	10,4
9.	8,5	9,2	12,3	24.	7,5	29,4	11,3
10.	19,1	15,4	15,7	25.	8,7	22,2	10,8
11.	26,8	14,1	20,9	26.	16,4	16,0	13,3
12.	24,6	20,5	26,9	27.	14,6	22,7	16,7
13.	22,6	30,7	22,3	28.	22,0	28,3	17,1
14.	15,1	30,3	22,0	29.	26,4	29,6	24,5
15.	4,0	24,8	21,9	30.	15,1	29,3	24,8
				31.		29,3	19,4

2. Подсчитывают число случаев, когда дефицит влажности воздуха был 20 гПа и более, что принимают за день с суховеём. Результаты заносят в таблицу 6.

**6. Число суховейных дней по дефициту влажности воздуха, ≥ 20 гПа.
Метеорологическая обсерватория МСХА им. В. А. Михельсона, 2002 г.**

	Июнь				Июль				Август				Июнь-август
	декада			мес сяц	декада			мес яц	декада			мес яц	
	1	2	3		1	2	3		1	2	3		
Число дней с суховеями ($d \geq 20$ гПа)													
Среднее многолетнее число дней с суховеями	—	—	—	4,5				4,5				2,8	11,8

3. Делают заключение по числу дней с суховеями за июнь, июль, август и весь период о частоте этих явлений, сравнивая их со средними многолетними данными.

Контрольные вопросы

1. Каково определение засухи?
2. Каковы особенности засух по времени возникновения?
3. По каким критериям можно определить интенсивность засухи?
4. Что такое суховей? Как он связан с засухой?
5. Каковы меры борьбы с засухами и суховеями?

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ К ТЕКУЩЕМУ И ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ

1. Солнечная радиация. Три основные части спектра. Единица измерения солнечной радиации.
2. Виды радиации. Радиационный баланс и его составляющие. Альbedo.
3. Солнечная постоянная. Ослабление солнечной радиации и изменение ее состава при прохождении через атмосферу.
4. Фотосинтетически активная радиация (ФАР). Значение для сельскохозяйственных растений. КПИфар в различных посевах. Пути эффективного использования солнечной радиации в сельском хозяйстве
5. Тепловые свойства почвы. Теплообмен в почве. Суточный и годовой ход температуры почвы разных типов. Законы Фурье.
6. Термоизоплеты. Замерзание и оттаивание почвы. Значение учета температуры почвы для сельского хозяйства.
7. Теплообмен в воздухе. Тепловой баланс.
8. Распределение температуры воздуха по вертикали в приземном слое воздуха. Инверсия температуры.
9. Суточный и годовой ход температуры воздуха. Значение температурного режима воздуха для сельскохозяйственного производства.
10. Средняя суточная температура воздуха, экстремумы, амплитуды, суммы температур, методы их расчета.
11. Величины, характеризующие влажность воздуха, способы их выражения, единицы измерения, значение в сельском хозяйстве.
12. Испарение и испаряемость. Испарение с водной поверхности, поверхности растений и почвы. Единицы измерения.
13. Влияние метеофакторов на испарение и транспирацию, закон Дальтона. Регулирование испарения с поверхности почвы в сельском хозяйстве.
14. Конденсация и сублимация водяного пара. Продукты конденсации, их сельскохозяйственное значение.

15. Осадки. Виды и типы. Методы измерения, значение для сельскохозяйственного производства.
16. Облака и их классификация, связь с типами и видами осадков.
17. Снежный покров. Методы измерения, сельскохозяйственное значение.
18. Почвенная влага. Методы измерения. Водный баланс поля.
19. Продуктивная влага в почве и ее значение для сельскохозяйственного производства. Методы регулирования.
20. Давление воздуха и методы его измерения. Изменение давления по вертикали и горизонтали. Барометрическое нивелирование.
21. Ветер. Методы измерения. Значение для сельского хозяйства.
22. Погода. Периодические и непериодические изменения погоды. Воздушные массы. Атмосферные фронты. Основные барические системы.
23. Методы прогноза погоды. Синоптическая карта. Служба погоды и ее значение для сельскохозяйственного производства.
24. Заморозки. Их типы. Классификация по их действию на сельскохозяйственные культуры. Распределение опасных заморозков.
25. Влияние местных условий на заморозки. Методы предсказания заморозков и меры борьбы с ними.
26. Засухи и суховеи. Их критерии. Меры борьбы с ними.
27. Пыльные бури, град, меры борьбы с ними.
28. Неблагоприятные агрометеорологические явления зимнего периода. Их влияние на зимующие культуры.
29. Климат. Климатообразующие факторы. Особенности климата России (классификация Л. С. Берга).
30. Методы сельскохозяйственной оценки климата. Оценка ресурсов тепла, влаги, перезимовки и неблагоприятных условий.
31. Агроклиматическое районирование, общее и частное.
32. Основные виды и формы агрометобслуживания сельскохозяйственного производства.
33. Организация агрометпоста, программа наблюдений.

34. Основные виды агрометнаблюдений на сети станций Росгидромета.
35. Научные основы методов агрометеорологических прогнозов и их виды.
36. Агрометпрогнозы урожайности сельскохозяйственных культур.
37. Влияние рельефа на метеорологический режим приземного слоя воздуха. Местная циркуляция атмосферы. Бриз, фён, бора, горно-долинный ветер.
38. Микроклимат и фитоклимат. Значение их учета для сельского хозяйства. Мелиорация микроклимата сельскохозяйственных полей.
39. Состав атмосферы и почвенного воздуха. Меры борьбы с загрязнением атмосферы.
40. Влияние растительного и снежного покрова на температуру почвы.
41. Влияние влажности воздуха на способы уборки и производительность комбайнов.
42. Зависимость темпов развития сельскохозяйственных растений от метеорологических факторов. Прогноз основных фаз развития.
43. Применение данных агрометеорологических наблюдений в полевых опытах, оценка погодных условий вегетационного периода.
44. Предмет агрометеорологии, методы исследований, связь с другими науками.
45. Агроклиматические особенности Нечерноземной зоны России.
46. Агрометеорологический прогноз теплообеспеченности вегетационного периода.
47. Агрометеорологический прогноз запасов продуктивной влаги к началу вегетационного периода.
48. Агрометеорологический прогноз состояния озимых зерновых в период перезимовки.
49. Перспективные виды агрометеорологических наблюдений.
50. Продуктивная влага в почве. Формула расчета. Основные агрогидрологические константы.
51. Декадный агрометеорологический бюллетень и его применение в агрономической практике.

52. Агрометеорологические условия, вызывающие вымерзание озимых зерновых культур.
53. Агрометеорологические условия, вызывающие выпревание озимых зерновых культур.
54. Циклон и антициклон. Условия формирования и характер погоды, обусловленный ими.
55. Радиационный заморозок. Формирование, влияние местных условий. Прогноз заморозков.
56. Современные колебания и изменения климата. Антропогенное влияние на климат.
57. Нормативные агрометеорологические показатели использования ФАР сельскохозяйственными растениями.
58. Нормативные агрометеорологические показатели потребности в тепле основных сельскохозяйственных культур.
59. Нормативные агрометеорологические показатели потребности во влаге основных сельскохозяйственных культур.
60. Нормативные агрометеорологические показатели действия заморозков на сельскохозяйственные культуры.
61. Нормативные агрометеорологические показатели условий работы комбайна при уборке зерновых.
62. Нормативные агрометеорологические показатели засух и суховеев.

Дополнительные разделы для профиля "Защита растений"

1. Влияние метеорологических факторов на распространение и деятельность вредителей и болезней сельскохозяйственных культур.
2. Метеорологические условия возникновения фитофторы и прогноз фитофторы томатов
3. Влияние метеорологических условий на распространение вредных насекомых на примере колорадского жука.

Дополнительные разделы для направления "Агрохимия и агропочвоведение"

1. Зависимость эффективности применения удобрений от температуры и влагозапасов в почве.
2. Влияние минерального питания на устойчивость растений к заморозкам и их зимостойкость.

Вопросы по приборам

(назначение, устройство, принцип работы и методика определения)

1. Психрометр стационарный.
2. Психрометр аспирационный.
3. Термометр максимальный.
4. Термометр минимальный.
5. Термометры коленчатые.
6. Осадкомер, дождемеры: полевой и почвенный, плювиограф.
7. Анемометр ручной, роза ветров.
8. Флюгер Вильда, анеморумбометр.
9. Снегомер, снегомерная съемка.
10. Мерзлотомер Данилина.
11. Гигрометр волосной.
12. Термометры, устанавливаемые на поверхности почвы.
13. Пиранометр.
14. Альбедометр.
15. Анероид; барическая ступень, барометрическое нивелирование.
16. Термограф; обработка термограммы.
17. Почвенно-глубинные (вытяжные) термометры.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Основная литература

1. Грингоф И.Г., Клещенко А.Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том 1. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011.
2. Журина Л.Л., Лосев А.П. Агрометеорология. СПб.: Квадро. - 2012.
3. Белолубцев А.И., и др. Практикум по агрометеорологии и агрометеорологическим прогнозам. М.: БИБКМ, ТРАНСЛОГ, 2015.

Дополнительная литература

1. Агроклиматические ресурсы // Справочники по областям и республикам. Л.: Гидрометеиздат, 1971-1978.
2. Грингоф И.Г., Бабушкин О.Л. Климат, погода и пастбищное животноводство. Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2010.
3. Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. СПб.: Гидрометеиздат, 2005.
4. Зоидзе Е.К. Погода, климат и эффективность труда в земледелии. Л.: Гидрометеиздат, 1987.
5. Карлин Л.Н., Ванкевич Р.Е., Тумановская С.М. и др. Гидрометеорологические риски. С-Пб.: Изд-во РГГМУ, 2008.
6. Коровин А.И. Растения и экстремальные температуры. Л.: Гидрометеиздат, 1984.
7. Сенников В.А., Ларин Л.Г., Белолубцев А.И. и др. Практикум по агрометеорологии. М.: «КолосС», 2006.
8. Мищенко З.А. Агроклиматология. Изд-во КНТ, 2009.
9. Моисейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1975.
10. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. СПб.: Гидрометеиздат, 2000.

11. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992.
12. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. Л.: Гидрометеоиздат, 1975.
13. Федосеев А.П. Погода и эффективность удобрений. Л., Гидрометеоиздат, 1985.
14. Шульгин И.А. Солнечные лучи в зеленом растении. М.: Изд-во «ООО ПКЦ Альтекс», 2009.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

В рамках учебного курса студенты используют базы данных многолетних метеорологических наблюдений станций и постов. Возможен оперативный обмен информацией с отечественными и зарубежными вузами, предприятиями и организациями: Одесским государственным экологическим университетом (ОГЭКУ), <http://www.ogmi.farlep.odessa.ua/>; Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной метеорологии (ВНИИСХМ), <http://cxm.obninsk.org/>; Российским национальным комитетом содействия Программе ООН по окружающей среде (НП «ЮНЕПКОМ»), <http://www.unepcom.ru/> и др.

Полезные ссылки для поиска информации по агрометеорологии, а также самостоятельного изучения дисциплины:

- Российский гидрометеорологический портал - <http://www.meteo.ru/>
- Кафедра метеорологии МГУ - <http://meteo-geofak.narod.ru>
- Российский государственный гидрометеорологический университет - <http://www.rshu.ru/>
- Дальневосточный научно-исследовательский гидрометеорологический институт - <http://www.ferhri.org/>
- Различные ресурсы по метеорологии и климатологии - <http://www.einet.net/directory/14778/Meteorology.htm>
- Геофизический институт Университета штата Аляска - <http://www.gi.alaska.edu/>

- DISsertations initiative for the advancement of Climate Change ReSearch (ресурсы по климату) - <http://discrs.org/>
- Карты текущего и в ближайшие 144 часа состояния атмосферы Земли - <http://wxmaps.org/pix/ea.fcst.html>
- Текущая и прогностическая информация, аналогичная ГИС "МЕТЕО", по Восточной Азии (английский) - <http://ddb.kishou.go.jp/grads.html>
- Отдел тропических циклонов Монтеррей (английский) - <http://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>
- Сообщество экспертов - "Метеорология" (Различные материалы) - http://meteorology.report.ru/_5FolderID_24_.html
- Сайт "МетеоЦентр" - <http://www.meteocenter.net/>

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Климатическая и метеорологическая информация доступна на интернет-сайтах: <http://www.meteoinfo.ru/>, <http://www.gismeteo.ru/>, <http://www.webmeteo.ru/>. Для этого могут быть использованы информационные, справочные и поисковые системы: Rambler, Google, Яндекс и др.

Учебное издание

Составители:
Белолобцев Александр Иванович

Агрометеорология

Методические указания

Издается в редакции составителей
Корректурa составителей