

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

С. В. СТОКОЗ

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Благовещенск
Дальневосточный ГАУ
2021

УДК 551.5(075.8)
ББК 40.2я7
С81

*Рецензент – Марина Фёдоровна Царькова,
кандидат биологических наук, доцент
кафедры экологии, почвоведения и агрохимии
Дальневосточного государственного аграрного университета*

*Рекомендовано к использованию в учебном процессе
методическим советом факультета агрономии и экологии
Дальневосточного государственного аграрного университета*

Стокоз, Светлана Владимировна.

С81 Агрометеорология : учебно-методическое пособие / С. В. Стокоз ;
Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ,
2021. – 59[1] с.

Учебно-методическое пособие включает краткое описание теоретических разделов и задания для выполнения контрольной работы по агрометеорологии. Разработано в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Агрометеорология» для обучающихся агрономических направлений заочной формы обучения.

УДК 551.5(075.8)
ББК 40.2я7

© Стокоз С. В., 2021
© ФГБОУ ВО «Дальневосточный
государственный аграрный университет», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Содержание и структура дисциплины, рекомендации к её изучению	4
2 Методические рекомендации и контрольные вопросы по отдельным темам дисциплины	7
Введение.....	7
2.1 Атмосфера.....	7
2.2 Солнечная радиация.....	8
2.3 Температурный режим почвы.....	9
2.4 Температурный режим воздуха.....	11
2.5 Водяной пар в атмосфере	12
2.6 Осадки и почвенная влага	14
2.7 Ветер. Погода и её предсказание.....	15
2.8 Опасные для сельского хозяйства метеорологические явления	17
2.9 Климат и его значение для сельскохозяйственного производства	19
2.10 Агрометеорологические наблюдения	21
2.11 Агрометеорологические прогнозы.....	21
2.12 Использование агрометеорологических данных	22
в производстве и полевых опытах.....	22
2.13 Агрометеорологическое обеспечение.....	23
сельскохозяйственного производства.....	23
3 Методические указания по выполнению заданий контрольной работы.....	24
3.1 Варианты заданий и требования к контрольной работе	24
3.2 Содержание заданий работы и методика решения задач	26
3.2.1 Теоретические вопросы для выполнения работы.....	26
3.2.2 Содержание практических задач и методика их решения.....	30
Список рекомендуемой литературы.....	53
Приложение А. Справочные таблицы для решения задач.....	54

1 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ, РЕКОМЕНДАЦИИ К ЕЁ ИЗУЧЕНИЮ

Среди местных природных условий важная роль принадлежит климатическим и погодным условиям, так как они представляют практический интерес для сельского хозяйства.

Правильный учёт и использование агроклиматических ресурсов в сельском хозяйстве являются важным условием для повышения продуктивности сельскохозяйственного производства. В этой связи большое значение приобретает овладение специалистами сельского хозяйства **наукой «Агрометеорология»**, которая изучает климат и погоду как основные и необходимые природные ресурсы сельского хозяйства.

Специалист сельского хозяйства должен хорошо знать климатические и агроклиматические условия своего района и максимально использовать их в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства.

Учебный план и рабочая программа предусматривают изучение теоретической части дисциплины, выполнение контрольной работы, практических работ и сдачу зачёта.

Самостоятельное изучение дисциплины рекомендуется проводить в следующем порядке. Прежде всего, необходимо ознакомиться с рабочей программой и методическими указаниями по дисциплине. Затем, исходя из наличия литературы и с учётом своих познаний в области агрометеорологии, составить календарный план изучения теоретической части и выполнения контрольной работы по дисциплине.

При изучении любой темы необходимо внимательно, последовательно рассматривать и разбирать все помещённые в рекомендуемой литературе рисунки, графики и карты, так как они способствуют лучшему пониманию и

усвоению материала. Для усвоения материала рекомендуется составлять небольшой конспект. Также рекомендуется посетить ближайшую агрометеорологическую станцию, ознакомиться с её работой.

Контрольная работа состоит из трех частей: первая – самостоятельное изучение текстов лекций (табл. 1), рекомендуемой литературы и устный ответ на вопросы для самопроверки, вторая – письменный ответ на два вопроса, третья – расчетная часть.

Выполненная контрольная работа высылается для рецензирования на факультет агрономии и экологии не позднее, чем за месяц до начала сессии. Проверенная работа с рецензией и с отметкой рецензента *зачтено* или *не зачтено* возвращается обучающемуся. В случае если работа *не зачтена*, обучающийся с учётом сделанных рецензентом замечаний, дорабатывает работу в установленном порядке и направляет её на факультет для повторного рецензирования. Зачтённую контрольную работу с рецензией необходимо представить при сдаче зачёта.

Основную часть при изучении дисциплины «Агрометеорология» составляет самостоятельная работа. Во время сессии предусмотрено шесть часов лекций, обобщающих основные и наиболее сложные разделы курса. На практических занятиях, объём которых составляет восемь часов, обучающиеся знакомятся с метеорологическими приборами, проводят по ним наблюдения, изучают методы ведения наблюдений на метеорологической станции, обработку и использование полученных данных, делают агрометеорологические расчёты и дают оценку агроклиматических условий сельскохозяйственных угодий.

Для облегчения изучения курса в методических указаниях по дисциплине даются ссылки на основную и дополнительную литературу. Если при изучении курса у обучающегося возникнут затруднения, то рекомендуется обратиться на кафедру садоводства, селекции и защиты растений за консультацией.

Таблица 1 – Примерное количество часов, необходимое для изучения дисциплины и выполнения контрольной работы по агрометеорологии

№ темы	Наименование темы	Кол-во часов
	Введение	2
1	Атмосфера	5
2	Солнечная радиация	6
3	Температурный режим почвы	5
4	Температурный режим воздуха	4
5	Осадки и почвенная влага	5
6	Водяной пар в атмосфере	5
7	Ветер. Погода и её предсказание	5
8	Опасные для сельского хозяйства метеорологические явления	5
9	Климат и его значение для сельскохозяйственного производства	5
10	Агрометеорологические наблюдения	5
11	Агрометеорологические прогнозы	5
12	Использование агрометеорологических данных в производстве и полевых опытах	5
13	Агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства	5
	Контрольная работа	25
	Всего	92

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

При изучении вводной части прежде всего нужно усвоить определение предмета, изучить методы исследования и задачи науки, ознакомиться с основными этапами развития агрометеорологии.

Нужно уяснить связь агрометеорологии с рядом других дисциплин (физикой, климатологией, физиологией растений и др.), значение этой науки для народного хозяйства и, прежде всего, для сельского хозяйства. Необходимо разобраться в характере влияния агрометеорологических условий на объекты и процессы сельскохозяйственного производства. При ознакомлении с организацией гидрометеорологической службы России следует обратить внимание на агрометеорологические станции, организованные для обслуживания сельскохозяйственного производства, а также агрометеорологические посты в сельскохозяйственных предприятиях. Следует изучить методы, формы и порядок агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства. Выяснить влияние климатических показателей Дальневосточного федерального округа на специфику выращивания сельскохозяйственных культур, подбор культур, сортов, продуктивность.

2.1 Атмосфера

При изучении основных физических свойств атмосферы следует обратить внимание на состав воздуха, выяснить, из каких газов он состоит и каково их значение в жизни растений. Следует уяснить понятие об атмосферном давлении, единицах и методах его измерения.

Необходимо выяснить, что понимают под горизонтальным барическим градиентом и что представляют собой изобары. Далее следует изучить современные методы исследования атмосферы и её строение.

Контрольные вопросы:

1. Каков состав сухого воздуха?
2. Какие жидкости и твёрдые примеси находятся в атмосфере?
3. Перечислите единицы, которыми измеряется атмосферное давление, и выведите соотношение между ними.
4. Что понимается под атмосферным давлением? Какими приборами оно определяется?
5. Как изменяется атмосферное давление с высотой?
6. Что такое изобара?
7. На какие основные слои делится атмосфера по высоте? Дайте их характеристику.

2.2 Солнечная радиация

При изучении этой темы, прежде всего надо уяснить, что солнечная энергия – это источник всех физических и химических процессов и явлений, изучить её влияние на все атмосферные процессы.

Следует разобрать спектральный состав солнечной радиации, его изменение в зависимости от высоты солнца и высоты над уровнем моря. Рассмотреть биологическое значение основных частей спектра и фотосинтетически активной радиации, продолжительности дня и солнечного сияния.

Необходимо чётко представить, из чего складывается радиационный баланс деятельной поверхности, характеризующий приход и расход лучистой энергии и определяющий её тепловое состояние.

Требуется проанализировать сельскохозяйственное значение солнечной радиации и освещённости (продолжительности дня), а также приёмы регулирования солнечной радиации в полевых условиях (нормы высева, направление сева и др.).

В заключение нужно рассмотреть глобальное распределение продолжительности дня, радиационного баланса, чтобы понять климатообразующее значение солнечной радиации.

Контрольные вопросы:

1. Каков спектральный состав солнечного луча?
2. Какое биологическое значение основных частей спектра? Что понимают под физиологической радиацией?
3. В каких единицах измеряется интенсивность солнечной радиации?
4. Что понимают под прямой, рассеянной, суммарной и отражённой видами радиации?
5. Как определяется прямая радиация, поступающая на единицу горизонтальной поверхности?
6. Что понимают под эффективным излучением?
7. Что такое альбедо? От чего зависит его величина?
8. Как определяется радиационный баланс? Из каких величин он складывается?
9. Какую роль оказывает продолжительность дня и освещённость на сельскохозяйственные культуры?
10. Как регулируется солнечная радиация в полевых условиях?

2.3 Температурный режим почвы

При изучении температурного режима почвы, прежде всего необходимо разобраться в процессах, в результате которых происходит нагревание и охла-

ждение почвы и воздуха. Нужно запомнить, что теплоёмкость и теплопроводность почвы зависят от её состава, структуры, влажности и др. свойств.

Рассматривая суточный и годовой ход температуры поверхности почвы, рассмотреть, в какое время суток на поверхности почвы наблюдаются максимальные и минимальные температуры; какова на поверхности почвы и на различных глубинах суточная и годовая амплитуда температурных колебаний (разность между самой высокой и самой низкой температурой за сутки, за год), проанализировать зависимость её величины от влажности почвы, времени года и условий погоды.

Необходимо также выяснить, как влияют на тепловой режим поверхности почвы экспозиция склонов, растительный и снежный покровы. Рассмотреть методы воздействия на температурный режим почвы (рыхление, мульчирование, снегозадержание, полив). Далее следует ознакомиться с вопросами промерзания почвы и явлением «вечной» мерзлоты.

Требуется разобрать значение температуры почвы для сельского хозяйства, а также современные методы оптимизации температурного режима почвы.

В заключение ознакомиться с основными приборами для измерения температуры почвы на её поверхности и по глубине.

Контрольные вопросы:

1. Что такое теплоёмкость и теплопроводность почвы?
2. Как изменяется температура поверхности почвы в течение суток (года)?
Что такое суточная и годовая амплитуда температуры? Как изменяется амплитуда температурных колебаний с глубиной?
3. Как влияют экспозиция склонов, растительный и снежный покровы на температуру почвы?
4. Какие приборы и методы используют для измерения температуры почвы?

5. Каково значение температуры почвы и воздуха для сельскохозяйственных культур?

2.4 Температурный режим воздуха

Источником тепла для воздуха является деятельная поверхность. Необходимо объяснить зависимость температуры воздуха от характера подстилающей поверхности (почва обнажённая, покрытая растительностью или снежным покровом, влажная, сухая, поверхность водоёмов и т. д.).

Следует изучить особенности суточного и годового хода температуры воздуха и внимательно рассмотреть причины, влияющие на величину амплитуды температурных колебаний. Детально разобрать условия нагревания и охлаждения приземного слоя воздуха, в котором живут и развиваются растения.

При рассмотрении условий развития турбулентности и конвекции в атмосфере необходимо обратить внимание на инверсии температуры в приземном слое воздуха, особенно в ночное время в периоды весенних и осенних заморозков. Важно выяснить влияние рельефа, экспозиции склонов и растительности на температуру воздуха.

Требуется разобрать приборы, которые используются для измерения температуры воздуха на метеостанциях и постах.

Различные растения нуждаются в определённом количестве тепла. Наиболее распространённым показателем, характеризующим потребности сельскохозяйственных культур в тепле, является сумма активных температур, то есть сумма среднесуточных температур воздуха выше плюс 10 °С за период вегетации. Нужно изучить, какие сельскохозяйственные культуры возможно выращивать в регионе проживания, ориентируясь на суммы температур.

Необходимо разобраться в методах оценки обеспеченности сельскохозяйственных культур теплом с учётом потребности в тепле каждой сельскохозяйственной культуры.

Также нужно усвоить, что тепловой режим различных участков сельскохозяйственных полей зависит от местных условий и может значительно различаться, так как нагревание и охлаждение различных участков протекает неодинаково.

Следует разобрать понятие и значение эффективных температур. При этом требуется знать не только назначение активных и эффективных температур, но и уметь подсчитывать их для практических целей.

Контрольные вопросы:

1. Какие приборы и методы применяют для измерения температуры воздуха?
2. Каково значение температуры воздуха для сельскохозяйственных культур?
3. В какое время суток наблюдаются максимальные температуры воздуха и в какое – минимальные?
4. Как изменяется температура воздуха с высотой?
5. Что называется активной температурой, как и для чего она подсчитывается?
6. Что называется эффективной температурой, как и для чего она подсчитывается?

2.5 Водяной пар в атмосфере

Влажность воздуха. Следует выяснить физический смысл величин, характеризующих влажность воздуха, определить, в каких единицах измеряются величины влажности. Разобрать принцип действия и устройство приборов для определения влажности воздуха.

При изучении влажности воздуха нужно обратить особое внимание на её значение в сельскохозяйственном производстве и в оценке засушливых явлений. Необходимо проанализировать режим влажности в регионах Дальнего Востока и оценить, как он влияет на сельскохозяйственное производство.

Испарение. При рассмотрении испарения следует разобрать процессы испарения с поверхности воды, почвы и растительности (транспирация). При этом определить, какие метеорологические факторы оказывают влияние на суточный и годовой ход испарения. Также важно обратить внимание на вопросы продуктивного испарения с сельскохозяйственных полей и способы сохранения влаги в почве.

Конденсация водяного пара. Рассматривая условия конденсации влаги в атмосфере, необходимо запомнить, что процесс конденсации происходит только тогда, когда содержание водяного пара в атмосфере превысит известный предел, то есть когда в атмосфере произойдёт понижение температуры ниже точки росы (t_d). Здесь же следует проанализировать роль ядер конденсации, условия образования и классификацию облаков, продукты конденсации водяного пара.

При изучении форм облаков главное внимание необходимо направить на те формы, из которых выпадают осадки.

Контрольные вопросы:

1. Что такое насыщающий водяной пар и как изменяется упругость насыщения с повышением температуры?
2. Что такое абсолютная влажность, упругость водяного пара, относительная влажность, дефицит упругости и точка росы, в каких единицах измеряется каждая из этих величин?
3. Какие факторы влияют на скорость испарения с поверхности воды и почвы?
4. Какие мероприятия позволяют регулировать процессы непродуктивного испарения влаги из почвы?

5. Что такое транспирационный коэффициент и какова его зависимость от метеорологических факторов?
6. Каково значение влажности для сельскохозяйственных культур?
7. Каковы общие условия конденсации водяного пара в атмосфере? Какова роль ядер конденсации?
8. Какие причины приводят к образованию росы и инея?
9. Какие основные процессы обуславливают образование облаков?
10. Какова высота распространения каждого из трёх ярусов облаков, какие наблюдаются формы облаков?

2.6 Осадки и почвенная влага

При изучении темы об атмосферных осадках необходимо разобрать особенности осадков различного типа: морозящих, обложных и ливневых. Требуется изучить методы измерения осадков в стационарных и полевых условиях, выяснить их годовой ход в месте своего проживания, обратив внимание на пестроту распределения осадков в летний период. Важно определить роль осадков в формировании запасов почвенной влаги в течение всего года, и особенно в вегетационный период. Следует ознакомиться с методами активного воздействия на процесс выпадения осадков и рассеивания тумана.

Снежный покров. Необходимо изучить способы изменения высоты снежного покрова и запасов воды в снеге, обратив внимание на оценку и значение укрытости снегом озимых, способы снегозадержания и снегосгонки. Затем проанализировать количество снежного покрова в России и в регионе своего проживания, значение снежного покрова для сельскохозяйственных растений.

Почвенная влага. При изучении этого вопроса следует разобрать понятия о почвенной влаге и методах её определения. Выяснить, какое влияние оказывают агрометеорологические условия на водный режим почвы. Разобрать по-

нятия *продуктивная влага, водный баланс поля*. Ознакомиться с годовым ходом запасов почвенной (продуктивной) влаги в различных климатических зонах России и регионе своего проживания.

В заключение необходимо ознакомиться с методами регулирования водного режима почв и изучить вопрос о влагообеспеченности сельскохозяйственных культур и пастбищ, а также вопросы регулирования запасов продуктивной влаги на сельскохозяйственных полях.

Контрольные вопросы:

1. Какие различают виды и типы осадков? Из каких облаков выпадают осадки обложного характера и из каких ливневого?

2. В каких единицах измеряется количество выпадающих осадков? Какие методы и приборы используются для измерения осадков?

3. Как влияет интенсивность осадков и структура почвы на поступление влаги в почву?

4. Какое сельскохозяйственное значение имеет снежный покров и как определить запасы воды в снежном покрове?

5. Что понимают под запасами продуктивной влаги в почве и какие существуют методы её определения?

6. Назовите агротехнические способы регулирования запасов продуктивной влаги на сельскохозяйственных полях.

2.7 Ветер. Погода и её предсказание

Прежде всего необходимо познакомиться с понятием о причине возникновения ветра (неравномерное распределение атмосферного давления). Следует отметить, что основные характеристики ветра свойственны общему движению воздушного потока как целого. Затем выяснить влияние на направление ветра отклоняющей силы вращения Земли и силы трения. Разобрать и получить представление об общей циркуляции атмосферы.

Рассматривая сезонные ветры (муссоны) и местные ветры (бризы, бара, горно-долинные, фены), важно определить не только условия, вызывающие их возникновение, но и обратить внимание, в каких географических районах наблюдаются такие ветры и какое влияние они оказывают на температуру и увлажнение данной местности.

При изучении суточного и годового хода ветра следует разобрать, что он зависит, главным образом, от климатических и местных особенностей района, а также выяснить характер влияния ветра на растения, почву и животных.

В заключение надо определить, как строится график розы ветров, и как практически используется этот график. Также требуется познакомиться с приборами для измерения скорости и направления ветра (флюгер, анемометр и др.).

Рассматривая погоду, следует обратить внимание на географическую и термическую классификацию воздушных масс, их объёмы, размеры, районы формирования и физические свойства. Необходимо понять, как изменяется погода с приходом той или иной воздушной массы. Определить, как погодные условия влияют на выращивание определенных сельскохозяйственных культур, их продуктивность, развитие болезней и вредителей.

В вопросе о классификации атмосферных фронтов, как границе между двумя различными воздушными массами, нужно запомнить, что они могут быть тёплыми и холодными. Необходимо разобрать характер изменения погоды при прохождении фронтов. Выяснить различия в условиях погоды в циклонах и антициклонах.

Также важно познакомиться с синоптическим методом краткосрочного прогноза погоды, местными и народными признаками изменения погоды.

При изучении вопросов темы требуется обратить особое внимание на использование прогнозов погоды в практической деятельности работников сельского хозяйства.

Контрольные вопросы:

1. Каковы причины возникновения ветра?
2. Объясните общую циркуляцию атмосферы.
3. Объясните условия возникновения сезонных и местных ветров и их влияние на температуру и влажность.
4. Какими приборами определяются направление и скорость ветра?
5. Объясните, как строится график розы ветров и укажите его практическое применение.
6. Что понимают под понятием погода?
7. Дайте классификацию воздушных масс. Какие наблюдаются атмосферные фронты и как изменяется погода при их прохождении?
8. Объясните, как производится характеристика погодных условий для целей сельскохозяйственного производства.
9. Какими особенностями характеризуется погода в регионе вашего проживания?
10. Какое значение имеет использование прогнозов погоды в сельском хозяйстве?

2.8 Опасные для сельского хозяйства метеорологические явления

Заморозки. При изучении заморозков следует обратить внимание на их классификацию по причинам возникновения. Запомнить, что интенсивность и продолжительность заморозков зависит от местоположения. Например, интенсивнее и продолжительнее заморозки наблюдаются в пониженных местах рельефа. Затем изучить вопрос о влиянии заморозков на сельскохозяйственные культуры в зависимости от их вида, сорта и фазы развития. В заключение следует проанализировать методы предсказания заморозков, а также меры борьбы с ними, особенно те меры борьбы, которые могут быть применены в регионе своего проживания.

Засухи и суховеи. При рассмотрении важного для сельского хозяйства вопроса о засухах и суховеях следует выяснить их количественные критерии и характеристики. Разобрать причины их возникновения, типы и влияние на сельскохозяйственные культуры. Зная повторяемость засух и суховеев на территории России и в регионе своего проживания, главное внимание обратить на изучение мер борьбы, наиболее целесообразные в соответствующей климатической зоне.

Пыльные бури (ветровая и водная эрозия почв). Требуется изучить причины возникновения пыльных бурь, сделав акцент на их повторяемость на территории России и в регионе своего проживания, а также меры борьбы с ними. Разобрать причины возникновения водной эрозии и меры борьбы с ней.

Град. При рассмотрении этого вопроса следует выяснить причины возникновения града, из каких облаков он выпадает и какой вред наносит сельскому хозяйству. В заключение определить современные методы борьбы с градобитиями.

Неблагоприятные явления зимнего периода. В данном вопросе подлежат изучения причины вымерзания озимых, трав и плодовых культур. Требуется разобрать, при каких отрицательных температурах происходит вымерзание, какие агрометеорологические условия вызывают выпревание, вымокание, выпирание озимых, образование ледяных корок, обратив внимание на роль снежного покрова при вымерзании и выпревании, а также на формы рельефа. В заключение важно ознакомиться с районами наибольшей повторяемости этих явлений на территории России и в регионе своего проживания.

Контрольные вопросы:

1. Объясните причины образования различных типов заморозков.
2. Как влияют условия погоды и рельеф местности на интенсивность и продолжительность заморозков?
3. Как можно предсказать заморозки?
4. Какие можно использовать меры борьбы с заморозками?

5. Объясните причины образования и дайте характеристики засухи, су-ховея и пыльной бури.

6. Какое влияние оказывают засухи, суховеи и пыльные бури на сельско-хозяйственное производство?

7. Каковы основные меры борьбы с засухами, суховеями и пыльными бурями? Какие меры борьбы используют в регионе вашего проживания?

8. Какова причина образования града и какие известны методы борьбы с градобитиями? Какие меры борьбы используют в регионе вашего проживания?

9. Какие метеорологические явления в зимний период неблагоприятны для сельского хозяйства?

10. Назовите основные меры борьбы против вымерзания, выпревания, вымокания, выпирания озимых и ледяной корки. Какие меры борьбы используют в регионе вашего проживания?

2.9 Климат и его значение для сельскохозяйственного производства

При изучении данной темы, прежде всего, следует установить, что понимают под категорией *климат*, какие существуют *климатообразующие факторы и классификации климатов*. При рассмотрении климатических зон России по Бергу обратить внимание на особенности климата региона своего проживания. Следует также ознакомиться с вопросами изменения и преобразования климата.

Очень важным является изучение методов сельскохозяйственной оценки климата и агроклиматических показателей. Требуется запомнить, что понимают под агроклиматическими условиями и методами агроклиматического районирования. При разборе этих вопросов нужно сделать особый акцент на агроклиматическое обоснование агротехнических и мелиоративных мероприятий (сроки сева и высадки рассады, глубина заделки семян, сроки, нормы и

способы внесения минеральных удобрений, оросительные нормы, способы уборки зерновых). Вышеперечисленные агротехнические и агромелиоративные мероприятия в каждом агроклиматическом районе имеют свои особенности, изучаются и уточняются на практике.

Требуется ознакомиться с агроклиматическими ресурсами России и их использованием в сельскохозяйственном производстве.

Микроклимат, климат почвы, фитоклимат. Изучить названные понятия и закономерности их формирования. Определить, как происходит учёт микроклимата и климата почв при оценке агроклиматических ресурсов, а также какие существуют методы улучшения микроклимата сельскохозяйственных полей. Разобрать методики составления микроклиматических карт в зависимости от решаемых хозяйством задач.

При изучении этого вопроса, нужно установить возможность организации наблюдений в сельскохозяйственном предприятии, в котором работаете или проходите практику, для составления микроклиматической карты.

Контрольные вопросы:

1. Что такое климат и каковы факторы его образования?
2. Объясните основные классификации климатов.
3. Назовите климатические зоны по Бергу и дайте их характеристику.
4. Какие агроклиматические показатели используют для оценки термических условий?
5. Что понимают под микроклиматом, климатом поля, фитоклиматом?
6. Какие существуют методы улучшения микроклимата сельскохозяйственных полей?
7. Как составляют микроклиматические карты территории отдельного хозяйства?
8. Какие агроклиматические данные используют в сельскохозяйственном производстве?
9. Как климат влияет на формирование естественной растительности?

2.10 Агрометеорологические наблюдения

Изучение темы следует начать с анализа основных методов агрометеорологических исследований и наблюдений, рассмотрев затем более подробно организацию проведения наблюдений на сети метеорологических станций. Необходимо представлять объём основных наблюдений в весенне-летний и зимний периоды.

Особое внимание требуется уделить организации в хозяйствах агрометеорологических постов, оборудованию их приборами. Также необходимо разобрать вопросы организации регулярных наблюдений и использования этих данных для количественной оценки условий развития, состояния и формирования урожая сельскохозяйственных культур, появления и распространения вредителей и болезней культурных растений.

В заключение темы важно познакомиться с новыми перспективными методами наблюдений на основе применения многоспектральной, тепловой и инфракрасной съёмок, которые окажут большую роль в получении агрометеорологической информации.

Контрольные вопросы:

1. Назовите методы агрометеорологических исследований и наблюдений.
2. Какие наблюдения ведутся в весенне-летний период?
3. Какие наблюдения проводятся на агрометеорологическом посту и как используются результаты этих наблюдений?

2.11 Агрометеорологические прогнозы

Агрометеорологические прогнозы составляются специалистами-агрометеорологами (некоторые могут составляться агрономами), которые используют агрометеорологическую информацию с сети станций и постов. Необходимо изучить научные основы методов агрометеорологических прогнозов и

определить их основные виды: прогноз теплообеспеченности вегетационного периода, прогноз количества и качества урожая, прогноз запасов влаги в почве к началу весенних полевых работ, прогноз сроков наступления основных фаз развития сельскохозяйственных культур, прогноз урожая основных сельскохозяйственных культур, прогноз состояния озимых культур и др.

Контрольные вопросы:

1. В чём заключаются научные основы методов агрометеорологических прогнозов?
2. Назовите основные виды агрометеорологических прогнозов и выделите их значение для сельскохозяйственного производства.

2.12 Использование агрометеорологических данных в производстве и полевых опытах

Агрометеорологические данные используются в производстве и полевых опытах, прежде всего для оценки агрометеорологических условий вегетационного периода и зимнего периода конкретного года.

Необходимо разобрать показатели, необходимые для проведения оценки агрометеорологических условий, и методику самой оценки. Следует рассмотреть содержание статистических характеристик; повторяемость, вероятность и обеспеченность агрометеорологических показателей и порядок их расчёта. При этом нужно иметь в виду, что методика оценки агрометеорологических условий предусматривает учёт микроклиматических особенностей поля, делянок.

Важнейшей проблемой современного земледелия является программированное возделывание сельскохозяйственных культур. Необходимо знать, как используются агрометеорологические показатели и агроклиматические харак-

теристики для решения этой проблемы. Рассмотреть методики составления агроклиматической характеристики территории хозяйства или района и характеристики агрометеорологических условий года.

Контрольные вопросы:

1. Как оценить агрометеорологические условия текущего года?
2. Что выражают статистические характеристики: повторяемость, вероятность, обеспеченность?
3. Составьте агроклиматическую характеристику своего района.

2.13 Агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства

При изучении темы необходимо рассмотреть организацию агрометеорологического обслуживания сельскохозяйственного производства. Проанализировать существующую сеть агрометеостанций и постов гидрометеорологической службы России, и выявить их назначение. Требуется знать основные виды и формы агрометеорологического обслуживания хозяйств, районных, областных (краевых) и центральных организаций. Необходимо понять особенности обслуживания отдельных отраслей сельскохозяйственного производства (орошаемое земледелие, отгонное животноводство, оленеводство и др.).

Весьма важное значение имеет правильное использование агрометеорологической информации, прогнозов и предупреждений специалистами сельского хозяйства.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные виды и формы агрометеорологического обслуживания сельскохозяйственных организаций.
2. В чём состоят особенности агрометеорологического обслуживания различных отраслей сельскохозяйственного производства?

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1 Варианты заданий и требования к контрольной работе

Письменная контрольная работа включает:

1. Два теоретических вопроса из подраздела 3.2.1 данного пособия. При этом номера вопросов указаны в таблице 2 и определяются в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки.

2. Решение задач по основным разделам курса. При решении задач номер варианта указан в верхней строке таблицы с условиями для решения задач. Условия задач 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 находятся в таблицах 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 и рассчитаны на 100 вариантов.

3. Построение графиков годового хода температуры воздуха и розы ветров по данным местной (или районной) агрометеостанции и их анализ.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования:

1. Объем контрольной работы должен быть в пределах 15–20 страниц рукописного (разборчивым почерком) или компьютерного текста.

2. К работе прилагаются все необходимые чертежи и графики, выполненные на миллиметровой бумаге или в программе Excel. Графический материал размещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на соответствующий рисунок, или на следующей странице, а при необходимости в приложении.

3. При выполнении работы в текстовом редакторе *Word*, она должна быть выполнена на одной стороне бумаги формата А4 с набором текста через полуторный интервал с использованием шрифта Times New Roman размером 12 или 14 пунктов и выравниванием текста по ширине. Страницы контрольной работы должны иметь следующие поля: левое 35 мм, правое 15 мм, верхнее и нижнее по 20 мм. Абзацный отступ должен составлять 1,25 см. Все страницы

контрольной работы, включая графический материал и приложения, нумеруются по порядку без пропусков и повторений. Первой страницей считается титульный лист, на котором нумерация не ставится, на следующей странице ставится цифра «2» и т. д. Порядковый номер страницы располагают на середине верхнего поля страницы.

4. Библиографические ссылки оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

5. На титульном листе контрольной работы указываются название предмета, шифр зачётной книжки, направление подготовки, фамилия, имя и отчество исполнителя.

6. На последнем листе работы ставятся дата выполнения работы и подпись исполнителя.

Таблица 2 – Определение теоретических вопросов для варианта работы

Предпоследняя цифра номера зачётной книжки	Последняя цифра номер зачётной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1,67	2,66	3,65	4,64	5,63	6,62	7,61	8,60	9,59	10,58
2	11,57	12,56	13,55	14,54	15,60	16,52	17,51	18,64	19,49	20,48
3	21,47	22,46	23,45	24,44	25,43	26,42	27,41	28,40	29,39	30,38
4	31,37	32,36	33,35	34,62	35,67	36,66	37,65	38,64	39,63	40,62
5	41,61	42,60	43,59	44,58	45,57	46,56	47,55	48,2	49,3	50,4
6	51,5	52,6	53,7	54,8	55,9	56,10	57,11	58,12	59,13	60,14
7	61,15	62,16	63,18	64,24	65,28	66,23	67,30	63,36	2,34	3,35
8	5,47	6,38	8,48	9,41	4,49	7,39	10,42	11,43	13,45	14,59
9	12,44	15,68	16,67	50,66	18,1	20,54	21,68	19,62	22,61	23,29
0	30,59	31,58	32,57	65,56	34,55	35,28	36,54	37,7	52,8	40,51

Примечание: две последние цифры зачетной книжки соответствуют номеру задания.

При выполнении практических заданий контрольной работы необходимо учитывать следующее.

1. При решении задач следует использовать рекомендуемую литературу, а также методики и формулы расчёта, приведённые для решения

каждой задачи в подразделе 3.2.2 данного пособия, и материалы вспомогательных таблиц приложения А данного пособия.

2. Построение графиков и их анализ производится в соответствии с изложенными правилами по образцу [рис. 1](#) и [рис. 2](#) данного пособия.

3. Многолетние агроклиматические характеристики можно также получить из областного агроклиматического справочника по району своего проживания.

3.2 Содержание заданий работы и методика решения задач

3.2.1 Теоретические вопросы для выполнения контрольной работы

1. Организация и работа метеорологических станций и постов. Наблюдения, проводимые метеостанциях и постах.

2. Агрометеорологическая служба в России и Амурской области

3. Использование агрометеорологической информации в сельскохозяйственном производстве.

4. Загрязнение атмосферы и меры борьбы с ним. Влияние атмосферного загрязнения на растения.

5. Загрязнение окружающей среды в результате сельскохозяйственной деятельности.

6. Виды радиационных потоков. Спектральный состав солнечной радиации, биологическое значение основных частей спектра.

7. Фотосинтетическая активная радиация как важный фактор продуктивности растений. Приемы регулирования увеличения прихода ФАР на посев.

8. Свет как фактор жизнедеятельности растений. Требование растений к освещению.

9. Приход солнечной радиации на различные формы рельефа и посева.

10. Способы более полного использования солнечной радиации в сельскохозяйственном производстве.

11. Тепловые свойства и тепловой режим почв. Значение температурного режима почвы для сельского хозяйства.

12. Зависимость температуры почвы от рельефа, растительности и снежного покрова. Регулирование температуры почвы на полях.

13. Замерзание и оттаивание почвы, влияние этих процессов на жизнедеятельность растений.

14. Потребность растений в тепле. Значение учёта термических ресурсов в сельскохозяйственном производстве.

15. Методика расчета суммы температур для определения наступления фенологических фаз растений.

16. Влажность воздуха и почвы, и их значение для сельскохозяйственных культур.

17. Испарение с поверхности почвы и растений. Методы регулирования испарения для целей сельского хозяйства.

18. Значение мелиоративных мероприятий для сельскохозяйственного производства. Мелиоративные мероприятия в хозяйствах Амурской области.

19. Конденсация водяного пара, продукты конденсации и сублимации, их значение в сельскохозяйственной практике.

20. Виды осадков, условия их образования. Значение осадков для сельскохозяйственного производства.

21. Методика проведения снегомерных наблюдений. Обработка результатов снегосъёмки.

22. Значение снежного покрова для сельского хозяйства. Снежные мелиорации.

23. Агротехнические способы регулирования запасов продуктивной влаги на полях. Регулирование водного режима почвы на полях Амурской области.

-
24. Почвенная и продуктивная влага, водный баланс поля. Методы определения влажности почвы. Регулирование водного режима почвы.
 25. Ветры общей циркуляции атмосферы, их влияние на климат регионов.
 26. Влияние подстилающей поверхности на направление, скорость и интенсивность ветра.
 27. Местные ветры и их влияние на климат регионов.
 28. Радиационный баланс и его значение. Методы и приемы регулирования радиационного баланса в целях сельскохозяйственного производства.
 29. Значение ветра для сельскохозяйственного производства.
 30. Влияние климатических условий на распределение растительности на Дальнем Востоке.
 31. Погода, ее изменение и прогноз. Значение прогнозов для сельскохозяйственного производства.
 32. Воздушные массы, их свойства, типы, классификация, условия формирования.
 33. Циклоны и антициклоны, причины их формирования.
 34. Климат Амурской области. Влияние климатических условий на выращивание сельскохозяйственных культур в Амурской области.
 35. Неблагоприятные метеорологические явления летнего периода. Меры регулирования последствий от неблагоприятных явлений в хозяйствах Амурской области.
 36. Неблагоприятные метеорологические явления зимнего периода в Амурской области, их влияние на зимующие растения.
 37. Заморозки, их типы, условия возникновения и прогноз. Методы защиты сельскохозяйственных культур от заморозков.
 38. Засухи и суховеи, причины их возникновения и методы защиты сельскохозяйственных культур от них.
 39. Пыльные бури, причины возникновения и меры борьбы с ними.

40. Сильные ливни и град. Вред, который наносят сильные ливни и град сельскому хозяйству. Меры борьбы с градобитием, водной эрозией почв.

41. Явления, вызывающие повреждения культурных растений в зимний период и меры борьбы с неблагоприятными условиями перезимовки сельскохозяйственных культур.

42. Микроклимат и фитоклимат, их формирование. Мелиорация микроклимата сельхозугодий. Методы микроклиматических наблюдений среди растений.

43. Микроклимат склонов. Методы микроклиматических наблюдений.

44. Влияние лесных полос на климат прилегающих полей.

45. Климат и климатические ресурсы Амурской области.

46. Влияние морских течений на климаты Земли.

47. Оценка световых ресурсов вегетационного периода.

48. Оценка термических ресурсов вегетационного периода.

49. Оценка условий увлажнения вегетационного периода.

50. Агроклиматическое районирование.

51. Влияние агроклиматических условий на продуктивность сельского хозяйства.

52. Влияние погоды на распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных и плодовых культур.

53. Основные группы агрометеорологических прогнозов.

54. Виды и методы агрометеорологических наблюдений.

55. Использование данных агрометеорологических наблюдений в сельском хозяйстве.

56. Значение агрометеорологических прогнозов для сельскохозяйственного производства.

57. Научные основы методов прогноза агрометеорологических условий и фенологических прогнозов.

58. Оценка состояния посевов сельскохозяйственных культур.

-
59. Наблюдения повреждения сельскохозяйственных культур неблагоприятными метеорологическими явлениями в период активной вегетации.
60. Осеннее и весеннее обследование многолетних трав.
61. Весеннее обследование плодовых культур.
62. Определение жизнеспособности плодовых культур зимой.
63. Оценка условий перезимовки зимующих растений.
64. Фенологическое развитие злаковых растений; условия, влияющие на наступление фенологических фаз.
65. Фенологическое развитие плодовых растений; условия, влияющие на наступление фенологических фаз.
66. Фенологическое развитие овощных растений; условия, влияющие на наступление фенологических фаз.
67. Ледяная корка на полях, причины образования, последствия для зимующих растений, методы борьбы.
68. Основные виды и формы агрометеорологического обслуживания сельскохозяйственного производства.

3.2.2 Содержание практических задач и методика их решения

Задача 1. Дайте определение радиационного баланса и его составляющих, выделите их значение. Вычислите радиационный баланс и сделайте выводы. Данные для расчетов представлены в [таблице 3](#).

Конечный результат определяют по формуле (1):

$$B = S' + D - R - E_{эф} \quad (1)$$

где B – радиационный баланс, кал/см²-мин;

S' – интенсивность прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность (инсоляция), кал/см²-мин;

D – рассеянная солнечная радиация, кал/см²-мин;

R – отражённая солнечная радиация, кал/см²-мин;

$E_{эф}$ – эффективное излучение, кал/см²-мин.

При этом составляющие формулы (1) находят по формулам (2) – (4):

$$S' = S \cdot \sin h_0, \quad (2)$$

$$Q = S' + D, \quad (3)$$

$$R = A \cdot \frac{Q}{100} \quad (4)$$

где S – интенсивность прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность, кал/см²-мин.;

h_0 – угол высоты Солнца над горизонтом, град;

Q – суммарная солнечная радиация, кал/см²-мин;

A – альbedo поверхности, %.

Альbedo поверхности определяется по данным [таблицы 4](#). Угол высоты Солнца над горизонтом определяется по данным [таблицы А.1 приложения А](#).

Все величины радиационного баланса необходимо вычислите в кал/см²-мин с точностью до сотых, а затем переведите в систему единиц СИ – Вт/м². При переводе нужно учитывать, что интенсивность солнечной радиации составляет: 1,0 кал/см²-мин \approx 700 Вт/м² (ватт на квадратный метр).

Пример: $S = 1,3$ кал/см²-мин = $1,3 \cdot 700$ Вт/м² \approx 910 Вт/м².

Таблица 3 – Условия для решения задачи расчёта радиационного баланса

Элементы	Варианты*									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
h_0 , град.	19	59	25	59	41	62	38	57	11	59
S , кал/см ² -мин.	1,41	1,17	1,13	1,16	1,20	1,19	1,17	1,17	0,78	1,25
D , кал/см ² -мин.	0,10	0,20	0,16	0,19	0,14	0,18	0,15	0,23	0,9	0,17
$E_{эф}$, кал/см ² -мин.	0,15	0,13	0,11	0,13	0,11	0,12	0,13	0,12	0,13	0,14
A , %	18	21	37	19	16	22	16	26	60	21

Продолжение таблицы 3

Элементы	Варианты*									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
h ₀ , град.	13	47	15	52	17	52	30	60	57	44
S, кал/см ² -мин.	0,91	1,22	0,95	1,18	1,05	1,15	1,18	1,16	1,19	1,19
D, кал/см ² -мин.	0,10	0,20	0,10	0,18	0,11	0,19	0,12	0,18	0,18	0,19
E _{эф} , кал/см ² -мин.	0,12	0,14	0,16	0,14	0,12	0,11	0,13	0,14	0,14	0,13
A, %	13	23	17	24	43	18	37	26	22	30
Элементы	Варианты*									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
h ₀ , град.	47	27	61	29	61	41	61	20	50	53
S, кал/см ² -мин.	1,25	1,19	1,22	1,16	1,21	1,19	1,21	1,10	1,16	1,15
D, кал/см ² -мин.	0,19	0,11	0,17	0,12	0,19	0,17	0,19	0,09	0,20	0,22
E _{эф} , кал/см ² -мин.	0,13	0,14	0,12	0,14	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,12
A, %	23	13	21	24	28	16	21	13	26	18
Элементы	Варианты*									
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
h ₀ , град.	16	55	17	36	34	39	56	41	57	29
S, кал/см ² -мин.	0,91	1,22	1,11	1,2	1,21	1,22	1,22	1,20	1,23	1,16
D, кал/см ² мин.	0,11	0,19	0,10	0,20	0,20	0,16	0,18	0,14	0,16	0,12
E _{эф} , кал/см ² мин.	0,14	0,12	0,13	0,14	0,12	0,14	0,11	0,12	0,14	0,11
A, %	55	22	18	43	55	23	26	18	17	18
Элементы	Варианты*									
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
h ₀ , град.	57	15	37	42	5	39	44	6	41	47
S, кал/см ² -мин.	1,24	1,00	1,29	1,20	0,60	1,14	1,12	0,13	1,28	1,23
D, кал/см ² -мин.	0,17	0,11	0,14	0,14	0,04	0,15	0,15	0,04	0,15	0,13
E _{эф} , кал/см ² -мин.	0,13	0,15	0,13	0,14	0,18	0,17	0,14	0,11	0,13	0,14
A, %	22	88	43	13	17	23	9	18	18	26
Элементы	Варианты*									
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
h ₀ , град.	8	50	25	52	47	20	29	49	9	27
S, кал/см ² -мин.	0,89	1,16	1,11	1,19	1,25	1,03	1,22	1,24	0,86	1,13
D, кал/см ² -мин.	0,06	0,18	0,18	0,17	0,18	0,09	0,13	0,16	0,05	0,14
E _{эф} , кал/см ² -мин.	0,18	0,13	0,12	0,11	0,13	0,12	1,12	0,15	0,16	0,18
A, %	75	24	60	22	30	88	60	14	37	37
Элементы	Варианты*									
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
h ₀ , град.	51	11	29	53	13	59	32	37	59	37
S, кал/см ² -мин.	1,13	0,59	1,22	1,24	0,94	1,18	1,16	1,17	1,19	1,26
D, кал/см ² -мин.	0,18	0,06	0,16	0,14	0,07	0,18	0,18	0,14	0,18	0,20
E _{эф} , кал/см ² -мин.	0,14	0,17	0,15	0,13	0,15	0,13	0,12	0,13	0,13	0,11
A, %	12	13	16	23	43	22	30	16	21	43

Продолжение таблицы 3

Элементы	Варианты*									
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
h ₀ , град.	15	15	51	19	17	53	21	19	54	23
S, кал/см ² -мин.	0,97	1,04	1,30	1,16	0,97	1,21	1,03	1,05	1,27	1,03
D, кал/см ² -мин.	0,09	0,10	0,15	0,07	0,10	0,17	0,09	0,12	0,15	0,10
E _{эф} , кал/см ² -мин.	0,14	0,12	0,14	0,15	0,14	0,13	0,15	0,14	0,13	0,12
A, %	37	75	37	16	16	18	18	75	24	18
Элементы	Варианты*									
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
h ₀ , град.	54	21	48	23	7	47	31	9	48	33
S, кал/см ² -мин.	1,20	0,96	1,13	1,08	0,81	1,25	1,18	0,43	1,21	1,10
D, кал/см ² -мин.	0,18	0,16	0,20	0,16	0,05	0,16	0,12	0,06	0,16	0,12
E _{эф} , кал/см ² -мин.	0,13	0,14	0,13	0,11	0,11	0,13	0,14	0,15	0,14	0,15
A, %	23	55	16	37	88	30	11	19	25	17
Элементы	Варианты*									
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00
h ₀ , град.	10	43	34	45	11	55	15	57	17	20
S кал/см ² -мин.	0,91	1,24	1,17	1,22	0,73	1,10	0,90	1,18	0,98	0,87
D кал/см ² -мин.	0,08	0,17	0,12	0,18	0,13	0,23	0,12	0,18	0,13	0,17
E _{эф} , кал/см ² -мин.	0,13	0,14	0,16	0,11	0,14	0,15	0,13	0,14	0,12	0,10
A, %	88	18	13	16	75	19	60	19	17	74

Примечание: * – варианты задачи определяются согласно двум последним цифрам шифра зачётной книжки.

Таблица 4 – Альbedo некоторых подстилающих поверхностей (среднее), %

Вид поверхности	Альbedo	Вид поверхности	Альbedo
Песок сухой белый	37	Снег сухой свежавыпавший	88
Глина сухая	23	Снег мокрый, чистый	55
Глина влажная	16	Снег мокрый, пористый, светлый	43
Почва подзолистая сухая, серого цвета с желтизной	18	Морской лёд молочно-голубой	35
Почва подзолистая, влажная, серого цвета с желтизной	12	Сосновый высокий лес	13
Сочная зелёная трава	23	Еловый густой лес	37
Высохшая трава	18	Лиственный лес смешанный	17
Паровое поле	10	Чернозём сухой	14
		Чернозём влажный	8

Задача 2. Постройте график годового хода температуры воздуха °С (по данным ближайшей к месту проживания метеостанции). Определите амплитуду колебаний температуры. Определите даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С, 5 °С, 10 °С и продолжительность периодов между датами в днях:

- 1) период с температурой выше 0°С;
- 2) вегетационный период с температурой выше 5°С;
- 3) период активной вегетации с температурой выше 10°С.

Проанализируйте полученные данные в интересах сельскохозяйственного производства и сделайте выводы. Условия для построения графика даны в [таблице 5](#).

Строить график можно на миллиметровой бумаге, либо в программе *Excel*. Наиболее практичным масштабом следует считать: по вертикали 2 °С соответствует одному сантиметру, по горизонтали один месяц – также одному сантиметру (в одном миллиметре три дня). При построении графика точки следует ставить в середине месяца (на 15 число), затем соединить их плавной кривой. Вначале следует вычислить амплитуду температуры по формуле (5):

$$A = t_{max}^{\circ} - t_{min}^{\circ} \quad (5)$$

где t_{max}° – максимальная температура воздуха, °С;

t_{min}° – минимальная температура воздуха, °С.

В нашем примере (рис. 1) амплитуда температуры равна 44,2 °С.

Затем определяют даты перехода температуры воздуха через 0 °С, 5 °С и 10 °С. Для этого на графике через указанные значения температуры проводят горизонтальные линии, пересекающие кривую изменения температуры. Из точек пересечения проводят вертикальные линии до оси абсцисс и определяют даты перехода температуры.

Например, даты перехода температуры воздуха через 10 °С будут 10 мая и 20 сентября. Продолжительность этого периода составляет 131 день.

Таблица 5 – Таблица для построения графика годового хода среднегодовой температуры воздуха, °С

Станция	Месяцы года												Средняя за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Экимчан	-34,0	-24,8	-14,9	-3,2	6,0	13,0	16,8	14,5	7,7	-3,5	-19,3	-30,5	-5,9
Бомнак	-32,5	-24,3	-13,5	-1,7	7,4	14,3	17,8	15,3	8,5	-3,1	-19,6	-32,4	-5,2
Тында	-31,7	-25,9	-16,2	-3,8	6,0	13,6	17,1	13,9	6,3	-5,7	-21,5	-30,2	-6,5
Ерофей Павлович	-27,6	-22,0	-13,0	-1,2	7,5	15,0	18,3	15,0	7,9	-3,4	-17,6	-26,3	-4,0
Джалинда	-28,4	-22,8	-13,3	-0,4	8,2	15,4	18,8	15,8	8,5	-2,7	-17,3	-27,1	-3,8
Зая	-25,4	-19,2	-9,6	1,9	10,6	17,5	20,0	17,3	10,2	-0,6	-15,5	-24,3	-1,4
Магдагачи	-24,7	-19,2	-10,5	0,9	9,8	16,6	19,2	16,3	9,3	-1,6	-15,8	-23,8	-2,0
Черняево	-27,0	-21,0	-11,3	1,3	10,1	16,9	19,5	16,8	9,7	-0,9	-16,0	-25,9	-2,9
Аносово	-28,8	-22,5	-12,7	0,5	9,2	16,2	19,5	16,8	9,7	-1,4	-15,7	-25,1	-2,2
Шимановск	-25,9	-20,3	-10,5	1,7	10,3	17,1	19,8	17,0	10,1	-0,4	-14,6	-24,1	-2,6
Соскаль	-26,5	-20,2	-10,5	2,1	10,6	17,1	19,7	17,1	10,0	-0,4	-14,7	-24,6	-1,7
Норский	-32,6	-24,9	-13,7	0,0	8,9	15,6	19,2	16,8	10,0	-0,7	-16,9	-29,1	-4,0
Мазаново	-28,8	-22,5	-11,6	2,2	10,9	17,6	20,2	17,6	10,6	0,3	-14,8	-26,2	-2,0
Маргаритовка	-31,2	-24,6	-14,0	0,3	9,1	15,9	19,3	16,9	9,9	-0,6	-16,3	-28,2	-3,6
Свободный	-26,2	-20,1	-10,2	2,4	11,0	17,6	20,3	17,6	10,7	0,3	-14,2	-24,4	-1,3
Братолюбовка	-26,8	-20,7	-10,5	2,5	11,0	17,5	20,2	17,8	11,1	0,8	-13,7	-24,2	-1,3
Екатеринославка	-26,6	-20,7	-10,4	2,7	10,9	17,6	20,4	18,0	11,1	0,9	-13,3	-25,7	-1,3
Белогорск	-25,1	-19,1	-8,9	3,4	11,8	18,5	21,2	18,7	11,8	1,5	-12,5	-22,7	-0,1
Сергеевка	-26,5	-20,5	-9,8	2,9	11,3	17,7	20,3	17,9	10,9	0,8	-13,5	-24,1	-1,1
Благовещенск	-22,7	-16,9	-7,2	4,1	12,4	18,8	21,5	19,2	12,4	2,7	-10,3	-20,2	1,2
Константиновка	-24,1	-18,7	-8,4	4,1	12,3	18,6	21,3	19,1	12,4	2,7	-10,5	-21,0	0,7
Поярково	-25,8	-20,0	-9,2	3,8	11,9	18,3	21,1	18,9	12,0	2,3	-11,5	-22,6	-0,1
Завитая	-25,2	-19,4	-9,3	3,0	11,3	17,7	20,7	18,2	11,3	1,4	-13,0	-25,2	-1,3
Малиновка	-28,9	-22,4	-10,4	3,4	11,3	16,7	20,4	18,3	11,4	1,5	-13,6	-26,5	-2,2
Архара	-26,5	-20,6	-9,5	3,8	11,8	18,0	21,1	18,6	11,9	2,1	-11,7	-23,0	-0,3
Садовое	-26,1	-20,7	-11,4	1,7	10,3	17,1	20,7	18,4	11,4	1,1	-12,0	-23,5	-1,2

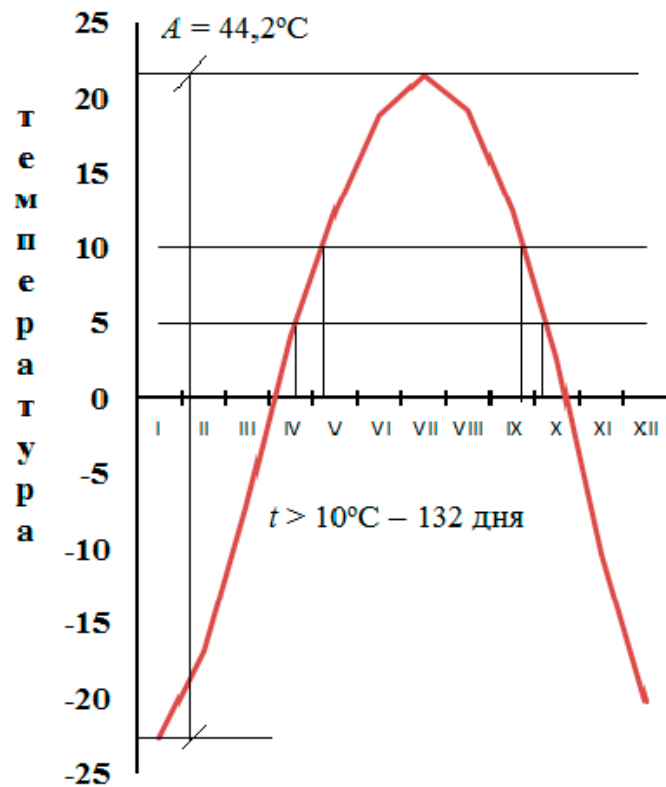


Рисунок 1 – График годового хода температуры

Задача 3. Дайте определение величин влажности воздуха:

- 1) e – упругость водяного пара;
- 2) E – максимальная упругость водяного пара;
- 3) f – относительная влажность воздуха;
- 4) d – дефицит упругости;
- 5) t_d – точка росы.

Затем рассчитайте их значение по данным, представленным в [таблице 6](#).

В зависимости от условия задачи могут быть заданы или температура сухого термометра (t) и температура смоченного термометра (t'), или температура сухого термометра и относительная влажность воздуха (f). Расчеты производятся с использованием формул (6) – (9):

$$e = E' - A \cdot (t - t') \cdot P, \text{ или} \quad (6)$$

$$e = \frac{E \cdot f}{100}, \quad (7)$$

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100, \quad (8)$$

$$d = E - e \quad (9)$$

где E' – максимальная упругость водяного пара при температуре смоченного термометра, мбар;

E – максимальная упругость водяного пара при температуре сухого термометра, мбар;

A – коэффициент, зависящий от скорости ветра;

P – атмосферное давление, мбар.

Для стационарного психрометра коэффициент, зависящий от скорости ветра (A) принимается равным 0,0008. Атмосферное давление для всех вариантов определяется на уровне 1 000 мбар.

Точка росы определяется по значению упругости водяного пара, представленное в [таблице А.2 приложения А](#).

Пример:

Пусть $e = 8,3$ мбар, тогда точка росы $t_d = 4,3$ °С.

Значения E и E' определяются по [таблице 6](#) соответственно по температуре сухого (t) или температуре смоченного (t') термометров.

Величины упругости e , d необходимо вычислить в мбар до десятых долей, а затем перевести в систему единиц СИ – в Па (Паскаль); относительную влажность воздуха (f) – в целых процентах; точку росы (t_d) – в целых и десятых долях °С.

Давление воздуха и упругость водяного пара имеют соотношение:

$$1,0 \text{ мбар} = 100 \text{ Па}.$$

Пример:

$$1. P = 985,0 \text{ мбар} = 985,0 \cdot 100 = 9,85 \cdot 10^4 \text{ Па}.$$

$$2. e = 7,3 \text{ мб} \cdot 100 = 730 \text{ Па}.$$

$$3. d = 3,2 \cdot 100 = 320 \text{ Па}.$$

Таблица 6 – Условия для определения характеристик влажности воздуха

Элементы	Варианты*									
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Температура сухого термометра (t), °С	24,4	24,6	24,8	25,0	25,2	25,4	25,6	25,8	26,0	26,2
Температура смоченного термометра (t'), °С	15,4	–	15,8	–	16,2	–	16,6	–	17,0	–
Относительная влажность (f), %	–	42	–	52	–	40	–	42	–	48
Элементы	Варианты*									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Температура сухого термометра (t), °С	26,4	26,6	26,8	27,0	27,2	28,0	21,2	21,4	21,6	21,8
Температура смоченного термометра (t'), °С	17,4	–	17,8	–	18,2	–	13,2	–	13,6	–
Относительная влажность (f), %	–	55	–	54	–	48	–	40	–	55
Элементы	Варианты*									
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Температура сухого термометра (t), °С	22,0	22,2	22,4	22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8
Температура смоченного термометра (t'), °С	13,0	–	13,4	–	13,8	–	14,2	–	14,6	–
Относительная влажность (f), %	–	40	–	44	–	60	–	36	–	40
Элементы	Варианты*									
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Температура сухого термометра (t), °С	24,0	24,2	17,8	18,0	18,2	18,4	18,6	18,8	19,0	19,2
Температура смоченного термометра (t'), °С	15,0	–	–	11,0	–	12,4	–	12,8	–	13,2
Относительная влажность (f), %	–	37	80	–	40	–	50	–	40	–
Элементы	Варианты*									
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Температура сухого термометра (t), °С	19,4	19,6	19,8	20,0	20,2	20,4	20,6	20,8	21,0	14,4
Температура смоченного термометра (t'), °С	–	13,6	–	14,0	–	14,4	–	14,8	–	10,2
Относительная влажность (f), %	45	–	40	–	45	–	55	-	35	–

Продолжение таблицы 6

Элементы	Варианты*									
	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Температура сухого термометра (t), °С	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0	16,2	16,4
Температура смоченного термометра (t'), °С	–	10,8	–	11,2	–	11,6	–	12,0	–	12,4
Относительная влажность (f), %	60	–	40	–	70	–	80	–	70	–
Элементы	Варианты*									
	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
Температура сухого термометра (t), °С	16,6	16,8	17,0	17,2	17,4	17,6	11,0	11,2	11,4	11,6
Температура смоченного термометра (t'), °С	–	12,8	–	14,2	–	14,6	–	8,2	–	9,0
Относительная влажность (f), %	65	–	45	–	60	–	80	–	66	–
Элементы	Варианты*									
	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
Температура сухого термометра (t), °С	11,8	12,0	12,8	12,4	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,6
Температура смоченного термометра (t'), °С	–	7,0	–	8,4	–	9,8	–	9,2	–	9,6
Относительная влажность (f), %	64	–	52	–	59	–	70	–	50	–
Элементы	Варианты*									
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
Температура сухого термометра (t), °С	13,8	14,0	14,2	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0
Температура смоченного термометра (t'), °С	–	10,0	–	2,0	–	4,0	–	3,0	–	5,0
Относительная влажность (f), %	60	–	55	–	60	–	50	–	55	–
Элементы	Варианты*									
	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Температура сухого термометра (t), °С	8,0	8,5	8,8	9,0	9,3	9,6	10,0	10,5	10,7	10,9
Температура смоченного термометра (t'), °С	–	3,0	–	4,0	–	4,4	–	5,5	–	7,5
Относительная влажность (f), %	45	–	44	–	60	–	49	–	55	–

Примечание: * – варианты задачи определяются согласно двум последним цифрам шифра зачётной книжки.

Задача 4. Определите запас воды в снежном покрове в миллиметрах (мм) и в кубических метрах на один гектар (м³/га). Укажите, какой прибор для этого используют, и опишите принцип его работы и измерения запаса воды. Условия для решения задачи представлены в [таблице 7](#). Плотность необходимо вычислить до тысячных долей, конечный результат округлить до сотых.

Для решения задачи необходимо использовать формулы (10) – (12):

$$d = \frac{K}{10 \cdot Z}, \quad (10)$$

$$h = H_{cp} \cdot d \cdot 10, \quad (11)$$

$$W = h \cdot 10 \quad (12)$$

где d – плотность снега, г/см³;

K – отсчёт по линейке снегомера;

Z – отсчёт по шкале цилиндра снегомера, см;

h – высота слоя воды, мм;

H_{cp} – средняя высота снежного покрова, см.

W – объём воды на одном гектаре, м³ или т;

Таблица 7 – Условия для определения запасов воды в снежном покрове

Элементы	Варианты*										
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
K	87	101	64	104	63	107	65	113	80	118	77
Z , см	60	34	31	35	32	36	33	38	34	40	53
H_{cp} , см	60	35	32	37	33	38	35	40	35	40	55
Элементы	Варианты*										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
K	91	79	93	80	95	82	102	83	104	85	92
Z , см	42	54	43	55	44	56	45	57	46	58	31
H_{cp} , см	43	56	44	57	45	58	46	59	47	60	32
Элементы	Варианты*										
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
K	86	95	67	81	69	85	70	87	72	90	48
Z , см	59	32	46	36	47	36	48	37	49	38	50
H_{cp} , см	60	33	48	37	49	37	50	39	50	40	52

Продолжение таблицы 7

Элементы	Варианты*											
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
<i>K</i>	92	74	98	76	85	38	160	58	157	60	154	
<i>Z</i> , см	39	51	40	52	41	39	54	40	53	41	52	
<i>H_{ср}</i> , см	40	53	42	55	42	40	55	40	50	40	55	
Элементы	Варианты*											
	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
<i>K</i>	82	151	41	148	86	72	43	78	30	123	37	
<i>Z</i> , см	42	51	43	50	44	35	45	36	31	60	32	
<i>H_{ср}</i> , см	45	50	45	50	45	36	46	37	32	60	34	
Элементы	Варианты*											
	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	
<i>K</i>	145	48	172	50	169	51	172	53	169	54	166	
<i>Z</i> , см	59	33	58	34	57	35	58	36	57	37	56	
<i>H_{ср}</i> , см	60	35	60	35	60	37	60	38	55	39	55	
Элементы	Варианты*											
	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	
<i>K</i>	37	163	44	61	54	63	50	32	22	33	24	
<i>Z</i> , см	38	55	28	31	29	32	30	33	14	34	16	
<i>H_{ср}</i> , см	40	55	29	33	30	34	31	35	15	35	17	
Элементы	Варианты*											
	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	
<i>K</i>	34	30	35	24	73	31	56	15	22	20	26	
<i>Z</i> , см	35	17	36	19	37	21	38	10	11	12	13	
<i>H_{ср}</i> , см	37	18	38	20	40	22	40	12	13	13	15	
Элементы	Варианты*											
	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
<i>K</i>	30	28	21	38	25	44	30	45	40	49	41	53
<i>Z</i> , см	15	14	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
<i>H_{ср}</i> , см	16	15	20	20	21	23	22	24	25	27	27	29

Примечание: * – варианты задачи определяются согласно двум последним цифрам шифра зачётной книжки.

Задача 5. Дайте определение заморозков, укажите причины их возникновения. Рассчитайте ожидаемую минимальную температуру по способу Михалевского и сделайте выводы, используя данные об устойчивости к заморозкам некоторых культур ([табл. А.6 приложения А](#)). Условия для решения задачи даны в [таблице 8](#).

Определение ожидаемой минимальной температуры выполняется по формуле Михалевского (13) – (14):

$$M = t' - (t - t') \cdot c \pm A, \quad (13)$$

$$M_1 = t' - (t - t') \cdot 2c \pm A \quad (14)$$

где M – ожидаемый ночной минимум температуры воздуха, °С;

M_1 – ожидаемый ночной минимум температуры почвы, °С;

t' – температура смоченного термометра в 15 часов местного времени, °С;

t – температура сухого термометра в 15 часов местного времени, °С;

c – коэффициент, зависящий от величины относительной влажности;

A – поправка на облачность.

Коэффициент c , зависящий от величины относительной влажности, принимает значения, представленные в [таблице 9](#). Например, при относительной влажности воздуха 75 % коэффициент c составит 2,5.

Поправка на облачность A вводится по следующему правилу: если в 21 час облаков меньше четырёх баллов ($N < 4$), тогда полученную минимальную температуру нужно понизить на 2 °С; если число облаков составляет от четырёх до семи баллов ($N=4-7$), минимум остаётся без изменения; и если количество облаков больше семи баллов ($N > 7$), полученный минимум следует повысить на 2 °С. При этом принято считать: если облаков нет (ясно), то принимается значение нуль баллов; если облаками покрыта половина небосвода, значение составляет пять баллов; и, если всё небо покрыто облаками, – десять баллов.

Таблица 8 – Условия задачи определения ожидаемой минимальной температуры

Элементы	Варианты*									
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
t , °С	8,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	4,6	4,7	7,8
t' , °С	4,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	5,8
f , %	75	45	60	50	70	55	50	70	80	85
N , баллы	4	5	6	7	8	5	1	6	4	10

Продолжение таблицы 8

Элементы	Варианты*								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$t, ^\circ\text{C}$	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8
$t', ^\circ\text{C}$	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	6,3	4,6	4,7	4,8
$f, \%$	55	60	70	65	70	70	65	60	70
N , баллы	8	2	0	6	10	8	9	3	10
Элементы	Варианты*								
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$t, ^\circ\text{C}$	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	4,3	7,8	7,9
$t', ^\circ\text{C}$	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,1	3,8	3,9
$f, \%$	40	60	50	55	60	65	80	60	60
N , баллы	0	4	2	10	6	10	8	8	1
Элементы	Варианты*								
	28	29	30	31	32	33	34	35	36
$t, ^\circ\text{C}$	7,8	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7
$t', ^\circ\text{C}$	4,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
$f, \%$	70	45	50	55	60	65	45	60	65
N , баллы	2	3	7	0	4	8	0	1	5
Элементы	Варианты*								
	37	38	39	40	41	42	43	44	45
$t, ^\circ\text{C}$	5,8	5,9	7,0	6,3	6,4	6,6	4,1	7,0	7,1
$t', ^\circ\text{C}$	2,8	2,0	3,0	3,3	3,4	3,6	3,2	4,0	4,1
$f, \%$	55	70	45	60	65	70	85	57	55
N , баллы	6	4	2	6	5	7	9	2	3
Элементы	Варианты*								
	46	47	48	49	50	51	52	53	54
$t, ^\circ\text{C}$	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	11,4	11,6	11,8
$t', ^\circ\text{C}$	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	6,4	6,6	6,8
$f, \%$	65	70	75	60	80	55	55	45	70
N , баллы	4	5	9	0	6	1	3	2	9
Элементы	Варианты*								
	55	56	57	58	59	60	61	62	63
$t, ^\circ\text{C}$	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	6,0	6,1	6,2
$t', ^\circ\text{C}$	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	3,0	3,1	3,2
$f, \%$	60	80	85	82	80	65	45	70	55
N , баллы	1	7	8	5	10	2	0	4	1

Продолжение таблицы 8

Элементы	Варианты*									
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
$t, ^\circ\text{C}$	10,4	10,6	10,8	11,0	10,0	10,2	10,4	10,6	10,8	
$t', ^\circ\text{C}$	7,4	7,6	7,8	8,0	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	
$f, \%$	80	75	88	80	70	55	65	60	82	
N , баллы	5	4	8	2	6	3	5	2	10	
Элементы	Варианты*									
	73	74	75	76	77	78	79	80	81	
$t, ^\circ\text{C}$	11,0	11,0	4,0	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	4,2	
$t', ^\circ\text{C}$	7,0	6,0	0,9	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	3,0	
$f, \%$	60	50	50	80	55	82	60	70	80	
N , баллы	1	0	8	5	0	9	2	1	9	
Элементы	Варианты*									
	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
$t, ^\circ\text{C}$	9,6	9,8	10,0	10,0	10,2	10,2	6,0	6,2	6,4	
$t', ^\circ\text{C}$	6,6	6,8	7,0	8,0	8,2	7,2	3,0	3,2	3,4	
$f, \%$	85	65	75	88	90	70	70	45	50	
N , баллы	4	3	0	6	2	1	10	6	2	
Элементы	Варианты*									
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	
$t, ^\circ\text{C}$	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	
$t', ^\circ\text{C}$	3,6	3,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	5,0	5,2	
$f, \%$	60	65	80	85	70	88	80	70	65	
N , баллы	9	1	8	5	0	6	4	0	3	

Примечание: * – варианты задачи определяются согласно двум последним цифрам шифра зачётной книжки.

Таблица 9 – Значение коэффициента c в зависимости от влажности воздуха

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

Задача 6. Определите дату наступления восковой спелости культуры (D) по данным наблюдений, приведённых в [таблице 10](#) и сделайте выводы.

Для решения задачи используйте формулу (15):

$$D = D_1 + \frac{A}{t_{cp} - 5} \quad (15)$$

где D – ожидаемая дата наступления восковой спелости сельскохозяйственной культуры;

D_1 – фактическая дата наступления фазы колошения сельскохозяйственной культуры в текущем году;

A – постоянная сумма эффективных средних суточных температур для периода «колошение – восковая спелость», °С;

t_{cp} – средняя температура воздуха за предполагаемый по расчёту период, °С.

Постоянная сумма эффективных средних суточных температур для периода колошение – восковая спелость определяется по данным [таблицы А.4 приложения А](#).

Средняя температура воздуха за предполагаемый по расчёту период (t_{cp}) устанавливается по данным соответствующего справочника или по прогнозу и представлена в [таблице 10](#). Средняя многолетняя дата восковой спелости сельскохозяйственных культур в данном районе (D_{cp}) находится по агроклиматическому справочнику, её следует принять равной по данным [таблицы 10](#).

Пример. Определить ожидаемую дату наступления восковой спелости озимой ржи (D) по следующим данным: фактическая дата наступления фазы колошения (D_1) – 4 июня, средняя многолетняя дата восковой спелости (D_{cp}) – 17 июля, постоянная сумма эффективных средних суточных температур (A) – 540 °С, температура воздуха по агроклиматическому справочнику составляет в июне – 16 °С; в первой декаде июля – 17 °С и во второй декаде июля – 18 °С.

Таблица 10 – Условия задачи определения даты наступления восковой спелости

Варианты*		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<i>D_l</i>		12.VI	3.VI	14.VI	4.VI	15.VI	2.VI	13.VI	5.VI	12.VI	4.VI	12.VI	3.VI	14.VI
<i>D_{cp}</i>		22.VII	16.VII	23.VII	18.VII	24.VII	17.VII	25.VII	19.VII	25.VII	20.VII	22.VII	16.VII	23.VII
<i>A, °C</i>		490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490
<i>t_{cp}</i> (июнь), °C		16,0	17,0	17,5	15,0	16,0	16,0	16,0	16,5	17,5	16,5	16,5	17,5	17,0
<i>t_{cp}</i> (июль), °C	I декада	17,0	18,0	18,5	16,0	17,0	17,0	17,0	18,0	18,0	17,0	17,0	18,0	18,5
	II декада	18,0	19,5	19,0	18,0	18,5	19,0	18,0	19,0	19,0	19,0	18,0	19,5	19,0
	III декада	20,0	–	20,0	–	19,0	–	18,5	–	20,0	–	20,0	–	20,0
Сельскохозяйственная культура		пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница
Варианты*		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>D_l</i>		4.VI	15.VI	2.VI	13.VI	5.VI	12.VI	4.VI	10.VI	3.VI	12.VI	3.VI	12.VI	2.VI
<i>D_{cp}</i>		18.VII	24.VII	17.VII	24.VII	19.VII	23.VII	20.VII	20.VII	16.VII	21.VII	18.VII	22.VII	17.VII
<i>A, °C</i>		540	490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490	540
<i>t_{cp}</i> (июль), °C		15,5	16,5	16,5	16,5	16,5	17,5	15,5	17,0	17,0	18,0	16,0	16,0	16,0
<i>t_{cp}</i> (июль), °C	I декада	16,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	16,0	18,0	18,0	18,0	17,0	18,0	18,0
	II декада	18,0	18,5	19,0	18,0	18,5	18,0	18,5	18,0	20,0	20,0	18,0	18,0	18,0
	III декада	–	19,0	–	18,5	–	19,5	–	20,0	–	20,0	–	20,0	–
Сельскохозяйственная культура		рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь

Продолжение таблицы 10

Варианты*		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
<i>D₁</i>		14.VI	5.VI	12.VI	4.VI	13.VI	2.VI	15.VI	5.VI	14.VI	1.VI	12.VI	6.VI	13.VI
<i>D_{ср}</i>		24.VII	19.VII	25.VII	20.VII	23.VII	15.VII	24.VII	19.VII	23.VII	16.VII	23.VII	20.VII	24.VII
<i>A, °C</i>		490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490
<i>t_{ср}</i> (июнь), °C		16,0	16,0	17,0	16,0	16,0	17,0	17,0	15,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0
<i>t_{ср}</i> (июль), °C	I декада	17,0	18,0	18,0	17,0	18,0	18,0	18,0	16,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
	II декада	18,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	17,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
	III декада	18,0	–	20,0	–	20,0	–	20,0	–	19,0	–	19,0	–	20,0
Сельскохозяйственная культура		пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница
Варианты*		39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
<i>D₁</i>		3.VI	14.VI	3.VI	14.VI	4.VI	15.VI	2.VI	13.VI	5.VI	12.VI	4.VI	10.VI	3.VI
<i>D_{ср}</i>		24.VII	24.VII	16.VII	23.VII	18.VII	24.VII	17.VII	24.VII	19.VII	23.VII	20.VII	20.VII	16.VII
<i>A, °C</i>		540	490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490	540
<i>t_{ср}</i> (июнь), °C		15,0	16,0	17,5	17,0	15,5	16,5	16,5	16,5	16,5	17,5	15,5	17,0	17,0
<i>t_{ср}</i> (июль), °C	I декада	16,0	17,0	18,0	18,5	16,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	16,0	18,0	18,0
	II декада	18,0	18,0	19,0	19,5	18,5	18,0	19,5	18,5	18,0	18,5	18,0	18,5	20,5
	III декада	–	18,0	–	20,0	–	19,0	–	18,5	–	19,5	–	20,0	–
Сельскохозяйственная культура		рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь

Продолжение таблицы 10

Варианты *		52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
<i>D₁</i>		12.VI	3.VI	12.VI	3.VI	14.VI	5.VI	12.VI	4.VI	13.VI	3.VI	14.VI	4.VI	15.VI
<i>D_{ср}</i>		21.VII	18.VII	22.VII	17.VII	24.VII	19.VII	25.VII	20.VII	23.VII	16.VII	23.VII	18.VII	24.VII
<i>A, °C</i>		490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490
<i>t_{ср}</i> (июнь), °C		18,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0	16,0	16,0	17,5	17,0	15,5	16,5
<i>t_{ср}</i> (июль), °C	I декада	18,0	17,0	18,0	18,0	17,0	18,0	18,0	17,0	18,0	18,0	18,5	16,0	17,0
	II декада	20,5	18,5	18,5	18,5	18,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,0	18,0	18,5
	III декада	20,0	–	20,0	–	18,0	–	20,0	–	20,0	–	20,0	–	19,0
Сельскохозяйственная культура		пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница
Варианты *		65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
<i>D₁</i>		2.VI	13.VI	5.VI	12.VI	4.VI	10.VI	3.VI	12.VI	3.VI	12.VI	2.VI	14.VI	5.VI
<i>D_{ср}</i>		17.VII	24.VII	19.VII	23.VII	20.VII	20.VII	16.VII	21.VII	18.VII	22.VII	17.VII	24.VII	19.VII
<i>A, °C</i>		540	490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490	540
<i>t_{ср}</i> (июнь), °C		16,5	16,5	16,5	17,5	15,5	17,0	17,0	18,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
<i>t_{ср}</i> (июль), °C	I декада	17,0	17,0	17,0	17,0	16,0	18,0	18,0	18,0	17,0	18,0	18,0	17,0	18,0
	II декада	19,0	18,4	18,5	18,0	18,5	18,0	20,0	20,0	18,0	18,0	18,0	18,0	19,0
	III декада	–	18,5	–	19,5	–	20,0	–	20,0	–	20,0	–	18,0	–
Сельскохозяйственная культура		рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь

Продолжение таблицы 10

Варианты *		78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
<i>D_l</i>		12.VI	4.VI	13.VI	2.VI	15.VI	5.VI	14.VI	1.VI	12.VI	6.VI	13.VI	3.VI	12.VI
<i>D_{ср}</i>		25.VII	20.VII	23.VII	15.VII	24.VII	19.VII	23.VII	16.VII	23.VII	20.VII	24.VII	19.VII	22.VII
<i>A</i> , °C		490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490	540	490
<i>t_{ср}</i> (июнь), °C		17,0	16,0	16,0	17,0	17,0	15,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0	15,0	16,5
<i>t_{ср}</i> (июль), °C	I декада	18,0	17,0	18,0	18,0	18,0	16,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	16,0	17,0
	II декада	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	17,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
	III декада	20,0	–	20,0	–	20,5	–	19,5	–	19,5	–	20,5	–	20,5
Сельскохозяйственная культура		пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница
Варианты		91	92	93	94	95	96	97	98	99				
<i>D_l</i>		2.VI	15.VI	5.VI	14.VI	1.VI	12.VI	6.VI	13.VI	3.VI				
<i>D_{ср}</i>		15.VII	24.VII	19.VII	23.VII	16.VII	23.VII	20.VII	24.VII	19.VII				
<i>A</i> , °C		540	490	540	490	540	490	540	490	540				
<i>t_{ср}</i> (июнь), °C		17,0	17,0	15,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0	15,0				
<i>t_{ср}</i> (июль), °C	I декада	18,0	18,0	16,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	16,0				
	II декада	19,0	19,0	17,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0				
	III декада	–	20,5	–	19,5	–	19,5	–	20,5	–				
Сельскохозяйственная культура		рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь	пшеница	рожь				

Примечание: * – варианты задачи определяются согласно двум последним цифрам шифра зачётной книжки.

Решение задачи производится по формуле (16).

Прежде всего определим среднюю температуру воздуха за предполагаемый период (t_{cp}). Данный период (с 4 июня по 17 июля) составляет 43 дня. Средняя температура воздуха в июне составляет 16 °С. Следовательно, сумма среднесуточных температур за период с 4 по 30 июня равна 16 °С · 26 дней = 416 °С. В первой декаде июля средняя температура равна 17 °С, а сумма среднесуточных температур – 17 °С · 10 дней = 170 °С. Рассуждая аналогично, устанавливаем, что сумма среднесуточных температур за семь дней второй декады июля равна 18 °С · 7 дней = 126 °С.

Таким образом, за весь период (43 дня) средняя суточная температура воздуха составит: $t_{cp} = (416 + 170 + 126) / (26 + 10 + 7) = 712 / 43 = 16,5$ °С.

Подставляя в формулу (16) соответствующие данные, получим:

$$D = 4 \text{ июня} + 540 / (16,5 - 5) = 4 \text{ июня} + 47 \text{ дней} = 21 \text{ июля}.$$

Следовательно, наступление восковой спелости озимой ржи в данном случае следует ожидать 21 июля, на четыре дня позже средней многолетней даты.

Задача 7. Постройте розу ветров и проанализируйте её в интересах сельского хозяйства, сделайте выводы. Розу ветров необходимо строить по образцу, представленному на [рисунке 2](#). Для построения розы ветров выпишите число случаев повторяемости ветра по основным восьми румбам за месяц по ближайшей метеостанции ([табл. 11](#)).

Построение розы ветров следует производить на листке миллиметровой бумаги или в программе *Excel*. Прежде всего необходимо начертить восемь румбов направлений сторон света. Затем в масштабе отложить на румбах процентное значение повторяемости направлений. После этого необходимо соединить точки ломаной линией.

В нашем примере ветер имеет западное направление, которое в зимний период преобладает. Это даёт возможность лучше организовать снегозадержку.

ние на полях путём установления снегозадерживающих средств (щитов, кулис, валков и т. д.) в направлении, перпендикулярном господствующему ветру, с севера на юг. Роза ветров – наглядный график распределения направления ветра в данном пункте наблюдений.

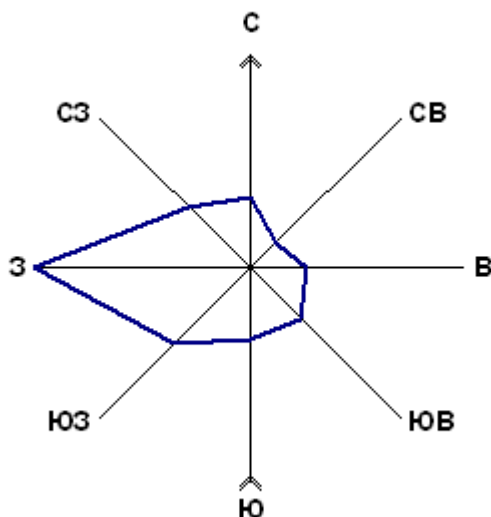


Рисунок 2 – График «Роза ветров»

Повторяемость направлений ветра по данным наблюдений за зимний период составила (в процентах):

- 1) северный – 10;
- 2) северо-восточный – 5;
- 3) северо-западный – 12;
- 4) южный – 10;
- 5) юго-восточный – 10;
- 6) юго-западный – 15;
- 7) восточный – 8;
- 8) западный – 30.

Таблица 11 – Повторяемость направления ветра и штилей в январе и июле по районам Амурской области, %

Район	Повторяемость направлений ветра, %																	
	январь									июль								
	с	св	в	юв	ю	юз	з	сз	ш	с	св	в	юв	ю	юз	з	сз	ш
Сковородино	10	14	15	1	3	16	20	21	42	10	16	34	7	6	8	10	9	37
Зея	27	5	17	10	1	2	12	26	63	23	6	36	10	4	4	8	9	39
Шимановск	5	3	9	4	1	4	20	54	38	10	13	16	16	15	10	6	14	20
Тында	6	2	2	0	0	9	79	2	21	11	12	23	12	6	11	21	4	34
Свободный	4	1	2	9	2	1	16	65	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Белогорск	11	2	11	12	6	7	17	34	9	14	9	12	19	22	9	6	9	6
Экимчан	1	18	46	16	6	7	5	1	74	6	20	32	7	5	19	8	3	43
Благовещенск	21	5	1	1	6	6	11	49	34	13	13	10	15	21	9	6	13	17
Завитая	6	2	3	18	7	11	22	31	27	8	6	13	32	15	10	7	9	16
Константиновка	13	1	5	1	2	16	27	35	51	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Поярково	4	3	11	2	0	3	53	24	26	8	6	30	16	8	9	15	8	24
Архара	10	2	10	27	2	1	10	38	33	4	4	18	39	13	5	7	10	16

Примечание: с – северный; св – северо-восточный; в – восточный; юв – юго-восточный; ю – южный; юз – юго-западный; з – западный; сз – северо-западный; ш – штиль.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрометеорологический обзор по Амурской области / ФГБУ «Дальневосточное УГМС». – Благовещенск : [б. и.], 2020.
2. Глухих, М. А. Агрометеорология : учебное пособие / М. А. Глухих. – СПб. : Лань, 2015. – 200 с. // ЭБС Лань : [сайт]. – URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60034 (дата обращения: 02.09.2021).
3. Журина, Л. Л. Агрометеорология : учебник / Л. Л. Журина, А. П. Лосев. – СПб. : Квадро, 2012. – 366 с.
4. Лосев А. П. Агрометеорология : учебник / А. П. Лосев, Л. Л. Журина. – М : КолосС, 2004. – 300 с.
5. Растениеводство : учебник / В. А. Федотов, С. В. Кадыров, Д. И. Щедрина [и др.]. – СПб. : Лань, 2015. – 335 с. // ЭБС Лань : [сайт]. – URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65961 (дата обращения: 02.09.2021).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Таблица А.1 – Краткая таблица значений синусов различных углов (для нахождения $\sin h_0$ при расчёте величины инсоляции S')

h_0	0°	5°	10°	15°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°
$\sin h_0$	0,00	0,09	0,17	0,26	0,31	0,34	0,37	0,41	0,44	0,47	0,50
h_0	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°	52°
$\sin h_0$	0,53	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,69	0,72	0,74	0,77	0,79
h_0	54°	56°	58°	60°	65°	70°	80°	90°			
$\sin h_0$	0,81	0,83	0,85	0,87	0,91	0,94	0,98	1,00			

Таблица А.2 – Максимальная упругость водяного пара в зависимости от температуры, мбар

°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	6,5	6,5	6,5
1	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0
2	7,1	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,5
3	7,6	7,6	7,6	7,7	7,7	7,8	7,9	7,9	7,9	8,0
4	8,1	8,2	8,2	8,3	8,3	8,4	8,4	8,5	8,5	8,6
5	8,7	8,8	8,8	8,9	8,9	9,0	9,1	9,1	9,1	9,2
6	9,3	9,4	9,5	9,5	9,6	9,7	9,7	9,8	9,8	9,9
7	10,0	10,1	10,1	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,5	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	11,7	11,8	11,9	11,9	12,0	12,0	12,1	12,2
10	12,3	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	12,9	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

Продолжение таблицы А.2

°С	Десятые доли градусов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	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	18,6	18,7	18,8	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

Таблица А.3 – Оптимальные температуры почвы для посева теплолюбивых культур

Сельскохозяйственная культура	Начальная температура прорастания семян, °С	Средняя суточная температуры почвы (на глубине заделки семян), при которой целесообразен посев, °С
Сахарная свёкла	4–5	6–7
Гречиха	5–8	14–15
Картофель	7–8	8–10
Кукуруза, просо, сорго и соя	8–10	10–12
Фасоль	8–10	12–15
Рис	10–13	14–15
Хлопчатник	12–15	10–12
Табак	13–14	14
Огурцы	13–15	13–14
Томаты	14–16	14–16

Таблица А.4 – Сумма эффективных среднесуточных температур для периода развития сельскохозяйственных культур от колошения до восковой спелости

Сельскохозяйственная культура	Сумма эффективных температур выше 5 °С
Озимая рожь (все сорта)	540
Озимая пшеница	490
Яровая пшеница (в зависимости от сорта)	450–540
Овёс	430
Ячмень	390

Таблица А.5 – Потребность культур в тепле за вегетационный период

Культура	Скороспелость сортов	Сумма активных температур, °С*
Яровая пшеница (мягкая)	раннеспелая	1 200–1 400
	среднеспелая	1 300–1 500
	позднеспелая	1 450–1 700
Яровая пшеница (твёрдая)	раннеспелая	1 400–1 500
	среднеспелая	1 500–1 600
	позднеспелая	1 600–1 700
Ячмень	наиболее раннеспелый	960–1150
	среднеспелый	1 200–1 300
	позднеспелый	1 300–1 450
Овёс	наиболее раннеспелый	1 000–1 250
	среднеспелый	1 250–1 400
	позднеспелый	1 400–1 600
Просо	наиболее раннеспелое	1 400–1 550
	среднеспелое	1 600–1 750
	позднеспелое	1 800–1 950
Гречиха	раннеспелая	1 200
	среднеспелая	1 300
	позднеспелая	1 400
Кукуруза на силос	наиболее раннеспелая	1 100
	среднеранняя	1 300
	среднепоздняя	1 500
	поздняя	1 700
Кукуруза на зерно	наиболее раннеспелая	2 100
	среднеранняя	2 400
	среднепоздняя	2 700

Продолжение таблицы А.5

Кукуруза на зерно	поздняя	2 900
Картофель	ранний	1 200
	средний	1 500
	поздний	1 800
Подсолнечник	наиболее раннеспелый	1 600
	среднеспелый	2 000
	позднеспелый	2 300

Примечание: * – в метеорологической будке на высоте 2 м над почвой соответствующие минимальные температуры могут быть выше на 3–4 °С.

Таблица А.6 – Устойчивость сельскохозяйственных культур по отношению к заморозкам в разные фазы развития

Культуры	Начало повреждения и частичная гибель при температуре, °С			Гибель большинства растений при температуре, °С		
	всходы	цветение	созревание (молочная спелость)	всходы	цветение	созревание (молочная спелость)
Наиболее устойчивые к заморозкам						
Яровая пшеница	–9, –10	–1, –2	–2, –4	–10, –12	–2	–4
Овёс	–8, –9	–1, –2	–2, –4	–9, –11	–2	–4
Ячмень	–7, –8	–1, –2	–2, –4	–8, –10	–2	–4
Устойчивые к заморозкам						
Люпин многолетний	–6, –8	–3	–3	–8, –10	–3, –4	–3, –4
Вика	–6, –7	–3	–2, –3	–8	–3, –4	–4
Бобы	–5, –6	–2, –3	–2, –3	–6	–3	–3, –4
Подсолнечник	–5, –6	–3	–2, –3	–7, –8	–3	–3
Лён, конопля	–5, –7	–1, –2	–2, –4	–7	–2	–4
Свекла сахарная и кормовая	–6, –7	–2, –3	–	–8	–3	–
Морковь, брюква, турнепс	–6, –7	–	–	–8	–	–
Среднеустойчивые к заморозкам						
Люпин жёлтый	–4, –5	–2, –3	–	–6	–3	–
Соя	–3, –4	–2	–2, –3	–4	–2	–2

Продолжение таблицы А.6

Культуры	Начало повреждения и частичная гибель при температуре, °С			Гибель большинства растений при температуре, °С		
	всходы	цветение	созревание (молочная спелость)	всходы	цветение	созревание (молочная спелость)
Малоустойчивые к заморозкам						
Кукуруза	-2, -3	-1, -2	-2, -3	-3	-2	-3
Картофель	-2	-2	-1, -2	-2, -3	-2, -3	-3
Неустойчивые к заморозкам						
Гречиха	-1, -2	-1	-1,5, -2	-2	-1	-2
Фасоль	-1, -1,5	-0,5, -1	-2	-1, -2	-1	-2
Хлопчатник	-0,5, -1	-0,5, -1	-1	-1	-1	-1, -2
Бахчевые и овощи	-0,5, -1	-0,5, -1	-0,5, -1	-1	-1	-1
Рис, арахис	-0,5, -1	-0,5	–	-1	-0,5	–

Примечание: температуры даны над уровнем растений, по В. Н. Степанову.

Учебное издание

Стокоз Светлана Владимировна, кандидат биологических наук

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать 17.11.2021 г.
Формат 60x90/16. Уч.-изд. л – 1,89. Усл. печ. л. – 6,81.
Печать по требованию. Заказ 61–21.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Дальневосточного государственного аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

