

Владимирский государственный университет

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Учебное пособие



Владимир 2024

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Учебное пособие

Электронное издание



Владимир 2024

ISBN 978-5-9984-1894-5

© Рагимов А. О., 2024

УДК 551.5
ББК 40.2

Автор-составитель А. О. Рагимов

Рецензенты:

Кандидат сельскохозяйственных наук
и. о. зав. кафедрой земледелия и методики опытного дела
Российского государственного аграрного университета – МСХА
имени К. А. Тимирязева
И. А. Заверткин

Кандидат биологических наук
доцент кафедры биологии и экологии
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Е. Ю. Кулагина

Агрометеорология [Электронный ресурс] : учеб. пособие / авт.-сост. А. О. Рагимов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2024. – 319 с. – ISBN 978-5-9984-1894-5. – Электрон. дан. (6,29 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; дисковод CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Раскрыты особенности различных агрометеорологических условий и их влияние на продуктивность сельскохозяйственного производства, а также меры по предотвращению их пагубного воздействия.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 06.03.02 – Почвоведение и 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 4. Ил. 39. Библиогр.: 37 назв.

ISBN 978-5-9984-1894-5

© Рагимов А. О., 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
Глава 1. АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЕЕ РОЛЬ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	9
1.1. Агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства	9
1.2. Организация и задачи агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства	29
1.3. Основные законы и методы агрометеорологических исследований	32
1.4. Методы агрометеорологических исследований	37
1.5. Основные задачи агрометеорологических исследований	42
1.6. Агрометеорологические наблюдения	43
<i>Контрольные вопросы</i>	45
Глава 2. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	47
2.1. Значение метеорологических условий в сельскохозяйственном производстве	47
2.2. Температурный режим почвы и тепловой баланс земной поверхности	48
2.3. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы	49
2.4. Теплофизические характеристики почвы	52
2.5. Закономерности распространения тепла в почве	56
2.6. Влияние рельефа, растительного и снежного покрова на температуру почвы	60
2.7. Промерзание почвы. Вечная мерзлота	63
2.8. Значение температуры почвы для растений	64
2.9. Методы воздействия на температурный режим почвы	75
2.10. Температурный режим воздуха. Процессы нагревания и охлаждения воздуха	77
2.11. Суточный и годовой ход температуры воздуха	79
2.12. Изменение температуры воздуха с высотой	82
2.13. Показатели температурного режима в определенной местности и потребности растений в тепле	84

2.14. Значение температуры воздуха для сельскохозяйственного производства	87
<i>Контрольные вопросы</i>	90
Глава 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТА И ПОГОДЫ	
3.1. Понятие о взаимосвязи «внешняя среда – растение»	93
3.2. Агрометеорологические показатели	118
3.3. Агрометеорологические показатели термических ресурсов территории.....	120
3.4. Агрометеорологические показатели влагообеспеченности территории.....	121
3.5. Агрометеорологические показатели условий перезимовки растений.....	127
3.6. Агрометеорологические показатели световых ресурсов	130
<i>Контрольные вопросы</i>	132
Глава 4. ПОГОДА И ФАКТОРЫ, ЕЕ ФОРМИРУЮЩИЕ.....	
4.1. Погода. Периодические и непериодически изменения погоды.....	134
4.2. Воздушные массы.....	136
4.3. Атмосферные фронты	138
4.4. Погода в циклоне и антициклоне	142
<i>Контрольные вопросы</i>	149
Глава 5. КЛИМАТ	
5.1. Понятие о климате и климатообразующих факторах.....	150
5.2. Классификация климатов России	152
5.3. Изменение климата	154
<i>Контрольные вопросы</i>	157
Глава 6. ВОДА	
6.1. Вода как фактор жизнедеятельности растений	158
6.2. Испарение. Транспирация растений. Эвапотранспирация	161
6.3. Завядание растений.....	167
<i>Контрольные вопросы</i>	172
Глава 7. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА	
7.1. Влажность воздуха и ее влияние на растения.....	173
7.2. Почвенная влага и ее влияние на развитие растений.....	174

7.3. Агрогидрологические свойства почвы и категории почвенной влаги.....	176
<i>Контрольные вопросы</i>	185
Глава 8. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПОЛЯ.....	186
8.1. Особенности теплового баланса поля.....	186
8.2. Влияние растительного покрова на температуру почвы	190
8.3. Влияние обработки почвы и способов агротехники на метеорологический режим приземного слоя воздуха	191
<i>Контрольные вопросы</i>	195
Глава 9. НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ....	196
9.1. Засухи и суховеи.....	196
9.2. Пыльные бури. Выдувание посевов.	203
9.3. Град	209
9.4. Заморозки	211
<i>Контрольные вопросы</i>	218
Глава 10. МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕБЛАГОПРИЯТНЫМИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ.....	220
10.1. Основные факторы, определяющие перезимовку озимых культур. Вымерзание посевов. Методы борьбы с вымерзанием посевов.....	220
10.2. Выпревание посевов. Меры борьбы с выпреванием	222
10.3. Вымокание посевов. Меры борьбы с вымоканием посевов	225
10.4. Ледяная корка. Меры борьбы с ледяной коркой.....	227
<i>Контрольные вопросы</i>	229
Глава 11. АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ.....	231
<i>Контрольные вопросы</i>	232
Глава 12. МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	233
12.1. Испарение воды и конденсация водяного пара. Методы регулирования испарения с сельскохозяйственных полей	233
12.2. Конденсация и сублимация водяного пара. Облака	239
12.3. Осадки: виды и типы. Суточный и годовой ход осадков. Распределение осадков на земной поверхности	245

12.4. Пути более полного использования солнечной радиации в сельском хозяйстве	250
<i>Контрольные вопросы</i>	251
Глава 13. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ	
13.1. Общие фенологические наблюдения и фазы развития сельскохозяйственных растений	252
13.2. Фенологические наблюдения и фазы развития различных сельскохозяйственных культур	264
13.3. Прогнозы урожайности основных сельскохозяйственных культур, трав, пастбищной растительности и качества урожая	268
13.4. Агроклиматическое районирование России	269
13.5. Программирование урожайности	272
13.6. Категории урожайности и их расчет	280
13.7. Сельскохозяйственная оценка климата	281
<i>Контрольные вопросы</i>	283
Глава 14. ПРОГНОЗ ФАЗ РАЗВИТИЯ И СРОКОВ ФОРМИРОВАНИЯ У РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР	
14.1. Прогноз фаз развития и сроков созревания зерновых культур	284
14.2. Прогноз сроков цветения плодовых культур	285
14.3. Прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода	286
14.4. Прогноз запасов продуктивной влаги в почве под сельскохозяйственными культурами в период их вегетации	286
14.5. Прогноз выпревания озимых культур	287
14.6. Прогноз вымерзания озимых культур	288
14.7. Определение даты начала и конца вегетации и продолжительности вегетационного периода	288
14.8. Определение интегральных показателей термических ресурсов территории	290
14.9. Определение термических показателей фитоценозов	292
14.10. Оценка продуктивности климата	292
<i>Контрольные вопросы</i>	295

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	296
ВОПРОСЫ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ	302
СПИСОК ТЕМ СООБЩЕНИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЯМ.....	306
ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ.....	308
ЗАДАЧИ ПО КУРСУ	310
ГЛОССАРИЙ	312
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	315
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	316

ВВЕДЕНИЕ

Знание агрометеорологических особенностей территории позволяет более эффективно использовать природные ресурсы в целях интенсификации сельскохозяйственного производства и повышения урожайности.

Агрометеорология – это наука, изучающая метеорологические, климатические и гидрологические условия в их взаимодействии с объектами и процессами сельскохозяйственного производства. Изучению агрометеорологии отводится важное место в подготовке студентов бакалавриата.

Большое значение для специалистов имеет правильный учет климатических и погодных условий. Необходимо уметь верно оценивать и эффективно использовать ресурсы климата для повышения продуктивности сельскохозяйственного производства. В частности, интенсификация сельскохозяйственного производства посредством мелиорации, химизации и механизации дает наибольший экономический эффект, если при ее осуществлении учитывают как благоприятные, так и неблагоприятные агроклиматические условия каждого района.

Агрометеорология – важная дисциплина, которая дает теоретические знания и практические навыки, связанные с потенциальными возможностями сложной, динамичной и многофакторной системы "почва – растение – атмосфера".

Современная агрометеорологическая информация помогает специалистам сельского хозяйства планировать сельскохозяйственные работы в соответствии со сложившимися и ожидаемыми метеорологическими условиями, что позволяет ослабить влияние неблагоприятной погоды и наиболее эффективно использовать благоприятные метеорологические условия.

Изучив курс агрометеорологии и умело пользуясь полученными знаниями на практике, студенты смогут правильно оценивать и учитывать климатические и метеорологические условия для целей сельскохозяйственного производства, что является важным ресурсом повышения урожайности сельскохозяйственных культур, не требующим дополнительных затрат.

Глава 1. АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЕЕ РОЛЬ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

1.1. Агrometeorologическое обеспечение сельскохозяйственного производства

Работы по агrometeorologическому обеспечению народного хозяйства возглавляет Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Официальный сайт - <https://www.meteorf.gov.ru/>



Росгидромету подчинены:

1. Межрегиональные территориальные управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС)

✚ Департамент Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Приволжскому федеральному округу

Электронная почта: drhm-pfo@nnov.mecom.ru, drhm-pfo@meteo.nnov.ru

Сайт: <http://www.pfo.meteorf.ru>

✚ Департамент Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Дальневосточному федеральному округу

Электронная почта: department@dalgidromet.ru

Сайт: <https://dfo.meteorf.gov.ru>

✚ Департамент Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Сибирскому федеральному округу

Электронная почта: adm@sibgidromet.ru

Сайт: <http://www.drsfo.ru/>

 Департамент Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Северо-Западному федеральному округу

Электронная почта: office@meteof.ru

Сайт: <http://www.szfo.meteof.ru>

 Департамент Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Южному и Северо-Кавказскому федеральным округам

Электронная почта: dep.skfo@meteof.ru

Сайт: <http://www.yugmeteo.ru>

 Департамент Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Уральскому федеральному округу

Электронная почта: dep.ufo@meteof.ru

Сайт: <http://ufo.meteof.ru>

 Департамент Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Центральному федеральному округу

Электронная почта: dep.cfo@meteof.ru

Сайт: <http://www.cfo.meteof.ru>

2. Гидрометцентр России

Сайт: <https://meteoinfo.ru/>

3. Региональные гидрометцентры:

 Кировский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Верхне-Волжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: info@pogoda43.ru, kcgms@kirov.mecom.ru

Сайт: <http://pogoda43.ru/>

 Марийский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Верхне-Волжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: meteo_cgms@mail.ru

Сайт: <http://maripogoda.ru>

 Мордовский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Верхне-Волжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: gidromet_mord@mail.ru

Сайт: <http://saranskmeteo.ru>

Удмуртский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Верхне-Волжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: ucgms@mail.ru

Сайт: <http://udmpogoda.ru>

Чувашский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Верхне-Волжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: info@meteo21.ru

Сайт: <http://www.meteo21.ru>

Амурский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Дальневосточное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: amurcgms@mail.ru

Бурятский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Забайкальское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: asoiza@rambler.ru, gubcgms@mail.ru

Сайт: <http://www.burpogoda.ru>

Алтайский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: office@meteo22.ru

Сайт: <http://meteo22.ru/>

Горно-Алтайский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: pogoda@meteo-altai.ru

Сайт: <http://www.meteo-altai.ru/>

Кемеровский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: cgms@meteo-kuzbass.ru

Сайт: <http://meteo-kuzbass.ru/>

 Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: pogoda@mail.tomsknet.ru

Сайт: <http://www.meteo-tsk.ru/site>

 Братский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»;

Электронная почта: secretarbratsk@irmeteo.ru

 Тюменский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: priemnaytumen@oimeteo.ru

 Ханты-Мансийский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: hmancy@ugrameteo.ru, priemnayhanty@oimeteo.ru

Сайт: <http://www.omsk-meteo.ru/>

 Ямало-Ненецкий центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: priemnayyamal@oimeteo.ru

 Оренбургский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»;

Электронная почта: ornb@orenburg.mecom.ru, orenmeteo@gmail.com

 Пензенский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: bereg@sura.ru, cgms@pensameteo.ru

 Саратовский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: sekr@saratovmeteo.san.ru,
saratov_cgms@saratovmeteo.san.ru

 Ульяновский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: meteo.uln@mail.ru

 Вологодский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: office@vcgms.ru

Сайт: <http://www.vcgms.ru/>

 Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Коми - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: pogoda@meteorf.ru, komicgms@gmail.com

Сайт: <http://meteork.ru>

 Карельский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: gidromet@onego.ru

Сайт: <http://www.kareliameteo.ru>

 Новгородский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: ncgms@peterstar.ru

Сайт: <http://www.pogodavn.ru>

 Псковский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: pskmeteo@yandex.ru

Сайт: www.psk.meteo.nw.ru

Чеченский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: CechenskiyCGMS@yandex.ru, grozny@rostugms.mecom.ru

Адыгейский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: adigy_hydromet@inbox.ru, adigy@rostugms.mecom.ru

Астраханский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: acgms2015@yandex.ru, astrakhan@rostugms.mecom.ru

Волгоградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: meteo-wcgm@vlpost.ru

Дагестанский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: dag@rostugms.mecom.ru, daggidromet@mail.ru

Ингушский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: meteonazran@mail.ru

Кабардино-Балкарский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: kbmeteo.cgms@yandex.ru, nalch@rostugms.mecom.ru

Калмыцкий центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения

«Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: kalm_cgms@mail.ru, kalm@rostugms.mecom.ru

✚ Карачаево-Черкесский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: meteo13@mail.ru

✚ Краснодарский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: krasnodar@rostugms.mecom.ru, kubmeteo@kubanmeteo.ru

Сайт: <http://kubanmeteo.ru>

✚ Северо-Осетинский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»;

Электронная почта: wladmeteo@mail.ru, meteowlad@mail.ru

✚ Ставропольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»;

Электронная почта: stameteo@rambler.ru

Сайт: <http://stavpogoda.ru>

✚ Таймырский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: director@meteonorilsk.ru, secretar@meteonorilsk.ru

✚ Тувинский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: tuvcgms@tuva.ru, tuvacgms@yandex.ru

✚ Эвенкийский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: meteo@tura.evenkya.ru

✚ Хакасский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: hakascgms@mail.ru

✚ Курганский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: kzgsm@zaural.ru

✚ Пермский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: gimet@meteo.perm.ru

Сайт: <http://meteo.perm.ru>

✚ Челябинский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: office@chelpogoda.ru

✚ Владимирский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: meteo_vladimir@mail.ru

Сайт: <http://www.meteo33.ru>

✚ Ивановский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: cgms-ivanovo@mail.ru

✚ Калужский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: kcgms@kaluga.ru

 Костромской центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: meteo@kostroma.mecom.ru, Pogoda44@kmtn.ru

 Рязанский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: cgms@ryazan.mecom.ru, ryazan-cgms@mail.ru

Сайт: <http://meteo62.ru>

 Смоленский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: smolensky.tzgms@yandex.ru, Smolensk_meteo@mail.ru

Сайт: <http://www.smolcgms.ru/>

 Тверской центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: cgms@tvermeteo.ru

Сайт: <http://www.tvermeteo.ru/>

 Тульский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: info@meteo71.ru

Сайт: www.meteo71.ru

 Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: yacgms@mail.ru

 Белгородский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: belgorodpogoda@mail.ru

Сайт: <https://www.cgms.ru/31/>

Брянский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: bcgms@inbox.ru

Сайт: <https://www.cgms.ru/32/>

Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: pogodavrn@mail.ru

Сайт: <https://www.cgms.ru/>

Липецкий центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: klms_lipetsk@mail.ru

Сайт: <https://www.cgms.ru/48/>

Орловский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: pogoda057@bk.ru

Сайт: <https://www.cgms.ru/57/>

Тамбовский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: tgmc@mail.ru

Сайт: <https://www.cgms.ru/68/>

Тиксинский филиал

Электронная почта: tcgms@rambler.ru

Калининградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: office@meteo39.ru

 Байкальский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: bsgms@mail.ru, baik@irmeteo.ru

 Гидрометеорологическое бюро Череповец - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»

Электронная почта: meteogmb@mail.ru;

4. Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»

Сайт: <http://planet.iitp.ru/>

4. Научно-исследовательские институты:

 Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова

Сайт: <http://voeikovmgo.ru/>

 ВНИИ гидрометеорологической информации - Мировой центр данных

Сайт: <http://meteo.ru/>

 ВНИИ сельскохозяйственной метеорологии

Сайт: <http://cxm.obninsk.ru/>

 Центральное конструкторское бюро гидрометеорологического приборостроения.

Сайт: <https://www.rpatyphoon.ru/>

Территориальные управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды руководят работой областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, местных обсерваторий, а также наблюдательных гидрометеорологических и агрометеорологических станций и постов.

Главная задача гидрометеорологического обеспечения - регулярное оказание всесторонней помощи сельскому хозяйству в наиболее полном и рациональном использовании климатических и погодных условий с целью получения высоких и устойчивых урожаев.

Особенностью сельского хозяйства, принципиально отличающей его от других сфер производства, является чрезвычайно сильная зависимость от метеорологических факторов.

По некоторым оценкам, из всех потерь, которые наносят хозяйству страны неблагоприятные погодные условия, на сельское хозяй-

ство приходится около 65 %. Около половины этих потерь на сегодняшний день можно предотвратить и устранить с помощью соответствующих агротехнических приемов.

Успешность применения любых систем земледелия и агротехнических приемов определяется тем, насколько эффективно удастся бороться с опасными метеорологическими явлениями: засухой, заморозками, градобитиями и т. д., и тем, насколько полно используются в процессе формирования урожая имеющиеся почвенно-климатические ресурсы: свет, тепло, влага и питательные элементы.

Увеличение продуктивности земледелия требует тщательного учета метеорологических факторов при принятии хозяйственных решений на всех уровнях:

- оперативном управлении технологическими процессами и дифференцированном применении агротехнических приемов в соответствии со складывающимися и ожидаемыми (прогнозируемыми) условиями в период вегетации.
- планировании агротехнических мероприятий на предстоящий вегетационный период;
- при составлении долгосрочных проектов повышения почвенного плодородия, проектировании мелиоративных сооружений, районировании производства и т. д.;

При районировании сельскохозяйственного производства, составлении проектов землеустройства, мелиорациях и принятии других решений, последствия реализации которых сказываются в течение длительного времени, основное значение имеет агроклиматическая информация. Важно учитывать не только средние многолетние значения гидро- и агрометеорологических факторов, но и их вероятностные характеристики. Наличие вероятностной информации позволяет выбрать из нескольких допустимых хозяйственных решений оптимальное.

При планировании агротехнических мероприятий на предстоящий период вегетации существенное значение приобретают информация о складывающихся агрометеорологических условиях и долгосрочные агрометеорологические прогнозы.

На этапе оперативного управления производственным процессом дифференциация агротехнологии осуществляется по результатам текущих наблюдений за состоянием посевов и средой обитания растений.

Существенное значение для планирования отдельных оперативных работ имеют краткосрочные прогнозы погоды и отдельных ее элементов, а также штормовые предупреждения об ожидаемых опасных для сельского хозяйства метеорологических явлениях.

Вся информация, необходимая для решения перечисленных выше и других хозяйственных задач, собирается на сети станций и постов при наземных и авиационных, визуальных и инструментальных наблюдениях, а также с помощью искусственных спутников Земли.

Основную гидрометеорологическую и агрометеорологическую информацию, которая может интересовать агронома и других руководителей хозяйств, можно получить на ближайшей гидрометеорологической (агрометеорологической) станции или посту.

Государственная гидрометеорологическая сеть станций и постов предназначена для изучения гидрометеорологических условий и режима погоды на территории России. С этой целью ведут различные наблюдения и работы, необходимые:

- для обеспечения регулярной информацией учреждений Росгидромета о текущем состоянии погоды, об опасных гидрометеорологических явлениях, а также для составления краткосрочных и долгосрочных метеорологических, гидрологических и агрометеорологических прогнозов и расчетов;
- изучения метеорологического, гидрологического и агрометеорологического режимов территории России и составления различных обобщений (ежегодники, справочники, атласы, описания и др.);
- проведения научных исследований в области метеорологии, гидрологии и агрометеорологии, особенно для разработки методов прогнозов и расчетов.

В зависимости от профиля выполняемых наблюдений и работ все гидрометеорологические станции и посты подразделяют по видам (метеорологические, аэрологические, гидрологические, болотные, снеголавинные, агрометеорологические и др.), а в зависимости от объема наблюдений и работ - по разрядам (I, II, III).

На метеорологических станциях ведут круглосуточные наблюдения за погодой.



Рис. 1. Метеорологическая станция

Метеостанция-это сооружение на суше или на море, оснащенное приборами и оборудованием для измерения атмосферных условий с целью получения информации для прогнозов погоды и изучения погоды и климата.

На аэрологических станциях измеряют температуру и влажность воздуха, скорость ветра на больших высотах.



Рис. 2. Аэрологическая станция

Аэрологическая станция – это станция на поверхности земли, с которой проводятся аэрологические наблюдения.

На гидрологических станциях изучают гидрологический режим водных объектов; на водно-балансовых станциях ведут наблюдения за составляющими водного баланса и изучают их взаимосвязи в различных физико-географических районах как в естественных условиях, так и после проведения различных агротехнических и лесомелиоративных мероприятий.

Гидрологическая станция – учреждение, задачами которого являются изучение гидрологического режима на территории его деятельности и оперативное обслуживание экономики.

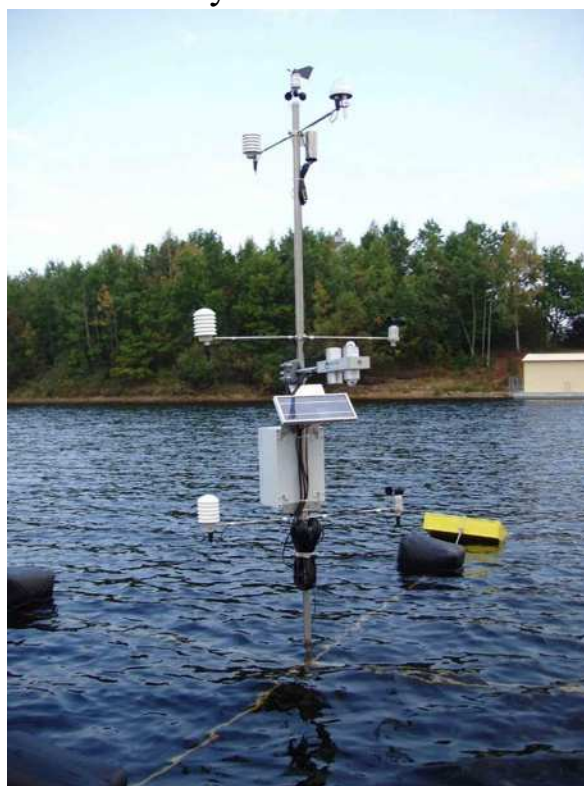


Рис. 3. Гидрологическая станция

На болотных станциях проводят наблюдения за всеми элементами водного и теплового режимов крупных болотных массивов, а также исследуют влияние на эти режимы мелиоративных мероприятий и торфопереработок.



Рис. 4. Болотная станция

Болотная станция – это специализированная гидрометеорологическая станция, на которой ведутся наблюдения за элементами водного и теплового баланса болотного массива.

Агрометеорологические станции являются специализированными исследовательскими станциями, планомерно и всесторонне изучающими агрометеорологические условия и их влияние на сельскохозяйственное производство с учетом его специализации в различных почвенно-климатических зонах.



Рис. 5. Агрометеорологическая станция

Агрометеорологическая станция – это комплекс сертифицированных измерительных приборов, установленных в соответствие с требованиями Росгидромета, позволяющих получать метеорологические данные, которые могут быть использованы для прогнозирования погоды и передачи информации во всемирные метеорологические сети.

Основным принципом агрометеорологических наблюдений является сопряженность (параллельность) наблюдений за погодой, с одной стороны, и за развитием, ростом и состоянием сельскохозяйственных растений - с другой.

Метеорологическая часть включает круглосуточные измерения радиационного баланса и его составляющих, температуры и влажности воздуха, температуры почвы, скорости и направления ветра, осадков.

Кроме того, постоянно наблюдают за облачностью, атмосферными явлениями (туманом, гололедом, изморозью, метелью и др.). В зимний период определяют глубину промерзания почвы и высоту снежного покрова.

Агрометеорологическая часть состоит из следующих наблюдений и определений.

В теплый период на полях с посевами:

-  проводят фенологические наблюдения;
-  определяют густоту посевов,
-  определяют засоренность и зараженность посевов,
-  определяют повреждения растений неблагоприятными метеорологическими явлениями (заморозками, суховеями, градом и др.);
-  наблюдают за формированием элементов продуктивности и определяют структуру урожая сельскохозяйственных культур;
-  наблюдают за полеганием посевов,
-  наблюдают за влажностью соломы,
-  наблюдают за зерном и его прорастанием при неблагоприятных условиях уборки,
-  наблюдают за проведением полевых работ с оценкой их качества и влияния на них погодных условий,
-  наблюдают за условиями выпаса скота с учетом состояния пастбищ,
-  наблюдают за влажностью почвы на полях севооборота (визуально и с помощью инструментальных измерений).

Зимой ведут наблюдения:

-  наблюдения за температурой почвы на глубине узла кущения;
-  наблюдения за глубиной промерзания почвы под культурами;
-  наблюдения за высотой и плотностью снежного покрова на полях с зимующими культурами и в садах;
-  наблюдения за состоянием (жизнеспособностью) растений.

У озимых и многолетних трав для этого вырубают монолиты (в январе и феврале) и помещают их в ящики, которые устанавливают в теплом светлом помещении. После оттаивания монолитов определяют внешний вид и фазу развития растений. Через 15 сут подсчитывают число живых и погибших, не давших отрастания растений и определяют процент погибших растений.

У плодовых культур через 5-7 сут после сильных морозов (-25) (30 °С) срезают одно- и двулетние ветки и ставят в сосуд с теплой водой на 20 - 25 сут. Затем подсчитывают общее число почек на ветке, а также число набухших и распутившихся. Нераспутившиеся почки считают поврежденными (на срезе они имеют бурую или желтоватую окраску). Кроме того, также по окраске среза определяют степень повреждения древесины.

Результаты наблюдений после их первичной обработки и контроля на станциях передают по специальным каналам в межрегиональные территориальные управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и их областные и краевые оперативно-производственные сетевые организации, а оттуда в Гидрометцентр России.

Основные принципы организации и методы проведения всех видов гидрометеорологических и агрометеорологических наблюдений и связанных с ними работ, а также методы обработки результатов наблюдений, выполняемых станциями, постами и учреждениями Гидрометслужбы, регламентируются Наставлением гидрометеорологическим (агрометеорологическим) станциям и постам.

Оперативные подразделения Росгидромета совместно с Гидрометцентром регулярно обеспечивают все службы сельскохозяйственного производства различными видами метеорологических, агрометеорологических и гидрологических материалов, основными из которых являются следующие:

1. Метеорологические прогнозы различной заблаговременности: на 30 с > т, на 5-7 сут, на 3 сут, на 1 сут.

2. Гидрологические прогнозы (прогнозы, режима вод рек, водохранилищ и других водных объектов).

3. Агрометеорологические прогнозы.

4. Предупреждения об опасных гидрометеорологических явлениях.

5. Информация о текущих агрометеорологических условиях и их влиянии на перезимовку, рост, развитие и формирование урожая сельскохозяйственных культур и трав, на проведение полевых работ и выпас скота на пастбищах.

6. Рекомендации по дифференцированному применению агротехнических мероприятий в зависимости от сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий.

7. Режимная, или агроклиматическая, информация.

Основные формы обеспечения потребителей агрометеорологической информацией:

1. Агрометеорологические ежегодники;

2. Агрометеорологические справки, рекомендации и устные консультации;

3. Выступления по радио, телевидению, публикации агрометеорологических обзоров в газетах.

4. Декадный агрометеорологический бюллетень;

5. Доклад «о гидрометеорологических условиях (за прошедший месяц) и их влиянии на деятельность народного хозяйства»;

6. Ежедневный гидрометеорологический бюллетень;

7. Обзор агрометеорологических условий за сельскохозяйственных год;

8. Сводка «основные агрометеорологические особенности декады»;

Агроклиматическая информация представлена в форме климатических и агроклиматических справочников, карт, атласов и т. п.

Вся эта обширная, многоплановая гидрометеорологическая и агрометеорологическая информация в той или иной форме может быть использована для решения различных сельскохозяйственных задач.

Своевременное получение и правильное использование гидрометеорологической и агрометеорологической информации способ-

ствуется увеличению доходов хозяйств при благоприятно складывающихся погодных условиях и снижению потерь при неблагоприятных ситуациях.

Различные отрасли сельского хозяйства имеют свою специфику, что определяет некоторую специализацию их обслуживания. Действительно, зерновое хозяйство, хлопководство, садоводство, орошаемое земледелие, отгонно-пастбищное животноводство, оленеводство требуют от агрометеорологии различных справок, информации, прогнозов.

В области зернового хозяйства разработаны индивидуальные методы для оценки состояния и прогноза урожайности разных культур, например пшеницы (яровой и озимой), кукурузы, подсолнечника и т. д. Кроме того, для зерновых культур дается оценка метеорологических условий периода уборки урожая и обоснование способов и сроков уборки в зависимости от Погоды:

Для садоводства особое значение имеет прогноз заморозков, который составляется параллельно с прогнозом фазы цветения.

Орошаемое земледелие требует разработки способов расчета и прогноза норм орошения, сроков и норм полива. Одновременно требуется информация и прогнозы водности рек и водохранилищ, из которых берется вода для орошения, данные об уровне залегания грунтовых вод, о влажности почвы на орошаемых участках.

Большие требования к агрометеорологическому обслуживанию предъявляет отгонное животноводство. Здесь необходимы сведения о метеорологических условиях, влияющих как на формирование пастбищной растительности, так и на животных. Особое значение имеет прогноз неблагоприятных для отгонного животноводства метеорологических условий, например высокого снежного покрова, ледяной корки и т. д.

Агрометеорологическое и метеорологическое обслуживание колхозов и совхозов, районных организаций осуществляется гидрометеорологическими станциями, а также метеорологическими и агрометеорологическими постами. На каждой станции составляется план, в котором указываются виды обслуживания (прогнозы, справки, предупреждения и др.) и способы доведения их до потребителя. План включает схему обслуживания, где изображены связи станции со всеми обслуживаемыми организациями.

Содержание агрометеорологических информации ежегодно уточняется с учетом особенностей сельскохозяйственного года. В агрометеорологических информациях станций содержатся результаты наблюдений, характеризующие агрометеорологические условия и состояние сельскохозяйственных культур, прогнозы, рекомендации по конкретным полям, с учетом особенностей хозяйства, почвенных условий, микроклиматических особенностей.

Гидрометеорологические станции и посты составляют ежедневные и декадные бюллетени. Ежедневная сводка агрометеорологического поста содержит данные о температуре воздуха и сумме осадков за истекшие сутки, сумме среднесуточных температур с начала весны, об увлажнении почвы, о состоянии сельскохозяйственных культур, снежном покрове. В сводку включается прогноз погоды на ближайшие сутки. Декадный агрометеорологический бюллетень включает те же сведения за декаду. В агрометеорологической информации содержатся рекомендации по проведению агротехнических мероприятий с учетом сложившихся агрометеорологических условий.

Заметное место в обслуживании гидрометеорологическими станциями сельского хозяйства занимает сообщение заинтересованным организациям прогнозов погоды. Некоторые виды прогнозов, например прогноз заморозков, уточняются на станции с учетом микроклиматических особенностей полей и характера сельскохозяйственных культур. Кроме этого, на гидрометеорологических станциях составляются некоторые виды агрометеорологических прогнозов, в основу которых положены материалы наблюдений данной станции.

Внедрение агрометеорологических материалов в сельскохозяйственное производство способствует ведению его на более высокой научной основе и повышению продуктивности.

1.2. Организация и задачи агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства

Агрометеорологическое обслуживание всех отраслей сельскохозяйственного производства является одной из главных задач гидрометеорологической службы.

Основная задача агрометеорологического обслуживания состоит в определении степени соответствия климатических и погодных условий района требованиям сельскохозяйственных растений и животных, в обосновании рационального использования климатических ресурсов.

Важным элементом агрометеорологического обслуживания является оценка вероятности повреждения сельскохозяйственных растений неблагоприятными условиями (заморозками, засухами, пыльными бурями и т. д.), а также оценка условий, обеспечивающих продуктивность животноводства.

Основные виды и формы обслуживания сельского хозяйства, следующие:

1. Агрометеорологические информации о сложившихся погодных условиях и их влиянии на развитие и формирование урожая сельскохозяйственных культур, проведение полевых работ, выпас скота на пастбищах.
2. Агрометеорологические прогнозы - долгосрочные прогнозы условий произрастания сельскохозяйственных культур, их урожая, темпов развития и др.
3. Гидрологические прогнозы, включающие прогнозы запасов воды в реках и водохранилищах, из которых берется вода для орошения полей. Они имеют особенно важное значение в районах орошаемого земледелия.
4. Метеорологические прогнозы различной заблаговременности, в том числе долгосрочные - на месяц и сезон.
5. Предупреждения об опасных явлениях погоды.

Эта информация включается в прогноз погоды или сообщается немедленно при обнаружении угрозы опасных явлений.

Существует несколько видов агрометеорологических информаций:

- ежедневный гидрометеорологический бюллетень;
- пятидневные, недельные и декадные обзоры (бюллетени);
- специальные справки; агрометеорологические обзоры за вегетационный период.

Ежедневные гидрометеорологические бюллетени издаются Гидрометцентром, областными гидрометеорологическими бюро и обсерваториями, а также метеорологическими станциями. В них содержатся обзоры погоды и агрометеорологических условий за прошедшие сутки

на территории, обслуживаемой учреждением, издающим бюллетень. Этот бюллетень включает сведения о влажности почвы, состоянии сельскохозяйственных культур, предупреждения об опасных явлениях и прогноз погоды на сутки.

Агromетеорологические справки составляются всеми учреждениями гидрометслужбы, осуществляющими метеорологические и агromетеорологические наблюдения и оперативное обслуживание сельского хозяйства.

В справках анализируются аномальные явления погоды, влияющие на состояние сельскохозяйственных культур. Содержание справок меняется в зависимости от условий погоды, они часто включают рекомендации по проведению различных агротехнических мероприятий.

Декадные агromетеорологические бюллетени издаются Гидрометцентром, бюро погоды и гидрометеорологическими бюро. Они содержат анализ агromетеорологических особенностей декады, с указанием аномальных явлений, как благоприятствующих, так и неблагоприятствующих развитию растений. Дается характеристика условий роста и развития основных сельскохозяйственных культур, оценка условий проведения полевых работ, приводится анализ изменения состояния культур по сравнению с предыдущей декадой и выявляются его причины. Помещаются таблицы и карты граммы, характеризующие метеорологические условия декады.

Агроклиматические информации содержат сведения о среднем многолетнем режиме отдельных территорий с учетом микроклиматических условий.

Существует несколько видов агроклиматических информаций:

- агроклиматические справочники по областям;
- универсальные справочники «Агроклиматические ресурсы области»;
- работы по агроклиматическому районированию отдельных сельскохозяйственных культур.

Важное значение имеют работы по микроклиматической оценке территорий с учетом рельефа местности, степени ее изрезанности, крутизны склонов их экспозиции, заболоченности, наличия водоемов, обле- сенности, типа почв и т. д.

Помимо рассмотренных видов информаций существуют и другие, а именно: агromетеорологические обзоры по радио и телевидению;

консультации производственным организациям; агрометеорологические и метеорологические обзоры в местных газетах и т. д.

1.3. Основные законы и методы агрометеорологических исследований

Агрометеорология – наука, изучающая метеорологические, климатические, гидрологические условия в их взаимодействии с объектами и процессами сельскохозяйственного производства.

Агрометеорология сформировалась в конце 19 века как прикладная отрасль метеорологии.

Метеорология – это наука о земной атмосфере и физических процессах, происходящих в ней. Она изучает состав, плотность, температуру, влажность воздуха, возникновение облаков, засух и т.д.

Все эти явления называются метеорологическими явлениями.

Метеорология – это наука о земной атмосфере, ее строении, свойствах и физических процессах, происходящих в ней.

Название науки произошло от греческого слова «метеорос», что означает находящиеся вверху, в воздухе. В буквальном смысле - это наука о падающих с неба метеорах, под которыми подразумевается дождь, снег, град, ветер, радуга.

Метеор, а, м. (греч. meteōros). - всякое атмосферное явление, напр. дождь, снег, радуга, зарница, мираж (метеор.).

Изучает метеорология метеоры:

1. Гидрометеоры - дождь, снег;
2. Воздушные метеоры - ветер, пыльные бури;
3. Литометеоры – пыль, пыльца
4. Светящиеся метеоры – радуга, миражи
5. Огненные метеоры – молнии и др.

Название свое метеорология получила от греческого слова «meteora», означающего «нечто в небе».

Метеорологические явления (туманы, гололед, метель, пыльные бури, гроза и др.) – качественные характеристики происходящих в атмосфере процессов.

Метеорологические явления не имеют количественного выражения. Их интенсивность определяется с помощью терминов «слабый», «умеренный» или через метеорологические величины – туман с дальностью видимости 500 м. и т.д.

Непрерывно изменяющееся состояние атмосфер называется погодой.

Погода характеризуется совокупностью метеорологических величин и явлений.

Многолетний режим погоды в данной местности называется климатом.

В определенный момент в данном пункте погода характеризуется метеорологическими величинами.

К ним относятся:

1. атмосферное давление,
2. атмосферные осадки,
3. ветер,
4. влажность воздуха,
5. облачность,
6. температура воздуха.

Основные характеристики состояния атмосферы, которые могут быть выражены в тех или иных единицах измерения.

Значение метеорологических величин за определенный период времени называется метеоусловиями.

Метеорологические величины, которые определяют состояние и продуктивность сельскохозяйственных объектов, называются агрометеорологическими факторами

Сочетание агрометеорологических факторов определенный период времени называется агрометеорологическими условиями

Многолетние характеристики агрометеорологических условий в данной местности составляют агроклиматические условия

Метеорологией называется наука об атмосфере, о ее составе, строении, свойствах и протекающих в ней физических и химических процессах.

Главными задачами метеорологии являются, описание состояния атмосферы в данный физический момент времени и прогноз ее состояния на будущее.

В некоторых случаях возникает необходимость восстановить состояние атмосферы.

Метеорология и климатология используют методы и достижения точных физических наук и даже математического аппарата, причем довольно сложного.

Метеорология – это наука об атмосфере, которая ориентирована на прогнозирование погоды. Иногда термин «метеорология» используется как синоним понятия «физика атмосферы» («физика на открытом воздухе»), хотя на самом деле это не совсем так.

Метеорология связана с погодой, а климатология – с климатом.

Погода – это то, что происходит за окном в данный момент времени. Это мгновенный срез, фотография пространственного распределения совокупности метеорологических величин: давления, температуры, скорости ветра, влажности воздуха, облачности, осадков.

Все атмосферные явления на планете Земля протекают под влиянием рельефа местности, в соответствии с очертаниями материков и океанов, распределением рек, морей, ледникового покрова, растительности, что определяет отношение науки метеорологии к географии и, таким образом, – ее вхождение в комплекс географических наук.

Понимание закономерностей климата также возможно на основании изучения тех общих закономерностей, которым подчинены атмосферные процессы. Поэтому при анализе причин возникновения различных типов климата, и их распределения по земному шару, – исходят из понятий и законов метеорологии.

Агрометеорология (сельскохозяйственная метеорология) – наука, изучающая метеорологические, климатические и гидрологические условия, имеющие важное значение для сельского хозяйства, в их взаимодействии с объектами и процессами сельскохозяйственного производства.

Основными разделами агрометеорологии являются:

- Агроклиматология – это учение о климате как факторе сельскохозяйственного производства,
- Агрогидрология, – это наука, изучающая состояние, водно-физические свойства и водный режим почвы, т. е. агрогидрологические условия произрастания сельскохозяйственных культур.

Объектами изучения агрометеорологии являются погода, климат, водный и тепловой режим почв, сельскохозяйственные культуры,

сенокосно-пастбищные растения, сельскохозяйственные животные и процессы сельскохозяйственного производства. Таким образом, агрометеорология изучает двухкомпонентную систему: биологические объекты и факторы окружающей среды.

Агрометеорологические условия - это погодные условия, оказывающие существенное влияние на сельскохозяйственное производство

Агроклиматические условия - это многолетний режим, оказывающий существенное влияние на сельскохозяйственное производство

Агроклиматические условия можно рассматривать и как природные ресурсы, представляющие собой определенные количества вещества и энергии, которые используются биологическими объектами для создания продукции сельского хозяйства.

При изучении агрометеорологических условий учитываются требования к ним сельскохозяйственных культур и животных, а также свойства почв, уровень агротехники и др. Учет этих условий, в свою очередь, позволяет установить, насколько метеорологические, климатические и гидрологические факторы того или иного района соответствуют указанным требованиям, а также определить степень угрозы вредных для сельского хозяйства явлений погоды (засух, суховеев, заморозков, сильных морозов, оттепелей, ледяных корок, пыльных бурь, града и др.).

Характеристика агрометеорологических условий дает возможность выявить наиболее рациональные методы и приемы воздействия на режим тепла, влаги и света в зоне развития растений для изменения его в благоприятную для сельскохозяйственного производства сторону.

Задачами агрометеорологии являются:

1. Агроклиматическое обоснование приемов и методов мелиорации земель и микроклимата полей;
2. Агроклиматическое обоснование размещения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и пород животных;
3. Агрометеорологическое обоснование мероприятий, направленных на защиту объектов сельского хозяйства от неблагоприятных явлений климата и погоды, вредителей и болезней;
4. Изучение пространственно-временных закономерностей формирования метеорологических и климатических условий и их влияния на объекты и процессы сельского хозяйства;

5. Оперативное агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства.

6. Разработка агрометеорологических прогнозов условий роста, развития, количества и качества урожая сельскохозяйственных культур;

7. Разработка методов количественной оценки влияния погодных и климатических факторов на сельскохозяйственное производство;

Агрометеорология изучает погоду и климат применительно к практическим задачам сельскохозяйственного производства; устанавливает количественные связи между этими условиями и процессами роста, развития и формирования урожая сельскохозяйственных культур. Это позволяет по агрометеорологическому и агроклиматическому материалам устанавливать степень благоприятности погодных и климатических условий для получения значительного урожая различных сельскохозяйственных растений.

Специфическая особенность сельскохозяйственной метеорологии как науки заключается в том, что она исследует погоду, климат различных регионов, закономерности физических и биологических процессов, имеющих большое значение для решения практических задач сельского хозяйства.

В обосновании теоретических вопросов агрометеорология опирается на основные законы физики атмосферы и почвы, биофизики, агрономии.

Агрометеорология наиболее сильно связана с метеорологией и климатологией, а также с физической географией, почвоведением, гидрологией, растениеводством, физиологией растений и с другими географическими, биологическими и сельскохозяйственными науками.

Объектами агрометеорологических исследований являются погода и климат (условия среды), с одной стороны, растения и другие объекты сельскохозяйственного производства - с другой.

Предмет изучения агрометеорологии - взаимодействие растений с климатом и погодой.

Следовательно, агрометеорологии изучает климат и погоду как условия обитания сельскохозяйственных объектов, устанавливает степень соответствия этих условий требованиям живых организмов в раз-

ных климатических районах, исследует влияние неблагоприятных метеорологических условий на процессе их роста и развития. Больше других развит раздел агрометеорологии, посвященный изучению влияния среды на растениеводство.

Агрометеорология - наука комплексная, непосредственно связанная с физическими науками - метеорологией, климатологией, гидрологией и науками биологического профиля - физиологией, агрономией, почвоведением, экологией, - достижения которых она использует.

В связи с этим методы агрометеорологических исследований, целью которых является установление связи между гидрологическими условиями и состоянием объектов сельскохозяйственного производства, отличаются от метеорологических.

Основная цель агрометеорологических исследований состоит в улучшении оперативного агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства и наиболее полным удовлетворении его запросов.

1.4. Методы агрометеорологических исследований

В агрометеорологии, как в других географических науках, используются следующие общие методы исследований:

1. Метод наблюдений - заключается в том, что с помощью приборов на станциях, постах, в экспедициях ведутся наблюдения за агрометеорологическими явлениями и процессами;
2. Метод теоретического анализа - основан на изучении агрометеорологических явлений путем использования законов физики, биологии, физиологии, термодинамики и других наук с привлечением математического аппарата для получения выявленных закономерностей в количественной форме.
3. Экспериментальный метод - сводится к тому, что в природных или лабораторных условиях ставятся опыты по искусственному воспроизведению того явления или процесса, которые представляют интерес для сельскохозяйственного производства;

Для решения агрометеорологических задач указанные общие методы получили дальнейшее развитие в виде частных методов, которые представляют собой наземные и дистанционные методы наблюдений.

К наземным методам исследований относят следующие:

1. Метод географических посевов, при котором сопряженные наблюдения проводятся в разных географических пунктах, на разных широтах, в сочетании с учащенными сроками посева растений. Этот метод позволяет решать те же задачи, что и предыдущий метод, так как посевы конкретного сорта в разных климатических зонах находятся в различных условиях увлажнения, температуры, продолжительности дня и т. д.

2. Метод климатического анализа ареалов и границ растений (географический метод), при котором рост и развитие растений изучаются в пределах ареала их возделывания в сопоставлении с агроклиматическими ресурсами региона;

3. Метод микроклиматических посевов и посадок, заключающийся в изучении одной и той же культуры в условиях нескольких рядом расположенных пунктов с разным микроклиматом;

4. Метод параллельных (сопряженных) полевых наблюдений за метеорологическими явлениями и состоянием растений в одном месте, позволяющий устанавливать связи между погодными условиями, ростом, развитием и урожайностью сельскохозяйственных культур. Сопряженные наблюдения позволяют устанавливать количественную связь роста и развития растений с агрометеорологическими условиями, оценивать потребности растений в определенных количествах света, тепла, влаги, выявлять критические температуры произрастания растений;

5. Метод учащенных сроков посевов, при котором растения высевают в поле в разные сроки (через 5, 10, 15 дней и более) и ведутся параллельные наблюдения за развитием растений и погодными условиями в одном месте. Растения различных сроков посева развиваются в неодинаковых метеорологических условиях. В результате такого опыта в течение одного года можно получить информацию о влиянии разных комплексов метеорологических параметров на исследуемые растения в конкретной местности. Этот метод значительно ускоряет изучение устойчивости растений к неблагоприятным явлениям погоды;

6. Метод экспериментально-лабораторный, позволяющий в специальных камерах искусственного климата (фитотронах) создавать

различные сочетания агрометеорологических условий и изучать их влияние на формирование урожая.

7. Метод экспериментально-полевой, при котором в полевых опытных условиях искусственно изменяют агрометеорологические условия возделывания растений (температуру и влажность почвы, продолжительность и интенсивность освещения, наличие и отсутствие снежного покрова и др.);

8. Экспериментальные методы дают возможность многократно воспроизводить и комбинировать оптимальные и аномальные условия формирования урожая, отдельные периоды вегетации, контролировать и фиксировать условия эксперимента.

В последнее время все большее развитие получают дистанционные методы наблюдений.

По использованию технических средств они делятся на:

1. Вертолетные,
2. Самолетные,
3. Спутниковые.

В настоящее время спутниковые методы представляют наибольший интерес для сельского хозяйства.

Разработанные космические методы наблюдений включают в себя визуальные наблюдения, многозональное фотографирование, телевизионную, инфракрасную и радиотепловую съемки.

Многозональное фотографирование представляет собой одновременное фотографирование одних и тех же земных объектов сразу в нескольких зонах спектра. Съемку производят фотокамерой, имеющей несколько объективов, каждый из которых снабжен определенным световым фильтром. В итоге получают серию фотографий земных объектов, которые испускают длины волн, пропускаемые соответствующим фильтром. Этот метод позволяет четко различать типы почв, степень их влажности.

Для оптимального использования земельного фонда сельскохозяйственных угодий необходимо проводить оценку состояния почвенного покрова. Одним из факторов, ограничивающих использование земли в сельском хозяйстве, является эрозия почв, которая очень хорошо распознается именно на многозональных космических снимках.

Телевизионная съемка проводится телеобъективами, установленными на космических спутниках Земли, в диапазоне длин волн

0,45-0,75 мкм. Бортовые устройства спутника «запоминают» изображения земных объектов и передают их на наземные телеэкраны, с которых делают фотографии.

С помощью космических телесъемок можно определять появление и границы снежного покрова, степень созревания культур, возникновение опасных агрометеорологических явлений (например, пыльных бурь).

Инфракрасная съемка осуществляется специальной аппаратурой путем фиксирования инфракрасной части отраженной от земных объектов солнечной радиации или радиации, непосредственно излучаемой земными объектами. Такая съемка дает возможность различать изменения в состоянии растений, обусловленные недостатком влаги в почве, избыточным засолением, различными болезнями.

Радиотепловая съемка основана на измерении излучения земных объектов в диапазоне длин волн 0,3-30 см. Ее важным преимуществом перед другими съемками является возможность фиксировать земные объекты при наличии облаков между спутником и Землей, а также проникать в толщу почвы. С помощью радиотепловой съемки фиксируют особенности рельефа сельскохозяйственных угодий, степени густоты растительного покрова, влажность воздуха и почвы.

Космические методы наблюдений играют важную роль в агрометеорологическом обеспечении сельскохозяйственного производства. Спутниковые данные и результаты их тематической обработки дают объективную информацию о текущем состоянии растительного покрова, о фазах вегетации, о динамике всходов и развития посевов озимых и яровых культур, об имеющихся аномалиях для различных сельскохозяйственных растений, о степени изреженности и площади проективного покрытия сельскохозяйственных угодий. Данные, полученные дистанционными методами, позволяют принимать своевременные решения и оперативные меры о сроках и содержании мероприятий, направленных на сохранение и увеличение урожая.

В качестве теоретических методов агрометеорологических исследований используют корреляционный и регрессивный анализы. В последние годы в агрометеорологических исследованиях все чаще применяют методы математического моделирования, основной целью которых является прогнозирование продукционных процессов в системе

«почва - растение - атмосфера». Получаемая информация об ожидаемом урожае сельскохозяйственных культур может использоваться при планировании работы хлебоприемных и перерабатывающих предприятий, транспорта для перевозки, а также при продаже и закупке сельскохозяйственной продукции.

Существующие методики прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур можно разделить на две группы: эмпирико-статистические и имитационно-модельные.

Эмпирико-статистический подход предполагает конкретные культуры, район применения и учет определяющего влияния на жизненный цикл растений (онтогенез) внешних факторов, лимитирующих их рост, развитие и формирование урожая.

Имитационно-модельные методы физически обоснованно отражают процесс формирования урожайности на протяжении вегетационного периода.

Все представленные методы агрометеорологических исследований используются не изолированно друг от друга, а в дополнении и взаимосвязи. Например, в математических моделях значения параметров модели определяются на основе материалов наземных, дистанционных наблюдений или лабораторного эксперимента.

Методы агрометеорологических исследований базируются на следующих основных законах.

1. Закон равнозначности (или незаменимости) основных факторов жизни. Сущность его состоит в том, что ни один из необходимых для развития растений основных факторов (воздух, свет, тепло, влага) не может быть ни исключен, ни заменен другим. Все они необходимы для жизни растений.

2. Закон неравноценности факторов среды для растений. Согласно этому закону, факторы среды по своему действию на растения подразделяются на основные и второстепенные (ветер, облачность, давление атмосферы и др.). Основные факторы оказывают непосредственное и сильное влияние на растения. Второстепенные играют косвенную роль, корректируя действие основных. Они усиливают или ослабляют действие основных факторов.

3. Закон минимума (или лимитирующего фактора), согласно которому при не изменяющихся других условиях уровень урожая определяется тем фактором, который находится в минимуме. Например, в

засушливых зонах количество влаги является лимитирующим фактором урожая.

4. Закон оптимума (или совокупного действия факторов). Согласно этому закону, наивысшая продуктивность растений обеспечивается только оптимальным сочетанием разных факторов при непрерывном повышении агротехники возделывания растений.

5. Закон критических периодов, в соответствии с которым в отдельные периоды жизни растения особо чувствительны к определенным количественным значениям факторов среды, особенно к влаге, теплу, солнечной радиации.

Климатология - наука о климате, как физическом явлении - его образовании, динамичных процессах в нем и изменении климата во времени.

Климат (от греческого клима - наклон, имеется в виду наклон солнечных лучей к земной поверхности) - многолетний режим атмосферных процессов и явлений (погоды) в данном регионе, определяемый географическими условиями.

Основные методы исследований агрометеорологии, опирающиеся на указанные законы, имеют целью установить количественные значения основных и второстепенных факторов среды, обуславливающих существование растений, их лимитирующие значения и оптимальные сочетания с учетом критических периодов.

1.5. Основные задачи агрометеорологических исследований

Задачи агрометеорологии определяются требованиями сельского хозяйства, его интенсификации путем механизации, химизации, мелиорации земель, селекции высокопродуктивных сортов культурных растений.

Основными задачами агрометеорологии являются:

1. Исследование закономерностей формирования метеорологических и климатических условий сельскохозяйственного производства в географическом разрезе и во времени;

2. Разработка методов количественной оценки влияния метеорологических факторов на развитие, состояние и продуктивность агроценозов, животных, на развитие и распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур;

3. Разработка методов агрометеорологических прогнозов;
4. Обоснование размещения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и обоснование приемов наиболее полного использования ресурсов климата для повышения продуктивности земледелия;
5. Разработка методов борьбы с неблагоприятными явлениями погоды и климата, изучение путей мелиорации микроклимата полей;
6. Обоснование дифференцированного применения агротехники в соответствии со сложившимися и ожидаемыми условиями погоды;
7. Агроклиматическое обоснование приемов мелиорации земель и интенсивной технологии в растениеводстве;
8. Совершенствование методов оперативного обеспечения сельскохозяйственного производства агрометеорологической информацией и оценки ее экономической эффективности.

Для решения указанных задач, совершенствуя методы и средства исследований на основе научно-технического прогресса, агрометеорология изучает требования объектов сельского хозяйства к метеорологическим условиям и устанавливает количественные связи между этими условиями и процессами роста, развития и формирования урожая сельскохозяйственных растений. Эти задачи направлены на достижение основной цели-обеспечения всеми видами агрометеорологической информации агропромышленного комплекса страны на проектном, плановом и оперативном уровнях.

Агрометеорологические исследования базируются на результатах наблюдений, выполняемых на агрометеорологических и метеорологических станциях и постах, в экспедиционных условиях.

Агрометеорологические наблюдения включают сопряженные наблюдения над метеорологическими элементами и состоянием сельскохозяйственных -объектов (влажностью почвы, состоянием растений, условиями выпаса животных и т. д.).

1.6. Агрометеорологические наблюдения

Агрометеорологические исследования базируются на результатах наблюдений, выполняемых на агрометеорологических и метеорологических станциях и постах, в экспедиционных условиях.

Агromетeоролoгичeские нaблюдeния включают сопряжeнные нaблюдeния нaд мeтeоролoгичeскими элeмeнтaми и сoстoяниeм сeльсxoзoяйствeнных oбъeктoв (влaжнoстью пoчвы, сoстoяниeм рaстeний, услoвиями выпaсa живoтных и т. д.).

Нaибoлee густую сeть стaнций, выпoлняющих агromетeоролoгичeские нaблюдeния, сoстaвляют мeтeоролoгичeские стaнции. Пoмимo этoгo, агromетeоролoгичeские нaблюдeния выпoлняются нa мeтeоролoгичeских пoстaх, рaспoлoжeнных в сeльсxoзoяйствeнных рaйoнaх стpaны, a тaкжe нa агromетeоролoгичeских пoстaх.

Оснoвные зaдaчи стaнций и пoстoв пo oргaнизaции агromетeоролoгичeских нaблюдeний, слeдующиe:

1. Пeрвичнaя oбрaбoткa и кoнтрoль рeзультaтoв нaблюдeний;
2. Прoвeдeниe нaблюдeний в рaйoнe рaспoлoжeния стaнций и пoстoв;
3. Рeгулярнoe агromетeоролoгичeскoe oбслуживaниe ближaйших кoлхoзoв, сoвхoзoв, сeльсxoзoяйствeнных учрeждeний, сoстoящee в пeрeдaчe всех видoв прoгнoзoв, пeрeдупрeждeний o нeблaгoприятных явлeнияx пoгoды, кoнсультaций, спрaвoк и т. д.
4. Сoстaвлeниe инфoрмaциoнных агromетeоролoгичeских дoнeсeний и пeрeдaчa их сooтвeтствующим учрeждeниям в устaнoвлeнные срoки;

В тeплый пeриoд выпoлняются нaблюдeния зa тeмпeрaтурoй пaхoтнoгo пoля, oсaдкaми нa сeльсxoзoяйствeнных пoлях, влaжнoстью пoчвы, фaзaми рaзвития рaстeний, их сoстoяниeм, фoрмирoвaниeм элeмeнтoв прoдуктивнoсти.

В хoлoдный пeриoд нaблюдeния вeдутся зa тeмпeрaтурoй пoчвы нa глубинe зaлeгaния узлa кущeния oзимых култур, влaжнoстью пoчвы, глубинoй прoмeрзaния и oттaивaния, сoстoяниeм зимующих пoлeвых култур и плoдoвых дeрeвьeв, снeжным пoкрoвoм.

Рeзультaты мeтeоролoгичeских и агromетeоролoгичeских нaблюдeний пeрeдaются сo стaнций в гидрoмeтeоролoгичeскoe бyрo (oблaстные, крaевые, рeспубликaнские) и Гидрoмeтeоролoгичeский Цeнтр, гдe они испoльзуются для агromетeоролoгичeскoгo oбслуживaния всех oтрaслeй сeльсxoзoяйствeннoгo прoизвoдствa.

Помимо наземных агрометеорологических наблюдений в последнее время значительную информацию дают авиационные визуальные и инструментальные обследования, методика которых существенно отличается от наземной.

При авиационном визуальном обследовании, когда полет самолета проходит на небольшой высоте (около 100 м), фазы развития, засоренность посевов, их повреждения оцениваются по косвенным признакам: четкости рядков, степени покрытия почвы травостоем, цвету растений, количеству бурых пятен на темно-зеленом поле и т. д.

Визуальные авиационные обследования озимых культур проводятся осенью, в период прекращения вегетации, и весной, после возобновления ее.

Яровые культуры обследуются в начальные фазы развития и в период созревания в районах, где зерновые могут повреждаться осенними заморозками.

Пастбища обследуются в период максимального прироста надземной массы (май-июнь).

Маршруты полета могут быть различными, но обычно они выбираются так, чтобы были обследованы поля с различными условиями развития и перезимовки растений.

Трасса полета должна обязательно проходить через наблюдательные участки гидрометеорологических станций, материалы которых являются отправным моментом при обработке визуальных авиационных наблюдений.

Контрольные вопросы

1. Основные формы обеспечения потребителей агрометеорологической информацией.
2. Что такое агрометеорологическая станция?
3. Для чего предназначена государственная гидрометеорологическая сеть станций и постов?
4. За какими показателями ведут наблюдение в летний период?
5. За какими показателями ведут наблюдение в зимний период?
6. Организация, структура и основные задачи агрометеорологического обеспечения сельскохозяйственного производства.
7. Основные виды и формы агрометеорологической информации.

8. Особенности агрометеорологического обеспечения различных отраслей аграрного сектора.
9. Современное состояние агрометеорологического обеспечения.
10. Что такое текущая гидрометеорологическая информация.
11. Методы исследований в агрометеорологии.
12. Научные основы методов агрометеорологических оценок и прогнозов.
13. Что изучает агрометеорология и каковы ее основные задачи?
14. Задачи агрометеорологии.
15. Что такое метеорологические величины?
16. Этапы развития агрометеорологии как науки.
17. Организация и работа метеостанций и постов.
18. Что такое агрометеорологические наблюдения?
19. Что такое агрометеорологические исследования?
20. Основные задачи агрометеорологии
21. Основные задачи станций и постов по организации агрометеорологических наблюдений.
22. Использование данных агрометеорологических наблюдений для количественной оценки.
23. Использование данных агрометеорологических наблюдений для условий развития состояния и формирования урожая сельскохозяйственных культур.
24. Использование данных агрометеорологических наблюдений для появления и распространения вредителей.
25. Использование данных агрометеорологических наблюдений для болезней культурных растений.

Глава 2. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

2.1. Значение метеорологических условий в сельскохозяйственном производстве

Жизнь растений протекает при непрерывном взаимодействии с окружающей средой, представляющей собой комплекс метеорологических (климатических), гидрологических, почвенных, биотических (связанных с влиянием других растений или микроорганизмов) условий и факторов, определяемых деятельностью человека.

Условия среды – это совокупность окружающих растения внешних факторов.

Условиями среды, или экологическими условиями, называют изменяющиеся во времени и пространстве абиотические факторы среды, на которые организмы реагируют по-разному в зависимости от их силы.



Рис. 6. Условия среды

Не все элементы среды влияют на жизнь растений. Например, атмосферное давление, состав и строение атмосферы на высотах выше приземного слоя, оптические, акустические явления в атмосфере заметного влияния на жизнь растений не оказывают.

Прочие метеорологические и гидрологические элементы непосредственно или косвенно влияют на рост и развитие растительных организмов. Основные элементы, определяющие процессы роста и развития растений, обычно называют факторами жизни. Таких факторов четыре: свет, тепло, влага и минеральное питание.

Свет и тепло - факторы «космического происхождения», они не подвергаются существенным изменениям под влиянием деятельности человека. В широком диапазоне их можно менять только в закрытом грунте (теплицах, парниках, камерах искусственного климата).

Влага и минеральное питание - факторы земного происхождения. Изменяя их количество в почве, проводя осушительные или орошительные мелиорации, человек влияет на урожай сельскохозяйственных культур. В агрометеорологии обычно ограничиваются рассмотрением влияния на растения света, тепла и влаги.

Некоторые метеорологические, гидрологические и почвенные элементы, такие, как влажность воздуха, скорость ветра, снежный покров, облачность, дымка, туман, структура почвы, ее механический состав, глубина промерзания, оказывают косвенное влияние на растения, изменяя подток тепла и влаги к растению, и ослабляют или усиливают действие света, тепла и влаги.

Факторы жизни и косвенные факторы действуют на растения одновременно, поэтому установить влияние конкретного метеорологического элемента на физиологические процессы.

Для количественной оценки влияния отдельных факторов жизни растений на их рост и развитие обычно рассматриваются условия, при которых другие факторы не ограничивают развитие растений.

2.2. Температурный режим почвы и тепловой баланс земной поверхности

Лучистая энергия в деятельном слое преобразуется в тепловую.

Лучистая энергия - это количество энергии, распространяющейся в заданную площадь поверхности, проходящей через нее или выходящей из нее за заданный промежуток времени.

Тепловая энергия – форма энергии, связанная с движением атомов, молекул или других частиц, из которых состоит тело. Теплота, как и работа является не видом энергии, а только способом её передачи.

Радиационный баланс – разница между тепловыми потоками солнечной радиации.

Радиационный баланс – часть солнечной энергии расходуется на нагревание приземного слоя, на таяние снега, на испарение. Радиационный баланс определяет важнейший климатический показатель – температуру воздуха.

При положительном радиационном балансе часть этого тепла затрачивается на нагревание деятельного слоя, часть - на нагревание приземного воздуха, растений, а часть - на испарение воды с почвы и растений.

Когда радиационный баланс отрицательный, затраты тепла, связанные с эффективным излучением деятельной поверхности, компенсируются приходом тепла из деятельного слоя, от воздуха, часть тепла выделяется при конденсации водяного пара на деятельной поверхности.

Этот приход и расход энергии на деятельной поверхности можно выразить уравнением теплового баланса:

$$Q = Q_a + Q_P + Q_{LE}$$

где Q - радиационный баланс деятельной поверхности; Q_a - поток тепла между деятельной поверхностью и нижележащими слоями; Q_P - поток тепла между поверхностью и приземным слоем воздуха; Q_{LE} - поток тепла, связанный с фазовыми преобразованиями воды (испарение - конденсация).

Другие составляющие теплового баланса земной поверхности такие как поток тепла от энергии ветра, приливы, от выпадающих осадков, расход энергии на фотосинтез и т.д. в значительной мере меньше указанных ранее членов баланса, поэтому их можно не принимать во внимание.

Смысл уравнения заключается в уравнивании радиационного баланса земной поверхности нерадиационной передачей тепла. Соотношение между нерадиационными потоками тепла зависит от характера подстилающей поверхности.

2.3. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы

Тепловой баланс земной поверхности равен нулю, не следует, что температура поверхности не меняется. Когда передача тепла

направлена вниз, то значительная часть тепла, приходящая к поверхности сверху, остается в деятельном слое.

Деятельный слой - это слой почвы (включая растительность и снежный покров) или воды, участвующий в теплообмене с окружающей средой, и на глубину которого распространяются суточные и годовые колебания температуры. Тепловое состояние подстилающей поверхности оказывает значительное влияние на температуру низших слоев воздуха.

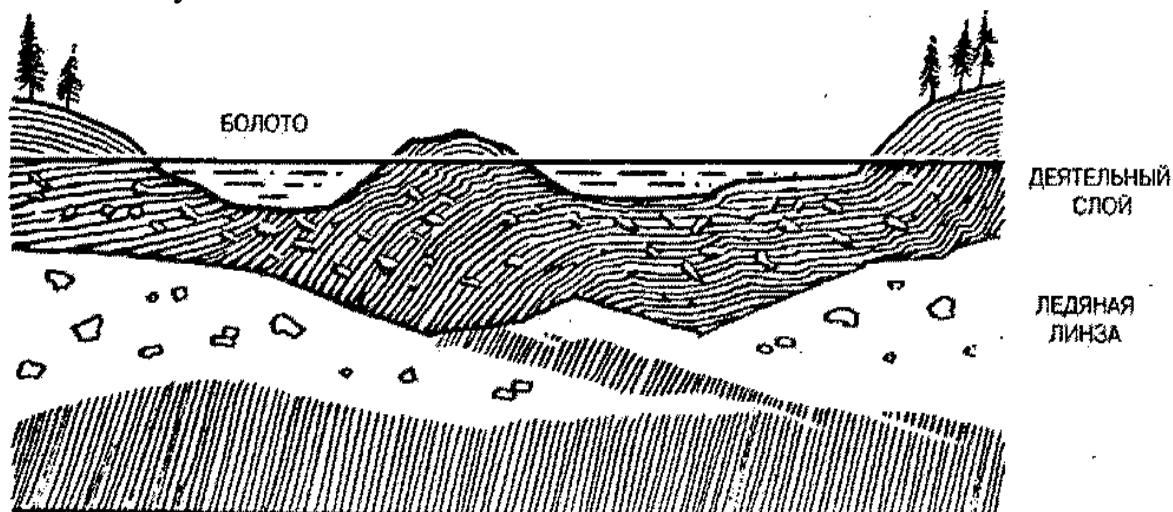


Рис. 7. Деятельный слой

Деятельный слой в метеорологии - это слой почвы, тепловое состояние и влагосодержание которого обусловлены теплообменом с атмосферой, а температура испытывает суточные и сезонные колебания. Простирается до слоя постоянной годовой температуры

Температура этого слоя, а следовательно, и деятельной поверхности при этом возрастают. Напротив, при передаче тепла через земную поверхность снизу вверх тепло в атмосферу уходит прежде всего из деятельного слоя, вследствие чего температура поверхности понижается.

Дневное нагревание и ночное охлаждение поверхности почвы вызывают суточные колебания ее температуры.

Суточный ход температуры имеет обычно по одному максимуму и минимуму.

Минимум температуры поверхности почвы при ясной погоде наблюдается перед восходом Солнца, когда радиационный баланс еще отрицателен, а обмен теплом между воздухом и почвой незначителен.

С восходом Солнца, по мере увеличения радиационного баланса, температура поверхности почвы возрастает.

Максимум температуры наблюдается около 13 ч, затем температура начинает понижаться.

В отдельные дни указанный суточный ход температуры почвы нарушается под влиянием облачности, осадков и других факторов. При этом максимум и минимум могут смещаться на другое время.

Разность между максимумом и минимумом в суточном или годовом ходе называется амплитудой хода температуры.

Амплитуда годового хода температуры воздуха – это разность среднемесячных температур самого теплого и самого холодного месяцев. То есть, чтобы посчитать амплитуду, нужно из самой высокой температуры вычесть самую низкую.

На амплитуду суточного хода температуры поверхности почвы влияют следующие факторы:

1. Влажность почвы: на поверхности влажных почв амплитуда меньше, чем на поверхности сухих; во влажных почвах поглощенное тепло, как и в плотных почвах, распространяется вглубь, а часть тепла затрачивается на испарение, вследствие этого они меньше нагреваются, чем сухие;
2. Время года: летом амплитуда наибольшая, зимой - наименьшая;
3. Географическая широта: амплитуда связана с полуденной высотой солнца, которая возрастает в направлении от полюса к экватору;
4. Облачность: в пасмурную погоду амплитуда значительно меньше, чем в ясную, так как облачность уменьшает дневной прогрев и ночное охлаждение деятельной поверхности.
5. Растительный и снежный покров: амплитуда суточного хода под этими покровами меньше, чем при их отсутствии, так как они уменьшают нагрев и охлаждение поверхности почвы;
6. Рельеф местности: по сравнению с равниной южные склоныгреваются сильнее, северные - слабее, а западные - несколько сильнее восточных, соответственно изменяется и амплитуда;

7. Состояние поверхности: рыхлые почвы имеют большую амплитуду, чем плотные; в плотных почвах поглощенное тепло распространяется вглубь, а в рыхлых остается в верхнем слое, поэтому последние больше нагреваются;

8. Цвет почвы: амплитуда суточного хода температуры поверхности темных почв больше, чем светлых, поскольку поглощение и излучение радиации у первых больше, чем у вторых;

Годовой ход температуры поверхности почвы определяется различным приходом солнечной радиации в течение года.

Суточный и годовой ход температуры воздуха в приземном слое атмосферы определяется по температуре на высоте 2 м. В основном этот ход обусловлен соответствующим ходом температуры деятельной поверхности.

Годовой ход температуры воздуха – это изменение температуры воздуха в течение года. По нему можно определить, какой месяц в году был самым холодным, какой самым теплым, проанализировать изменение температуры воздуха за год. В северном полушарии самый теплый месяц – июль, самый холодный – январь.

Суточный ход температуры воздуха - это изменение температуры воздуха в течение суток – в общем отражает ход температуры земной поверхности, но моменты наступления максимумов и минимумов несколько запаздывают, максимум наступает в 14 часов, минимум после восхода солнца.

Наименьшие температуры на поверхности почвы обычно наблюдаются в январе - феврале, наибольшие - в июле или августе.

На амплитуду годового хода температуры поверхности почвы влияют те же факторы, что и на амплитуду суточного хода, за исключением широты места. Амплитуда годового хода в отличие от суточного возрастает с увеличением широты.

2.4. Теплофизические характеристики почвы

Температура поверхности почвы – это температура ее верхнего слоя (толщиной несколько миллиметров), свободного от растительного покрова, хорошо взрыхленного и не затеняемого от солнца, а в зимнее время при наличии снежного покрова – температура поверхности снега.

Температура почвы – существенный фактор роста и развития растений, а также жизнедеятельности почвенных организмов.

Температура почвы – существенный фактор роста и развития растений, а также жизнедеятельности почвенных микроорганизмов.

Между поверхностью почвы и ее нижележащими слоями происходит непрерывный обмен теплом.

Передача тепла в почву осуществляется главным образом за счет молекулярной теплопроводности.

Нагревание и охлаждение почвы в основном зависят от ее теплофизических характеристик: теплоемкости и теплопроводности.

Теплоемкость - количество тепла, необходимое для повышения температуры почвы на 1°C .

Теплоемкость почвы - это количество тепла в калориях, необходимое для нагревания единицы массы или объема сухой почвы на 1°C .

Сухие почвы имеют близкую величину теплоемкости - 0,217-0,248 (удельная теплоемкость).

С увеличением уплотнения и влажности теплоемкость почв повышается; это связано с тем, что теплоемкость воды составляет 1, а воздуха - близка к нулю (0,000306).

Различают удельную и объемную теплоемкость.

Удельной теплоемкостью называют количество тепла, необходимое для нагревания 1 кг почвы на 1°C .

Удельная теплоёмкость - это отношение теплоёмкости к массе, теплоёмкость единичной массы вещества (разная для различных веществ); физическая величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать единичной массе данного вещества для того, чтобы его температура изменилась на единицу.

Объемной теплоемкостью называют количество тепла, необходимое для нагревания 1 м³ почвы.

Для различных минеральных и органических компонентов почвы объемная теплоемкость почти одинакова и составляет $2,0 \times 10^3$ - $2,7 \times 10^3$ кДж / (м³ К).

Теплоемкость различных почв зависит не столько от состава твердой части почвы, сколько от количества воздуха и воды, находящихся в порах, так как теплоемкость воды равна $4,2 \times 10^3$ кДж/(м³ × К),

а теплоемкость воздуха - $1,2 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \times \text{К})$. Следовательно, при одинаковом притоке или отдаче тепла сухие почвы нагреваются или охлаждаются больше и быстрее, чем влажные.

Способность почвы передавать тепло от слоя к слою называют теплопроводностью.

Теплопроводность - способность материальных тел проводить тепловую энергию от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела путём хаотического движения частиц тела (атомов, молекул, электронов и т. п.).

Теплопроводность – это способность почвы проводить тепло от более нагретых слоев к более холодным.

Теплопроводность измеряется количеством тепла (в Дж), которое проходит в 1 с через 1 см^2 почвы толщиной 1 см при разности температур в 1° .

Теплопроводность почвы зависит от теплопроводности составных ее частей: наименьшая – у воздуха, несколько выше – у воды, наибольшая – у минеральной части почвы. Очень низкая теплопроводность у торфяных почв.

Следовательно, чем больше в почве воздуха и органического вещества, тем хуже она проводит тепло и дольше его сохраняет. Сухие бесструктурные, плотные почвы нагреваются быстрее, но они быстрее и теряют это тепло.

Увлажненные, рыхлые, богатые органическим веществом почвы нагреваются медленнее, но зато излучают его постепенно; в таких почвах дольше удерживается аккумулируемая или солнечная энергия, что благоприятнее для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Мерой теплопроводности почвы служит коэффициент теплопроводности, который численно равен количеству тепла, Дж, проходящего за 1 с через основание столба почвы сечением 1 м^2 и высотой 1 м, если разность температур на верхнем и нижнем его основаниях равна 1°С .

Коэффициент теплопроводности - это коэффициент, отражающий свойство вещества проводить тепловую энергию.

Чем больше значение коэффициента, тем лучше материал проводит тепло.

Коэффициент теплопроводности твердой части почвы, варьирует от 0,25 до 8,80 Вт/(м × К). Поскольку коэффициент теплопроводности воды в 20 раз больше, чем воздуха, то теплопроводность почвы в значительной степени зависит от влажности и пористости почвы.

Коэффициент теплопроводности с увеличением влажности почвы от 2 до 8% возрастает очень быстро, а затем замедляется, так как с увеличением влажности теплопроводность почвы приближается к теплопроводности воды, которая меньше теплопроводности минеральных частей почвы.

С увеличением пористости теплопроводность почвы уменьшается, так как теплопроводность твердых частей почвы более чем в 100 раз больше молекулярной теплопроводности воздуха.

При замерзании почвы ее теплопроводность увеличивается, так как теплопроводность льда больше теплопроводности воды почти в 4 раза.

Некоторое влияние на теплопроводность почвы оказывает также ее температура, однако этим влиянием можно пренебречь, так как оно значительно слабее влияния влажности. Таким образом, при рассмотрении тепловых свойств почвы в первую очередь необходимо учитывать ее пористость и влажность.

Для оценки быстроты выравнивания температуры различных горизонтов почвы используют понятие температуропроводность.

Температуропроводность - физическая величина характеризующая скорость выравнивания температуры вещества в неравновесных тепловых процессах.

Температуропроводность почвы - важная характеристика, определяющая скорость прогревания и охлаждения почвы.

Температуропроводность почвы динамическая характеристика, с изменением влажности почвы температуропроводность может изменяться в 1,5-5,0 раз. При этом величины температуропроводности и диапазоны изменчивости с влажностью для разных почв могут существенно различаться.

Мерой температуропроводности почвы служит коэффициент температуропроводности ($\text{м}^2/\text{с}$).

Коэффициент температуропроводности характеризует скорость распространения тепла в почве и определяется отношением коэффициента теплопроводности к ее объемной теплоемкости.

Коэффициент температуропроводности почвы зависит главным образом от соотношения содержания в ней воздуха и воды. Сухие почвы быстрее прогреваются и охлаждаются, чем влажные.

При малых значениях влажности почвы коэффициент температуропроводности растет быстро, затем по мере увеличения влажности рост замедляется что связано с тем, что изменение температуропроводности является результатом совместного изменения теплопроводности и теплоемкости.

Теплофизические характеристики почвы также зависят от ее плотности. С уменьшением плотности теплоемкость и теплопроводность сухих почв снижаются. Поэтому разрыхленные почвы в пахотном слое днем теплее, чем плотные, а ночью холоднее.

Кроме того, разрыхленная почва имеет большую удельную поверхность, чем плотная, и поэтому днем поглощает больше радиации, а ночью интенсивнее излучает тепло.

2.5. Закономерности распространения тепла в почве

К распространению тепла в почве применима общая теория молекулярной теплопроводности, предложенная в свое время Фурье, и законы распространения тепла в почве носят название законов Фурье.



Рис. 8. Жан-Батист Жозеф Фурье

Законы Фурье

Распространение тепла в почве подчиняется законам Фурье.

Первый закон Фурье. Независимо от типа почвы и ее свойств периоды колебаний температуры не меняются с глубиной. (24 часа, 12 месяцев)

Второй закон Фурье. Амплитуды колебаний температуры почвы с глубиной уменьшаются согласно закономерности:

$$A_z = A_0 e^{-z \sqrt{\frac{\pi}{kT}}}$$

где A_0 – амплитуда колебаний температуры на поверхности почвы; A_z – амплитуда колебаний температуры на глубине z ; T – период колебаний; k – коэффициент температуропроводности почвы; e – основание натурального логарифма.

При увеличении глубины в арифметической прогрессии уменьшение амплитуды температуры происходит в геометрической прогрессии.

Третий закон Фурье. Сроки наступления максимальных и минимальных температур, как в суточном, так и в годовом ходе запаздывают пропорционально увеличению глубины:

$$\tau = \frac{z}{2} \sqrt{\frac{T}{\pi k}}$$

где z – глубина; T – период колебаний температуры; k – коэффициент температуропроводности почвы.

Суточные экстремумы на каждые 10 см глубины опаздывают на 2,5 – 3,5 часа, а годовые экстремумы – на каждый метр глубины – на 20 – 30 дней.

Четвертый закон Фурье. Глубины слоев постоянной суточной и годовой температуры соотносятся между собой как корни квадратные периодов колебаний:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

где Z_1 и Z_2 – глубины проникновения соответственно суточных и годовых колебаний температуры; T_1 и T_2 – периоды соответствующих суточных и годовых колебаний. Т. е. это соотношение примерно

равно 1/19. Глубина, на которой затухают годовые колебания температуры, в 19 раз больше глубины, на которой затухают суточные колебания.

Независимо от типа почвы период колебаний температуры с глубиной не изменяется. Это значит, что как на поверхности почвы, так и на всех глубинах интервал между двумя последовательными максимумами и минимумами температуры в суточном ходе составляет 24 ч, а в годовом - 12 мес.

Возрастание глубины в арифметической прогрессии приводит к уменьшению амплитуды в геометрической прогрессии.

Так, если на поверхности суточная амплитуда равна 30 °С, а на глубине 20 см - 5 °С, то на глубине 40 см она будет уже менее 1 °С.

На глубине 70- 100 см независимо от типа почвы суточная амплитуда практически равна нулю. С этой глубины начинается слой постоянной суточной температуры.

Слой постоянной суточной температуры – это слой почвы, в котором температура остается неизменной в течение суток (ниже 70 - 100 см).

Годовые колебания температуры распространяются в глубину с уменьшением амплитуды по тому же закону. Амплитуды годовых колебаний убывают почти до нуля на глубине 15-20 м в средних широтах, около 10 м в южных и 30 м в полярных широтах. С этих глубин начинается слой постоянной годовой температуры.

Слой постоянной годовой температуры – это слой почвы, в котором температура почвы остается неизменной в течение года.

Активный или деятельный слой – это слой почвы (включая растительность), в котором наблюдается суточный и годовой ход температуры.

Максимальные и минимальные температуры на глубинах наступают позднее, чем на поверхности, причем запаздывание прямо пропорционально глубинам. Суточные максимумы и минимумы запаздывают на каждые 10 см глубины в среднем на 2,5-3,5 ч, а годовые - на каждый 1 м глубины на 20-30 сут.

Наблюдения показывают, что фактическое распространение тепла в почве достаточно близко соответствует этим законам. Усложнения связаны главным образом с неоднородностью состава и структуры почвы на разных глубинах. Кроме того, тепло распространяется

в глубь почвы вместе с просачиванием осадков, что, конечно, не подчиняется законам, молекулярной теплопередачи.

С особенностями суточного и годового хода температуры на разных глубинах-связано распределение температуры почвы по вертикали в различное время суток и года.

Различают два типа вертикального распределения температуры почвы:

1. Тип инсоляции
2. Тип излучения

Инсоляция - (*in-sol*, *in* - внутрь, *solis* - солнце) - облучение поверхностей солнечным светом (солнечной радиацией).

Инсоляцией называют облучение поверхности, пространства параллельным пучком лучей, поступающих с направления, в котором виден в данный момент времени центр солнечного диска.

Излучение - это передача энергии вещества, которая происходит на расстоянии.

Излучение - передача энергии в форме волн или частиц через пространство или через материальную среду.

Излучение - процесс испускания и распространения энергии в виде волн и частиц.

При типе инсоляции температура с глубиной понижается, а при типе излучения - повышается.

Тип инсоляции характерен для тех промежутков времени, когда радиационный баланс положителен (днем, летом), а тип излучения характерен для промежутков времени, когда радиационный баланс отрицателен (ночью, зимой).

Распределение температуры в почве в течение года, месяца, суток удобно рассматривать при помощи особых графиков, позволяющих выяснить изменение температуры почвы в зависимости от глубины и времени.

Для построения такого графика на вертикальной оси откладывают глубину, а на горизонтальной - время. На график наносят среднюю месячную температуру почвы на различной глубине. Затем точки с одинаковой температурой соединяют плавными линиями - термоизоплетами.

Термоизоплеты - линии, соединяющие точки с равной температурой на графиках, изображающих изменение температуры почвенно-

грунтовой толщ во времени (термохроноизоплеты) или в пространстве (термотопоизоплеты).

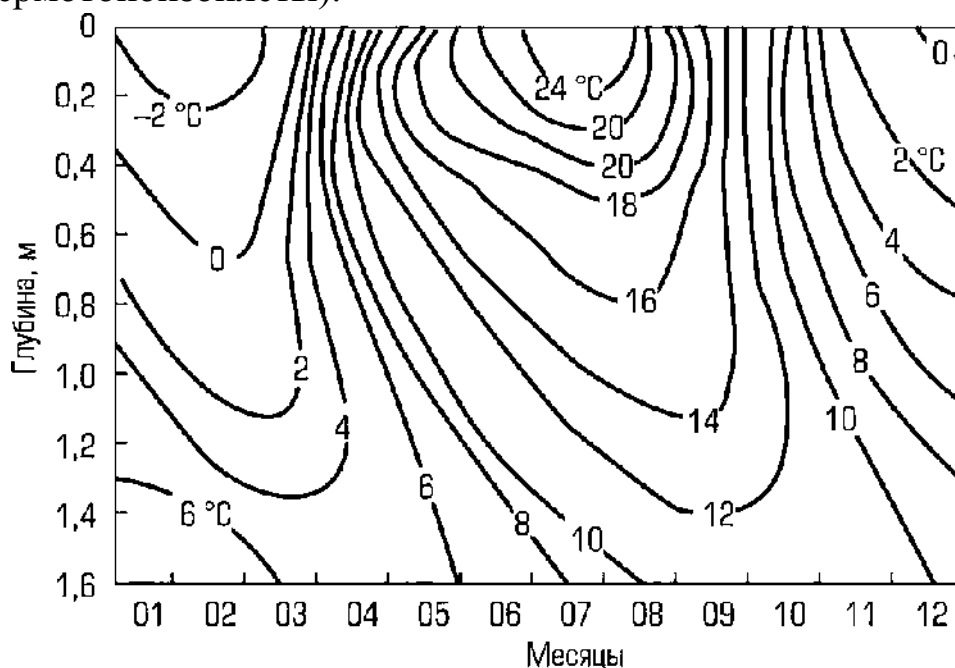


Рис. 9. Термоизоплеты годового хода температуры

Данный график дает наглядное представление о температуре активного слоя почвы на любой глубине.

Перемещение вдоль горизонтальной линии позволяет видеть изменение температуры на данной глубине в течение года, а вдоль вертикальной линии дает возможность судить о распределении температуры с глубиной в определенном месяце.

Таким образом, пользуясь термоизоплетами, можно определить температуру на любой глубине в любое время.

2.6. Влияние рельефа, растительного и снежного покрова на температуру почвы

Существенное влияние на температуру почвы оказывает рельеф местности: его формы, ориентация склонов и их крутизна.

Весной, летом и осенью южные склоны днем теплее, а северные заметно холоднее открытого ровного места, причем микроклиматические различия возрастают с увеличением крутизны склонов.

Наименьшие различия в термическом режиме деятельной поверхности на склонах и ровном месте наблюдаются летом, а наибольшие - весной и осенью. Это обусловлено распределением прямой солнечной радиации и радиационного баланса на склонах различной ориентации и крутизны.

Западные склоны получают от Солнца такое же количество тепла, как и восточные. Однако при прочих равных условиях западные склоны несколько теплее, так как на восточных склонах часть тепла затрачивается утром на испарение росы с поверхности почвы и растений, тогда как на западных склонах, освещаемых Солнцем после полудня, росы уже нет.

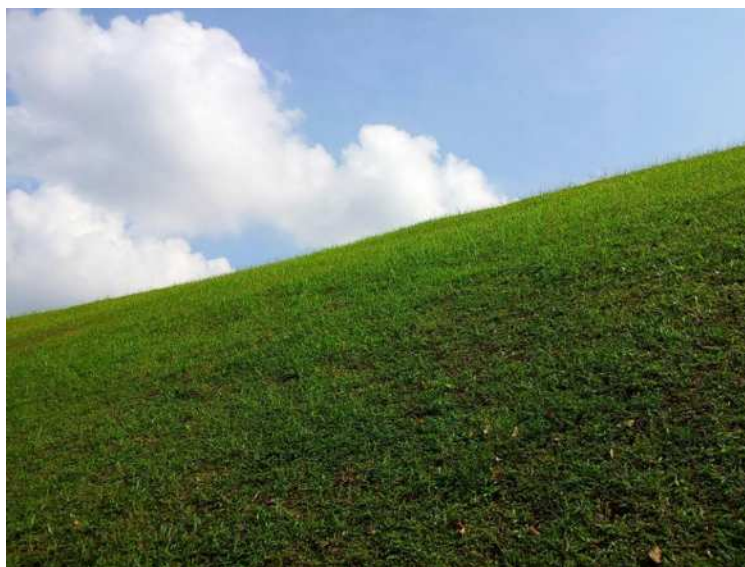


Рис.10. Склон

Роса – это капли воды, образующиеся при конденсации водяного пара на почве, траве и наземных предметах при охлаждении их вследствие излучения. Роса возникает в ясные и тихие ночи, когда велико земное излучение.

Наличие растительного покрова на поверхности почвы оказывает заметное влияние на ее тепловой режим. Растительный покров затеняет земную поверхность, в результате чего почва в дневные часы под действием солнечной радиации нагревается меньше.

В ночные часы растительный покров уменьшает охлаждение поверхности почвы, задерживая тепло, отдаваемое ею излучением. В целом почва под растительным покровом летом холоднее, чем оголенная. Кроме того, при наличии растительного покрова отмечают увеличение

затрат поступающего тепла на испарение воды, а следовательно, уменьшение влажности почвы и, как следствие этого, уменьшение теплоемкости и теплопроводности почвы.

Особенно сильно на тепловой режим почвы влияет снежный покров.



Рис. 11. Роса

Теплопроводность снега очень мала, что приводит к значительному ослаблению теплообмена между почвой и атмосферой. Благодаря этому снежный покров предохраняет почву от глубокого промерзания и резких изменений температуры. Поэтому глубина промерзания почвы уменьшается с увеличением высоты снежного покрова.

Защитное действие снега особенно важно для озимых, многолетних трав, плодовых и ягодных культур. При снежном покрове высотой более 30 см посевы озимых не вымерзают даже при сильных морозах. Температура почвы на глубине 3 см (узел кущения озимых) в зависимости от высоты снежного покрова изменяется в больших пределах.

Если в зимний период снежный покров оказывает на почву отопляющее действие, то в весенние месяцы он затрудняет прогревание почвы, экранируя ее от солнечной радиации и забирая много тепла на таяние. В результате весной почва под снегом имеет более низкую температуру, чем оголенная.

2.7. Промерзание почвы. Вечная мерзлота

Почвенная влага содержит соли, поэтому почва замерзает не при 0°C, а при - 0,5- 1,5 °C. Промерзание начинается с верхних слоев и в течение зимы распространяется вглубь.

Глубину промерзания почвы обуславливают:

1. Высота снежного покрова
2. Продолжительность зимы;
3. Суровость зимы

Растительный покров: на оголенных участках почва промерзает глубже, чем, например, в лесу; влажность почвы: сухие почвы промерзают более глубоко, чем увлажненные, так как последние имеют большую теплоемкость, кроме того, при замерзании воды выделяется теплота.

Весной промерзший слой почвы оттаивает сверху под влиянием прогрева поверхности, а также и снизу за счет прихода тепла от нижележащих слоев.

В Северном полушарии имеются обширные районы, где почва даже летом не оттаивает полностью. Мощность слоя вечной мерзлоты колеблется от 1-2м до нескольких сотен. Южная граница вечной мерзлоты в основном совпадает с изотермой средней годовой температуры воздуха -2°C.

Корневая система растений располагается в верхних, наиболее прогретых слоях почвы. Летом выпадает мало осадков, но влаги в почве растениям достаточно, так как слой мерзлоты препятствует просачиванию талых вод. Причина образования вечной мерзлоты точно неизвестна.

Вечная мерзлота - это почва, скала или осадочные породы, которые замерзают более двух лет подряд.



Рис.12. Вечная мерзлота

Вечная мерзлота оказывает большое влияние на хозяйственную деятельность человека. Она создает значительные препятствия для производства земляных работ, различных построек и т. д. Для промышленного и сельскохозяйственного строительства в районах вечной мерзлоты разработана специальная технология.

2.8. Значение температуры почвы для растений

Одним из важнейших факторов жизни растения является температура почвы. Прорастание семян, развитие корневой системы, жизнедеятельность почвенной микрофлоры, усвоение корнями продуктов минерального питания и др. в большой степени зависят от температуры почвы.

С повышением температуры почвы все эти процессы активизируются. Значительное понижение температуры почвы приводит к гибели посевов озимых зерновых культур, многолетних трав и плодовых деревьев.

Семена большинства сельскохозяйственных культур в средней полосе прорастают при температуре 3-5 °С, а такие, как рис, хлопчатник и др., требуют значительно более высоких температур – 13-15 °С.

Таблица 1

Биологический минимум и максимум температур прорастания семян различных сельскохозяйственных культур, °С

Культура	Мини-	Максимум	Культура	Минимум	Максимум
Ячмень, овес, рожь, пшеница	0 - 5	31 - 37	Капуста	10	30 - 35
			Рис	10 - 12	40
Редис	2 - 3	30..35	Томаты, баклажаны, перец	12 - 15	35
Горох	2 - 4	30			
Гречиха	5	37 - 44			
Конопля	4 - 5	44 - 50	Хлопчатник, тыква	13 - 15	44 - 50
Подсолнечник	5 - 7	37 - 41			
Картофель	7 - 8	30	Дыня, огу- рец	15 - 18	44 - 50
Кукуруза	8 - 10	44 - 50			

С повышением температуры почвы до оптимальной скорость прорастания семян возрастает, что обуславливает сокращение продолжительности периода от посева до появления всходов.

Температурный режим почвы непосредственно влияет на скорость роста корневой системы. При пониженных и повышенных температурах показатели роста ухудшаются. Озимые культуры укореняются лучше при сравнительно низких температурах (6 - 10°C).

После появления всходов температура почвы не теряет своего значения для растений. Растения лучше растут и развиваются, если их корни находятся в среде с несколько пониженной (на 10 °С) температурой по сравнению с надземными органами.

Температура почвы оказывает большое влияние на жизнедеятельность микроорганизмов и, следовательно, на обеспеченность растений элементами минерального питания, скорость разложения органического вещества, синтез гуминовых веществ и т. д.

Температурный режим определяет накопление подвижных питательных веществ в почве. Воздействуя на скорость движения воды и растворимых солей, температура влияет на темпы поступления питательных веществ в растения из почвы и внесенных удобрений.

При невысоких температурах (8-10 °С) снижается, например, поступление в корни и передвижение из корней в надземные органы азота, ослабляется его расход на образование органических азотных со-

единений. При более низких температурах (5 - 6 °С и ниже) поглощение корнями азота и фосфора резко уменьшается. Снижается при этом и поглощение калия.

Тесно связаны с температурным режимом почвы также распространение и вредоносность болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. У ряда теплолюбивых культур болезни проростков и повреждение семян плесенью проявляются при низких температурах, когда термические условия неблагоприятны для растений.

Вредители растений, личинки которых находятся в почве, в зависимости от температуры могут принести больший или меньший вред.

Поступление солнечной энергии, поглощение и использование ее деятельной поверхностью Земли, расход ее на отражение и излучение являются основными процессами формирования радиационного и теплового режимов территории, под непосредственным и непременным воздействием которых протекает жизнь растения, его развитие, с ними связана и продуктивность растительного организма.

Установление взаимоотношений между радиационным режимом и процессами роста, развития растений и их продуктивностью, выраженных в виде количественных связей, должно явиться одной из очередных практических задач агрометеорологии.

Действие лучистой энергии Солнца в значительной мере проявляется в тепловых процессах, происходящих в растении, представляя собой один из важнейших компонентов деятельной поверхности, а также в окружающей растению среде. Он является регулятором температуры растения, почвы, а также омывающего их воздуха.

Температуру можно представить себе как своеобразный итоговый показатель, характеризующий в каждый данный момент изменения прихода-расхода лучистой энергии в зависимости от прозрачности атмосферы, мутности ее, наличия или отсутствия облачности, особенностей общей и местной циркуляции атмосферы, от физических свойств самого тела и т. д.

Температурой в основном регулируется интенсивность биохимических процессов в растении; с ней теснее, чем с другими условиями внешней среды, увязывается скорость развития растения и интенсивность накопления органического вещества.

Обычно повышение температуры ускоряет протекание биохимических реакций в растении. Понижение температуры, наоборот, замедляет его. В известных пределах эта зависимость может быть выражена правилом Вант-Гоффа. По этому правилу скорость протекания химических реакций (процессов) при повышении температуры на каждые 10°C возрастает в 2-3 раза.

Большая часть жизненных процессов в растении подчиняется правилу Вант-Гоффа только в сравнительно узких температурных пределах - между 0 и $30-35^{\circ}\text{C}$.

При температурах ниже 0°C у большинства растений ответа на понижение температуры уже не наблюдается. При повышении же температуры до $35-40^{\circ}\text{C}$ обычно ускорение биологических процессов не отмечается, затем начинается быстрое падение скорости их протекания, и, наконец, они совершенно прекращаются.

Такое отклонение биохимических процессов в растении от правила Вант-Гоффа вполне понятно, поскольку организм - это сложная биохимическая система.

Обмен веществ, свойственный живому организму, состоит из процессов, тесно связанных между собой, влияющих друг на друга, тормозящих действие один другого при известных условиях.

Таким образом, на температурной кривой жизненных процессов обнаруживаются три основные («кардинальные») точки: минимум температуры, с которого процесс только начинается; оптимум, при котором процесс протекает с наибольшей скоростью; максимум, выше которого процесс прекращается.

Характерной особенностью температурной кривой биологических процессов является то, что расстояние между минимумом и оптимумом значительно больше, чем между оптимумом и максимумом.

Основные температурные точки биологической кривой различны как для разных растений, так и для разных периодов развития растения.

Не следует смешивать минимумы и максимумы температуры для протекания жизненных процессов с вредными для организма температурами: при переходе температуры за пределы минимума или максимума биологических процессов растение продолжает жить, но не растет и не развивается.

При изменении хода температуры в обратную сторону (при подъеме температуры за пределы минимума или снижении ее за пределы максимума) растение способно восстановить свои жизненные функции.

Если же температура достигает вредного для растений предела (предельного для жизни «смертельного» минимума или максимума температуры), то это влечет за собой гибель отдельных органов растения или всего растения в целом.

В этом случае при изменении уровня температуры в благоприятную для растения сторону жизненные функции растения уже не восстанавливаются.

Кардинальные точки для явлений роста растений могут отличаться иногда достаточно сильно от кардинальных точек для процессов развития. Поэтому иногда, особенно при низких температурах, растения приостанавливают рост, но продолжают свое развитие: т. е. перейден минимум температуры для роста, но еще не достигнут минимум для развития. Температурный минимум роста и развития лежит ниже температурного минимума образования хлорофилла, поэтому при низких температурах весной растение медленно растет и развивается, но бывает желтоватым, болезненным на вид.

Определение температурных кардинальных точек для периода прорастания семян несравненно проще, чем для остальных периодов развития растений. Период прорастания во всей жизни зеленого растения стоит особняком и характеризуется тем, что в течение этого периода растение не нуждается в посторонних источниках пищи: оно существует за счет запаса пищи, отложенного в белке или семядолях. Для пробуждения семени к деятельности необходимы вода, кислород воздуха и тепло. Когда будет истощен весь запас питательных веществ, как правило, начинается самостоятельная жизнь растения. Но теперь растение, в отличие от периода прорастания, требует, кроме трех условий - наличия влаги, кислорода воздуха и тепла, еще обязательного наличия света (солнечной радиации).

Без света дальнейшее развитие зеленого растения не происходит. Таким образом, достаточно детально изучить влияние температуры на прорастание семян и установить для нее все три кардинальных точки чисто лабораторным путем, снабдив семя достаточным количеством влаги и кислорода воздуха.

В периоды жизни растения после выхода его на дневную поверхность такое лабораторное исследование встречается с рядом крупных затруднений, связанных с необходимостью создать близкое к естественной обстановке освещение. Поэтому достаточно много более или менее достоверных сведений, касающихся кардинальных температурных точек в период прорастания, и очень много данных (часто разноречивых) для других частей периода развития растений.

Усиление процессов роста при повышении температуры происходит на различных этапах органогенеза с неодинаковой скоростью. Например, скорость роста корней гороха при повышении температуры почвы от 0 до 10 °C возрастает в девять раз, тогда как в интервале температуры от 10 до 20 °C - всего в 2,5 раза.

В соответствии с генетической природой вида (сорта) активный рост корней наблюдается при температурах, более низких, чем рост надземных органов того же растения. Верхний температурный предел роста различных растений также варьирует в широких пределах.

Таким образом, температура является одним из основных факторов, обуславливающих рост и развитие растений и регулирующих скорость их развития.

При прочих благоприятных условиях «температура является главным, почти исключительным фактором, определяющим темпы развития растений - »

В то же время температура, как и ряд других факторов внешней среды, «является фактором роста растений и накопления ими органического вещества с очень сложным и не вполне еще выявленным механизмом действия».

Таким образом, «если для развития растений основной метеорологический фактор - это температура, то рост, а следовательно, и урожай определяется комплексом многих факторов».

Ведущая роль температуры в процессах развития растения, особенно в отношении скорости его развития, придается и Г.Т. Селяниновым. Он определенно заявляет: « - подводя итог влиянию метеорологических факторов на скорость развития растения, необходимо установить, что подавляющее значение здесь имеет температура - »

Признавая за ведущий фактор в изменениях скорости развития температуру, необходимо помнить, что существует строгая связь

между скоростью биохимических реакций (следовательно, и скоростью развития растений) и температурой тех растворов, в которых проходят эти реакции. Пока, из-за отсутствия соответствующей аппаратуры, не было возможности получить надежные и систематические данные, характеризующие действительную температуру протекания реакций в растении; при этом есть основания считать, что в различных органах и частях одного и того же растения в каждый данный момент эти реакции проходят при различных температурах.

Поэтому не известно, в какой части или в каком органе растения должны регистрироваться температуры, которые определяют скорость развития всего растения в целом как единой системы, единого организма.

Существуют известные соотношения между температурой в растении и температурой окружающего воздуха; тождества же между ними нет и быть не может. Поэтому и связь между скоростью протекания биохимических реакций в растении и внешней температурой, а тем более температурой, измеренной не в непосредственной близости к растению, оказывается иной и, в частности, менее тесной, чем в случае использования данных температуры в тканях растений.

Иным оказывается и режим других метеорологических факторов, тесно связанных с температурой воздуха. Поэтому при разработке вопросов установления количественных закономерностей, связывающих скорость развития растений с температурой, нельзя ограничиться учетом только температуры. Необходимо обязательно учитывать, режим других элементов погоды, а также элементов, составляющих комплекс внешней среды.

Мощным регулятором воздействия внешних условий на растение является агротехника. При помощи ее мы имеем возможность управлять многими внешними факторами, в том числе и атмосферными. Это вносит новые, чрезвычайно существенные изменения во внешнюю среду и во взаимоотношения с ней растения. Изменяется микроклимат, появляются иные соотношения между метеорологическими условиями, в частности между температурой среды и действительной обстановкой протекания биохимических реакций. Отсюда необходимость тщательного учета агротехнических мероприятий и их роли во взаимоотношениях растения с метеорологической средой.

Менее тесна и определенна связь между температурой и процессами роста растений. В отличие от скорости развития, которая зависит почти исключительно от температуры (конечно, при благоприятных сочетаниях прочих условий существования), процессы роста растения и накопления им органического вещества зависят не только от температуры.

Большое и часто преобладающее значение имеют, например, условия питания и водоснабжения, и роль температуры оказывается далеко не ведущей. Кроме того, биохимические реакции в растении идут как в сторону образования органических веществ, так и в сторону их разрушения, и между этими двумя направлениями могут быть самые разнообразные соотношения. Здесь крайне важно оценить роль температуры, выяснить количественные показатели связи между ней и процессами роста и накопления органического вещества. Однако вопрос этот с точки зрения агрометеорологии разработан крайне слабо.

Скорость развития растения - это путь, пройденный растением в своем развитии за единицу времени (вегетационный период или его часть).

Получаемые показатели сумм температур, нижнего и верхнего пределов эффективных температур являются статистическими, а не биологическими показателями.

Во-первых, стандартные значения средней температуры воздуха получают в психрометрической будке (на высоте 2 м), а не в среде растений, которая в процессе нарастания надземной фитомассы заметно изменяется (фитоклимат среды обитания растений).

Во-вторых, все расчеты проводятся по данным среднесуточных температур воздуха, для которых характерна суточная динамика (дневной и ночной ход).

В-третьих, скорость развития растения изменяется в зависимости от условий увлажнения почвы: при недостатке влаги скорость развития замедляется, при высоком уровне влагообеспеченности скорость развития возрастает.

Температура является одним из наиболее сильных факторов, действующих на скорость развития растения, но строгой, функциональной зависимости скорости развития растения от температуры среды в естественной обстановке быть не может.

Отклоняющиеся случаи в основном объясняются тем, что действия температуры среды на скорость развития растения ослабляются или усиливаются другими факторами среды.

Анализ отклоняющихся случаев позволяет установить значение и вклад других факторов среды в процессах изменения скорости развития растения. Следовательно, необходимо установление количественных показателей связи скорости развития растения с компонентами общего комплекса факторов окружающей среды».

Температура воздуха и корнеобитаемых горизонтов почвы как фактор жизнедеятельности растений является объективным показателем этапов их развития, поскольку регулирует интенсивность биохимических и физиологических процессов, протекающих в организме, а следовательно, и скорость развития растений.

Учет температурного режима, знание особенностей его формирования на сельскохозяйственных полях, в среде растений, а также в условиях регулируемого климата (теплицы, парники, оранжереи) представляет собой важное условие для получения высоких и устойчивых урожаев в растениеводстве.

Кроме этого, для размещения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур необходимы знания о потребности растений в тепле, выраженные, например, в суммах активных или эффективных температур в различные периоды их развития, в предельных условиях их минимальных и максимальных температур, обеспечивающих оптимальные условия для формирования определенного уровня урожая.

Оперативные данные о складывающемся температурном режиме необходимы также для расчета сроков и норм посева, количественной оценки состояния посевов в различные периоды их жизнедеятельности, сроков уборки урожая, для прогнозов ожидаемой величины их урожайности и валового сбора. В последние годы постоянно происходит смена сортов (и гибридов) в результате целенаправленной работы селекционеров. Для поддержания современного уровня оперативного агрометеорологического обеспечения сельскохозяйственного производства необходимы агрометеорологические исследования потребностей новых сортов (и гибридов) в условиях температурного и влажностного режимов в процессе их возделывания.

Температура почвы влияет на развитие растений, особенно в начальные этапы их жизни - в период формирования всходов, корневой

системы, кущения посевов. Чем выше температура (до определенных значений), тем быстрее прорастают семена и формируются всходы (при достаточной влагообеспеченности). Температура почвы выше оптимума замедляет развитие семян, ухудшает условия укоренения.

Проращение семян большинства сельскохозяйственных культур происходит при температуре 3-5 °С, а более теплолюбивым культурам (рис, хлопчатник и др.) нужна более высокая температура - 13-15 °С.

Каждая последующая фаза развития требует более высокого минимума температур по сравнению с предыдущей фазой. Если проращение произошло при низкой температуре, то семена находятся в фазе проращивания до тех пор, пока для них не наступят благоприятные условия.

- При раннем севе в холодную почву развитие всходов задерживается, а корневая система продолжает развиваться.
- При позднем севе, когда температура нарастает быстро, ускоренно формируется надземная часть растений, а корневая система отстает в росте.

Поэтому, когда нужно, чтобы хорошо развивалась корневая система (для страхования от засухи, для использования влаги глубоких слоев почвы, при посадке раннего картофеля и др.), сев начинают рано, в холодную почву. При необходимости быстрого роста надземной части растений (при борьбе с сорняками) сев оттягивают для того, чтобы накопить влагу в почве и уничтожить проросшие перед посевом сорняки.

Температура почвы играет значительную роль в биологических и химических процессах, определяющих направление и скорость превращения питательных веществ в почве. Отмечено, что при температуре почвы 5 °С поступление азота и фосфора в растение в три раза меньше, чем при температуре 20 °С.

Превращению элементов питания в почве в доступную для растений форму способствуют микроорганизмы, активность которых отмечается при температуре 5 °С и значительно возрастает с повышением температуры.

В целях оптимизации температурного режима почвы в сельскохозяйственном производстве проводят ряд мероприятий.

- В северных районах они направлены на повышение температуры почвы и максимальное использование зоны вечной мерзлоты.
- В южных районах, где избыточное тепло угнетает растения, применяют агротехнические приемы, направленные на понижение пахотного слоя почвы.

Оптимизация температурного режима почвы осуществляется тремя путями:

1. Изменением ее альбедо (рыхление, снегозадержание, мульчирование, изменение цвета поверхности почвы и др.);
2. Изменением теплообмена между почвой и воздухом при помощи теплоизоляционных материалов. Так, применение полиэтиленовых пленок повышает температуру поверхности почвы на 10-15 °С;
3. Увлажнением или осушением почвы, вследствие чего меняется расход тепла на испарение, и почва соответственно охлаждается или нагревается. Так, на орошаемых полях температура почвы ниже, чем на богарных (температура поверхности почвы понижается на 15-20 °С, на глубине 10 см - на 5-7 °С, на глубине 20 см - на 2-3 °С). На осушенных заболоченных участках температура верхних слоев почвы в летние месяцы повышена.

По условиям термического режима воздуха вегетационный период растений характеризуется:

1. Минимальной, максимальной и диапазоном оптимальных температур;
2. Определенной кривой хода температур в течение вегетации;
3. Суммой температур, необходимой для всего периода, отдельных ее фаз и этапов;
4. Уровнем температур начала и конца вегетации.

Уровень средних суточных температур воздуха начала и конца вегетации неодинаков у разных растений.

Весенний переход средней суточной температуры воздуха через +5 °С можно считать началом вегетации большинства холодостойких и озимых сельскохозяйственных культур.

Период со среднесуточной температурой воздуха выше 10 °С для большинства сельскохозяйственных культур принято считать временем активной вегетации.

От продолжительности этого периода и его теплообеспеченности зависят рост и развитие растений, степень их вызревания и урожайность.

Период со среднесуточными температурами выше 15 и 20 °С считается наиболее благоприятным для развития теплолюбивых культур (рис, хлопчатник, табак, сахарный тростник).

Максимум температуры воздуха для протекания ряда физиологических процессов не должен превышать 35-45 °С.

Каждый период жизни разных групп растений характеризуется своим интервалом оптимальных температур, при которых наиболее интенсивно протекают биологические процессы.

Сумма активных температур за весь период вегетации, необходимая для оптимального развития, неодинакова для разных групп растений - от 400-500 °С для нетребовательных к теплу овощных культур в северных районах до 5 000-6 000 °С для тропических многолетних растений.

По суммам активных и эффективных температур выше 10 °С можно определить термический пояс территории.

Существенное значение для жизни растений имеет суточная амплитуда колебаний температур, а также определенное сочетание уровня температур днем и ночью (термопериодизм): чем больше амплитуда, тем в целом быстрее идут процессы роста и развития. Достаточно высокие температуры днем и низкие ночью способствуют у многих растений накоплению органических веществ.

Амплитуда суточного хода температуры воздуха является интегральным биоклиматическим показателем термопериодической реакции живых организмов, обусловленной ходом и ритмом экстремальных температур днем и ночью. Изменение освещенности часто служит первым стимулом в перестройке физиологического состояния растений, которую потом доводит до конца суточная ритмика температуры.

2.9. Методы воздействия на температурный режим почвы

В целях оптимизации температурного режима в сельскохозяйственном производстве проводят ряд мероприятий.

В северных районах страны они направлены на повышение температурного режима почвы и максимальное использование зоны многолетней мерзлоты.

В южных районах, где избыточное количество тепла угнетает растения, применяют агротехнические приемы, направленные на понижение температуры поверхности и пахотного слоя почвы.

 Приемы активного влияния на тепловой режим почвы можно разделить на:

1. Агромелиоративные
2. Агрометеорологические.
3. Агротехнические

К агротехническим, изменяющим температурный режим почвы, относятся следующие приемы обработки почвы; глубокое рыхление, прикатывание, гребневание и др.

В условиях недостатка тепла температуру почвы повышают, создавая гребни и гряды. При этом площадь деятельной поверхности увеличивается на 20-25 %, вследствие чего на протяжении длинного дня в северных районах поглощается больше тепла. Одновременно снижается влажность почвы. В результате на гребне дневная температура почвы на 3-5 °С выше, чем на выровненных участках.

Деятельная поверхность - это поверхность земли, взаимодействующая с атмосферой в процессе тепло и влагообмена.

Деятельная поверхность - (син.: поверхность подстилающая) в широком понимании это любая поверхность суши, обнаженная или покрытая растительностью, на которой происходит трансформация значительной части солнечной энергии в другие виды энергии

Прикатывание поверхности поля также повышает на 3 - 5 °С температуру пахотного слоя почвы что можно объяснить более высокой теплопроводностью уплотненного слоя.

Температуру почвы можно регулировать и мульчированием, т. е. покрывая ее различными материалами: торфом, соломой, полиэтиленовыми и полиамидными пленками и др., меняющими альбедо и излучение поверхности почвы, уменьшающими теплообмен между воздухом и почвой. В зависимости от цвета мульчи температура поверхности почвы может повышаться или понижаться на 4 - 7 °С.

Применение в качестве мульчирующего покрытия прозрачных пленок способствует более интенсивному нагреванию почвы по сравнению с темными пленками. Это происходит потому, что прозрачные пленки пропускают видимую часть спектра, а темные - нет.

Эффективный агротехнический прием - снегозадержание, поскольку, снежный покров оказывает большое влияние на тепловой режим почвы.

К числу агрометеорологических приемов, влияющих на тепловой режим почвы, относятся орошение и осушение почвы, вследствие чего меняется расход тепла на испарение, и почва соответственно охлаждается или нагревается.

К простейшим агрометеорологическим приемам изменения теплового режима относятся посадка полезащитных лесных насаждений, создание дымовых завес и др.

Метеорологический эффект лесных полос многоплановый: они влияют и на ветер, и на температуру воздуха, и на влажность почвы, способствуют накоплению снега на полях и т. д. При этом последние два фактора непосредственно воздействуют на температурный режим почвы.

Дымовые завесы уменьшают эффективное излучение деятельной поверхности и тем самым предотвращают радиационные заморозки или уменьшают их интенсивность.

В районах вечной мерзлоты для повышения температуры верхнего слоя почвы разработана специальная технология: снятие дернины и торфяного покрова, которые являются теплоизолирующими прослойками. В результате температура почвы в среднем за теплый период увеличивается на 0,5.- 1,0 °С.

Умелое регулирование теплового режима почвы способствует воспроизводству почвенного плодородия и существенно повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

2.10. Температурный режим воздуха. Процессы нагревания и охлаждения воздуха

Тепловой режим атмосферы – это характер распределения и изменения температуры в атмосфере.

Тепловой режим атмосферы определяется главным образом ее теплообменом с окружающей средой, т. е. с деятельной поверхностью и космическим пространством.

За исключением верхних слоев, атмосфера поглощает солнечную энергию сравнительно слабо. Основным источником нагревания нижних слоев атмосферы - тепло, получаемое ими от деятельной поверхности.

В дневные часы, когда приход радиации преобладает над расходом, деятельная поверхность нагревается, становится теплее воздуха, и тепло передается от нее воздуху. Ночью деятельная поверхность теряет тепло излучением и становится холоднее воздуха. В этом случае воздух отдает тепло почве, в результате чего сам он охлаждается.

Перенос тепла между деятельной поверхностью и атмосферой, а также в самой атмосфере осуществляется следующими процессами:

Воздух, непосредственно соприкасающийся с деятельной поверхностью, обменивается с ней теплом посредством молекулярной теплопроводности. Вследствие того, что коэффициент молекулярной теплопроводности неподвижного воздуха сравнительно мал, этот вид теплообмена незначителен.

Турбулентная теплопроводность возникает внутри атмосферы вследствие вихревого, хаотического движения воздуха, т. е. турбулентности.

Турбулентную теплопроводность условно можно разделить на:

1. Динамическую турбулентную теплопроводность
2. Термическую турбулентную теплопроводность

Динамическая турбулентность - вихревое хаотическое движение, возникающее в результате появления силы трения как между отдельными слоями перемещающегося воздуха, так и между движущимся воздухом и подстилающей поверхностью.

Чем больше скорость ветра и шероховатость поверхности, тем большая завихренность потока воздуха.

Термическая турбулентность, или тепловая конвекция, - упорядоченный перенос отдельных объемов воздуха в вертикальном направлении, возникающий при неравномерном нагревании различных участков поверхности. Над более прогретыми участками воздух становится теплее, а следовательно, легче окружающего и поднимается вверх. Его

место занимает более холодный соседний воздух, который, в свою очередь, нагревается и тоже поднимается.

Над сушей тепловая конвекция развивается днем и летом, а над морем - ночью и зимой, когда водная поверхность теплее прилегающих слоев атмосферы.

Постоянное беспорядочное перемешивание воздуха в процессе турбулентности способствует очень быстрой передаче тепла между деятельной поверхностью и воздухом.

Определенную роль в передаче тепла от почвы к атмосфере играет излучение деятельной поверхностью длинноволновой радиации, поглощаемой нижними слоями атмосферы. Последние, нагреваясь, таким же способом последовательно передают тепло вышележащим слоям. В период охлаждения поверхности радиационный поток тепла на правлен от вышележащих слоев атмосферы вниз. Радиационный поток тепла над сушей проявляется главным образом в ночные часы, когда турбулентность резко ослаблена, а тепловая конвекция отсутствует.

При конденсации выделяется тепло, нагревающее воздух, особенно более высокие слои атмосферы, где образуются облака.

2.11. Суточный и годовой ход температуры воздуха

Изменения температуры приземного слоя воздуха в течение суток и года обусловлены периодическими колебаниями температуры подстилающей поверхности и наиболее четко выражены в его нижних слоях.

В суточном ходе кривая имеет по одному максимуму и минимуму. Минимальное значение температуры наблюдают перед восходом Солнца. Затем она непрерывно повышается, достигая наибольших значений в 14-15 ч, после чего начинает снижаться до восхода Солнца.

Амплитуда температурных колебаний - важная характеристика погоды и климата, зависящая от ряда условий.

С увеличением широты уменьшается полуденная высота Солнца над горизонтом. Вследствие этого по мере продвижения в более высокие широты амплитуда суточных колебаний понижается: в тропических широтах она составляет около 12°C, в умеренных областях – 8 - 9°C, у Полярного круга - 4°C, в Заполярье – 1-2 °C.

Амплитуда суточных колебаний температуры воздуха зависит от погодных условий.

Погодные условия - это обычное состояние окружающей среды конкретного района, такое как температура, духота, скорость ветра и так далее. С другой стороны, окружающая среда предлагает стандартный пример климата конкретного места, предполагающего контроль в течение определенного периода.

Метеорологические условия - это состояние атмосферы в определенный момент или промежуток времени, обусловленное происходящими в ней процессами.

Метеорологические условия характеризуются сочетаниями метеорологических элементов: температурой, давлением и влажностью воздуха, скоростью и направлением ветра, прозрачностью атмосферы (видимостью), солнечной радиацией, тепловым излучением Земли и атмосферы. Грозы, метели и другие явления погоды также характеризуют метеорологические условия.

В ясную погоду амплитуда больше, чем в пасмурную, так как облака днем задерживают солнечную радиацию, а ночью уменьшают потерю тепла земной поверхностью путем излучения.

Амплитуда зависит также от времени года.

Времена года - части, которые выделяют в годовом цикле.

Времена года (весна, лето, осень, зима) – это установившееся издавна деление года на периоды в соответствии с видимым движением Солнца по звёздному небу и сезонными изменениями в природе

В зимние месяцы при малой высоте Солнца в средних широтах амплитуда понижается до 2-3 °С.

Оказывает большое влияние на суточный ход температуры воздуха рельеф:

На вогнутых формах рельефа при ослабленном ветровом режиме воздух сильнее нагревается от поверхности в дневные часы и больше охлаждается ночью. Кроме того, ночью в долины стекает холодный воздух со склонов. Разность в температурах воздуха ночью на дне долин и на склонах может достигать до 10 °С и более.

На выпуклых формах рельефа (на вершинах и на склонах гор и холмов) амплитуда суточных колебаний меньше, а в вогнутых (ложины, долины, котловины) больше по сравнению с равнинной местностью. Это обусловлено тем, что площадь соприкосновения воздуха с

подстилающей поверхностью на выпуклых формах рельефа меньше и он быстро сдувается с нее, заменяясь новыми массами.

На значение амплитуды влияют и физические свойства почвы: чем больше суточный ход на самой поверхности почвы, тем больше суточная амплитуда температуры воздуха над ней.

Суточная амплитуда уменьшается при близости водных бассейнов.

Растительный покров уменьшает амплитуду суточных колебаний температуры воздуха среди растений, так как он днем задерживает солнечную радиацию, а ночью - земное излучение. Особенно заметно уменьшает суточные амплитуды лес. При наличии растительности зона наибольшего нагревания днем и наибольшего охлаждения ночью располагается на некоторой высоте над поверхностью почвы в зависимости от высоты растительного покрова и его густоты.

Особенности суточного хода температуры воздуха следует учитывать при размещении культурных растений, выбирая для наиболее теплолюбивых культур те формы рельефа, которые обуславливают меньшую амплитуду хода температуры воздуха и почвы и, следовательно, менее заморозкоопасны.

Характеристикой годового хода температуры воздуха служит амплитуда годовых колебаний температуры воздуха.

Амплитуда годовых колебаний температуры воздуха - это разность между средними месячными температурами воздуха самого теплого и самого холодного месяцев в году.

Годовой ход температуры воздуха в разных географических зонах различен в зависимости от широты и континентальности местоположения.

По средней многолетней амплитуде и по времени наступления экстремальных температур выделяют четыре типа годового хода температуры воздуха:

Экваториальный тип. В экваториальной зоне в году наблюдают два слабовыраженных максимума температуры - после весеннего и осеннего равноденствия, когда Солнце находится в зените, и два минимума - после зимнего и летнего солнцестояния, когда Солнце находится на наименьшей высоте. Амплитуды годового хода здесь небольшие, что объясняется малым изменением притока тепла в течение года.

Тропический тип. В тропических широтах наблюдают простой годовой ход температуры воздуха с максимумом после летнего и минимумом после зимнего солнцестояния. Амплитуды годового хода по мере удаления от экватора возрастают с увеличением различия между притоком тепла летом и зимой.

Тип умеренного пояса. Минимальные и максимальные значения температуры отмечаются после солнцестояний. Причем над материками Северного полушария максимальная среднемесячная температура отмечается в июле, над морями и побережьями - в августе.

Полярный тип. Минимум температуры в годовом ходе вследствие полярной ночи сдвигается на время появления Солнца над горизонтом. Максимум температуры в Северном полушарии наблюдается в июле.

На годовой ход температуры воздуха оказывает влияние также высота места над уровнем моря. С увеличением высоты годовая амплитуда уменьшается. В средних широтах она понижается до высоты 3 км.

Высота над уровнем моря, абсолютная высота, абсолютная отметка или альтитуда (лат. *altitude* (в геодезии)) – это координата в трёхмерном пространстве (две другие - широта и долгота), показывающая, на каком уровне, относительно принятого за нуль уровня моря, находится тот или иной объект.

Высота над уровнем моря, абсолютная высота – это линейная мера разности потенциалов в точке земной поверхности и в начале счёта высот.

2.12. Изменение температуры воздуха с высотой

В тропосфере температура воздуха с высотой понижается, как отмечалось, в среднем на $0,6^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м высоты. Однако в приземном слое распределение температуры может быть различным: она может и уменьшаться, и увеличиваться, и оставаться постоянной. Представление о распределении температуры с высотой дает вертикальный градиент температуры (ВГТ).

Вертикальный градиент температуры – это величина, характеризующая понижение температуры воздуха с ростом высоты, в среднем равная $0,6^{\circ}\text{C}$ на 100 м высоты

Градиент температуры - это вертикальный или вертикальный термический градиент (Vertical thermic gradient) падение температуры воздуха на каждые 100 м в вертикальном направлении. В сухом воздухе градиент температуры составляет около 1° , в насыщенном водяным паром около $0,5^{\circ}$.

В приземном слое атмосферы ВГТ может в 1000 раз превышать средний для тропосферы.

Значение ВГТ в приземном слое зависит от:

1. ВГТ больше, чем над густым посевом или лугом. Это обусловлено различиями в температурном режиме этих поверхностей.
2. Ветер уменьшает ВГТ, поскольку при перемешивании воздуха его температура на разных высотах выравнивается.
3. Времени года (летом больше, чем зимой)
4. Времени суток (днем больше, чем ночью).
5. Над влажной почвой резко снижается ВГТ в приземном слое, а над оголенной почвой (паровое поле)
6. Погодных условий (в ясную погоду он больше, чем в пасмурную),

В результате определенного сочетания этих факторов ВГТ вблизи поверхности в пересчете на 100 м высоты может составлять более $100^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$. В таких случаях и возникает тепловая конвекция.

Изменение температуры воздуха с высотой определяет знак ВГТ:

1. если $\text{ВГТ} > 0$, то температура уменьшается с удалением от деятельной поверхности, что обычно бывает днем и летом
2. если $\text{ВГТ} = 0$, то температура с высотой не меняется;
3. если $\text{ВГТ} < 0$, то температура увеличивается с высотой.

Инверсия – это распределение температуры путем увеличения температуры с высотой.

Инверсия в метеорологии означает аномальный характер изменения какого-либо параметра в атмосфере с увеличением высоты. Наиболее часто это относится к температурной инверсии, то есть к увеличению температуры с высотой в некотором слое атмосферы вместо обычного понижения.

В зависимости от условий образования инверсий в приземном слое атмосферы их подразделяют на:

1. адвективные инверсии
2. радиационные инверсии

Радиационные инверсии возникают при радиационном выхолаживании земной поверхности. Такие инверсии в теплый период года образуются ночью, а зимой наблюдаются также и днем.

Радиационные инверсии подразделяют на:

1. ночные (летние) инверсии
2. зимние инверсии

Ночные радиационные инверсии весной и осенью, а местами и летом могут вызывать снижение температуры поверхности почвы и воздуха до отрицательных значений (заморозки), что вызывает повреждение многих культурных растений.

Зимние инверсии возникают в ясную тихую погоду в условиях короткого дня, когда охлаждение деятельной поверхности непрерывно увеличивается с каждым днем; они могут сохраняться несколько недель, немного ослабевая днем и снова усиливаясь ночью.

Особенно усиливаются радиационные инверсии при резко неоднородном рельефе местности. Охлаждающийся воздух стекает в низины и котловины, где ослабленное турбулентное перемешивание способствует его дальнейшему охлаждению.

Радиационные инверсии, связанные с особенностями рельефа местности, принято называть орографическими.

Адвективные инверсии образуются при адвекции теплого воздуха на холодную подстилающую поверхность, которая охлаждает прилегающие к ней слои надвигающегося воздуха. К этим инверсиям относят также и снежные инверсии. Они возникают при адвекции воздуха, имеющего температуру выше 0 °С, на поверхность, покрытую снегом. Понижение температуры в самом нижнем слое в этом случае связано с затратами тепла на таяние снега.

2.13. Показатели температурного режима в определенной местности и потребности растений в тепле

При оценке температурного режима большой территории или отдельного пункта применяют характеристики температуры за год или за отдельные периоды (вегетационный период, сезон, месяц, декада и сутки). Основные из этих показателей следующие.

Средняя суточная температура - среднее арифметическое из температур, измеренных во все сроки наблюдений. На метеорологических станциях Российской Федерации температуру воздуха измеряют

восемь раз в сутки. Суммируя результаты этих измерений и деля сумму на 8, получают среднюю суточную температуру воздуха.

Средняя месячная температура - среднее арифметическое из средних суточных температур за все сутки месяца.

Средняя годовая температура - это среднее арифметическое из средних суточных (или средних месячных) температур за весь год.

Средняя годовая температура воздуха дает лишь общее представление о количестве тепла, она не характеризует годовой ход температуры. Поэтому для более полной характеристики годового хода температуры в данном месте используют данные о средней температуре самого холодного (январь) и самого теплого (июль) месяцев.

Однако все осредненные характеристики не дают точного представления о суточном и годовом ходе температуры, т. е. как раз об условиях, особенно важных для сельскохозяйственного производства. Дополнением к средним температурам являются максимальные и минимальные температуры, амплитуда.

Данные о максимальной температуре показывают зимой частоту оттепелей и их интенсивность, а летом - число жарких дней, когда возможно повреждение зерна в период налива и т. д.

В экстремальных температурах выделяют: абсолютный максимум (минимум) - самая высокая (низкая) температура за весь период наблюдений; средний из абсолютных максимумов (минимумов) - среднее арифметическое из абсолютных экстремумов; средний максимум (минимум) - среднее арифметическое из всех экстремальных температур, например, за месяц, сезон, год. При этом их можно рассчитать как за многолетний период наблюдений, так и за фактический месяц, год и т. д.

Амплитуда суточного и годового хода температуры характеризует степень континентальности климата: чем больше амплитуда, тем климат континентальнее.

Степень континентальности климата - показатель, характеризующий особенности климата и показывающий, насколько типичен климат для глубинной территории континента.

Континентальность климата - это совокупность свойств климата, определяемых влиянием больших площадей суши на атмосферу и климатообразующие процессы.

Характеристикой температурного режима в данной местности за определенный период служат также суммы среднесуточных температур выше или ниже определенного предела.

Для уточнения термических условий, необходимых растениям, используют также суммы дневных и ночных температур, так как среднесуточная температура и ее суммы нивелируют термические различия в суточном ходе температуры воздуха.

Изучение термического режима отдельно для дня и ночи имеет глубокое физиологическое значение. Известно, что все процессы, происходящие в растительном и животном мире, подвержены природным ритмам, определяемым внешними условиями, т. е. подчинены закону так называемых «биологических» часов.

Закон фотопериодической реакции (или физиологических часов) гласит, что растения реагируют на продолжительность дня и ночи, ускоряя или замедляя развитие при изменении длины дня.

Фотопериодизм - (от фото - и греч. *periodos* - круговращение, чередование), реакция организмов на суточный ритм освещения, т. е. на соотношение светлого (длина дня) и темного (длина ночи) периодов суток, выражающаяся в изменении процессов роста и развития.

Изучение дневных и ночных температур приобретает особый смысл для повышения продуктивности сельскохозяйственных растений, которая определяется соотношением двух процессов - ассимиляции и дыхания, происходящих в качественно разные для растений светлые и темные часы суток.

В средних дневных и ночных температурах и их суммах косвенно учитывается широтная изменчивость длины дня и ночи, а также изменение континентальности климата и влияние различных форм рельефа на температурный режим.

Суммы среднесуточных температур воздуха, близкие для пары метеостанций, размещенных примерно на одной широте, но значительно различающиеся по долготе, т. е. находящиеся в различных условиях континентальности климата.

В более континентальных восточных районах суммы дневных температур на 200 - 500 °С больше, а суммы ночных температур на 300 - 1000 °С меньше, чем в западных и особенно морских районах, что объясняет давно известный факт - ускорение развития сельскохозяйственных культур в условиях резко континентального климата.

Потребность растений в тепле выражают суммами активных и эффективных температур.

Активная температура - это среднесуточная температура воздуха (или почвы) выше биологического минимума развития культуры.

Эффективная температура - это среднесуточная температура воздуха (или почвы), уменьшенная на значение биологического минимума

Растения развиваются только в том случае, если среднесуточная температура превышает их биологический минимум. Суммы активных и эффективных температур установлены как для отдельных межфазных периодов, так и для всего периода вегетации многих сортов и гибридов основных сельскохозяйственных культур. Через суммы активных и эффективных температур выражают и потребность в тепле пойкилотермных (холоднокровных) организмов как за онтогенетический период, так и за весь биологический цикл.

При расчете сумм среднесуточных температур, характеризующих потребность растений и пойкилотермных организмов в тепле необходимо вводить поправку на балластные температуры, ускоряющие рост и развитие, т. е. учитывать и верхний температурный уровень для культур и организмов. Для большинства растений и вредителей умеренной зоны это будет среднесуточная температура, превышающая 20 - 25 °С.

Балластная температура воздуха - это показатель температуры, которую должен иметь воздух, находящийся в помещении в момент отсутствия в нем людей и др. источников тепла.

2.14. Значение температуры воздуха для сельскохозяйственного производства

Значение температуры воздуха для сельского хозяйства общеизвестно. Фотосинтез, дыхание, транспирация, усвоение питательных веществ из почвы и другие физиологические процессы происходят в определенном диапазоне температур.

Существуют температурные пределы жизнедеятельности растений - биологический минимум и биологический максимум. Биологический минимум температуры - это минимальное значение

температуры, являющееся началом жизнедеятельности сельскохозяйственных растений.

Биологический максимум температуры - температура, вызывающая гибель растения.

На соотношении дневных (повышенных) и ночных (пониженных) температур основаны приемы, позволяющие сочетать высокие темпы накопления органического вещества в растении и преимущественное перераспределение его в репродуктивные органы

Между ними находится зона оптимальных температур, при которых наиболее интенсивно развиваются растения и формируется урожай.

Биологический оптимум – это такой уровень влияния фактора, при котором живые организмы осуществляют свои функции с наибольшей интенсивностью.

Зона оптимальных температур – это наиболее благоприятное сочетание температуры, влажности и движения воздуха.

Оптимальная температура – это температура, наиболее благоприятная для жизнедеятельности и роста.

Пределы температуры для различных растений неодинаковы и изменяются даже для одного и того же растения в период его вегетации, а также при перемещении растений в другие географические условия. Таким образом, их нельзя считать постоянными так как они могут сдвигаться в пределах генетически заложенной нормы реакции в результате приспособления к условиям среды.

Таблица 2

Биологический минимум температуры в разные периоды вегетации некоторых культур, °С

Культура	Появление всходов и формирование вегетативных органов	Формирование генеративных органов
Рапс яровой	2-3	8-10
Горох	4-5	8-10
Пшеница яровая, ячмень, овес	4-5	10-12
Чечевица	4-5	12-15
Подсолнечник	7-8	12-15
Просо	10-11	12-15
Фасоль	12-13	15-18
Хлопчатник	14-15	15-20
Рис	14-15	18-20

Летальная граница жизни – это самая низкая и самая высокая температура, которую выдерживает данное растение,

Латентные границы – это скрытые (внешне не проявляющиеся) границы физиологической реакции, которые выделяются в пределах этих границ.

После перехода через эти границы активные жизненные процессы обратимо снижаются до минимального значения, и протоплазма клеток впадает в тепловое или холодное оцепенение. При достижении летальной границы возникают необратимые повреждения и жизнь прекращается.

Температура среды также является одним из основных метеорологических факторов, определяющих возможность возникновения заболевания растений и степень его вредоносности.

Температура среды – это средняя температура воздуха (или воды, почвы) поблизости от рассматриваемого объекта.

Влияние данного фактора начинает проявляться уже на первых этапах инфекционного процесса, обуславливая жизнеспособность возбудителя болезни и возможность его сохранения к началу вегетационного периода.

Сохранение жизнеспособности возбудителя в значительной мере зависит от формы его существования в течение периода, когда прекращается вегетация растений. Наименее стойкими к воздействию среды в это время оказываются так называемые пропативные споры.

Пропативные споры – это споры грибов и грибоподобных организмов, предназначенные для массового размножения. Характеризуются наличием значительного запаса питательных веществ и тонкой, прозрачной оболочкой.

- Температура среды регулирует и скорость прорастания спор.
- Тесно связаны с температурным режимом распространение и вредоносность вредителей сельскохозяйственных растений.
- Недостаток тепла задерживает или прекращает развитие насекомых. Для каждого вида вредных насекомых существуют оптимальные и предельные значения температуры.
- Температура воздуха определяет также состояние, поведение и продуктивность сельскохозяйственных животных.

Тепло – это природная энергия, которая создается беспорядочным движением частиц тела (атомов, молекул и т. п.) и проявляется в

нагревании этого тела.

Тепло - один из основных экологических факторов жизнедеятельности биоценозов. Поэтому учет температурного режима воздуха важен для всех отраслей сельскохозяйственного производства как при выборе проектных решений, например районирование культур и сортов сельскохозяйственных растений и пород животных, так и при выработке плановых: расчеты сроков сева и уборки, числа и сроков обработки посевов гербицидами, поливов и т. д.

Контрольные вопросы

1. Что такое условия среды?
2. Как действуют факторы жизни?
3. Как действуют косвенные факторы?
4. Как влияет на растения свет и тепло?
5. Как влияет на растения влага?
6. Что такое деятельный слой?
7. Что такое суточный ход температуры воздуха?
8. Что такое амплитуда годового хода температуры воздуха?
9. Что такое барическое поле, изобара?
10. Какие существуют барические системы?
11. Как влияет почвенный покров на температуру поверхности почвы?
12. Как меняется суточная амплитуда с высотой?
13. Что называется прямой солнечной радиацией?
14. Какие изменения происходят с солнечной радиацией при проникновении ее в атмосферу?
15. Какие изменения температуры различают в атмосфере?
16. Что такое альбедо поверхности, что оно характеризует?
17. Объясните процесс нагревания или охлаждения деятельного слоя земной поверхности.
18. Составляющие теплового баланса земной поверхности.
19. Как физические процессы, определяющие различие в тепловом режиме почв, влияют на температуру поверхности суши?
20. Опишите механизмы теплообмена между атмосферой и подстилающей поверхностью.
21. Что называется прямой солнечной радиацией? Что такое термоизоплеты?

22. Что такое излучение?
23. Что такое инсоляцией?
24. Сущность законов Фурье.
25. Опишите типы вертикального распределения температуры почвы.
26. Температура воздуха на разных широтах.
27. От чего зависит температура воздуха?
28. Влияние рельефа на микроклимат.
29. Закономерности распространения тепла в почве.
30. Влияние рельефа, растительного и снежного покрова на температуру почвы.
31. Какую территорию России занимает "вечная мерзлота"?
32. Причина образования вечной мерзлоты.
33. Что такое слой сезонного промерзания над талым субстратом?
34. Что такое вечная мерзлота?
35. Каково влияние вечной мерзлоты на хозяйственную деятельность человека?
36. Какова температура для достаточного протекания химических реакций внутри растений?
37. Роль тепла в жизни почвы, растений и микроорганизмов.
38. Температурный режим почвы и факторы почвообразования.
39. Теплофизические характеристики почвы.
40. Мероприятия для оптимизации температурного режима почвы в сельскохозяйственном производстве.
41. Приемы активного влияния на тепловой режим почвы.
42. Что такое деятельная поверхность?
43. Что такое орошение и осушение почвы?
44. Метеорологический эффект лесных полос.
45. Дымовые завесы и эффект от них.
46. Что такое тепловой режим атмосферы?
47. Что такое динамическая турбулентность?
48. Назовите основной источник нагревания нижних и верхних слоев атмосферы.
49. Что такое суточная динамика температуры почвы?
50. Значение тепла и теплового режима в жизни растений.
51. Что такое суточный ход температуры воздуха?
52. Что такое суточная амплитуда температуры воздуха?

53. От чего зависит амплитуда?
54. Каковы колебания температур в умеренных широтах?
55. Что показывают наблюдения за температурой?
56. Значение ВГТ в приземном слое.
57. Что такое градиент температуры?
58. Что такое инверсия?
59. Влияние широты местности на распределение тепла.
60. От чего зависит температура воздуха?
61. Что такое средняя месячная температура?
62. Что такое средняя годовая температура?
63. Что такое степень континентальности климата?
64. Что такое континентальность климата?
65. Что такое активная температура?
66. Что такое биологический минимум температуры?
67. Что такое биологический максимум температуры?
68. Что такое биологический оптимум?
69. Что такое летальная граница жизни?
70. Что такое латентные границы?

Глава 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТА И ПОГОДЫ

3.1. Понятие о взаимосвязи «внешняя среда – растение»

Природная среда - это совокупность неорганических (абиотических) и органических (биотических) факторов по отношению к растениям, животным и другим организмам вне зависимости от контактов с человеком.

Окружающая среда - это вещество, энергия и пространство, окружающие организмы и воздействующие на них как положительно, так и отрицательно.

Антропогенная среда - это природная среда, прямо или косвенно, намеренно или непреднамеренно измененная людьми. При более детальном изучении среды выделяют среду обитания и условия существования.

Среда обитания - это часть природной среды, окружающая живые организмы, с которой они взаимодействуют.

Составные элементы и свойства среды обитания разнообразны и изменчивы: при этом одни из них могут быть необходимыми организму, другие - оказывают отрицательное воздействие, иные - нейтральны для жизнедеятельности живых организмов.

Условия существования - это совокупность необходимых организмам элементов среды, с которыми они находятся в неразрывном единстве и без которых их существование невозможно.

Среда обитания и условия существования включают в себя понятие «экологический фактор».

Экологический фактор (от лат. *factor* - делающий, производящий) - это любой изменяющийся элемент окружающей среды, вызывающий у живых организмов при своих повторных изменениях ответные приспособительные эколого-физиологические реакции, наследственно закрепляющиеся в процессе эволюции. Это внешние и внутренние силы, определяющие направление и скорость процессов, совершающихся в живых организмах и экосистемах.

Разнообразие экологических факторов различают:

1. по среде возникновения
 - атмосферные

- водные

- почвенные

2. по степени воздействия

- экстремальные

- лимитирующие

- летальные

3. по времени действия

- эволюционные

- сезонные

4. по характеру действия

- геофизические

- географические

- биогенные

В сельском и лесном хозяйствах в совокупности всех экологических факторов обычно выделяют три группы:

1. абиотические,

2. антропогенные

3. биотические

Абиотические факторы (от греч. а - отрицательная приставка и *bíonícos* - жизненный, живой) - это факторы (элементы) неорганической (неживой) природы, влияющие на живые организмы.

Абиотические факторы делятся на:

1. Климатические факторы - уровень солнечной радиации, световой и тепловой режимы, газовый состав, атмосферное давление и движение воздушных потоков, влага (различные формы осадков, влажность воздуха, почвы и т. п.);

2. Почвенно-грунтовые факторы - гранулометрический и химический состав, физические свойства - тепло- и влагоемкость, химизм и микробиология почв;

3. Орографические факторы - высота, особенности рельефа местности, его формы и экспозиция склонов.

Биотические факторы - это совокупность влияний, оказываемых на живые организмы жизнедеятельностью других организмов.

Такое влияние одних живых существ на другие может быть:

1. прямым

2. косвенным.

К прямым формам воздействия относится:

- Использование в природе одних организмов другими в качестве источника питания (хищничество), обеспечивающего выживание в борьбе за существование.
- Механические контакты животных и растений (поедание и вытаптывание растений животными при выпасе и т. П.);
- Паразитизм одних высших растений на других, а также грибов;
- Подавление популяций насекомых-вредителей на посевах с помощью энтомофагов - насекомых, питающихся вредителями полей или откладывающих свои личинки в их теле, используя последние в качестве питания для развивающихся личинок.
- Симбиоз - длительное сосуществование различных организмов, приносящее им взаимную пользу.

Косвенное воздействие биотических факторов выражается в изменении условий среды обитания для других живых организмов. Также к такому воздействию относится выделение растениями химических веществ - фитонцидов, угнетающих развитие близко растущих растений других видов (или пород).

Антропогенные факторы (от греч. *anthropos* - человек, *genos* - рождение) отражают влияние настоящей или прошлой, случайной или планируемой хозяйственной деятельности человека на окружающую среду.

Все организмы испытывают влияние комплекса экологических факторов. Для каждого вида растений, животных, для каждого индивидуума человека существует оптимум, зоны угнетения (стрессовые зоны) и пределы выживания, определяемые каждым фактором окружающей среды.

Закон оптимума – это любой экологический фактор имеет определённые пределы положительного влияния на живые организмы.

Закон оптимума - экологический закон, заключающийся в утверждении, что любой экологический фактор имеет определённые пределы положительного влияния на живые организмы.

В действительности критерии оптимума жизнедеятельности организмов формируются под влиянием комплекса окружающей его среды, среди которых важнейшим является температура (при равном влиянии остальных факторов).

Температура (от лат. *temperatura* - надлежащее смешение, нормальное состояние) - физическая величина, характеризующая термодинамическую систему и количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел.

Весь диапазон температуры (от минимальной до максимальной), при котором еще возможна жизнедеятельность, определяет нижние и верхние пределы устойчивости (выносливости) организма.

Оценки температуры с наиболее благоприятными условиями формируют оптимум жизнедеятельности организма.

Суммарный эффект совместного влияния не является простой суммой реакций на действие отдельных факторов.

Оптимум и пределы устойчивости организма по отношению к одному из факторов среды зависят от уровня благоприятности и интенсивности других факторов.

Известно, что сельскохозяйственное производство относится к одному из древнейших и масштабных видов деятельности сообщества людей на Земле.

Сообщество людей (от «совместное общество») - группа людей, имеющих общие интересы.

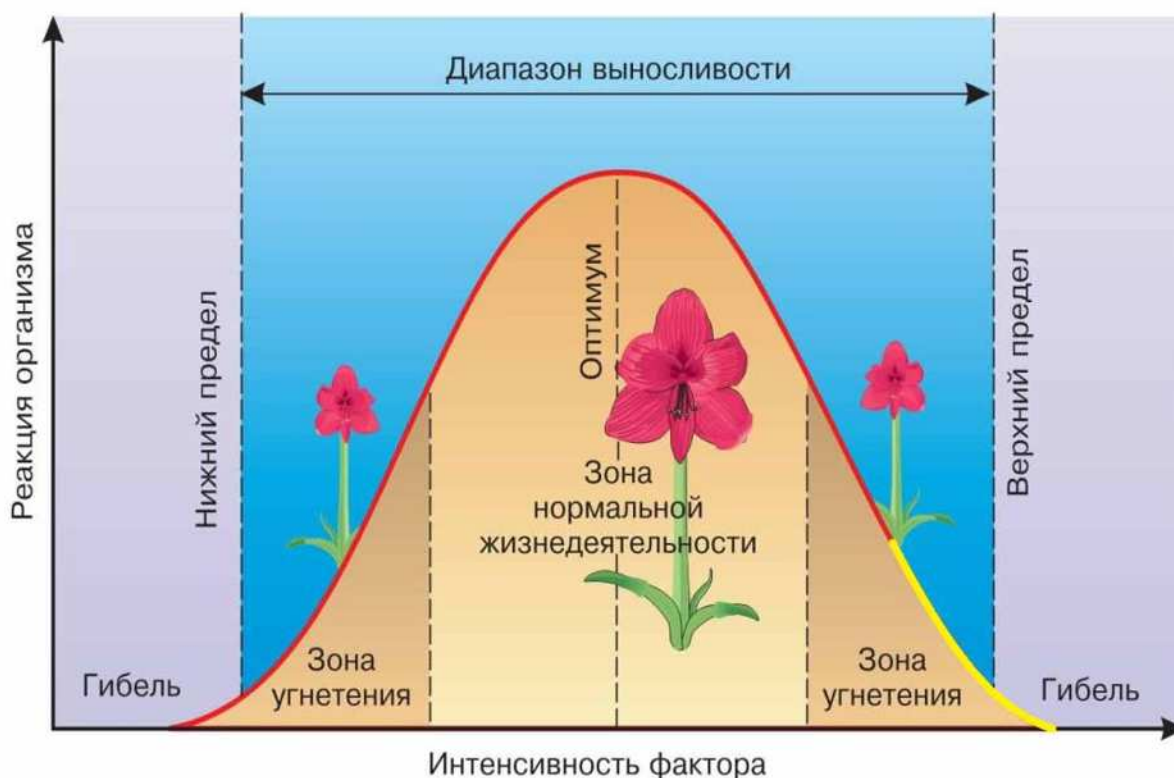


Рис. 13. Схема действия экологического фактора на жизнедеятельность организмов

Сообщество - это социальная единица (группа живых существ), в которой они объединены по признаку норм, религии, ценностей, рода занятий, обычаев, этнической принадлежности, политических взглядов, увлечения, идентичности.

Сообщество по Р. Уиттекеру - это “система взаимодействующих, дифференцированных по экологическим нишам, часто конкурирующих друг с другом видов.

Экстенсивное ведение сельского хозяйства – это развитие этой отрасли за счет освоения новых земель путем распахивания целины, сведения лесов под посевы сельскохозяйственных культур, сады, пастбища и т. п.

Экстенсивное ведение сельского хозяйства стало главной причиной разрушения природных (естественных) экосистем на значительных площадях. В результате долговременного воздействия человека на месте природных экосистем сформировались разнообразные антропогенные сельскохозяйственные образования - пашни, сады, виноградники, плантации чая и кофейного дерева, окультуренные луга и пастбища.

Антропогенные сельскохозяйственные образования (агроэкосистемы) – это искусственные экологические системы одно- и многолетнего использования.

Агроэкосистемы - сознательно спланированные человеком территории, на которых сбалансировано получение сельскохозяйственной продукции и возврат её составляющих на поля для обеспечения круговорота минеральных и органических веществ.

Агроэкосистема (агроценоз) - это созданный с целью получения сельскохозяйственной продукции и регулярно поддерживаемый человеком биогеноценоз (поле, пастбище, огород, сад, защитное лесное насаждение и т. д.). Без поддержки человека агроэкосистемы быстро распадаются, возвращаясь к естественному состоянию.

Биологический потенциал агроэкосистемы – это верхний предел биологической продукции (и, соответственно, продукции растениеводства и животноводства), который может быть достигнут при полном раскрытии естественного потенциала почв и естественных кормовых угодий за счет экологически оправданных вложений антропогенной энергии.

Агроэкосистемы (агроценозы) – это неустойчивые (процелозные) системы культивируемых агроценопопуляций и обрабатываемых почв. Имеют особый поддерживаемый и регулируемый человеком состав, структуру и режим. При отсутствии контроля постепенно теряют свои особенности и происходит восстановление (демутация) ценоэкосистем, свойственных данному ландшафту.

В отличие от природных экосистем, агроэкосистемы характеризуются неустойчивостью, но значительно более высокой продуктивностью, поскольку их состав, структура и режим жизнедеятельности возделываемых культур создаются, регулируются и поддерживаются трудом человека с целью получения максимального урожая высокого качества.

По мнению Ю. Одума, агроэкосистемы - это одомашненные экосистемы, которые во многих отношениях занимают промежуточное положение между природными экосистемами (леса, степи, луга и т. п.) и искусственными (города).

Агроэкосистемы играют существенную роль в круговороте энергии, воды и минеральных веществ на Земле.



Рис. 14. Юджин Одум (англ. Eugene Pleasants Odum), 1913-2002

Период существования агроэкосистем различен и по истечении которых они стареют и подлежат реставрации или замене:

- посевы зерновых культур существуют не более одного года,
- посевы многолетних трав 3-4 года,

- посевы плодовых культур - от 6-7 лет (персики) до 20-30 лет (яблони, груши)

Одной из форм агроэкосистем являются полезащитные, лесные полосы, стабильное произрастание их отмечается в пределах 30 лет. Без ухода со стороны человека (расчистка, рубка загущенных посадок и т. п.) они постепенно «дичают», превращаясь в естественные лесостепные экосистемы.

Полезащитные лесные полосы – это насаждения в виде лент, создаваемые во взаимной увязке с полями севооборотов; одна из групп защитных лесных насаждений.

Полезащитные лесные полосы снижают скорость ветра, задерживают на полях снег, повышают влажность почвы, уменьшают испарение влаги, препятствуют сдуванию почвенного покрова, улучшают микроклимат и гидрологический режим территории, предохраняют посевы сельскохозяйственных культур от засухи, суховеев, пыльных бурь и повышают их урожайность.

При возделывании разнообразных сельскохозяйственных культур человек вносит в агроэкосистемы дополнительную энергию за счет обработки почвы и посевов сельскохозяйственной техникой, искусственных поливов, внесения удобрений, а также ядохимикатов для подавления популяций вредителей и болезней растений.



Рис. 15. Полезащитные лесные полосы

В процесс интенсификации сельскохозяйственного производства вклад энергозатрат, расходуемых человеком на обработку почвы, внесение удобрений и защиту посевов от болезней и вредителей, а также средств на оплату труда земледельцев неизмеримо возрастает.

Антропогенная энергия - энергия, которая получается человеком, как правило, из исчерпаемых источников и вводится дополнительно в агроэкосистему или используется в городской экосистеме.

Антропогенная энергия – это энергия, получаемая человеком, как правило, из исчерпаемых источников и затрачиваемая на поддержание состава и структуры агроэкосистемы.

Антропогенная энергия поступает в агроэкосистему в форме связанной энергии, уже затраченной на производство сельскохозяйственной техники, удобрений, пестицидов, горючего и т. д.

Прямые затраты в сельском хозяйстве составляют не более 50% (в том числе на горючее - 35%), остальную часть составляют косвенные затраты (30% - на производство сельскохозяйственных машин). Однако при этом даже самые высокие вложения в агроэкосистему составляют не более 1% ее энергетического бюджета, основа которого - неисчерпаемая экологически чистая солнечная энергия.

Антропогенная энергия играет лишь роль катализатора, стимулирующего более интенсивное использование растениями солнечной энергии в процессе фотосинтеза, запасов почвенной влаги и питательных веществ. Хорошо известно, что примерно 90-95 % сухого вещества растений создается за счет фотосинтетической аккумуляции энергии Солнца, благодаря свободно происходящим в растениях и почве биологическим процессам.

Фотосинтез - это. процесс образования углеводов из углекислоты и воды под действием света, поглощаемого хлорофиллом, в клетках зелёных растений, водорослей и некоторых микроорганизмов.

Свет, тепло, влага и почва - основные факторы жизнедеятельности зеленых растений. Их воздействие на растение является предметом исследований агрометеорологии. При наличии достаточного количества питательных веществ в почве и углекислоты в воздухе, под непосредственным воздействием именно этих факторов протекают жизненные процессы в растении. При отсутствии какого-либо из них зеленое растение не может расти, развиваться, плодоносить; никакая замена

одного из них любым другим не приводит к положительным результатам. Тем важнее рассмотреть с точки зрения агрометеорологии роль и значение в жизни растений каждого из них и охарактеризовать методы их агрометеорологической оценки.

Роль солнечной энергии в жизнедеятельности зеленых растений заключается, прежде всего, в том, что только под ее воздействием протекает основной процесс питания растительного организма - фотосинтез.

Жизнь растения характеризуется увеличением его массы и ростом органического вещества. Это вещество не получается растением из окружающей среды в готовом виде. Оно вырабатывается самим растением из неорганических веществ, которые выбираются им из окружающей среды и перерабатываются в процессе питания.

Для физиологических процессов, определяющих жизнедеятельность растений, наибольшее значение имеет коротковолновая радиация с длиной волны менее 4 мкм. По биологическому воздействию на растения диапазон коротковолновой радиации подразделяют на: ультрафиолетовую, фотосинтетически активную, ближнюю инфракрасную и дальнюю инфракрасную.

Ультрафиолетовая радиация, достигающая земной поверхности, уменьшается по мере снижения Солнца над горизонтом. В высокогорных районах, на высотах более 4 000 м над уровнем моря количество ультрафиолетовой радиации в 2-3 раза превышает таковую на равнине.

Интенсивные потоки ультрафиолетовой радиации оказывают сильное биологическое воздействие на живые организмы, в том числе на человека и животных, вызывая ожоги кожи, свертывание белка и т. п. Эта радиация воздействует преимущественно на ростовые процессы растений, замедляя их.

Ближняя инфракрасная радиация, активно поглощаемая водой листьев и стеблей растений, оказывает существенное тепловое воздействие на рост и развитие растений. Дальняя инфракрасная радиация оказывает только тепловое влияние на растения, ее воздействие на рост и развитие растений незначительно. В высокогорных районах энергия инфракрасных лучей заметно возрастает, что в значительной мере компенсирует растениям недостаточное количество тепла, убывающее с увеличением абсолютной высоты местности над уровнем моря. С увеличением влажности воздуха интенсивность инфракрасных лучей

уменьшается благодаря сильному поглощению их водяными парами воздуха.

Процесс трансформации поглощенной растением солнечной энергии в химическую энергию органических (и неорганических) соединений называется фотосинтезом (от греч. *photos* - свет и *synthesis* - составление). Это сложный цикл биохимических и биофизических процессов, в ходе которых растения, поглощая солнечную энергию в форме фотосинтетически активной радиации (ФАР), создают с помощью зеленого пигмента - хлорофилла - из углекислого газа (CO_2), получаемого листьями из атмосферы и воды (H_2O), поступающей через корневую систему, высокоэнергетические углеводы (крахмал, сахара, глюкозу, клетчатку и др.), освобождая при этом кислород (O_2). Основная роль в этом процессе принадлежит использованию солнечной энергии для восстановления CO_2 до уровня углеводов.

Энергия света расходуется также на транспорт веществ через клеточные мембраны, а часть солнечной энергии запасается в высокоэнергетическом веществе - аденозинтрифосфате (АТФ). Вода также является основным сырьем для растения, она необходима для фотосинтеза, транспорта элементов питания, для регуляции и поддержания температуры растения.

Фотосинтез – это процесс усвоения из атмосферы углекислого газа, восстановления окисленного углерода с выделением свободного кислорода в атмосферу.

Фотосинтезом обеспечивается не только создание органического вещества, но и связывание и превращение в потенциальную химическую энергию огромного количества солнечной энергии.

Фотосинтез осуществляют высшие и низшие (в том числе водоросли и некоторые бактерии) растения.

Однако определение количества солнечной энергии, используемого растением за период его вегетации на фотосинтез, показывает, что оно очень невелико по сравнению с тем, которое фактически поступает от Солнца на поверхность растения. Это обусловлено рядом причин. Так, известно, что далеко не весь солнечный спектр одинаково используется зелеными листьями при ассимиляции.

Наиболее сильное поглощение происходит в красных лучах (длина волны от 650 до 730 нм) и в сине-фиолетовой части спектра

(длина волны около 470 нм). Очень незначительно участие в процессе фотосинтеза лучей зеленой части спектра.

Большое значение имеет и то, что не на всем протяжении вегетационного периода и не всегда листовая поверхность - этот основной приемник солнечной энергии - имеет максимальную площадь, при которой поглощаемая энергия используется в процессе фотосинтеза наиболее полно.

Для большинства сельскохозяйственных культур площадь листьев очень невелика в начальные периоды жизни растений (всходы, появление первых листьев), постепенно увеличивается по мере их роста и развития, достигает наибольших величин, затем, как правило, несколько уменьшается. Таким образом, только часть периода вегетации проходит при максимальной листовой поверхности. Далеко не всегда одинакова и достаточна сомкнутость травостоя, что также сказывается на величине площади листовой поверхности.

Для получения высоких урожаев полевых сельскохозяйственных культур необходимо добиваться оптимального развития общей поверхности листьев. Такой оптимальной величиной листовой поверхности он считает ее площадь, превышающую (в период смыкания травостоя) в 3-4 раза площадь посева. «Посевами, обладающими оптимальной структурой и хорошим ходом ее развития и формирования, считаются такие, при которых площадь листьев по возможности быстро возрастает до размеров примерно в 40 тыс. м²/га, затем по возможности долго сохраняется в активном состоянии на этом уровне и, наконец, значительно уменьшается или полностью отмирает, отдавая пластические вещества на формирование репродуктивных или запасующих органов». Превышение этой площади не может считаться благоприятным, так как приводит к излишнему взаимному затенению листьев.

Весь запас потенциальной энергии, заключенный в собранном урожае различных полевых растений с единицы площади посева, составляет обычно около 2-3 % того суммарного количества солнечной энергии, которое получается этой же площадью за период вегетации. В лучших случаях (в период активного роста) коэффициент использования на фотосинтез поглощенной энергии достигает 8-10 %. Но уже в настоящее время вполне возможно создавать посевы, способные использовать падающую на них энергию солнечной радиации с суммарным коэффициентом в 5 % вместо нередко наблюдаемых 0,5-1,5 %.

Во всяком случае, очень большая доля солнечной энергии идет не на фотосинтез, а на процессы нагревания поверхности почвы и растений, транспирации и испарения и пр.

Фотосинтез, как физиологический процесс, зависит от спектрального состава, интенсивности солнечной радиации, продолжительности освещенности, концентрации CO_2 , температуры, минерального питания, влаги и других факторов. Рассмотрим основные из них.

Влияние освещенности и интенсивности солнечной радиации на фотосинтез. Оценивая значение солнечной радиации в жизни растений, различают три аспекта этой проблемы:

1. влияние интенсивности радиации
2. влияние продолжительности освещенности.
3. влияние спектрального состава,

Фотосинтез может обнаруживаться при ничтожной интенсивности света, но количество синтезируемого вещества оказывается настолько небольшим, что оно далеко не перекрывает расходов его в процессе дыхания.

Для CO_2 -газообмена необходима интенсивность солнечной радиации, превышающая определенное значение, которое называли компенсационной точкой. Для большинства растений это значение находится в пределах от 3-5 до 1525 Вт/м^2 . Исследования показали, что компенсационная точка не остается постоянной в течение всего цикла вегетации растений.

В зависимости от сочетания факторов внешней среды интенсивность фотосинтеза заметно растет с возрастанием ФАР до 150180 Вт/м^2 . При дальнейшем увеличении интенсивности ФАР фотосинтез замедляется. Эту зависимость отражают световые кривые фотосинтеза, имеющие экспоненциальный характер.

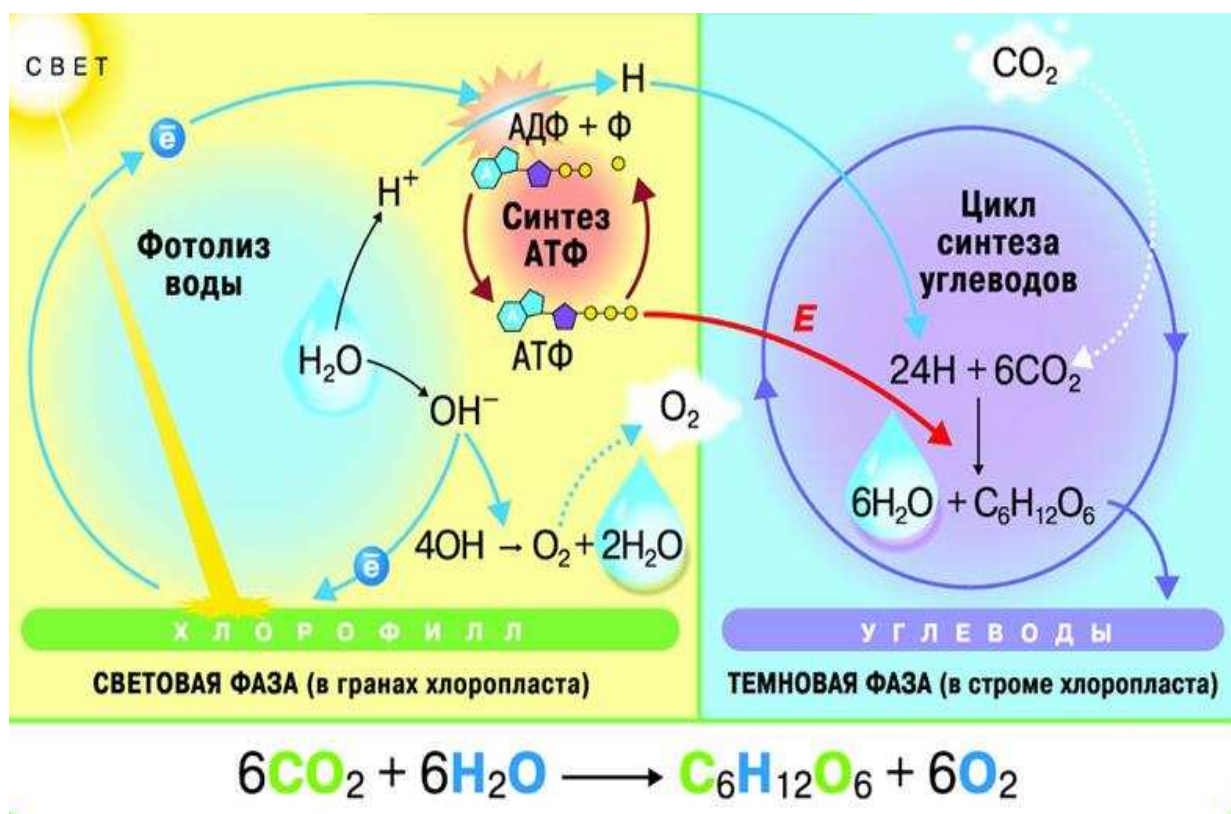


Рис. 16. Фотосинтез

На световой кривой фотосинтеза выделяют несколько кардинальных точек:

1. Компенсационное освещение, при котором интенсивность фотосинтеза (поглощения CO_2) равна интенсивности дыхания (выделения CO_2).
2. Насыщающее освещение (световое насыщение) наступает при максимальной (оптимальной) интенсивности освещения, при которой достигается максимальная для данного сочетания внешних условий интенсивность фотосинтеза (газообмена).
3. Уровень плато световой кривой фотосинтеза характеризует максимальную для данных условий интенсивность фотосинтеза.
4. Угол наклона световой кривой фотосинтеза характеризует эффективность использования солнечной радиации на фотосинтез. Чем больше угол, тем активнее система использует энергию света. Так, у теневыносливых растений, приспособленных к слабоосвещенным условиям обитания, высокоразвитый пигментный аппарат позволяет активнее использовать низкие интенсивности света.

Увеличение освещенности приводит к росту интенсивности фотосинтеза, но этот рост наблюдается только до определенного предела

освещенности, после которого усиления фотосинтеза уже не обнаруживается: достигается световое насыщение среды обитания.

Пределы освещенности, при которых достигается световое насыщение, неодинаковы для различных растений.

По своим требованиям к условиям освещенности растения обычно разбиваются на:

1. теневыносливые, у которых световое насыщение достигается при освещенности в $1/4$ - $1/6$ от интенсивности прямого солнечного света, что соответствует примерно $1\ 800$ - $1\ 200$ кал/дм² в час;

2. светолюбивые, у которых световое насыщение наступает при освещенности, равной приблизительно $1/2$ от интенсивности прямого солнечного света.

Все культурные полевые растения, в основном, относятся к группе светолюбивых растений.

Для светолюбивых растений превышение предела светового насыщения в условиях обильного водоснабжения и нормального минерального питания считается не только не вредным, но даже полезным с точки зрения если не величины урожая, то его качества (сахаристость, крахмалистость, белковость). Для теневыносливых растений, наоборот, превышение этого предела обычно неблагоприятно.

В процессе формирования урожая, наряду с интенсивностью солнечной радиации (инсоляции) и степенью затенения (освещенности) растения, немаловажное значение имеет соотношение между продолжительностью дня и ночи.

Установлено, что длина дня оказывает сильное влияние на процессы органобразования, на скорость наступления цветения и плодоношения растений.

По этому признаку принято делить растения на три группы:

1. растения короткого дня, зацветающие тем скорее, чем короче день и длиннее ночь; к ним относятся хлопчатник, кукуруза, соя, фасоль, просо, сорго;

2. растения длинного дня, ускоряющие цветение и плодоношение при удлинении дня; в их состав входят пшеница, ячмень, клевер, овес и др.;

3. растения нейтральные, зацветающие и плодоносящие почти одинаково при любой длине дня.

Обнаруживается связь между характером фотопериодической реакции растений и их географическим происхождением:

✚ растения короткого дня - это преимущественно, растения тропических и субтропических широт;

✚ растения длинного дня - выходцы из умеренных и высоких широт.

Фотопериодизм является приспособительной реакцией растений к условиям их существования.

На фотосинтез большое влияние оказывает температура той среды, где он происходит. В естественных условиях у многих растений фотосинтез, начинаясь примерно при температурах, близких к 0 °С, растет с повышением температуры до 25-30 °С.

При дальнейшем повышении температуры фотосинтез замедляется, а при 45 °С почти прекращается. Такой перелом кривой фотосинтеза является следствием нескольких процессов, происходящих в растении, связанных в той или иной мере с температурой среды. Так, повышение температуры вызывает ускорение процесса разложения поглощаемой углекислоты. Но если этот процесс идет очень энергично, то для фотосинтеза уже перестает хватать углекислоты в воздухе. Повышение температуры в полуденные часы также влечет перегрев листовой поверхности и, как следствие, увеличение транспирации растений.

Чтобы уменьшить водопотерю, устьица на листьях закрываются, и процесс фотосинтеза приостанавливается. Нижний предел температур, при которых еще наблюдается фотосинтез, колеблется от -15 °С (сосна, ель) до +3 °С. У большинства высших растений фотосинтез прекращается приблизительно при 0 °С.

Большое влияние на фотосинтез оказывает содержание воды в листьях и условия водоснабжения растения. В частности, понижение содержания воды в листьях, что может явиться следствием усиленной траты воды на испарение при высокой температуре и засухе, приводит к закрыванию устьиц и через это к прекращению доступа углекислоты внутрь листьев. В результате фотосинтез ослабляется, несмотря на прочие более или менее благоприятные условия. При длительных условиях малого водоснабжения в дневные часы растения испытывают голодание, из-за остановки процесса фотосинтеза, что приводит к уменьшению продуктивности растений.

Для нормального протекания процесса фотосинтеза растение должно быть обеспечено всем комплексом макро- и микроэлементов.

Главная функция растений - процесс фотосинтеза - неразрывно связана с процессом поглощения неорганических соединений и их метаболизмом в растении. Эти два основных процесса питания растений - воздушного и корневого - тесно связаны и взаимообусловлены.

Для успешного протекания процесса фотосинтеза необходимыми элементами являются калий, фосфор, магний, железо, марганец, ионы хлора, медь, цинк, азот и др.

Фосфор оказывает на процесс фотосинтеза сложное и многостороннее действие, которое проявляется в скорости первичных процессов при функционировании электротранспортной цепи, а также в активности и направленности работы биохимических углеродных циклов.

Отмечено как положительное, так и отрицательное его действие на фотосинтез. В условиях недостатка фосфора нарушаются фотохимические и темновые реакции фотосинтеза, изменяется соотношение продуктов фотосинтеза: снижается доля крахмала, сахаров, белков, нарушается синтез белков ферментов, необходимых для ростовых процессов, возрастает доля органических кислот и аминокислот.

Избыток фосфора также снижает скорость фотосинтеза, что связано с изменением проницаемости мембран и снижением процесса фотофосфорилирования.

Значительное влияние на интенсивность фотосинтеза оказывает калий, действие которого обнаруживается как при низкой, так и при высокой интенсивности света. Уменьшение содержания калия в тканях растения до 0,2-0,6 % (к сухому веществу) сопровождается резким снижением интенсивности фотосинтеза и глубоким расстройством всех процессов.

При этом тормозится рост растений, нарушается фосфорный метаболизм, ингибируется синтез пигментов, белков, крахмала, в листьях накапливаются моносахара, аминокислоты.

При калийном голодании в хлоропластах происходит разрушение их гранулярной структуры, увеличивается устьичное сопротивление на свету и в темноте (устьица плохо открываются на свету и хуже закрываются в темноте), нарушается водный режим, увеличивается

транспирационный коэффициент фотосинтеза и внутриклеточное сопротивление.

Недостаток азота резко сказывается на формировании пигментных систем, структур хлоропласта и общей активности фотосинтеза.

Положительное действие цинка связано с увеличением активности фермента карбоангидразы, который участвует в процессах активации углекислоты.

Дефицит меди вызывает снижение интенсивности фотосинтеза у ряда растений. Ионы хлора необходимы для реакций фотоокисления воды, полное их отсутствие нарушает процессы транспорта электронов.

Необходимость марганца обусловлена включением его в водоокисляющий каталитический комплекс.

Важными элементами, является магний, входящий в состав хлорофилла, и железо, дефицит которого вызывает резкие нарушения функционирования фотосинтетического аппарата.

Чрезвычайная сложность взаимодействия различных и многообразных взаимосвязанных и взаимообусловленных факторов внешней среды приводит к большим различиям в характере протекания фотосинтеза в разных географических условиях.

Дыхание растений - это процесс распада органических соединений, который осуществляется в живой ткани растения при участии свободного кислорода (окисление) и сопровождается выделением углекислого газа и воды, а также высвобождением энергии, необходимой для жизнедеятельности растений.

Дыхание - одна из важнейших функций, свойственная всем живым организмам.

Образующиеся в процессе фотосинтеза углеводы (глюкоза, сахара, крахмал и другие соединения) используются клетками растения в качестве питательных веществ.

Важнейшим этапом питания органическими веществами на клеточном уровне является процесс дыхания.

Клеточное дыхание - это окислительный (с участием кислорода) распад органических, питательных веществ, сопровождающийся образованием химически активных метаболитов и освобождением энергии, которые используются клетками для процессов жизнедеятельности.

В растительном организме дыхательный процесс значительно проще, чем в животном. Благодаря большому развитию поверхности, тесно связанному с воздушным питанием растений, кислород воздуха находит себе непосредственный доступ к каждой клетке тела растения, в которой и происходят окислительные процессы.

Известно, что создаваемые зеленым растением ассимиляты являются в основном запасными веществами, использование которых другими формами организмов и синтез на этой основе необходимых для них соединений возможны лишь после сложной и длинной цепи химических и энергетических преобразований. То же относится и к содержащейся в продуктах фотосинтеза энергии.

Суть таких преобразований заключается в том, чтобы потенциальная энергия органического вещества превратилась в движущуюся силу процессов жизнедеятельности, ей должна быть придана более активная, мобильная форма.

В биологических системах это осуществляется путем биохимического получения «нагруженного энергией» электрона и последующего аккумуляирования энергии в форме специфических соединений.

АТФ (аденозинтрифосфат) - это органическое, высокоэнергетическое вещество, содержащее аденин, рибозу и три фосфатные группы; играет важнейшую роль в переносе энергии в биологических системах.

Вся сложная цепь взаимосвязанных процессов мобилизации продуктов фотосинтеза посредством их активирования в химическом и энергетическом отношениях осуществляется организмами в процессе дыхания. Эти процессы происходят при участии очень сложной цепи катализаторов.

Большую роль в процессе дыхания растения играет наличие кислорода. Отсутствие кислорода в среде неминуемо влечет к прекращению дыхания.

В естественных условиях обычно наземные части растений не испытывают недостатка в кислороде, так как все время омываются воздухом, в котором кислород содержится в количестве, вполне достаточном для дыхания. Корни же растений пользуются кислородом, находящимся в почве. Здесь кислород жадно поглощается почвенными микроорганизмами, и дыхание корней обеспечено тем лучше, чем легче в почву может проникать воздух. Отсюда понятна роль хорошей аэрации

почвы и положительное значение ее структуры, и те вредные последствия, которые может вызвать.

К числу факторов, от которых зависит дыхание, относится также содержание в атмосфере углекислого газа. Экспериментально показано, что при повышенном содержании CO_2 в атмосфере процесс дыхания угнетается. Растительный организм в каждый момент своего развития находится под влиянием не отдельных факторов среды, а их совокупного действия.

При этом необходимо учитывать, что рассмотренные факторы оказывают определенное взаимное влияние друг на друга, при этом большое значение имеет и состояние растения, определяемое физиологическими процессами, происходящими в его тканях и органах.

Следствием обеспечения устойчивости продукционного процесса растений и животных является серьезное воздействие всей сельскохозяйственной деятельности человека на окружающую природную среду.

В условиях быстро растущего населения Земли и расширения сельскохозяйственного производства агроэкосистемы стали значительными элементарными единицами биосферы.

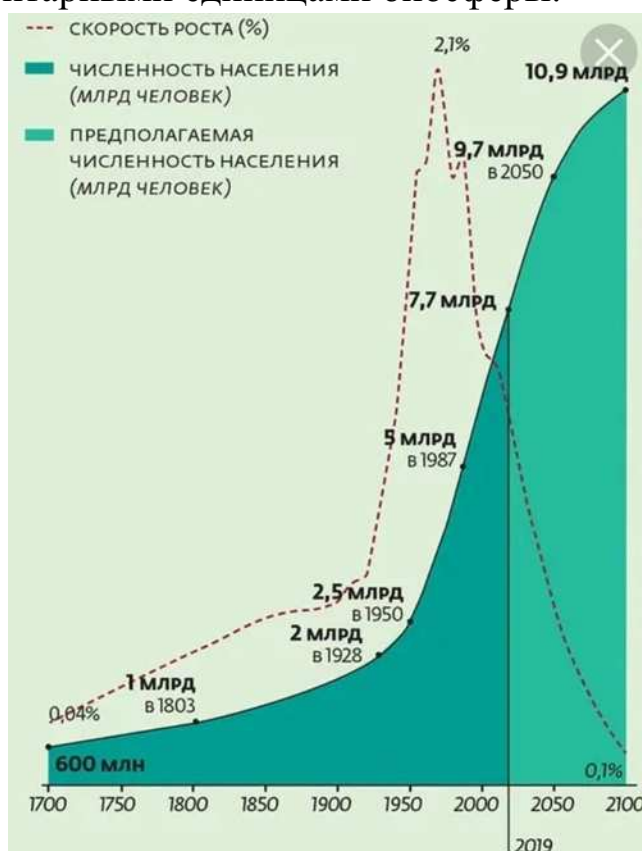


Рис. 17. Динамика быстро растущего населения Земли

Структура любой агроэкосистемы состоит из биотических сообществ агрофитоценозов, характеризующихся ограниченным количеством видов растений (и присущих им представителей животного мира), а также абиотических компонентов, составляющих среду обитания растений и животных.

Поддерживаемая человеком среда обитания используется ими как жизненное пространство, источник энергии и минерального питания.

Известно, что растительное сообщество развивается в двух средах - в верхних слоях литосферы (почва, грунт) и в приземном слое атмосферы. Корневые системы растений контактируют и взаимодействуют с почвой.



Рис. 18. Структура агроэкосистемы

Жизнедеятельность растений в значительной мере определяется физическими и химическими свойствами почвы:

- механический состав,
- плотность,
- пористость,

- содержание органических веществ (гумуса)
- содержание минеральных солей.

В процессе взаимодействия почвы с атмосферой и растительным покровом в почвенных горизонтах формируется тепловой, водный и воздушный режимы, определяющие запасы влаги и минерального питания, характерные для конкретных типов почвы, сезонов года и применяемого агротехнического комплекса в агроэкосистемах.

Процессы обмена веществом и энергией между средой обитания и растениями происходят в корнях и надземных органах одновременно, они не разделены функционально.

Состав и режим воздушной и почвенной сред обитания растений, находясь под непосредственным и определяющим воздействием внутренних компонентов агроэкосистемы, прежде всего растительности, испытывает значительное влияние внешних атмосферных и почвенных процессов.

Происходящие в растительном покрове обменные процессы между веществом и энергией изменяют воздушную и почвенную среду своего обитания, смягчая в известной степени резкие колебания внешних условий.

В воздушной среде эти изменения охватывают следующие процессы: перенос солнечной радиации в среде растений, ее поглощение, отражение и рассеяние надземными органами растений и почвой; изменение воздушных потоков в среде растений и над растительным покровом; испарение влаги с поверхности растений (транспирация) и почвы, перенос тепла и влаги над растительным покровом.

Под влиянием этих процессов, а также теплового излучения атмосферы формируются температурные режимы верхних слоев почвы, внутри растительного покрова и над растительностью.

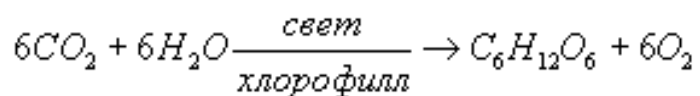
В надземных органах растений - листьях, побегах и репродуктивных органах - осуществляются процессы фотосинтеза и дыхания.

Фотосинтез - процесс, при котором в клетках, содержащих хлорофилл, под действием энергии света образуются органические вещества из неорганических.

Фотосинтез – это превращение зелеными растениями и фотосинтезирующими микроорганизмами лучистой энергии Солнца в энергию химических связей органических веществ.

Происходит с участием поглощающих свет пигментов (хлорофилл и др.).

Суммарное выражение фотосинтеза у растений:



Фотосинтез - единственный биологический процесс, который идёт с увеличением свободной энергии и прямо или косвенно обеспечивает доступной химической энергией все земные организмы (кроме хемосинтезирующих).

Дыхание - основная форма катаболизма у животных, растений и многих микроорганизмов.

Дыхание - это процесс разложения органических веществ в живых клетках под действием кислорода.

Эти процессы определяют углекислотный режим, охватывающий выделение углекислого газа (CO_2) из почвы, его перенос в воздухе, поглощение растениями днем и выделение его ночью. Противоположно переносу углекислого газа (CO_2) происходит перенос кислорода (O_2): его поглощение почвой, выделение днем и поглощение растениями ночью.

Почвенная среда агроэкосистемы связана со всеми другими ее компонентами и поддерживает ее функционирование. Разнообразные свойства этой среды специалисты делят на две группы.

1 группа объединяет относительно консервативные свойства, которые в каждом отдельном типе почвы изменяются незначительно, отражая исторические условия формирования (генезис почвы) и современный комплекс экологических факторов конкретной агроэкосистемы. Это основные физические и химические свойства почвы и подстилающих пород - механический состав, плотность, пористость, валовой химический состав, кислотность, количество органических остатков (гумус), а также содержание и распределение живых организмов в почвенных горизонтах.

2 группа свойств объединяют достаточно изменчивые характеристики почвенных горизонтов, определяемые процессами взаимодействия почвы с атмосферой и растительным покровом. Под влиянием этих процессов формируется годовая и сезонная динамика теплового, водного и воздушного режимов, а также содержание и уровень доступности растениям минерального и органического питания.

Растения в своем развитии как бы «связывают» почву и атмосферу. Отсюда и появился термин система «почва - растение - атмосфера». Эта система условно подразделяется на шесть горизонтальных слоев.

По вертикали от поверхности почвы до верхней границы растительного покрова и до нижней границы распространения корней выделяется внутренняя среда - неотъемлемая составная часть агроэкосистемы. Это атмосферная и почвенная среды агроэкосистемы.

Выше и ниже внутренней среды расположены переходные, буферные зоны, в которых отсутствуют элементы фитомассы, но физические характеристики этих зон благодаря процессам обмена сохраняют определенное влияние на характер и структуру агрофитоценоза (фитоценоза).

Атмосферная и почвенная буферные зоны граничат с внешней средой агроэкосистемы.

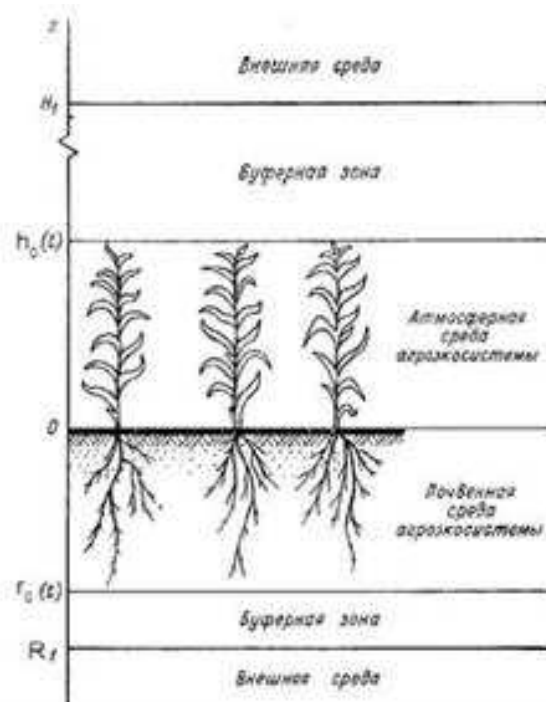


Рис. 19. Горизонтальные слои системы «почва – растение – атмосфера»

Свойства внутренней атмосферной и почвенной сред агроэкосистемы, охватывающих приземный слой атмосферы и верхние слои почвы, определяются особенностями взаимодействия с другими физическими и физиологическими процессами, протекающими в компонентах агроэкосистемы (тепло- и влагообмен в среде растений и почвы, фотосинтез, дыхание растений и др.).

Свойства внешней среды агроэкосистемы формируются под влиянием крупномасштабного влияния атмосферных процессов, а также процессов, происходящих в подстилающих почву породах, независимо от размеров агроэкосистемы.

Границы внешней и внутренней среды агроэкосистемы весьма динамичны во времени и пространстве, они определяются сезонными особенностями роста и развития возделываемых сельскохозяйственных культур и, естественно, характером складывающихся агрометеорологических условий конкретных лет. Эти границы могут варьировать от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров.

Классификация, разработанная В.Н. Степановым, основана на потребности растений в тепле и освещенности.

По этим признакам все растения разделены им на два типа:

1. растения климатов умеренных широт и зимнего сезона климата субтропических широт;
2. растения климата тропических широт и летней вегетации климата субтропических широт.

Растения климата умеренных широт исторически развивались в условиях четко выраженной смены холодного и теплого сезонов года, и у них выработалась потребность в пониженных температурах в начале вегетации, повышающихся температурах в последующие периоды и несколько пониженных в период их созревания.

Оптимальное развитие растений климата умеренных широт проходит при изменяющемся режиме тепла и света, ход которого в вегетационный период может быть изображен выпуклой температурной кривой. Такие растения, обладающие высокой холодо- и морозостойкостью, относятся к растениям длинного дня или к нейтральным, существенно не реагирующим на изменение длины дня.

Растения тропического пояса исторически сформировались в условиях относительно ровного, мало меняющегося за вегетацию хода температуры воздуха при общем высоком уровне температуры. Они дают всходы при средней суточной температуре воздуха выше 10 °С, неустойчивы к низким температурам; это растения короткого дня. К ним относят просо, кукурузу, хлопчатник, рис, дыню, арбуз, табак и др.

Растения субтропического пояса разнородны и не образуют самостоятельного типа. В зависимости от биологических особенностей

их относят либо к растениям умеренного, либо к растениям тропического пояса.

Для первых из них, исторически сформировавшихся в условиях холодного сезона умеренных широт или зимнего сезона субтропиков (озимые злаки, корнеплоды), характерна потребность в низких температурах начального периода вегетации, высокая морозостойкость, ускоренное развитие при увеличении длины дня.

Другая группа растений субтропиков выработала приспособленность к условиям летнего сезона субтропического климата, который близок к климату тропических широт.

Поэтому эти растения (соя, табак и др.) характеризуются высокой выносливостью к теплу, большой чувствительностью к заморозкам; их вегетация проходит при мало изменяющемся режиме тепла и ускоряется в условиях короткого дня.

Растения обоих типов подразделяются на формы по структуре и продолжительности жизненного цикла: одно-, дву- и многолетние с растянутым или коротким периодом роста, развития, цветения и плодоношения.

В ряде классификаций по отношению к освещенности культурные растения разделены на группы:

1. светолюбивые,
2. теневыносливые
3. переходные между ними.

По реакции на продолжительность дня растения делятся на группы:

1. длинного дня,
2. короткого дня
3. нейтральные.

Д.И. Шашко разработал классификацию основных полевых культур по их потребности в тепле и теплообеспеченности, введя для этого такие понятия, как «сумма климатических температур», «сумма биологических температур» и «сумма биоклиматических температур».

Сумма климатических температур – это сумма средних суточных температур воздуха за период возможной вегетации растений. Сумма климатических температур выражает общие ресурсы тепла данной территории, она рассчитывается за период со средней суточной температурой воздуха выше 10 °С.

Сумма биологических температур – это сумма средних суточных температур воздуха непосредственно за период вегетации данной культуры.

Сумма биологических температур выражает потребность данной культуры в тепле. Культуры могут начинать или оканчивать вегетацию раньше или позже времени наступления средней суточной температуры воздуха 10 °С. Поэтому суммы климатических и биологических температур не равны друг другу. Разница между ними носит название климатической поправки.

Сумма биоклиматических температур – это количество тепла, обеспечивающее частое созревание данной культуры или наступление ее определенной хозяйственно ценной фазы развития.

Количественно сумма биоклиматических температур равна сумме биологических температур, увеличенной на определенное (расчетное) число для гарантии наступления нужной фазы развития.

3.2. Агрометеорологические показатели

Для сельскохозяйственной оценки климата необходимо сопоставление потребностей растений с климатическими ресурсами местности, установление степени благоприятности климатических условий для сельскохозяйственных культур.

Общепринятая методика сельскохозяйственной оценки климатических и погодных условий складывается из оценки:

1. Комплексной оценки бонитета климата
2. Определения биоклиматического потенциала территории.
3. Неблагоприятных погодных явлений для сельского хозяйства;
4. Обеспеченности растений влагой;
5. Обеспеченности растений теплом и светом;
6. Условий перезимовки зимующих растений;

Сущность методики заключается в следующем:

1. Вычисление статистических характеристик агрометеорологических явлений.
2. Изучение географического распределения этих показателей;

3. Изучение связей роста, развития и продуктивности культурных растений с агрометеорологическими условиями, выражаемыми соответствующими количественными показателями;

4. Изучение требований объектов сельского хозяйства к климатическим и погодным условиям;

5. Сравнение агрометеорологических условий с требованиями к климату растений и установление степени их оптимальности (благоприятности);

6. Учет микроклиматических особенностей, корректирующих обеспеченность территории ресурсами тепла, света, влаги;

В агрометеорологии широко используется методика расчета повторяемости, вероятности и обеспеченности агрометеорологических (агроклиматических) показателей, разработанная впервые Ф.Ф. Давитая.

Разработка этих показателей и их совершенствование занимали важное место на протяжении всей истории развития агрометеорологической науки.

Агрометеорологические (агроклиматические) показатели характеризуют пространственно-временные связи роста, развития и урожайности сельскохозяйственных культур с климатом и погодой, их элементами и комплексами.

Показатели должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Биологический и физический смысл;
2. Возможность проведения количественных расчетов преимущественно на основе массовых данных наблюдений.
3. Интегральность, т. Е. Показатели должны быть результатом совместного действия нескольких или многих климатических, биологических и других элементов;
4. Относительная простота в употреблении;

Агрометеорологические показатели подразделяют на:

1. Основные
2. Дополнительные
3. Региональные.

Все агрометеорологические показатели делятся на четыре группы, характеризующие

1. Бонитет, или общую оценку комплекса всех условий.
2. Влагообеспеченность,

3. Тепло- и светообеспеченность,
4. Условия перезимовки

Сельскохозяйственная оценка климата заключается в комплексном изучении агроклиматических условий данной территории и сопоставлении ее агроклиматических ресурсов с требованиями к климату сельскохозяйственных растений и животных.

3.3. Агрометеорологические показатели термических ресурсов территории

Тепловой режим почвы - изменение теплового состояния почвы во времени.

Термический режим почвы и воздуха является важнейшим фактором в жизни растений, который влияет на фотосинтез, дыхание, транспирация, усвоение питательных веществ, развитие корневой системы.

Тепловой режим почв - совокупность и последовательность всех явлений поступления, перемещения, аккумуляции и расхода тепла в почве на протяжении определенного отрезка времени.

Типы температурного режима почв

В зависимости от среднегодовой температуры и длительности промерзания выделяют 4 типа температурного режима почв: мерзлотный, длительно сезоннопромерзающий, сезоннопромерзающий и непромерзающий.

Мерзлотный тип температурного режима почв характерен для местностей, где среднегодовая температура профиля почвы имеет отрицательный показатель. В таких почвах преобладает процесс охлаждения. Почвенная влага промерзает до верхней границы многолетних мерзлых пород.

Длительно сезоннопромерзающий тип температурного режима почв проявляется на территориях, где преобладает положительная среднегодовая температура почвенного профиля. Глубина проникновения отрицательных температур не менее 1 м. Смыкания сезоннопромерзающими слоями с многолетними мерзлыми породами не происходит. Длительность промерзания не менее 5 мес.

Сезоннопромерзающий тип температурного режима отличается положительной среднегодовой температурой почвенного профиля.

Промерзание профиля длится менее 5 мес. Подстилающие породы немерзлые. Длительно сезоннопромерзающий и сезоннопромерзающий типы температурного режима свойственны большей части территории России.

Непромерзающий тип температурного режима имеют территории, где промерзание профиля и морозность не проявляются. К ним относятся южноевропейская фракция и зоны субтропиков.

Для оценки термических ресурсов территории и теплообеспеченности растений обычно используют следующие агроклиматические показатели:

1. дата начала и конца вегетации;
2. продолжительность вегетационного периода с температурами выше определенного предела (0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$), а также интегральные показатели термических ресурсов, такие как средняя сумма температур за вегетацию;
3. напряженность тепла в определенные периоды вегетации; обеспеченность растений теплом;
4. заморозки, их вероятность, интенсивность и другие показатели.

3.4. Агрометеорологические показатели влагообеспеченности территории

Существенными функциями воды в жизни растений являются ее участие в процессе фотосинтеза, обеспечение терморегуляции растительного организма, перенос элементов питания.

Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур – это степень удовлетворения потребности растений во влаге. Сложность проблемы влагообеспеченности растений привела к появлению различных методов ее решения.

Оценка влагообеспеченности по осадкам. В качестве простейшего показателя естественного увлажнения территории используется суммарное количество осадков за период активной вегетации.

Среднее многолетнее количество осадков в изучаемом районе дает представление о 50 % обеспеченности этой территории осадками выше или ниже данной величины.

Оценка условий влагообеспеченности территории по количеству выпадающих осадков не удовлетворяет агрометеорологов, так

как осадки являются лишь одной из характеристик приходной части водного баланса. Этим объясняется тот факт, что в разных регионах страны может выпадать одинаковое количество осадков, но влагообеспеченность растений будет различной. Поэтому для правильной оценки влагообеспеченности нужно знать потребность растений во влаге и фактическое водопотребление.

Оценка влагообеспеченности по методам, учитывающим основные метеорологические характеристики. Величина водопотребления растений зависит от многих факторов, основными из которых являются погодные или климатические условия, биологические особенности культуры и уровень применяемой агротехники.

Считая уровень агротехники величиной относительно постоянной, можно полагать, что водопотребление конкретной культуры в основном определяется погодными условиями и ее биологическими особенностями.

Основными метеорологическими факторами, характеризующими потребность растений во влаге, являются

1. дефицит влажности воздуха
2. солнечная радиация
3. температура воздуха

Ряд исследователей рассчитывают потребность растений во влаге по средней суточной температуре воздуха или по сумме средних суточных температур за определенный период времени.

Оценка влагообеспеченности по условным показателям увлажнения. Отдельными авторами предложены условные показатели увлажнения, которые часто называют *индексами* или *коэффициентами*.

Показатели увлажнения делятся на:

1. Прямые показатели увлажнения
2. Косвенные показатели увлажнения.

 Прямым показателем влагообеспеченности растений является величина запасов продуктивной влаги в пахотном (0-20 см) и метровом (0-100 см) слое почвы.

 Продуктивная влага – это используемая растениями для создания урожая, она выражается в миллиметрах.

 Продуктивная влага – это часть почвенной влаги, при поглощении которой растения не только поддерживают свою жизнедеятельность, но и синтезируют органическое вещество.

Косвенными показателями служат различные коэффициенты, представляющие отношение ресурсов влаги (осадков, влажности почвы и др.) к возможному ее расходу (испаряемости или фактору, ее характеризующему).

В настоящее время в агрометеорологии используется ряд показателей увлажнения:

1. Гидротермический коэффициент Селянинова,
2. Показатели Колоскова,
3. Показатели Шашко,
4. Показатели Иванова,
5. Показатели Сляднева,
6. Показатели Сенникова,
7. Показатели Сапожниковой.

Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК) – это характеристика уровня влагообеспеченности территории. Введён российским климатологом, основателем школы агро- и микроклиматологов Г.Т. Селяниновым (1887-1966).



Рис. 20. Селянинов Г.Т. (1887-1966)

Гидротермический коэффициент увлажнения широко используется в агрономии для общей оценки климата и выделения зон различного уровня влагообеспеченности с целью определения целесообразности выращивания тех или иных сельскохозяйственных культур.

Гидротермический коэффициент (ГТК) - это показатель влагообеспеченности вегетационного периода на какой-либо территории, учитывающий испарение с поверхности почвы.

Гидротермический коэффициент равен отношению количества осадков, выраженному в миллиметрах за период с температурами воздуха выше 10 °С, к сумме активных (выше 10 °С) температур за тот же период, которая предполагается пропорциональной расходу влаги на испарение:

$$\text{ГТК} = \frac{R}{\sum t^{\circ}}$$

где R - сумма осадков в миллиметрах за период с температурами выше 10 °С, $\sum t^{\circ}$ - сумма активных температур в градусах за то же время.

Если ГТК в пределах 1-2, то условия естественного увлажнения считаются удовлетворительными, если меньше 1 - недостаточными.

Таблица 3

Классификация зон увлажнения по гидротермическому коэффициенту Г.Т. Селянинова

Значение ГТК	Характеристика зоны
1,6-1,3 (и более)	Влажная или избыточного увлажнения
1,3-1,0	Слабозасушливая или достаточного увлажнения
1,0-0,7	Засушливая или недостаточного увлажнения
0,7-0,4	Очень засушливая
< 0,4	Сухая

Колебания значений ГТК для зон неустойчивого увлажнения значительны и связаны с неравномерностью выпадения осадков в течение вегетационного периода.

Показатель увлажнения, предложенный Н.Н. Ивановым

$$\text{ГТК} = \frac{P}{f}$$

где P - осадки за год (мм), f - испаряемость за год (мм), определенная по испарению с поверхности водоемов.

Показатель атмосферного увлажнения Д.И. Шашко,

$$Md = \frac{R}{\sum d}$$

где R - атмосферные осадки, мм; $\sum d$ - сумма среднего суточного дефицита упругости водяного пара, гПа, являющаяся показателем испаряемости.

По значениям показателя увлажнения Md можно определить зону влагообеспеченности исследуемой территории.

Градации зонирования по Md.

1. Очень сухая – Менее 0,05
2. Сухая - 0,05–0,10
3. Полусухая - 0,10–0,15
4. Очень засушливая - 0,15–0,20
5. Засушливая - 0,20–0,25
6. Полузасушливая - 0,25–0,35
7. Полувлажная - 0,35–0,45
8. Влажная - 0,45–0,60
9. Избыточно влажная - Более 0,60

Показатель увлажнения почвы П.И. Колоскова

Так как испаряемость сильно зависит от влажности атмосферного воздуха, П.И. Колосков предложил показатель, характеризующий увлажнение почвы:

$$W = \frac{K}{(E - e)}$$

где P - количество осадков (мм), (E - e) - дефицит влажности воздуха, K - коэффициент пропорциональности, определяемый по влажности почвы.

Показатель увлажнения А.П. Сляднева

$$Ky = \frac{W + P}{E_0}$$

где W - запасы влаги в метровом слое почвы весной, мм; P - количество осадков вегетационного периода, мм; E₀ - испаряемость, мм.

Коэффициент увлажнения С.А. Сапожниковой

С.А. Сапожникова представила новый коэффициент увлажнения КУ, положив в его основу ГТК Селянинова:

$$КУ = \frac{B + P}{\gamma \sum t_{10}}$$

где B - влагозапасы почвы, рассчитанные по зимне-весенним осадкам, мм; P - осадки за период с температурой более 10 °С, мм; γ -

коэффициент, переводящий $\sum t_{10}$ в испаряемость по соотношению $\sum t_{10}$ и $\sum (E - e)$ с учетом изменения этого соотношения в отдельных районах.

Оценка влагообеспеченности по влагозапасам корнеобитаемого слоя почвы.

Нарастание растительной массы и формирование урожая сельскохозяйственных культур осуществляется лишь за счет влаги, усвояемой растениями.

Продуктивная влага, вычисляется как разность между общим количеством воды в почве и влажностью устойчивого завядания и выражается в миллиметрах толщины водного слоя.

Продуктивная влага почвы как результат взаимодействия погодных, почвенных, растительных и агротехнических условий является важным комплексным показателем увлажнения сельскохозяйственных полей.

Продуктивная влага почвы может характеризовать действительные ресурсы влаги, находящиеся в использовании растений, и включает:

1. Влагообмен почвы по вертикали
2. Испарение
3. Осадки
4. Сток

Основным недостатком этого показателя является трудность точного определения влагозапасов почвы.

Распространенным методом определения влажности почвы является термостатно-весовой метод, основанный на определении количества воды в почве посредством ее высушивания.

Термостатно-весовой метод определения влажности заключается в измерении веса влаги, содержащейся в образце. При этом подготовленный почвенный образец высушивают в термостате при температуре 105°C в течение 3-4 часов, а определенный взвешиванием вес влаги относят к единице массы почвы.

Продуктивную влагу метрового или пахотного слоя почвы как комплексный агроклиматический показатель увлажнения используют для характеристики:

1. Исходных запасов влаги весной;
2. Исходных запасов влаги осенью;

3. Критического к влаге периода жизни растений;
4. Условий обеспеченности растений влагой в период онтогенеза;

Сопоставление фактических запасов продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы с потребностью в ней растений позволяет дать количественную оценку водных ресурсов территории. Весенние запасы влаги в почве (слой 0-100 см) принято оценивать по их соответствию величине наименьшей полевой влагоемкости (НПВ).

Наименьшая влагоёмкость (или полевая) – это наибольшее количество капиллярно-подвешенной влаги, которое может удержать почва после стекания избыточной влаги при глубоком залегании грунтовых вод.

Исходя из этой величины и потребности растений во влаге, весенние запасы влаги метрового слоя почвы оценивают следующим образом:

1. Хорошие (180-160 мм);
2. Удовлетворительные (160-130 мм);
3. Недостаточные (130-80 мм);
4. Плохие и очень плохие (80-50 мм и менее).

Повторяемость указанных градаций за длительный период характеризует климатическую обеспеченность растений влагой весной в исследуемом районе.

3.5. Агрометеорологические показатели условий перезимовки растений

Мороз - понижение температуры воздуха существенно ниже 0 °С.

Перезимовка зависит от развития растения осенью, а также от условий зимне-весеннего периода.

Перезимовка – это способность растений выдержать, перенести зимние холода.

Успешность возделывания зимующих сельскохозяйственных культур определяется не только агрометеорологическими условиями вегетационного периода, но и условиями, складывающимися в период перезимовки.

Озимая культура - форма однолетних сельскохозяйственных зерновых (обычно злаковых), жизненный цикл которой требует перезимовки (от одного до нескольких месяцев) в условиях пониженных температур.

В зимний период может возникать целый ряд опасных явлений, таких как:

1. Длительные и глубокие оттепели, приводящие к уменьшению закалки зимующих культур;
2. Застой воды на полях с озимыми, обуславливающий их гибель от вымокания;
3. Зимние засухи, приводящие к обезвоживанию зимующих растений и их гибели;
4. Ледяная корка, приводящая к повреждению или гибели озимых культур;
5. Мощный снежный покров, способствующий выпреванию озимых;
6. Сильный мороз, приводящий к вымерзанию посевов озимых культур и древесных растений;

Для оценки перезимовки сельскохозяйственных культур используют ряд показателей, одни из них представляют собой температурные характеристики зимнего периода:

1. Абсолютный минимум и средний из абсолютных минимумов температуры воздуха (на высоте 2 м) и почвы (на глубине 3 см для узла кущения озимых культур и на глубине 20 см для корневой системы плодово-ягодных культур),
2. Сумма отрицательных температур воздуха и почвы ниже 0°C, -5°C, -10°C, -15 °C,
3. Средняя температура воздуха самого холодного месяца.

Другие показатели используются для комплексной характеристики зимнего периода.

А.М. Шульгин предложил комплексный показатель условий зимнего периода, названный им показателем суровости зимы.

$$K = \frac{T_m}{C}$$

где T_m - средний из абсолютных минимумов температуры воздуха (за месяц или за зимние месяцы); C - средняя высота снежного покрова.

Г.Д. Рихтер предложил комплексный показатель – снежно-температурный коэффициент, который можно рассчитать по формуле

$$K = \frac{10T}{H}$$

где Т - средняя температура воздуха, Н - средняя высота снежного покрова (см) за период со снежным покровом выше 1 см.

Снежно-температурный коэффициент – это величина показывающая число градусов мороза, рассчитанное на каждые 10 см толщины снежного покрова.

Коэффициент меняется с северо-запада на юго-восток от 1,6 до 17,8.

При агроклиматическом районировании территорий для характеристики суровости зим используют суммы отрицательных температур, морозоопасности - средние из абсолютных минимумов температуры воздуха, а снежности - высоты снежного покрова

Градация суровости зимы по сумме отрицательных температур

1. Жесткая - Более -6000
2. Очень суровая – от -4000 до -6000
3. Суровая – от -2000 до -4000
4. Очень холодная от -1500 до -2000
5. Холодная от -1000 до -1500
6. Умеренно холодная от -500 до -1000
7. Мягкая от -200 до -500
8. Очень мягкая - Менее -200
9. Теплая 0

Градация морозоопасности зимы по средним из абсолютных минимумов температуры, °С

1. Очень сильные морозы от -35 до -40
2. Сильные морозы от -30 до -35
3. Значительные морозы от -25 до -30
4. Морозы средней силы от -20 до -25
5. Умеренные морозы от -15 до -20
6. Слабые морозы от -10 до -15
7. Очень слабые морозы - выше -10

Градация снежности зимы по высоте снежного покрова, см

1. Бесснежная - менее 10
2. Очень малоснежная от 10 до 15

3. Малоснежная от 16 до 25
4. Умеренно снежная от 26 до 45
5. Достаточно снежная от 46 до 65
6. Многоснежная - более 65

3.6. Агрометеорологические показатели световых ресурсов

Солнечная энергия — энергия от Солнца в форме радиации и света. Эта энергия в значительной мере управляет климатом и погодой, и является основой жизни.

Световые ресурсы - это средние многолетние дневные суммы суммарной освещенности, осредненных по административным областям и экономическим районам.

При оценке действия солнечной энергии на растения учитывается:

1. Интенсивность солнечного света
2. Продолжительность освещения
3. Спектральный состав солнечного света.

В качестве агрометеорологических показателей световых ресурсов используют:

Длина дня. Выявленная реакция различных групп растений на длину дня определяет продолжительность их фотосинтетической деятельности.

Длина дня - это продолжительность дневного освещения.

Длина дня — это показатель продолжительности освещения и фотосинтетической деятельности.

Для растений длинного дня нормальная продолжительность освещения составляет 15-18 часов, а для растений короткого дня - 12-14 часов.

Комплексный гелиотермический показатель Жеслина характеризует продолжительность дня вместе с термическими ресурсами территории. Он представляет собой произведение суммы температур на длину дня.

Фотосинтетическая активная радиация (ФАР) — это часть входящей до биоценозов солнечной радиации в пределах 400-700 нм спектра электромагнитных волн с различным КПД, используемая растениями для фотосинтеза.

Интенсивность солнечной радиации в естественных условиях на верхней границе фитоценозов почти всегда достаточна для оптимальной жизнедеятельности растений в любых широтах. Но световой режим внутри травостоя может резко меняться, вплоть до светового голодания при загущении посевов.

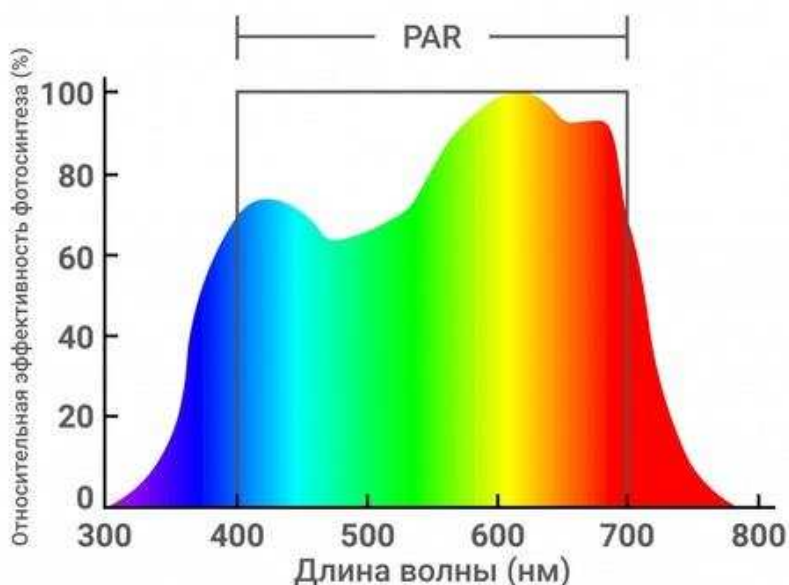


Рис. 21. Влияние спектра света на рост растений

Продолжительность солнечного сияния — это время, в течение которого солнечная радиация достаточно интенсивна для создания теней.

В качестве дополнительного показателя световых ресурсов используют продолжительность солнечного сияния за вегетационный период или его часть. Этот показатель важен для оценки условий, определяющих качество продукции многих культур. Его также можно использовать для характеристики осенних условий, формирующих зимостойкость растений.

Спектральный состав света оказывает большое влияние на прохождение световой стадии у всех групп растений, причем степень воздействия возрастает в условиях неблагоприятного соотношения для данного растения длины дня и ночи. При оптимальных для данного растения длинах дня и ночи значение спектрального состава света в развитии растения становится минимальным. Поэтому ресурсы света применительно к спектральному составу не оцениваются.



Спектральный состав солнечной радиации в зависимости от длины волны:

0,4-0,8 мкм - видимая часть

< 0,4 мкм (0,38)

ультрафиолетовая

> 0,78 мкм

инфракрасная

Рис. 22. Спектральный состав света

Выделяют семь спектральных цветов: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.

Показатель преломления света, а значит, скорость распространения света в среде зависят от цвета светового пучка.

Контрольные вопросы

1. Какие вещества вступают в процесс фотосинтеза и какие образуются в его результате? Напишите суммарное уравнение фотосинтеза.
2. Где локализованы пигменты зеленых растений, участвующие в процессе фотосинтеза?
3. На какие этапы можно разделить процесс фотосинтеза?
4. Что такое фотосинтетическая единица?
5. В ходе каких этапов дыхания имеет место субстратное фосфорилирование?
6. В чем заключается сельскохозяйственная оценка климата?
7. Величины, характеризующие влажность воздуха, способы их выражения, единицы измерения, значение в сельском хозяйстве.
8. Влияние агрометеорологических условий вегетационного периода на количество и качество урожая.
9. Влияние агрометеорологических условий на формирование урожая на примере полевых, плодовых и овощных культур.
10. Влияние растительного и снежного покрова на температуры почвы.
11. Влияние рельефа на метеорологический режим приземного слоя воздуха.
12. Что такое тепловой режим почвы?

13. Влияние снежного покрова на перезимовку озимых культур.
14. Зависимость темпов развития сельскохозяйственных растений от метеорологических факторов. Прогноз основных фаз растений.
15. Какая фракция почвы является главным носителем гигроскопической способности в почвах?
16. При какой относительной влажности воздуха заканчивается насыщение почвы влагой?
17. Перечислите причины, под влиянием которых вода в почве находится в непрерывном движении.
18. Какая цель регулирования водного режима?
19. Что такое испаряемость?
20. Что такое перезимовка растений?
21. Что такое снежно-температурный коэффициент?
22. Какие показатели используют для оценки перезимовки сельскохозяйственных культур
23. В каких случаях неблагоприятных агрометеорологических условий следует организовать обследования полей озимых культур?
24. Что такое мороз?
25. Что такое солнечная энергия?
26. Что такое световые ресурсы?
27. Что нужно учитывать при оценке действия солнечной энергии на растения?
28. Что такое длина дня?
29. Что такое фотосинтетическая активная радиация?

Глава 4. ПОГОДА И ФАКТОРЫ, ЕЕ ФОРМИРУЮЩИЕ

4.1. Погода. Периодические и непериодические изменения погоды

Погода – это состояние атмосферы над данной территорией в данное время, определяемое физическими процессами, происходящими в ней при взаимодействии с подстилающей поверхностью.

Погода - совокупность значений метеорологических элементов и атмосферных явлений, наблюдаемых в определённый момент времени в той или иной точке пространства.

Метеорологические элементы – качественное и количественное физическое состояние атмосферы и процессы, совершающиеся в ней находящиеся между собой в тесной взаимосвязи и всегда действующие совместно, проявляясь в сложных и изменчивых сочетаниях.

К метеорологическим элементам относится

1. Видимость (прозрачность атмосферы)
2. Влажность воздуха
3. Давление
4. Длинноволновое излучение земли и атмосферы
5. Облачность
6. Осадки,
7. Скорость и направление ветра
8. Солнечная радиация
9. Температура
10. Температура почвы и поверхности воды

Число сочетаний метеорологических элементов и, следовательно, вариантов погоды может быть очень большим.

Метеорологические элементы изменяются в пространстве и во времени, поэтому погода часто отличается большим разнообразием и изменчивостью.

Различают следующие изменения погоды:

1. периодические изменения погоды
2. непериодические изменения погоды.

Периодические изменения погоды - это изменения, обусловленные суточным и годовым ходом метеорологических элементов, т.е. изменения, зависящие от суточного и годового вращения Земли.

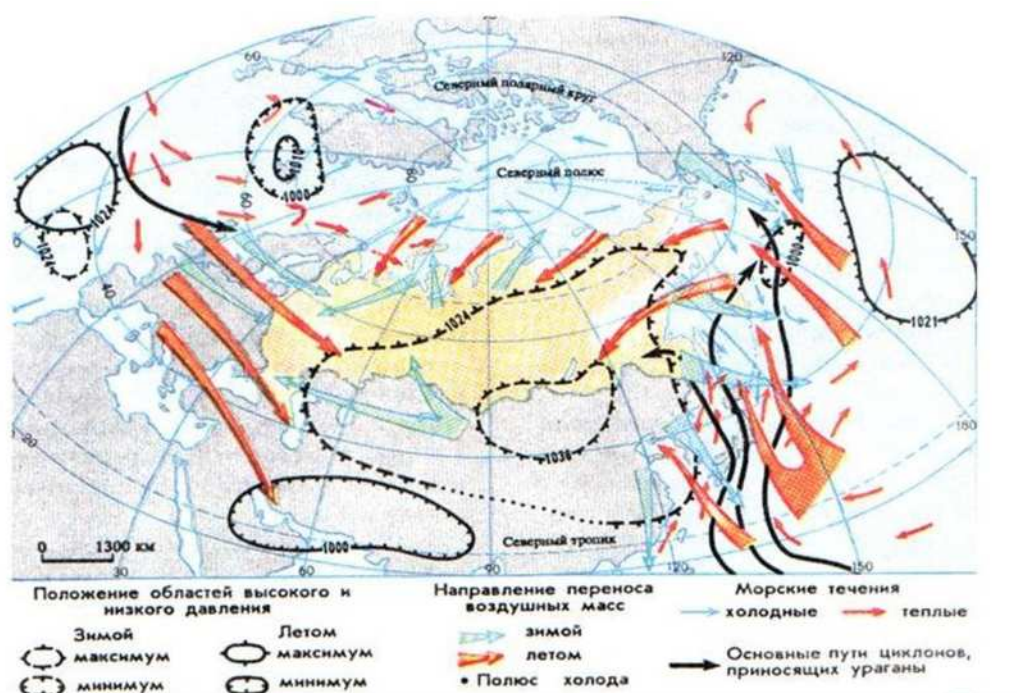


Рис. 23. Циркуляция атмосферы - перемещение воздушных масс

Непериодические изменения погоды связаны с движением воздушных масс различного географического происхождения. Эти массы обладают неодинаковыми физическими свойствами - температурой, влажностью и т. д.

Циркуляция атмосферы оказывает влияние на увлажнение местности и температуру воздуха. Перемещение воздушных масс зависит от областей высокого и низкого давления, размещение которых изменяется по сезонам года. Поэтому в разные поры года преобладают разные ветры.

Погода зависит от того, какая воздушная масса приходит в данное место. Перемещение воздушных масс вызывает в районах, через которые они проходят, значительные изменения погоды. Некоторые воздушные массы, не свойственные географическому расположению какого-либо региона, нарушают нормальный ход метеорологических элементов, т.е. уменьшают или даже перекрывают периодические изменения погоды.

Несовпадение фазы периодических и непериодических изменений обуславливает наиболее резкие изменения погоды.

4.2. Воздушные массы

Воздушные массы - большие объёмы воздуха, имеющие горизонтальные размеры во много сотен или несколько тысяч километров и вертикальные размеры в несколько километров, характеризующиеся примерной однородностью температуры и влагосодержания по горизонтали.

Воздушные массы - крупные однородные (в горизонтальном направлении) части тропосферы.

Воздушные массы - значительные объёмы воздуха тропосферы, который обладает определёнными свойствами (температура, влагосодержание), зависящими от особенностей района его формирования и движущиеся как единое целое.

Протяжённость воздушной массы может составлять тысячи километров, а вверх она может простираться до верхней границы тропосферы.

Воздушные массы по скорости перемещения разделяют на две группы:

1. движущиеся
2. местные

Воздушные массы разделяются атмосферными фронтами.

В системе общей циркуляции атмосферы воздушные массы перемещаются как единое целое, определяя в значительной степени режим погоды.

Различают следующие воздушные массы:

1. массы арктического (или антарктического)
2. массы полярного воздуха
3. массы тропического воздуха
4. массы экваториального воздуха

Для каждого из этих типов и подтипов характерны свой интервал значений температуры у земной поверхности и на высотах, свои значения влажности, дальности видимости и т. д.

В процессе общей циркуляции атмосферы воздух тропосферы расчленяется на отдельные воздушные массы, занимающие по площади миллионы квадратных километров и отличающиеся одна от другой своими свойствами, а потому и характером погоды.

Воздушная масса характеризуется вполне определенными физическими свойствами - прозрачностью воздуха, температурой, влагосодержанием и т. д., по которым она отличается от другой воздушной массы.

Воздушная масса обладает приблизительно однородными физическими свойствами, то и погода на территории, занимаемой данной воздушной массой, будет также более или менее однородной.

Физические свойства воздушной массы зависят от того, в каких условиях она формируется так как определяются географическим положением очага формирования воздушной массы, т. е. радиационными условиями и свойствами подстилающей поверхности данного района.

Воздушные массы не остаются неподвижными, а непрерывно перемещаются над земной поверхностью. Как только меняется подстилающая поверхность, тут же начинают изменяться физические свойства массы. Например, летом континентальная воздушная масса, переместившись на водную поверхность, постепенно начинает передавать часть своего тепла воде, и, следовательно, температура массы понижается. В то же время она обогащается водяным паром, ее влажность повышается.

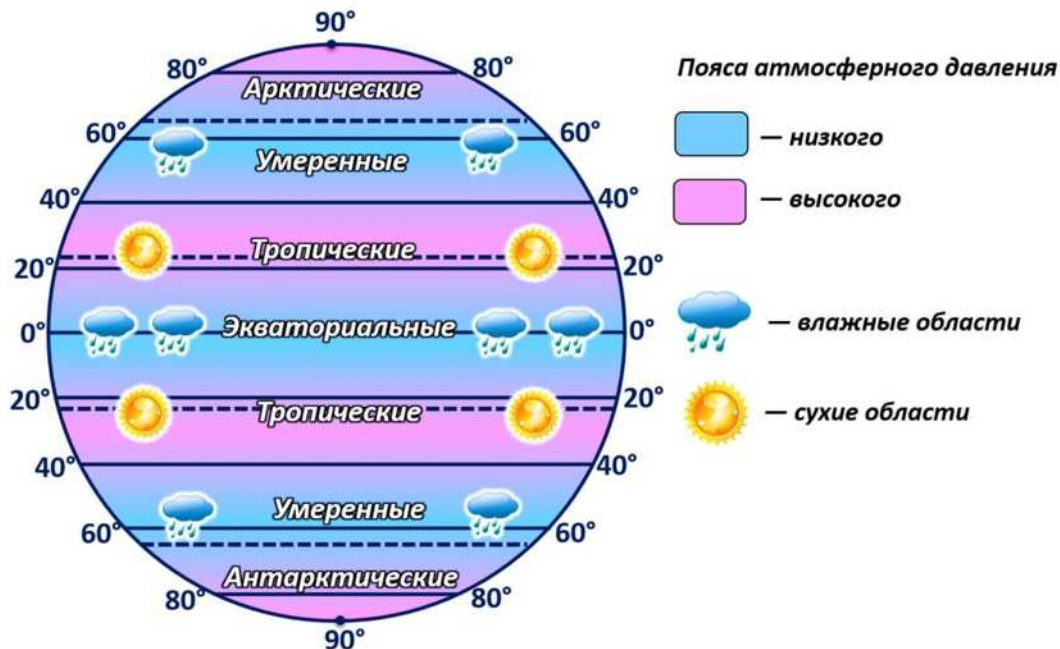


Рис. 24. Воздушные массы

В результате взаимодействия с водной поверхностью континентальная воздушная масса начинает постепенно приобретать свойства

морской воздушной массы. Такое перерождение воздушных масс называют *трансформацией*.

Воздушные массы - значительные объёмы воздуха тропосферы, который обладает определёнными свойствами (температура, влагосодержание), зависящими от особенностей района его формирования и движущиеся как единое целое.

Выделяют четыре основных типа воздушных масс:

1. арктические (антарктические).
2. тропические,
3. умеренные,
4. экваториальные,

Кроме того, каждый из типов подразделяется на подтипы, различающиеся меж собой по влажности:

1. морские
2. континентальные

Кроме того, есть более общая классификация воздушных масс - лишь по температуре. Воздушные массы, перемещающиеся с более холодной подстилающей поверхности на более теплую, называют холодными массами. На своем пути холодная воздушная масса вызывает похолодание в тех районах, в которые она приходит. Однако при продвижении она сама прогревается от земной поверхности.

Поэтому в ней обычно возникают большие вертикальные градиенты температуры и развивается конвекция с кучевыми и кучево-дождевыми облаками и ливневыми осадками.

Воздушные массы, перемещающиеся на более холодную подстилающую поверхность, называют теплыми массами. Они приносят потепление, но сами охлаждаются снизу, отчего в нижних слоях создаются малые вертикальные градиенты температуры. Конвекция в них не развивается, преобладают слоистые облака и туманы.

4.3. Атмосферные фронты

Различные воздушные массы разделены между собой сравнительно узкими переходными зонами - атмосферными фронтами.

Длина таких зон - тысячи километров, ширина - всего лишь десятки километров, толщина в вертикальном направлении - несколько сотен метров. Так как ширина и толщина фронта очень невелики в

сравнении с размерами воздушных масс, то фронт условно можно представить как поверхность раздела между воздушными массами, которая в пересечении с земной поверхностью образует линию фронта.

Атмосферный фронт— переходная зона между двумя разнородными воздушными массами. Теплый воздух, как более легкий, поднимается вверх. Поднимаясь, он охлаждается, насыщается водяными парами. В нем образуются облака и выпадают осадки.

Прохождение атмосферного фронта всегда сопровождается выпадением осадков.

В зоне фронта при переходе от одной воздушной массы к другой метеорологические элементы (температура и влажность воздуха, ветер и др.) резко меняются.

В зависимости от направления перемещения, движущиеся атмосферные фронты подразделяются на теплые и холодные.

1. теплыми
2. холодными.

Фронт, перемещающийся в сторону холодного воздуха, называют теплым. При этом теплый воздух натекает на холодный, холодный же воздух отступает перед ним.

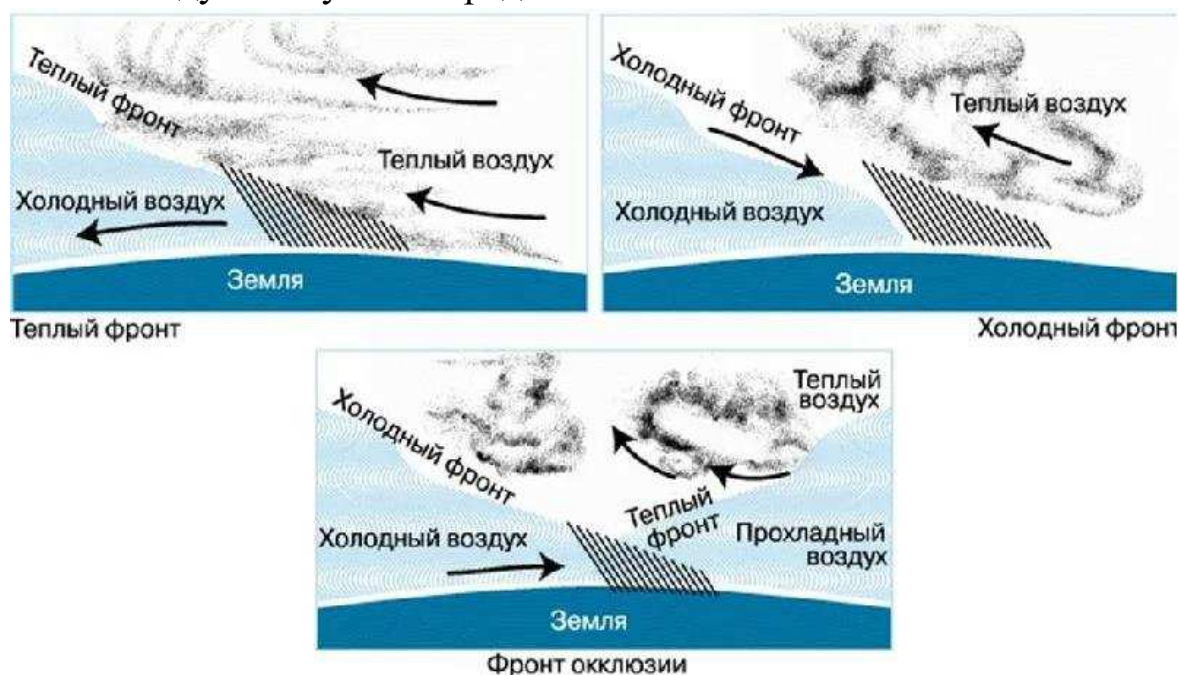


Рис. 25. Типы атмосферных фронтов

Одновременно теплый воздух медленно и спокойно скользит вверх над поверхностью фронта и охлаждается. Это приводит к конденсации водяного пара и образованию облаков. В нижнем ярусе образуются слоисто-дождевые облака, из которых выпадают обложные осадки.

При дальнейшем поднятии и охлаждении воздуха образуются облака высокослоистые. Из этих облаков осадки выпадают, но летом они, как правило, не достигают земной поверхности, испаряясь по пути.

В верхнем ярусе при дальнейшем скольжении воздуха образуются перисто-слоистые и перистые облака. Эти облака осадков не дают. Ширина облачной зоны- теплого фронта достигает 600-900 км, зоны осадков – 300-.400 км.

При приближении теплого фронта сначала появляются перистые облака, сменяющиеся затем перисто-слоистыми. Давление воздуха понижается, и тем значительнее, чем больше разность температур между теплым и холодным воздухом. Температура воздуха медленно повышается.

Перисто-слоистые облака при дальнейшем продвижении фронта сменяются высокослоистыми, а последние - слоисто-дождевыми.

Холодным фронтом называют фронт, перемещающийся в сторону теплого воздуха, вытесняя его. Поверхность раздела между теплым и холодным воздухом у земли в данном случае очень круто опускается вниз. Облачная система такого фронта аналогична системе облаков теплого фронта, но проходит в обратном порядке.

Непосредственно перед фронтальной поверхностью в результате большой ее кривизны возникают бурные восходящие движения воздуха. Вследствие этого передняя часть облачной системы состоит из кучево-дождевых облаков. За линией фронта облачная система переходит в слоистодождевые, а затем по мере удаления от линии фронта в высокослоистые и перисто-слоистые облака.

Осадки при прохождении холодного фронта носят вначале ливневый характер, они часто сопровождаются грозами, затем могут перейти в обложные. Ширина зоны осадков вследствие более крутого наклона фронтальной поверхности меньше, чем у теплого фронта (до 100 км).

Чаще всего приближение холодного фронта сопровождается более или менее сильным понижением давления, появляются кучевые облака, быстро развивающиеся в высоту, затем кучеводождевые. С первыми редкими крупными каплями дождя (снежинками) налетает первый порыв ветра, затем ветер усиливается, начинаются сильные ливневые осадки, температура понижается.

Климатические фронты - фронты глобального масштаба, являющиеся разделами между главными (зональными) типами воздушных масс.

Атмосферный фронт - переходная зона между воздушными массами, обладающими разными свойствами (температура, давление, влажность).

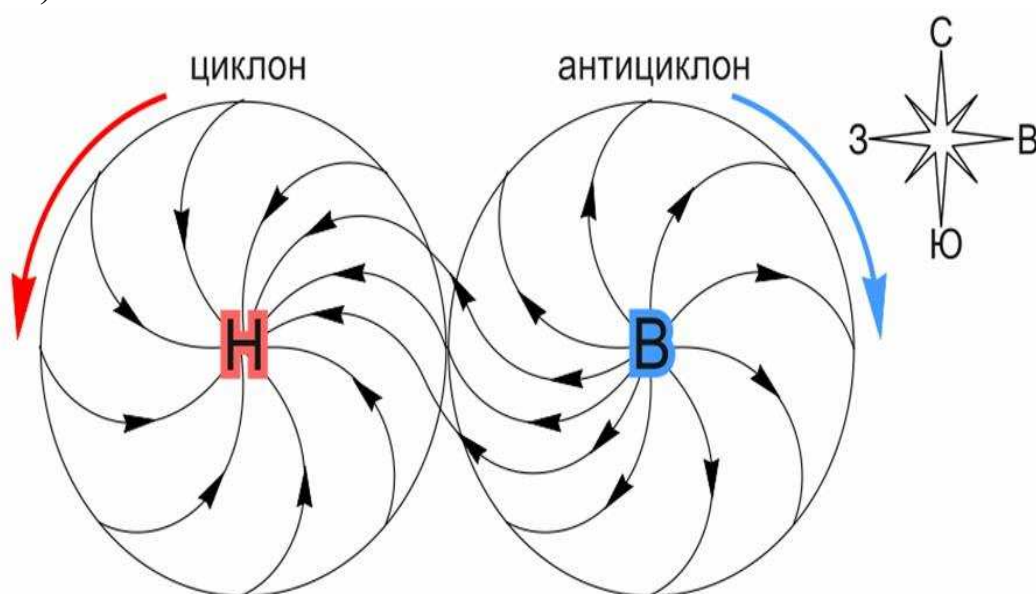


Рис. 26. Циклон и антициклон

Циклон - это атмосферный вихрь с областью низкого давления в центре. Он приводит к крайне неустойчивой и переменчивой погоде с обильными осадками.

Антициклон - это атмосферный вихрь с областью высокого атмосферного давления в центре.

С антициклоном связаны периоды устойчивой сухой и солнечной погоды летом, морозной и солнечной - зимой.

Циклогенез – условия термобарического поля тропосферы, благоприятные для возникновения и развития циклонов, антициклогенез – условия термобарического поля тропосферы, благоприятные для возникновения и развития антициклонов

4.4. Погода в циклоне и антициклоне

Перенос воздушных масс происходит в системе циклонов и антициклонов. В центре циклона создается область пониженного давления, а к его периферии оно возрастает. Поэтому воздух со всех сторон стекает к центру циклона по спиралеобразным кривым, закручивающимся в Северном полушарии против часовой стрелки.

В центре циклона эти сходящиеся потоки вынуждены подниматься вверх. Поднимаясь, воздух попадает в слои атмосферы с меньшим давлением и расширяется. При расширении он охлаждается и образуются облака и осадки. Поэтому погода в центре циклона всегда бывает ненастной.

Циклоны возникают на атмосферных фронтах, при этом в циклон вовлекаются обе воздушные массы, разделяемые фронтами.

Если циклон захватывает местность южной частью, то в этой местности происходят изменения погоды, свойственные изменениям ее при прохождении теплого и холодного фронтов. Сначала через данную местность проходит теплый фронт, затем теплый сектор циклона и, наконец, холодный фронт.

Перед прохождением теплого фронта появляются перистые облака, быстро перемещающиеся с запада, северо-запада или юго-запада. Затем эти облака постепенно переходят в перисто-слоистые, последние - в высокослоистые и, наконец, появляются слоисто-дождевые облака, из которых выпадают осадки.

Ветер постепенно усиливается, давление понижается, температура повышается, и район «накрывает» теплый сектор. Обычно воздушная масса теплого сектора устойчивая, т. е. с небольшими вертикальными градиентами температуры. Поэтому погода в теплом секторе характеризуется слоистыми, высококучевыми облаками, туманами, морсящими осадками, плохой видимостью. В нем наблюдаются самые высокие температуры для данного циклона.

Циклон в этой стадии развития (с теплым сектором) называют молодым циклоном.

Затем через данную местность проходит холодный фронт с сильными ливневыми осадками. Ветер перед прохождением фронта усиливается, делается порывистым, а во время прохождения фронта резко меняет направление, чаще всего на северо-западное.

Давление перед фронтом понижается, а после прохождения фронта быстро повышается. Температура воздуха после прохождения фронта сильно понижается. Если центр циклона проходит южнее данного места, т. е. циклон захватывает местность своей северной частью, где фронтов нет, то резких изменений погоды не наблюдается, так как внизу, у земной поверхности, все время остается холодный воздух, теплый же воздух располагается в более высоких слоях.

Вместе с циклоном перемещаются и фронты. Однако холодный фронт вследствие непрерывного подтока холодного воздуха перемещается быстрее теплого фронта.

Поэтому теплый сектор циклона суживается, фронты постепенно сближаются и, наконец, смыкаются. Соединяются также в одну зону осадки теплого и холодного фронтов. Теплый воздух при смыкании фронтов вытесняется кверху. Явление смыкания фронтов в циклоне носит название окклюзии или закрытия циклона. Циклон затухает, воздух у поверхности становится однородным, давление и температура выравниваются: весь теплый воздух поднялся вверх.

Скорость движения циклонов в среднем составляет 30-40 км/ч, или 700-900 км/сут. Цикл развития циклона 4-7 сут.

В Северном полушарии одновременно бывает до 20 циклонов. В Северной Атлантике в течение года наблюдается около 1000 циклонов, а в северной части Тихого океана - до 1500. На Земле в целом ежегодно регистрируется до 15 000 циклонов.

После прохождения циклона в тыл его внедряются холодные массы воздуха и образуют область повышенного давления - так называемый антициклон с высоким давлением в центре и ветрами, направленными в Северном полушарии к периферии по часовой стрелке.

В связи с нисходящими движениями воздуха, развивающимися в центральной части антициклона, здесь создается сухая ясная или малооблачная погода. Летом она может вызвать атмосферную засуху. Зимой в антициклоне образуются глубокие приземные инверсии, стоит морозная погода. Ветер в центральной части антициклона обычно слабый.

Различают следующие антициклоны:

1. подвижные антициклоны
2. стационарные антициклоны

Подвижные антициклоны образуются в Арктике и перемещаются в умеренные широты, принося сюда холодный сухой воздух

Стационарные антициклоны образуются преимущественно над океанами (Азорский, Гоналулский и др.) и зимой в умеренных широтах над материками, удерживаются они в одной и той же области по нескольку недель и даже месяцев.

На европейской части России погода и ее изменения определяются циклонической деятельностью (чередованием циклонов и антициклонов). Циклоны поступают сюда чаще всего с северной части Атлантического океана через Скандинавию или Прибалтику. Но некоторые циклоны приходят сюда также со Средиземного и Черного морей, антициклоны - чаще с северо-востока и востока.

Погода имеет большое значение в хозяйственной деятельности человека. Поэтому для различных отраслей хозяйства каждого государства большое значение имеет информация о текущем состоянии погоды, а также предсказание ее на ближайшее время. Эту работу в России осуществляет так называемая служба погоды, опирающаяся на большую сеть метеорологических станций. Последние производят наблюдения в определенные сроки, зашифровывают их по особому международному коду, затем передают областным центрам по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Гидрометцентру, который возглавляет в России службу погоды.

По сведениям, полученным с метеорологических станций за тот или иной срок, в этих центрах составляют так называемую синоптическую карту погоды.

Синоптическая карта погоды представляет собой географическую карту, на которую условными обозначениями наносят результаты наблюдений за состоянием погоды, полученные со станций за определенный срок. Затем проводят изобары и линии атмосферных фронтов.

Синоптическая карта дает представление о состоянии погоды сразу на большой территории. По ней можно установить расположение фронтов и областей фронтальных осадков, а также выяснить расположение циклонов и антициклонов. Кроме циклонов и антициклонов на карте выделяют и другие барические системы с незамкнутыми изобарами: ложбину (полосу пониженного давления), гребень (полосу повышенного давления) и др.

Синоптические карты погоды составляют восемь раз в сутки. Это дает возможность выяснить не только пути, по которым до сего времени перемещались воздушные массы, фронты, циклоны и антициклоны, но и установить причины и изменения физических свойств воздушных масс за время их перемещения.

Анализируя синоптические карты, можно с той или иной вероятностью наметить пути и скорости перемещения циклонов и антициклонов, изменения и перемещения фронтов и связанных с ними зон облачности и осадков, а также распространение теплых и холодных воздушных масс на ближайшие 24-48 ч, т. е. предусмотреть те изменения погоды, которые произойдут в связи с этими перемещениями и трансформациями. Такой метод предсказания погоды называют синоптическим.

Термин «синоптический метод» (от греч. *synoptikys* - способный все обозреть) означает метод одновременного обзора обширной территории.

Предсказания погоды по синоптическому методу на короткий срок имеют достаточно высокую оправдываемость: на двое суток вперед оправдываемость в среднем составляет 80-85 %, т. е. из 100 даваемых прогнозов 80-85 бывают удачными и 15-20 - в той или иной степени неудачными. Последнее обусловлено недостатком данных и недостаточной изученностью атмосферных процессов. Очень трудно дать точный прогноз при быстрых изменениях этих процессов,

В последние десятилетия синоптическая информация, ранее включавшая в себя в основном наземные данные, обогатилась данными аэрологических наблюдений, т. е. наблюдений в свободной атмосфере. Все шире используют спутниковую информацию, получаемую для океанов и труднодоступных частей суши, где нет метеостанций.

По данным со спутников определяют радиационный баланс и его составляющие системы Земля - атмосфера, выявляют новые важные закономерности в распределении солнечной энергии на Земле, которые необходимо учитывать при составлении долгосрочных прогнозов погоды.

Очень перспективны метеорологические спутники, которые автономно или по команде с Земли могут менять высоту полета и направление своего движения. При необходимости их можно направить в район урагана для детального его наблюдения.

Наряду с синоптическим методом Росгидрометцентр разрабатывает и внедряет гидродинамические (численные) методы, позволяющие путем численного интегрирования уравнений гидродинамики и термодинамики, описывающих текущее и дальнейшее состояние атмосферы, составлять прогноз изменения метеорологических элементов в численной форме. Решение сложных уравнений численных прогнозов стало возможным с появлением быстродействующих электронных вычислительных машин.

Краткосрочные прогнозы погоды - на несколько часов, на 1-3сут вперед - составляют на основе синоптического и численных методов.

С помощью численных методов создается «скелет» краткосрочного прогноза: рассчитывают будущее барическое поле, вертикальные потоки в атмосфере, ветер и некоторые другие метеорологические элементы. Остальные особенности погоды прогнозист подбирает в соответствии с этим «скелетом» на основе синоптического метода. Численные методы прогнозов повысили их оправдываемость, расширили площади территорий, для которых составляют прогноз, увеличили его заблаговременность.

Для хозяйства страны большое значение имеют долгосрочные прогнозы погоды (на неделю, месяц, сезон). Составление долгосрочных прогнозов является одной из самых актуальных и сложных задач во всех странах мира.

Для составления долгосрочных прогнозов широко применяется метод аналогов в разных его видах. Общая предпосылка этого метода состоит в том, что за одинаковыми исходными положениями в атмосфере дальнейшее развитие процессов тоже должно быть аналогичным.

Поэтому, подыскивая в многолетнем материале за прошлое время метеорологическую ситуацию в тропосфере, аналогичную существующей, мы можем и о дальнейшем ходе погоды судить по аналогии с месяцем, следующим за найденным аналогом. Трудность, однако, заключается в том, что невозможно найти в прошлом положений, совер-

шенно сходных с данным по всем параметрам. А даже небольшие различия в исходном состоянии могут привести к резко отличному ходу событий в будущем.

Существенное значение для решения долгосрочных прогнозов имеет сопоставление атмосферных процессов с процессами в Мировом океане, поскольку между двумя этими сферами Земли происходит постоянный взаимный обмен теплом и влагой.

Представляет интерес сопоставление атмосферных процессов с солнечной активностью, между которыми, несомненно, существуют связи.

Успешное разрешение проблемы долгосрочных прогнозов зависит от объединения усилий всех стран, так как атмосфера - это глобальное общее достояние, не имеющее границ. Поэтому при Всемирной метеорологической организации создана Всемирная служба погоды (ВСП).

Цель Всемирной службы погоды - совершенствование наблюдений за погодой, улучшение прогнозов погоды, а также ускорение сбора и обмена метеорологической информацией между всеми странами. Информацию о погоде на всем земном шаре собирают за 2-3 ч и передают в мировые метеорологические центры. Сюда же поступает информация со спутников, кораблей погоды и т. д.

Для сельскохозяйственного производства все виды прогнозов имеют большое значение. Так, долгосрочные прогнозы погоды позволяют уточнять планы сельскохозяйственных работ, например весной устанавливать сроки внесения удобрений, планировать использование техники и авиации, разрабатывать альтернативные решения, например по уборке сена, когда необходимо точно выбрать способ сушки трав (в поле, в стационарных сушилках или по иной технологии).

В период уборки зерновых такие прогнозы помогают правильно распределять уборочную технику и трудовые ресурсы, устанавливать очередность укосов.

По краткосрочным прогнозам, уточняют сроки выполнения недельного плана работ, утверждают или изменяют план.

Информация о погоде необходима при отгонном животноводстве для разработки эффективных мер защиты скота от опасных метеорологических явлений.

Возможности применения прогнозов погоды велики и разнообразны, и от самих специалистов сельского хозяйства зависит, насколько правильно и эффективно они будут использованы на практике.

Предсказание погоды на ближайшее время для какого-либо района с большой долей вероятности можно сделать по так называемым местным признакам погоды, которые отражают физическую сущность явлений. Для этого необходимо внимательно наблюдать за погодой, подмечая характерные изменения ее элементов. Вот несколько примеров местных признаков погоды для центральных районов европейской территории России.

Малооблачная, без осадков погода сохранится, если хорошо выражен суточный ход ветра, температуры и облачности; если вечером или ночью образуется приземный стелющийся туман, который рассеивается с восходом Солнца; если вечерняя заря летом окрашена в золотисто-желтый цвет; если атмосферное давление растет или остается без изменения.

Ненастная погода наступит, если в солнечный день появляются перистые облака в виде нитей, перьев с коготками, переходящие в перисто-слоистые в виде тонкой белесоватой пелены, затягивающей все небо; если атмосферное давление падает; если нарушается нормальный суточный ход температуры, например ночью температура повышается, ветер усиливается независимо от времени суток, цвет вечерней зари красный.

Пасмурная дождливая погода сохранится, если атмосферное давление продолжает понижаться, температура воздуха в течение суток остается почти без изменений, направление ветра не меняется (летом ветер чаще всего юго-восточный, восточный или северо-восточный, зимой - западный).

Пасмурная дождливая погода сменится хорошей погодой, если устойчиво растет атмосферное давление, наступает похолодание, усиливается ветер и резко изменяется его направление.

Весной и осенью ожидаются заморозки, если в пасмурную холодную погоду облачность уменьшается до полного прояснения к ночи, ветер слабеет.

Гроза и ливни вероятны, если летом кучевые облака, появившиеся утром, быстро развиваются и нагромождаются в виде башен; если влажность воздуха высокая и вызывает ощущение духоты.

Контрольные вопросы

1. Что такое погода?
2. Что такое метеорологические элементы?
3. От чего зависит погода?
4. Что такое перемещение воздушных масс?
5. От чего зависит циркуляция атмосферы?
6. Что такое воздушная масса?
7. Типы воздушных масс.
8. Свойства воздушных масс, формирующих климат России.
9. Климатообразующие факторы и циркуляция атмосферы.
10. Перенос воздушных масс.
11. Что понимается под атмосферными фронтами?
12. Главные климатологические фронты.
13. Теплые и холодные воздушные массы, их физические свойства и трансформация.
14. Что такое циклон?
15. Что такое антициклон?
16. Что такое синоптические карты погоды?
17. Какие различают антициклоны?
18. Классификация циклонов и антициклонов.
19. Что такое линия фронта?
20. Что уточняют по краткосрочным прогнозам?

Глава 5. КЛИМАТ

5.1. Понятие о климате и климатообразующих факторах

Климат - это закономерная последовательность атмосферных процессов, формирующаяся в данной местности в результате взаимодействия солнечной радиации, атмосферной циркуляции и физических явлений, происходящих на подстилающей поверхности, и обуславливающая в этой местности характерный для нее многолетний режим погоды.

С количественной стороны климат характеризуется средними значениями (нормами), экстремальными значениями метеорологических элементов (температуры и влажности воздуха, облачности, осадков, ветров и т. д.), показателями их изменчивости (среднее, среднее относительное и среднее квадратическое отклонения от нормы и др.), вероятностью и обеспеченностью тех или иных значений метеорологических элементов и т. д., полученных на основании многолетних наблюдений.

Область науки, изучающая условия формирования климата и климатический режим различных стран и районов, называют климатологией. Она также занимается проблемой изменения климата под воздействием человека.

Общеизвестно, что Солнце - основной источник лучистой энергии. Еще древние греки установили значение солнечной энергии для климата Земли - ведь слово «климат» в переводе с греческого означает «наклон», т. е. угол падения солнечных лучей.

Действительно, чем ниже Солнце над горизонтом, тем меньше лучистой энергии приходит на земную поверхность. Количество солнечной энергии, поступающей на земную поверхность, зависит от географической широты. Географическая широта в данной местности определяет полуденную высоту Солнца над горизонтом и продолжительность дня и ночи, а следовательно, и приход-расход лучистой энергии Солнца. Чем дальше от экватора к полюсу, тем меньше солнечного тепла получает единица поверхности Земли из-за большого наклона солнечных лучей.

Значительное влияние на формирование климата оказывает атмосферная циркуляция, так как с ней связан приход в данную местность масс воздуха различного географического происхождения.

Большое значение в формировании климата имеет подстилающая поверхность: вода - суша, так как от этого зависят физические свойства располагающихся над ней воздушных масс. Также различным будет влияние на климат гор и равнин, обнаженной поверхности и поверхности, покрытой растительностью, и т. д.

Особенно велико различие в воздействии на климат со стороны моря и суши. Вода обладает большой теплоемкостью и хорошей теплопроводностью, и вследствие этого она медленно нагревается, но на значительную глубину и так же постепенно охлаждается. Поэтому океаны, моря и крупные озера служат регуляторами тепла, уменьшая как суточные, так и годовые колебания температуры приземного слоя воздуха.

Климат, формирующийся при преобладающем воздействии на атмосферу больших пространств суши, отличается повышенными амплитудами годового и суточного хода температуры поверхности и воздуха.

Существенное влияние на климат оказывают морские течения. Теплые течения, направленные в высокие широты, создают на омываемых ими берегах особый климат с очень теплой зимой и малой годовой амплитудой колебания температуры. На берегах, омываемых теплым течением, выпадает повышенное количество осадков, причем осадки часто сопровождаются грозами и бурями.

Рельеф оказывает большое влияние на климат, особенно крупные формы рельефа: горные хребты и высокие плоскогорья. В горной местности вообще создается особый тип климата, носящий название горного климата. Горы нередко служат преградой для воздушных масс, являясь границей, разделяющей области с различными климатическими условиями.

Лесная растительность воздействует на климат прилегающей территории. Если мы говорим, что климат влияет на растительность, определяя ее ареалы, то, в свою очередь, растительный мир сильно влияет на климат, в частности на влагооборот.

Климатические факторы действуют совместно, взаимно обуславливая друг друга. Атмосферная циркуляция, обусловленная в основном радиационными факторами, сама воздействует на них в результате появления облачности в процессе переноса воздушных масс и влагооборота.

Климатические условия местности могут изменяться и под влиянием хозяйственной деятельности человека, поскольку она может изменить физические свойства подстилающей поверхности. Вырубка и насаждение лесов, лесных полос, осушение болот, распашка степей, создание больших водохранилищ и т. д. - все это оказывает воздействие на тепло- и влагообмен между деятельной поверхностью и воздухом и, следовательно, на климат.

5.2. Классификация климатов России

Различные сочетания климатообразующих факторов создают большое разнообразие климатов на земном шаре. Существует довольно много классификаций климатов.

По классификации Л. С. Берга выделено 12 типов климата, которые близки к ландшафтно-географическим зонам:

1. зона вечного мороза,
2. зона тундры,
3. зона тайги,
4. зона лиственных лесов умеренной зоны,
5. зона муссонных умеренных широт,
6. зона степей,
7. зона субтропическая средиземноморская,
8. зона субтропических лесов,
9. зона внутриматериковых пустынь умеренного пояса,
10. зона тропических пустынь,
11. зона саванн (тропическая лесостепь)
12. зона влажных тропических лесов.

На территории России представлены следующие типы климатов.

Климат вечного мороза формируется в высоких широтах Арктики и в высокогорных районах (выше снеговой линии), где средняя температура июля около 0 °С, а осадков выпадает менее 200 мм в год.

Зона климата тундры занимает Крайний Север России, но на крайнем северо-востоке ее южная граница отодвинута на юг почти до 60° с.ш. За южную границу тундры принимают северный предел распространения леса, совпадающий с изотермой 10-12 °С самого теплого летнего месяца. Летом здесь бывает непродолжительный безморозный

период, поэтому растительность в тундре скудная (карликовые ивы и березы, мелкие кустарники, на южных склонах трава).

Климат тундры суровый, зима продолжительная. В сибирской тундре средние температуры зимой составляют -25 – -35 °С. Лето короткое, прохладное, средняя температура не выше 10 – 12 °С. Снег и заморозки могут быть в течение всего лета.

Вегетационный период в тундре длится 2–3 мес. За это время растения получают достаточно света и влаги, но испытывают недостаток в тепле, что замедляет их рост.

Зона климата тайги занимает наибольшую часть России от Карелии до Камчатки. В европейской части России зима умеренно холодная (средняя температура января -7 – -15 °С), но по мере продвижения на восток суровость зимы усиливается.

В Восточной Сибири зима морозная, малоснежная, средняя температура января -25 – -38 °С, минимальная температура зимой опускается до -40 – -45 °С в восточных районах, до -50 – -60 °С в северных. Абсолютный минимум, отмеченный в районе Верхоянска - Оймякона, достигал -71 °С. Весна в сибирской тайге наступает позже, чем в европейской, заморозки в Восточной Сибири наблюдаются даже летом, но средняя температура воздуха летом в Сибири выше, чем на этих же широтах в европейской части. Средняя температура июля преимущественно 14 – 18 °С. Осень в западных районах продолжительная, в восточных - короткая, с быстрым наступлением холодов. Годовая сумма осадков по зоне 350–600 мм.

Зона климата лиственных лесов простирается от западных границ России до р. Оби в районе Новосибирска. Эта зона в Сибири ограничена с севера и востока низкими температурами зимы, с юга - сухим жарким летом.

Зима в западных районах этой зоны мягкая, с частыми оттепелями, пасмурная, на востоке более суровая, по зоне средняя температура января колеблется от -4 до -18 °С, лето более теплое. Средняя температура июля 17 – 20 °С. Разность средней месячной температуры воздуха января и июля в Москве 28 °С, в Новосибирске 38 °С.

Рост амплитуды годового хода температуры воздуха характеризует увеличение континентальности климата с запада на восток. В этом же направлении отмечается уменьшение годовой суммы осадков от 600 до 400 мм.

Муссонный климат умеренных широт отмечается на Дальнем Востоке (Приамурье, Приморье, Камчатка, Сахалин). В целом муссонный климат дальневосточной области характеризуется холодной, сухой и солнечной зимой, прохладным и влажным летом, частыми туманами и прохождением тайфунов. Средняя температура января изменяется от -25°C на севере до -10°C на юге, июля - соответственно от 10 до 20°C . Годовая сумма осадков колеблется в пределах 200-900 мм.

Дальневосточная область получает меньше тепла, чем следовало бы по географическому положению. Причины этого заключаются, во-первых, в сравнительно холодных восточных морях, отнимающих летом много тепла, во-вторых, во влиянии огромного азиатского материка с его суровыми зимами, в-третьих, в действии летних ветров с морей, обуславливающих большую облачность.

Зона климата степей охватывает Нижнее и Среднее Поволжье, Северный Кавказ, Южный Урал, южные районы Западной Сибири и южные районы Восточной Сибири. В этой зоне годовая сумма осадков (450-250 мм) меньше годовой суммы испаряемости, часто наблюдаются засухи и суховеи, нередко бывают пыльные бури. Средняя температура июля $20-25^{\circ}\text{C}$, Зима малоснежная, в восточных районах суровая (средний из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха - $35-45^{\circ}\text{C}$). В южных степях годовая сумма осадков не более 350 мм.

Субтропический средиземноморский климат наблюдается на Черноморском побережье Краснодарского края. Для него характерны влажная теплая зима ($0-5^{\circ}\text{C}$) и засушливое теплое лето ($22-24^{\circ}\text{C}$). Годовая сумма осадков составляет 600-800 мм.

5.3. Изменение климата

Изменение климата - многолетняя или многовековая направленная смена одного метеорологического комплекса другим в сторону постепенного похолодания или потепления, иссушения или увлажнения.

На протяжении истории Земли вместе со всей земной природой менялся и климат. Геологические данные показывают, что изменения климата в прошлом Земли были очень глубокими и охватывали сотни миллионов лет.

На протяжении этого времени коренным образом менялось положение на Земле: расположение суши и моря, орография, распределение океанических течений, вулканическая деятельность, состав атмосферы и пр. с другой стороны, могли меняться и космические влияния на Землю.

Один из признаков холодных периодов - слабое химическое выветривание и преобладание физического выветривания с обилием обломочного материала в отложениях.

Особенно важными показателями похолоданий являются характерные отложения и формы ландшафта, связанные с оледенениями (моренные отложения, ископаемые льды), а также соответствующая флора и фауна.

В частности, моренные отложения, встречающиеся в Индии, свидетельствуют о том, что ледники из Арктики спускались до этих широт.

Важнейшее доказательство аридных (сухих) периодов - усиленное отложение солей (особенно, если климат также и жаркий). Пояса месторождений ископаемых солей на Земле тоже меняли свое положение на протяжении геологических эпох. Сухие периоды определяются еще и по остаткам ксероморфной растительности и степных животных.

Об изменении климата, в частности за историческую эпоху (когда появился человек), свидетельствуют и данные археологии и летописей, а также новейшие геологические напластования, болотные отложения, годовичные кольца деревьев.

Пока нет единой теории, объясняющей колебания климата. Есть лишь различные гипотезы, которые можно разделить на три группы.

1. Астрономические гипотезы связывают изменения климата с периодическими колебаниями элементов земной орбиты, благодаря чему должно меняться общее количество тепла, приходящего к Земле от Солнца, с колебаниями наклона оси вращения Земли и с изменением скорости вращения Земли вокруг своей оси.

2. Физические гипотезы объясняют колебания климата изменением интенсивности солнечной радиации, так как Солнце, по мнению ряда ученых, - переменная звезда. И «солнечная постоянная» испытывает периодические и существенные колебания ($\pm 20\%$). Предполагается также, что Земля в разные периоды своей жизни проходит че-

рез области мирового пространства с различным содержанием межзвездного вещества, которое, по-разному поглощая солнечную энергию, опять-таки меняет количество поступающей на Землю солнечной радиации и ее спектральный состав.

3. Геолого-географические гипотезы увязывают изменения климата с перемещением материков, изменением очертаний океанов, их глубин, с переменной в направлении и- мощности океанических течений, что неизбежно сопровождается существенными изменениями циркуляции атмо- и гидросферы.

Поскольку естественные изменения климата происходят медленно, с временными масштабами в тысячи и даже миллионы лет, то для ближайшего столетия большое значение имеют современные изменения климата под влиянием антропогенных факторов, т. е. деятельности человека.

Уже древние земледельцы, сводя леса и распахивая землю, изменяли температуру и влажность воздуха, влагосодержание почвы, а следовательно, испарение. Современное полезащитное лесоразведение уменьшает скорость ветра, задерживает снег и тем самым повышает влажность воздуха и почвы. При осушении болот уменьшается влажность и повышается температура. Водохранилища, наоборот, увеличивают влажность почвы и воздуха. В этом же направлении действует искусственное орошение. А все это влияет на тепло- и влагообмен между подстилающей поверхностью и атмосферой, а значит, и на циркуляцию атмосферы.

В густонаселенных районах Земли в результате все возрастающего количества сжигаемого топлива содержание углекислого газа в воздухе повысилось на 10-15 % и продолжает повышаться на 0,2 % в год (от его общего количества). Это вследствие оранжерейного эффекта привело к повышению глобальной температуры воздуха за последнее столетие примерно на 0,6 °С, и тенденция к ее повышению сохраняется.

Глобальное изменение климата определенным образом будет влиять и на сельскохозяйственное производство. Поэтому этой проблемой занимаются ученые многих стран, проходят международные конференции, организуемые Всемирной метеорологической организацией. Климат - «ничей», он - общемировое достояние, условие нормальной жизни всех людей Земли.

Контрольные вопросы

1. Как действуют климатические факторы?
2. Что такое климат?
3. Изменение климата с высотой.
4. Географические факторы климата.
5. Какие географические факторы в наибольшей степени влияют на климат России?
6. В каких климатических поясах лежит территория России?
7. Какая территория России лежит в области муссонного климата?
8. Какая территория России лежит в области умеренно континентального климата?
9. Какие типы климата можно выделить на территории России?
10. Что такое континентальный климат и где он встречается в России?
11. Изменение климата за последнее тысячелетие.
12. Что такое климатическая система?
13. Что такое глобальный климат?
14. Что такое климатообразующие факторы?

Глава 6. ВОДА

6.1. Вода как фактор жизнедеятельности растений

Исходными веществами для фотосинтеза, в процессе которого в растении образуются углеводы в качестве основного продукта, являются углекислота, поступающая из воздуха, и вода, пропитывающая ткани растений. Поэтому фотосинтез может совершаться только при обязательном присутствии воды в растении: процесс усвоения углерода и процесс усвоения водорода и кислорода представляет собой единое и неразрывное целое.

Водная среда пронизывает и объединяет все части организма, начиная от молекул в клетках и кончая тканями организма, в единое целое. Около трети всего количества воды, содержащейся в клетке, находится в вакуоли, а две трети - в протоплазме и клеточной оболочке.

В растении вода представляет собой непрерывную среду на всем протяжении от влаги, извлекаемой корнями из почвенных слоев, до поверхности раздела «жидкость - газ» в листьях, где она испаряется.

Вода обладает исключительно высоким поверхностным натяжением (уступает только ртути), которое способствует передвижению соков по тканям растения и процессу адсорбции (от лат. *sorbere* - поглощать, всасывать) - поглощение вещества из раствора или газа с образованием тонкого поверхностного слоя жидкости (для сравнения: сорбция - поглощение твердыми телами или жидкостями каких-либо веществ из окружающей среды).

Вода является важнейшим растворителем и средой для биохимических реакций. Она входит в состав молекул белков; удаление воды из белков (с помощью «высаливания» или спирта) приводит белки к свертыванию (коагуляции) и выпадению их в осадок.

Вода - это метаболит, т. е. вещество, образующееся в растении в результате обмена веществ.

При фотосинтезе вода является донором электронов, а при дыхании участвует в окислительных процессах; вода необходима для гидролиза (реакции ионного обмена между различными веществами и водой, играющей огромную роль в жизнедеятельности живых организмов) и многих синтетических процессов.

Существенно также участие воды в мембранных процессах обмена веществ.

Вода - главный компонент в транспортной системе высших растений - в сосудах ксилемы и в ситовидных трубках флоэмы, при перемещении веществ по телу растения.

Вода является терморегулирующим фактором. Она защищает ткани от резких колебаний температуры благодаря высокой теплоемкости. Вода обладает большой удельной теплотой парообразования т.к. количеством тепла, необходимым жидкости для перехода в пар при неизменной температуре на единицу массы; для воды при 0 °С удельная теплота парообразования составляет 597 кал/г.

Большая теплоемкость воды защищает растительные ткани от быстрого и сильного повышения температуры, тогда как высокая теплота парообразования обеспечивает надежную стабилизацию температуры тела растения.

Вода обладает также высокой теплопроводностью, т. е. способностью вещества проводить тепло. Мерой теплопроводности является коэффициент теплопроводности, численно равный количеству тепла в калориях, которое протекает в 1 с через 1 см² поверхности при градиенте температуры 1 °С/см. Для жидкостей характерна молекулярная теплопроводность, когда тепло распространяется вследствие передачи молекулярного движения. Для газов более характерна турбулентная теплопроводность, обусловленная переносом тепла вместе с крупными объемами вещества при турбулентном движении.

Вода - это хороший амортизатор при механических воздействиях на организм растения. Благодаря явлениям осмоса и тургора вода обеспечивает упругое состояние клеток и тканей растений. Все семенные растения суши в процессе эволюции выработали многообразные «механизмы», обеспечивающие растению экономное расходование воды, поступающей в организм. Водные растения, естественно, не испытывают ее недостатка.

Но значение воды в жизни растений не ограничивается только этим, вода обуславливает также следующие процессы:

1. наличие воды в протоплазме необходимо для нормального протекания в ней жизненных процессов;
2. обезвоживание протоплазмы приводит обычно к потере ею жизнеспособности и, в конечном счете, к гибели;

3. передвижение и распределение при помощи воды по растению минеральных веществ, которые в дальнейшем идут на построение тела растения, составляя его зольную часть.

Поступление в растение воды и растворенных в ней веществ, распределение ее по тканям происходит в соответствии с осмотическими свойствами растительных клеток. Этот процесс протекает следующим образом: взрослая растительная клетка, представляет собой двустенный мешочек, заполненный клеточным соком, и рассматривается физиологами как коллоидная система. Наружной стенкой клетки является состоящая из целлюлозы клеточная оболочка, внутренней - полужидкая протоплазма. Этими двумя стенками-перепонками содержимое клетки отделяется от окружающей среды.

Свойства этих перепонок определяют собой как форму клетки, так и процессы проникновения веществ в клетку извне.

Твердая целлюлозная оболочка хорошо сохраняет свою форму, обладает ограниченной растяжимостью; водные растворы легко проходят через нее. Полужидкая же плазменная оболочка, представляющая собой полупроницаемую перегородку, по существу, проницаема только для воды и непроницаема для молекул, растворенных в ней веществ.

Если клетка окружена чистой водой, то вода, для которой протоплазма проницаема, легко проходит внутрь клетки, как бы притягиваясь растворенными в клеточном соке веществами, не имеющими возможности выйти наружу вследствие ее непроницаемости для них, и клеточный сок увеличивает свой объем.

При этом проникновение воды в клетку происходит тем энергичнее, чем больше концентрация клеточного сока. За счет увеличения объема клеточного сока протоплазма, в которой он заключен, растягивается, прилегает к клеточной оболочке, оказывая на последнюю давление, называемое осмотическим.

Абсолютная величина осмотического давления в клетках наземных растений колеблется в среднем от 5 до 10 атмосфер. У подводных растений осмотическое давление изменяется от 1 до 3 атмосфер; у растений, свойственных засоленным почвам или сухим местообитаниям, оно достигает 60-80 и даже 100 и более атмосфер.

Испытывающая осмотическое давление целлюлозная внешняя оболочка клетки, обладающая ограниченной растяжимостью, оказывается в напряженном состоянии и со своей стороны давит на содержимое клетки, создавая тургорное давление.

Вода при этом не будет ни входить в клетку, ни выходить из нее, как бы высока не была концентрация сока внутри клетки. В таком состоянии полного тургора находятся клетки подводных растений. У растений же наземных оно почти не наблюдается, так как их клетками та или иная доля воды теряется в процессе испарения.

Вода поступает в корни растений через специальные органы всасывания - корневые волоски. Волоски проникают в почвенные капилляры и, благодаря осмотическим свойствам, присущим им как растительным клеткам, всасывают содержащуюся в них воду. Такое всасывание воды из почвы корневыми волосками происходит благодаря тому, что клетка корневого волоска обладает некоторым недостатком воды сравнительно с почвой. Оно продолжается до тех пор, пока клетка не насытится водой. Соседняя, прилегающая к корневому волоску клетка корня, обладая теперь недостатком насыщения водой сравнительно с клеткой корневого волоска, в свою очередь отсасывает воду от насыщенного ею корневого волоска.

Непрерывное и одностороннее продвижение воды от корневого волоска к соседним клеткам и дальше в сосуды, а через них и по телу растения объясняется тем, что проницаемость протоплазмы в различных частях клетки неодинакова. В местах клеток с меньшей проницаемостью протоплазмы вода всасывается, а в местах с большей ее проницаемостью - выдавливается, выталкивается наружу.

Путем такого выдавливания вода последовательно от клетки к клетке проникает в тело растения, постепенно заполняя все его клетки до полного насыщения. Передвижение воды вверх по растению иногда можно наблюдать в виде так называемого «плача растений», который проявляется в том, что в период вегетации растений из надрезов или поломанных частей их происходит вытекание воды.

6.2. Испарение. Транспирация растений. Эвапотранспирация

Испарение - это процесс преобразования воды в пар (парообразование) и удаление его с испаряющей поверхности.

Вода испаряется с большого количества поверхностей, таких как озера, реки, почвы, растительность.

Для преобразования молекул воды в молекулы пара требуется энергия. Эта энергия обеспечивается прямой солнечной радиацией и в меньшей степени - температурой воздуха.

Движущей силой, отрывающей пар от поверхности испарения, является разница между давлением паров воды на испаряющей поверхности и в атмосфере. По мере испарения окружающий воздух насыщается паром, процесс испарения замедляется и может прекратиться, если влажный воздух не будет перемещен в атмосферу. Замена насыщенного влагой воздуха более сухим зависит от скорости ветра.

Следовательно, основными метеорологическими факторами процесса испарения являются: солнечная радиация, температура воздуха и скорость ветра.

Скоростью испарения называют массу воды, которая испаряется с единицы поверхности за единицу времени, единицей измерения в системе СИ служит $\text{кг}/\text{м}^2\text{с}$. На практике испарение рассчитывают за более длительные промежутки времени (час, сутки, месяц) и в миллиметрах того слоя воды, который испарился за этот промежуток.

Если вода испаряется с поверхности почвы, то на скорость испарения воздействуют следующие факторы: степень затененности кроны растений, влажность, температура и шероховатость почвы, физические свойства и цвет почвы, скорость ветра, влажность воздуха, стратификация приземного слоя атмосферы, рельеф местности и др.

Испаряемостью называют потенциально возможное, не ограниченное запасами воды в данной местности испарение с увлажненной поверхности почвы или воды при существующих метеоусловиях. В засушливых районах разница между испаряемостью и фактическим испарением может достигать до 1 000 мм, а в районах с избыточным увлажнением фактическое испарение близко к испаряемости. Испаряемость определяют для того, чтобы иметь представление о предельно возможном испарении в данной местности, что важно для расчета оросительных мероприятий и др.

В результате нагнетания воды корнями клетки растения скоро оказались бы насыщенными водой и общий поток воды в растении прекратился бы, вместе с тем прекратилось бы и поступление питательных веществ из почвы. В растении всегда наблюдается постоянная потеря

воды в процессе испарения. Испарение в данном случае оказывается одним из основных процессов, создающих в растении недостаток насыщения, поддерживающих в нем непрерывный ток воды и, следовательно, обеспечивающих и регулирующих поступление воды и минеральных веществ.

Испарение воды растением нельзя рассматривать как простой физический процесс перехода воды из жидкого состояния в парообразное. Он осложнен различиями в строении самого растения и испаряющих его частей и в известной мере регулируется самим растением; с ним связан ряд физиологических процессов, протекающих в растении. Все это отличает его от простого физического испарения, придает ему характер физиологического процесса. Поэтому испарению воды растением присвоено название транспирации.

Транспирация нормально вегетирующего растения находится в достаточно тесной связи с влажностью воздуха: чем суше воздух, вернее, чем больше дефицит влажности воздуха, тем обычно больше транспирирует растение; наоборот, уменьшение дефицита влажности воздуха сокращает транспирацию.

В этом отношении данный процесс подобен процессу обычного испарения воды. Последний, как известно, подчиняется закону Дальтона, по которому испарение пропорционально дефициту влажности воздуха и обратно пропорционально давлению атмосферы.

В связи с тем, что с повышением температуры воздуха обычно быстро растет величина максимальной упругости водяных паров в воздухе, следовательно, заметно увеличивается дефицит влажности воздуха, наблюдается кажущаяся внешняя зависимость испарения и транспирации от температуры воздуха, которые растут с повышением температуры. Однако в насыщенном водяными парами воздухе они будут ничтожны, несмотря на то что температуры могут быть достаточно высокими.

Ветер, перемешивая слои воздуха, унося более насыщенный влагой воздух от поверхности растений и заменяя его более сухим, увеличивает транспирацию, но, как показывают исследования, прямой пропорциональности между скоростью ветра и величиной транспирации не наблюдается. Сильный ветер увеличивает транспирацию лишь

немного больше, чем слабый, так как собственно испарение, т. е. переход воды в парообразное состояние совершается в защищенных от непосредственного действия ветра межклеточниках листа - устьицах.

Большое значение в этом процессе физиологи придают солнечному свету. Энергичное поглощение световых лучей хлорофиллом вызывает повышение температуры листа на свету. В связи с этим у поверхности листа резко возрастает дефицит влажности воздуха - и транспирация увеличивается. Но, поскольку на нее, как на физический процесс парообразования, потребляется определенное количество теплоты, повышение транспирации снижает температуру испаряющей поверхности. Поэтому на свету растения фактически не перегреваются, но транспирируют очень сильно.

Считается, что прямой солнечный свет усиливает этот процесс в несколько раз, а рассеянный свет повышает его на 30-40 %.

Переход воды из жидкого состояния в парообразное совершается в межклеточниках листа, откуда водяные пары проходят через устьичные отверстия. На величину транспирации оказывают влияние особенности строения листа, строения и состояния его устьичного аппарата, а также состояние листовых клеток и тканей.

Существенное влияние на процесс транспирации оказывает состояние устьичного аппарата. У большинства растений устьица открываются на рассвете, максимума своего открытия достигают в утренние часы, к полудню же щель устьиц начинает несколько сужаться, и закрытие устьиц происходит чаще всего несколько раньше захода солнца.

В пасмурную погоду устьица обычно бывают открытыми не так широко, как в ясную. В очень сухую погоду устьица, открывшись утром, скоро, однако, под влиянием потери листом воды начинают закрываться и нередко уже к полудню, а иногда даже к 10-11 часам утра оказываются совсем закрытыми. К вечеру, с ослаблением жары и уменьшением потери воды, устьица вновь открываются. В условиях наибольшей жары и сухости устьица оказываются закрытыми весь день и открываются только на самое короткое время рано утром.

Такие устьичные движения объясняются следующим. Обычное открывание устьиц в утренние часы обусловлено переходом от темноты к свету. Но усиливающаяся в утренние часы транспирация создает в отдельных частях листа, в том числе в замыкающих клетках

устьиц, недостаток насыщения водой, который приводит к настолько сильному падению тургора, что устьица, несмотря на обилие света, начинают суживаться и закрываются.

Ослабление транспирации к вечеру или при облачной погоде влечет за собой новое раскрытие или расширение устьиц. Закрывание устьиц днем, в жаркие сухие часы, расценивается как явление полезное, сокращающее расход воды. Но оно вредно сказывается на питании растения, так как затрудняет проникновение углекислоты внутрь листа именно в то время, когда полным ходом идет процесс фотосинтеза: закрытие устьиц обрекает растение на голодание.

Количество воды в граммах, необходимое растениям для образования единицы массы (1 г) сухого вещества, называется коэффициентом транспирации. Значение коэффициента транспирации зависит от вида и сорта растения, состояния и фазы его развития, от температуры и влажности воздуха и почвы, солнечной радиации и др. В зависимости от перечисленных факторов для многих культурных растений умеренного климата коэффициент транспирации меняется от 200 до 800 г.

Эвапотранспирация. Сочетание двух отдельных процессов, при которых почва теряет воду через испарение (или эвапорацию), а растения - через транспирацию, называется эвапотранспирацией (ЕТ).

Скорость эвапотранспирации выражается в миллиметрах в единицу времени. Скорость показывает количество воды, потерянной с культивируемой площади в единицах толщины слоя воды. Единицей времени может быть час, день, декада, месяц или вегетационный период. Так как $1 \text{ га} = 10\,000 \text{ м}^2$, а $1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$, потеря 1 мм означает потерю 10 м^3 воды с гектара. Таким образом, 1 мм/сут. эквивалентен $10 \text{ м}^3/\text{га}/\text{сут.}$

Факторами, влияющими на эвапотранспирацию, являются метеорологические параметры, характеристики сельскохозяйственных культур, аспекты управления сельскохозяйственным производством и экологические условия.

К основным метеорологическим параметрам относят солнечную радиацию, температуру, влажность воздуха и скорость ветра. Испаряющая сила атмосферы выражается эталонной эвапотранспирацией (ET_0), которая представляет собой эвапотранспирацию с эталонной

растительной поверхности без дефицита воды. За эталонную поверхность принимается гипотетический травяной покров со специфическими характеристиками.

При оценке эвапотранспирации с культивируемых полей рассматриваются: тип растения, изменчивость и стадии развития.

Эвапотранспирация с полей, находящихся в различных экологических условиях, сильно отличается.

Снижение эвапотранспирации и ограничение развития растений вызывают следующие факторы:

1. засоленность почв,
2. низкое плодородие почв,
3. ограниченное применение удобрений,
4. наличие тяжелых и непроницаемых горизонтов,
5. отсутствие контроля за болезнями растений и вредителями,
6. плохая обработка земли
7. покрытие поверхности,
8. густота растительности
9. влажность почвы.

Оценивая ЕТ, необходимо также учитывать практику управления земельными ресурсами, которая совместно с климатическими и другими факторами воздействует на процесс эвапотранспирации. Методы обработки почвы и орошения могут изменить микроклимат поля, повлиять на характеристики растений или поверхность.

Лесозащитные полосы снижают скорость ветра на поле сразу же за барьером.



Рис. 27. Лесозащитные полосы

Лесозащитные полосы - это защитные лесные насаждения в виде рядов деревьев и кустарников, создаваемые среди пахотных земель, на пастбищах, в садах вдоль оросительных и судоходных каналов железных и автомобильных дорог, по бровкам оврагов на склонах.

Эффект может быть значительным, особенно в ветреный, сухой и теплый день, хотя эвапотранспирация с деревьев может компенсировать ее снижение на поле. Испарение с почвы в молодом саду, где деревья растут редко, может быть снижено применением капельного или струйного способа орошения.

Капельницы подают воду прямо к деревьям, оставляя основную площадь поверхности сухой и ограничивая потери на испарение. Использование мульчи, особенно при малых растениях, - еще один способ снизить испарение. Антитранспиранты, такие как пленкообразующий или отражающий материал, также снижают транспирацию.

6.3. Завядание растений

В условиях нежаркой и достаточно влажной погоды потеря листьями воды на транспирацию легко восполняется подачей воды корнями. В жаркие сухие часы дня часто может обнаружиться разрыв между расходом воды и ее поступлением из почвы.

Завядание растений - утрата растительными организмами напряжённости тканей (тургора).

Завядание растений возникает, когда в тканях имеется водный дисбаланс из-за того, что объём испаряемой через наружные органы воды (уровень транспирации) превышает объём воды, поступающей в ткани.

Внешними признаками завядания являются потеря упругости и повисание недеревянистых частей растения - верхушек стеблей и листьев.

Сокращение транспирации при закрытии устьиц является своеобразным приспособлением растения, поддерживающим соответствие между потерей воды листьями и ее восполнением. Но такое регулирование прихода-расхода влаги возможно только в известных пределах. Если эти пределы перейдены, как, например, в жаркие сухие часы летних дней, когда корни не успевают своевременно восполнить трату воды на транспирацию, даже при сокращении последней за счет закрытия устьиц, то водный баланс нарушается.

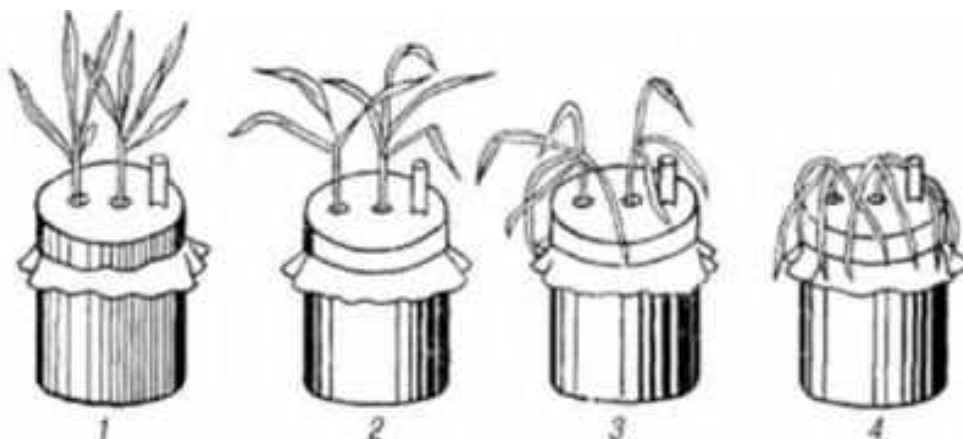
Завядание растений наблюдается в определенном интервале влажности и протекает в три этапа.

1 Этап Начальный - завядание одного-двух нижних листьев.

2 Этап В ночное время или в пространстве, насыщенном парами, тургор у растений восстанавливается: листочки становятся нормальными. При устойчивом (перманентном) завядании тургор не восстанавливается.

3 Этап Последний этап — гибель растени

Листья теряют тургор, обвисают, становятся вялыми, темными, т. е. завядают. Но при понижении температуры и повышении влажности воздуха к вечеру водный баланс растения восстанавливается, растение оправляется и возобновляет свою нормальную жизнедеятельность. Такое завядание растения называют обычно временным завяданием. Не нанося существенного внешнего вреда растению, оно приостанавливает фотосинтез, что является нежелательным явлением.



Этапы завядания растений: 1 – нормально развитое растение; 2 – начало завядания; 3 – устойчивое завядание; 4 – гибель растения (по Вадюниной, Корчагиной, 1986).

Рис. 28. Этапы завядания растений

Нарушение водного баланса растения может пойти значительно дальше и не ограничиться временным завяданием. В очень жаркие и сухие периоды, когда за относительно более влажную и прохладную ночь растение не успевает полностью восстановить нормальное соотношение между приходом и расходом воды, постепенно обезвоживаются ткани не только листьев, но и остальных его частей.

Растение испытывает длительное, или перманентное завядание. Особенно сильно оно проявляется в тех случаях, когда в почве не остается доступной растению воды. Длительное завядание, особенно вызванное почвенной засухой, влечет за собой существенные нарушения и изменения в ходе физиологических процессов в растении, а в ряде случаев приводит к гибели растения.

Нормальное функционирование растений возможно в том случае, если приходо-расход воды в них происходит без длительного и глубокого дефицита. Для обеспечения этого растение должно иметь хорошо развитую корневую систему, достаточно быстро всасывающую воду из почвы, хорошо развитую проводящую систему, без задержки подающую воду в листья – основные транспирирующие органы растений, и систему покровных тканей, задерживающую, насколько возможно, потерю воды растением.



Рис. 29. Завядание огурца

Основную роль в добывании воды из почвы выполняет именно широко разветвленная корневая система, густой сетью пронизывающая почву. Это позволяет растению с успехом использовать даже минимальные запасы воды в почве.

В засушливых местностях - в условиях жаркого и сухого климата - растения развивают огромную корневую систему, проникающую в глубь почвы до нескольких метров. В то же время у этих растений обычно заметно сокращается и испаряющая листовая поверхность. Наоборот, во влажных, тенистых местообитаниях корневая система у растений развивается несравненно слабее, листьев же обычно много, они широки и тонки.

В условиях нежаркой и достаточно влажной погоды потеря листьями воды на транспирацию легко восполняется подачей воды корнями. В жаркие сухие часы дня часто может обнаружиться разрыв между расходом воды и ее поступлением из почвы.

Сокращение транспирации при закрытии устьиц является своеобразным приспособлением растения, поддерживающим соответствие между потерей воды листьями и ее восполнением. Но такое регулирование прихода-расхода влаги возможно только в известных пределах. Если эти пределы перейдены, как, например, в жаркие сухие часы летних дней, когда корни не успевают своевременно восполнить трату

воды на транспирацию, даже при сокращении последней за счет закрытия устьиц, то водный баланс нарушается. Листья теряют тургор, обвисают, становятся вялыми, темными, т. е. завядают. Но при понижении температуры и повышении влажности воздуха к вечеру водный баланс растения восстанавливается, растение оправляется и возобновляет свою нормальную жизнедеятельность. Такое завядание растения называют обычно временным завяданием. Не нанося существенного внешнего вреда растению, оно приостанавливает фотосинтез, что является нежелательным явлением.

Нарушение водного баланса растения может пойти значительно дальше и не ограничиться временным завяданием. В очень жаркие и сухие периоды, когда за относительно более влажную и прохладную ночь растение не успевает полностью восстановить нормальное соотношение между приходом и расходом воды, постепенно обезвоживаются ткани не только листьев, но и остальных его частей. Растение испытывает длительное, или перманентное завядание. Особенно сильно оно проявляется в тех случаях, когда в почве не остается доступной растению воды. Длительное завядание, особенно вызванное почвенной засухой, влечет за собой существенные нарушения и изменения в ходе физиологических процессов в растении, а в ряде случаев приводит к гибели растения.

Нормальное функционирование растений возможно в том случае, если приходо-расход воды в них происходит без длительного и глубокого дефицита. Для обеспечения этого растение должно иметь хорошо развитую корневую систему, достаточно быстро всасывающую воду из почвы, хорошо развитую проводящую систему, без задержки подающую воду в листья - основные транспирирующие органы растений, и систему покровных тканей, задерживающую, насколько возможно, потерю воды растением.

Основную роль в добывании воды из почвы выполняет именно широко разветвленная корневая система, густой сетью пронизывающая почву. Это позволяет растению с успехом использовать даже минимальные запасы воды в почве.

В засушливых местностях - в условиях жаркого и сухого климата - растения развивают огромную корневую систему, проникающую в глубь почвы до нескольких метров. В то же время у этих растений обычно заметно сокращается и испаряющая листовая поверхность.

Наоборот, во влажных, тенистых местообитаниях корневая система у растений развивается несравненно слабее, листьев же обычно много, они широки и тонки.

Контрольные вопросы

1. Что такое влагооборот?
2. Как происходит конденсация в атмосфере?
3. Что такое снежный покров? Каковы его характеристики?
4. Как делятся осадки в зависимости от их формы и условий образования?
5. Какие внешние и внутренние факторы могут влиять на изменение климатической системы?
6. Что такое физическое испарение, транспирация и суммарное испарение?
7. Что такое испаряемость и чем она отличается от испарения?
8. Что такое лесозащитные полосы?
9. Что такое суммарное испарение?
10. Назовите факторы снижающие эвапотранспирацию и ограничивающие развитие растений.
11. Водный дефицит и завядание растений.
12. Что такое завядание растений?
13. Опишите механизмы завядания растений.
14. Какие выделяют этапы завядания растений?
15. Что называют уравновешенным водным балансом?

Глава 7. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

7.1. Влажность воздуха и ее влияние на растения

Влажность воздуха оказывает большое влияние на рост и развитие растений, и оно может быть как положительным, так и отрицательным.

Достаточная влажность воздуха в период интенсивного роста обеспечивает значительный прирост биомассы растений. Однако избыточно высокая влажность способствует полеганию ряда зерновых культур. В период цветения высокая влажность воздуха препятствует нормальному опылению растений, а в период созревания - дружному подсыханию зерна и соломы, затрудняет работу уборочных машин и снижает качество уборки.

Оптимальные условия работы комбайна создаются при дефиците влажности воздуха 8-10 гПа, удовлетворительные - при 3-8 гПа. Понижение дефицита насыщения до 3 гПа и менее приводит практически к прекращению уборочных работ из-за плохих условий. Повышение влажности воздуха обуславливает возникновение и распространение грибковых заболеваний: мучнистой росы, фитофторы, различных видов ржавчины и других.

Низкая влажность также приносит вред растениям. Понижение ее до 30 % и менее приводит к потере тургора в листьях, а при продолжительной засушливости - к преждевременному усыханию листьев, уменьшению фотосинтезирующей поверхности посева и, как следствие, к уменьшению урожая.

Особенно вредно понижение влажности воздуха ниже 30 % в период цветения и налива зерна озимых и яровых хлебов, а также ниже 50 % во время цветения и налива зерна риса. Низкая влажность в период цветения обуславливает пересыхание пыльцы и, следовательно, неполное оплодотворение, что приводит к череззернице, а в период налива зерна - к его щуплости и снижению урожая.

Особенно опасно понижение влажности воздуха при недостатке почвенной влаги. Понижение влажности воздуха ниже 30 % при недостатке влаги в почве в сочетании с высокими температурами обуславливает преждевременное засыхание зерна.

При дефиците насыщения более 30 гПа и запасах продуктивной влаги в пахотном слое 0-5 мм, а в метровом - менее 30 мм в период налива зерно получается щуплым.

С недостатком влаги в воздухе и почве связаны такие явления, как запал и захват зерна. Под «запалом» понимают ускоренное созревание зерна под действием высоких температур и сухости воздуха. Это явление усиливается при повреждении растений ржавчиной и другими болезнями. В результате зерно получается сморщенным, щуплым, т. е. неполноценным.

В случае недостатка влаги в почве после цветения, особенно при высокой температуре и сухости воздуха, растение транспирирует больше влаги, чем получает из почвы через корневую систему. В момент транзита влаги по стеблю к соцветию влага «перехватывается» листьями, вследствие чего соцветие начинает испытывать недостаток ее, зерно плохо наливается и получается щуплым. Происходит так называемый «захват» зерна.

Понижение влажности воздуха до 30 % и ниже в сочетании с высокими температурами (выше 30 °C) и недостатком влаги в почве (менее 20-40 мм в метровом слое) вызывает мелкоплодность плодовых и ягодных культур, снижение урожая и слабую закладку почек под урожай будущего года.

Влажность воздуха обуславливает и качество урожая. Отмечено, что низкая влажность воздуха снижает качество льноволокна, но повышает хлебопекарные качества пшеницы.

7.2. Почвенная влага и ее влияние на развитие растений

Основным источником почвенной влаги является вода: либо поступающая на земную поверхность в виде атмосферных осадков, либо вносимая на поля при искусственном орошении.

Почвенная влага – основной ресурс для построения тела растений и важнейший фактор, определяющий условия существования сельскохозяйственных культур и обработки почвы.

Частично эта вода может стечь по поверхности почвы (поверхностный сток); основное же количество ее, просачиваясь по порам в глубь почвы, передвигается в ней в жидком или парообразном виде.

Влага может также поступать в почву из грунтовых вод, если глубина последних невелика. Иногда дополнительным источником влаги может служить конденсация парообразной воды из воздуха.

Почвенная влага расходуется путем испарения с поверхности почвы, десукции (отсоса корнями растений) и последующей транспирации растений. Часть влаги при глубоком залегании грунтовых вод может просачиваться в слои, недоступные корневой системе растений (внутрипочвенный и грунтовый сток).

Вследствие постоянного обмена водой между почвой, растениями и атмосферой содержание влаги в почве непрерывно изменяется, и это определяет режим влажности почвы.

Количество почвенной влаги и его изменения за тот или иной период можно определить следующим образом.

Из всех основных компонентов водного баланса почв в естественных условиях определяется с большей или меньшей точностью только количество осадков. Остальные же компоненты прихода-расхода влаги при наблюдающемся в природе большом разнообразии рельефа, почв, их водных свойств, вида и густоты растительного покрова и т. д. определяются далеко не везде; почти нет надежных, более или менее простых способов их определения. Отдельные компоненты баланса влаги (сток, просачивание и некоторые другие), в зависимости от задачи исследований, определяются теми или иными путями, но, как правило, систематических данных по ним нет и использовать имеющийся материал трудно.

Поскольку этот метод очень трудоемкий, то в настоящее время применяются различные косвенные способы:

- а) омический - основанный на измерении электрического сопротивления почвы;
- б) тензиометрический - основанный на измерении капиллярного натяжения почвенной влаги;
- в) нейтронный - основанный на измерении степени ослабления интенсивности гамма-лучей.

При характеристике же влагообеспеченности растений привлекают дополнительно материалы изучения агрогидрологических свойств почв (водных и физических свойств почв, имеющих значение в формировании запасов почвенной влаги и снабжении этой влагой растительности).

7.3. Агрогидрологические свойства почвы и категории почвенной влаги

Характеристики водно-физических свойств почвы, необходимые для получения информации о влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, в агрометеорологии называются агрогидрологическими свойствами почвы.

Почва может вместить в себя такое количество воды, которое соответствует всему объему пронизывающих ее пор. При этом весь воздух из пор вытеснен водой, и только местами в ней сохраняются немногочисленные изолированные его пузырьки (так называемый «защемленный воздух»). Такое состояние насыщения почвы водой, соответствующее понятию полной, или наибольшей, влагоемкости, обычно наблюдается при застое воды в болотах или горизонтах почвы, пропитанных грунтовой водой.

За пределами последних вплоть до поверхности почвы насыщение может быть достигнуто во время снеготаяния, после обильных дождей или поливов при близком залегании грунтовых вод, подпор которых препятствует просачиванию воды вглубь.

Если грунтовые воды находятся достаточно глубоко, состояние полного насыщения очень кратковременно: часть воды испаряется с поверхности почвы, часть под воздействием гравитационных сил проникает в нижележащие горизонты. Остающаяся вода удерживается сорбционными и капиллярными силами. Такое свойство почвы называется водоудерживающей способностью, а удержанная вода - подвешенной.

Количеству воды, которое почва может удержать в себе в подвешенном состоянии, присваивается название наименьшей полевой влагоемкости. Считается, что у песков и песчаных почв она колеблется от 4 до 9 % (от веса абсолютно сухой почвы), у супесчаных - от 10 до 17 %, у легко- и среднесуглинистых - от 18 до 30 %, у тяжелосуглинистых - до 40 %.

Часть влаги в корнеобитаемые слои почвы может поступать под влиянием капиллярных сил от грунтовых вод («водоподъемная способность почв»). Чем мельче частицы почвы, тем выше может быть этот капиллярный подъем воды (капиллярно-подпертая влага). В рыхлых песчаных почвах высота подъема влаги над зеркалом грунтовых вод не

превышает 1, в супесчаных она составляет 1,0-1,5 м, в суглинистых - 2-3 м, в глинистых почвах достигает 4-5 м.

Максимальное количество капиллярно-подпертой влаги, которое может содержаться в почве, называется капиллярной влагоемкостью.

В случае неглубокого залегания грунтовых вод смыкание капиллярно подпертой влаги с капиллярно подвешенной и создает условия для перенасыщения почвы до полной или наибольшей влагоемкости.

В процессе испарения с поверхности почвы и транспирации растений количество влаги в почве уменьшается и может снизиться до пределов, при которых растение оказывается уже не в состоянии ею пользоваться: развиваются явления почвенной засухи, приводящие к резкому ухудшению состояния растений и в последующем - к его гибели.

Объемная масса почвы - масса единицы объема сухой (высушенной при температуре 105 °С) почвы ненарушенного сложения. Она вычисляется путем деления массы абсолютно сухой почвы на ее объем и выражается в г/см³ почвы.

Влажность устойчивого завядания - такая влажность почвы, при которой появляются необратимые признаки увядания растений, даже если их поместить в темное помещение, в котором воздух близок к насыщению водяными парами. Влажность устойчивого завядания зависит от размеров почвенных частиц и количества гумуса в почве. Чем мелкозернистее и богаче гумусом почва, тем выше влажность устойчивого завядания.

Исследования с разнообразными почвами показали, что:

- 1) верхний предел количества не усвояемой растениями почвенной влаги, названный ими коэффициентом завядания, различен для разных почв, а для данной почвы является величиной постоянной;
- 2) это количество соответствует приблизительно полуторному количеству гигроскопической воды (точнее, составляет 1,47 от нее);
- 3) при достаточно медленном завядании все растения оставляют в почве совершенно одинаковое количество воды.

Также было установлено, что растения, начинающие завядать при снижении влажности почвы до коэффициента завядания, фактически продолжают еще извлекать воду из почвы, и этот процесс идет даже после частичного отмирания растений.

Следовательно, влага, остающаяся в почве к моменту завядания, не является в полном смысле слова недоступной для растения, и коэффициент завядания не характеризует собой целиком неусвояемую влагу, а лишь показывает на тот предел почвенной влажности, начиная с которого растущее в почве растение теряет тургор и даже во влажной атмосфере не оправляется. В этот момент в почве еще содержится доступная растению влага.

Коэффициент завядания соответствует только такой влажности почвы, при которой листья впервые обнаруживают признаки перманентного (длительного) завядания. Поэтому вместо него часто используют термин «влажность устойчивого завядания».

Категории почвенной влаги

Различают следующие категории воды в почве:

1. Вода в форме пара: эта вода движется, как газ, из мест с большей упругостью пара в места с меньшей упругостью.
2. Гигроскопическая вода: вода в этом состоянии представляет водяной пар, адсорбированный частицами породы. Когда частицы породы окружены молекулами воды так, что вокруг частиц породы образуется сплошная пленка воды толщиной в одну молекулу, то такое состояние влажности породы называется максимальной гигроскопичностью, или то количество влаги, которое сухая почва сорбирует из воздуха при его относительной влажности 100 %. Эта категория воды не движется, как жидкость, а перемещается из одних слоев в другие, переходя в водяной пар.
3. Пленочная вода: эта вода находится под влиянием молекулярных сил сцепления между частицами почвы и молекулами воды. Она удерживается почвой с большой силой. Воздух в породе, имеющей пленочную воду, всегда насыщен водяным паром. Эта вода движется, как жидкость, из слоев, имеющих более толстые пленки, в слои с более тонкой пленкой. Движение это очень медленное. Влажность породы, соответствующую максимальной толщине пленки, называют максимальной молекулярной влагоемкостью.
4. Гравитационная вода передвигается под влиянием силы тяжести. Скорость передвижения гравитационной воды в сравнении с пленочной велика.

Целесообразно различать несколько состояний гравитационной воды:

- а) капиллярная вода, которая заполняет капиллярные пустоты в породе, поднимаясь от грунтовой воды;
- б) подвешенная вода, не имеющую непосредственной связи с грунтовой водой и как бы подвешенную в почве или грунте;
- в) собственно гравитационная вода, находящуюся в состоянии падения.

Также выделяют так называемую имбибиционную воду, которая прочно связана коллоидальными веществами почвы, обладающими способностью напиваться и набухать в воде.

Парообразная, имбибиционная и гигроскопическая вода не воспринимается корневой системой. Эти три категории воды недоступны растениям и составляют так называемый «мертвый запас».

Более доступной является пленочная вода, удерживаемая на поверхности почвенных частиц силами молекулярного притяжения.

Гравитационная вода свободно всасывается корневой системой во всех трех ее состояниях (капиллярная, подвешенная и собственно гравитационная, находящаяся в состоянии падения) и представляет собой основную категорию воды, используемую растением в процессе его жизнедеятельности.

В зависимости от сил, связывающих воду с частицами почвы, различают три формы почвенной влаги:

1. связанная (сорбированная) вода - движущаяся и удерживаемая почвой под преимущественным влиянием сорбционных сил, т. е. непосредственного взаимодействия молекул воды с поверхностью почвенных частиц;

2. свободная вода - находящаяся вне влияния поверхностных сил почвенных частиц, движущаяся в почве под преимущественным влиянием гравитационных или капиллярных сил;

3. парообразная вода - передвигающаяся в порах почвы под воздействием различий в упругости водяного пара.

Если увлажнение почвы настолько мало, что вода находится в почвенных порах в виде разобщенных между собой капель, а просветы между ними заняты воздухом, то она в порах не передвигается (находится в состоянии неподвижной свободной воды). Хотя сила поверхностного натяжения воды капель меньше сосущей силы корней растений, но из-за малой подвижности такой воды она труднодоступна растениям.

При некотором увеличении влажности почвы образуются скопления капель, соединенных нитями воды по стенкам капилляров. Под воздействием сил поверхностного натяжения такая вода становится уже способной к передвижению по почвенным капиллярам от более влажных мест к более сухим. Такая капиллярно-подвижная вода вполне доступна растениям, но при усилении транспирации могут появиться признаки их увядания.

При дальнейшем увеличении влажности почвы ее поры начинают заполняться водой, и она переходит в капиллярно-легкоподвижную форму, свободно передвигаясь от более влажных горизонтов почвы к менее влажным. Капиллярный поток при этом может двигаться (как и в предыдущем случае) в любом направлении.

При еще большем увлажнении вода оказывается под преимущественным влиянием гравитационных сил: начинается ее просачивание вниз.

Таким образом, вся прочно- и рыхлосвязанная вода и некоторая часть неподвижной свободной воды относятся к непродуктивной влаге, т. е. той части почвенной влаги, которая не усваивается растениями и не участвует в создании органического вещества. Все остальные категории воды в почве составляют продуктивную влагу.

Таблица 4

Характеристика форм почвенной влаги

Увлажнение почвы в пределах	Формы воды	Количество воды	Характеристика по отношению к растениям
В. п. - полная влагоемкость. Н. п. - капиллярная влагоемкость	Гравитационная просачивающаяся	Излишнее	Растение страдает от отсутствия аэрации (острый недостаток)
В. п. - капиллярная влагоемкость Н. п. - наименьшая полевая влагоемкость	Капиллярно-легкоподвижная	Легкодоступное	Растение может страдать от недостатка
В. п. - наименьшая полевая влагоемкость Н. п. - влажность временного завядания	Капиллярно-подвижная	Доступное	Оптимальное увлажнение
В. п. - влажность временного завядания Н. п. - влажность перманентного завядания	Капиллярно-слабоподвижная	Труднодоступное	Растение испытывает недостаток влаги
В. п. - влажность перманентного завядания Н. п. - максимальная гигроскопичность	Капиллярно-почти неподвижная	Почти недоступное	Прекращение роста растений из-за недостатка влаги

В. п. - максимальная гигроскопичность Н. п. - гидросорбционная способность почвы	Капиллярно неподвижная	Почти недоступное	Условий для проявления жизнедеятельности растений нет
В. п. - гидросорбционная способность почвы Н. п. - гидроадсорбционная способность почвы	Рыхлосвязанная лиосорбированная	Недоступное	Условий для проявления жизнедеятельности растений нет
В. п. - гидроадсорбционная способность почвы	Прочносвязанная адсорбированная	Недоступное	Условий для проявления жизнедеятельности растений нет

Примечание: В. п. - верхний предел, Н. п. - нижний предел.

Продуктивная влага - это количество влаги, содержащееся в почве сверх влажности устойчивого завядания и участвующее в создании органического вещества растений. Количество продуктивной влаги выражается в миллиметрах слоя воды в определенном слое почвы, что позволяет сопоставлять ее запасы с расходами воды на испарение и с количеством выпадающих осадков.

Состояние посевов сельскохозяйственных культур и их урожайность зависят от количества продуктивной влаги в почве. Степень соответствия потребности растений в почвенной влаге для формирования высоких урожаев имеющимся запасам продуктивной влаги в почве называется влагообеспеченностью растений.

Смена холодного и теплого периодов года является одним из основных факторов, определяющих динамику водного режима, и условием формирования запасов влаги в почве. В холодное время года влага не расходуется на транспирацию, а когда почва покрыта снегом, то и на испарение. Изменение запасов влаги происходит за счет ее внутрипочвенного передвижения под влиянием кристаллизации в процессе промерзания почвы, а также за счет наполнения талыми водами во время оттепелей.

Выделяют три типа изменения запасов влаги в почве зимой:

1. с сильным влагонакоплением,
2. незначительным влагонакоплением
3. переходный тип.

Сильное влагонакопление. В районах с высокой влажностью почвы осенью и неглубоким залеганием грунтовых вод зимой при промерзании почвы, покрытой снежным покровом, накапливается много влаги, так как она подтягивается из нижних слоев к промерзающему слою почвы. За зиму в верхнем двадцатисантиметровом слое почвы запасы влаги могут увеличиться на 55 мм, что в два раза больше полной влагоемкости. Это сопровождается пучением почвы.

Незначительное влагонакопление. В районах с глубоким залеганием грунтовых вод и запасами продуктивной влаги ниже наименьшей полевой влагоемкости накопление влаги происходит за счет парообразного передвижения воды по вертикальному профилю почвы. Его роль в накоплении влаги в верхних слоях почвы невелика и составляет 10-15 мм.

Переходный тип зимнего влагонакопления наблюдается в районах с глубоким залеганием грунтовых вод и неустойчивой зимой с продолжительными оттепелями. Увеличение запасов влаги здесь происходит за счет проникновения талых вод в почву и достигает 40-90 мм. Иногда из-за малого выпадения осадков за зиму значительного накопления влаги в почве не происходит, и тогда к весне содержание влаги в почве составляет меньше наименьшей полевой влагоемкости.

Ранней весной запасы почвенной влаги увеличиваются за счет талых вод. Размеры увеличения зависят от недонасыщенности почвы влагой, глубины и степени ее промерзания, наличия ледяной корки, интенсивности снеготаяния. Сильно и умеренно промерзшая почва мало проницаема для воды, а по ледяной корке вода стекает, не достигая почвы, поэтому потеря талых вод на сток достигает до 98 %. Наоборот, при слабом промерзании и большом недостатке влаги в почве почти вся талая вода просачивается в нее.

При полном оттаивании почвы избыточная влага просачивается в грунтовые воды. В районах с ненасыщенными почвами по мере их оттаивания избыток влаги в верхних слоях почвы расходуется на насыщение нижележащих слабо увлажненных слоев, капиллярное поднятие ослабляется, и верхние слои почвы начинают подсыхать.

С начала вегетации сельскохозяйственных культур изменение запасов продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы зависит от совокупного взаимодействия почвы, растения, метеорологических

условий и колебаний уровня грунтовых вод. С этого времени на величине расходов влаги из почвы начинает сказываться степень углубления и развитие корневой системы, состояние надземной части растений.

В зависимости от фазы развития растений необходимо различное содержание продуктивной влаги в почве. Так, в период от кущения до выхода в трубку запасы продуктивной влаги меньше 10 мм в слое почвы 0-20 см вызывают резкое ухудшение состояния посевов. В таких условиях слабо развиваются узловые корни, уменьшается количество стеблей и число колосков в колосе. Некоторое ухудшение посевов отмечается при продуктивной влаге 20 мм, хорошее состояние растений отмечается при 30-40 мм. В период от выхода в трубку до цветения запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы меньше 80 мм ухудшают состояние посевов и снижают урожай. Хорошее состояние посевов и высокий урожай наблюдается при запасах влаги от 100 до 200 мм.

Недостаток влаги в почве после цветения вызывает через зерницу и пустоколосицу, а во время налива зерна снижает массу зерна и приводит к явлениям «захвата» и «запала». При этом количество продуктивной влаги в метровом слое составляет 25 мм и меньше, а для хорошего состояния посевов необходимо 80 мм. Увеличение продуктивной влаги до 125 мм ведет к полеганию растений и их повреждению болезнями и вредителями.

У картофеля наибольший прирост клубней после цветения на супесчаных почвах наблюдается при запасах влаги 60-70 мм в 50-сантиметровом слое почвы.

Динамика годового хода продуктивной почвенной влаги обуславливается, прежде всего, количеством и распределением во времени осадков и температурным режимом данной территории. Изучение динамики годового хода влагозапасов позволило выделить четыре преобладающих типа годового хода продуктивной влаги в почве, которые соответствуют четырем агрогидрологическим зонам:

1. обводнения,
2. капиллярного увлажнения,
3. полного весеннего промачивания,
4. слабого весеннего промачивания.

Зона обводнения охватывает Прибалтику, север Белоруссии, северные районы европейской территории России и таежные районы Западно-Сибирской низменности. Здесь в корнеобитаемом слое почвы в течение всего года имеется большое количество легкоподвижной влаги. Зимой в промерзающем слое почвы идет интенсивное накопление влаги, подтягиваемой к его нижней границе из грунтовых вод.

Наибольшее количество продуктивной влаги в этой зоне наблюдается в конце зимы и может достигать 300 мм в метровом слое, нередко превышая полную влагоемкость почвы. Весной с оттаиванием почвы избыток влаги уходит с поверхностным стоком и в грунтовые воды. Запас продуктивной влаги уменьшается медленно, пока уровень грунтовых вод не снизится. Наименьшие запасы влаги часто бывают в июле и составляют в метровом слое почвы около 150 мм. В период уборки урожая почвы здесь часто переувлажнены.

Зона капиллярного увлажнения расположена к югу от предыдущей зоны и ограничена линией Калининград - Ливны - Кудымкар - Тобольск - Кемерово. Здесь грунтовые воды достигают корнеобитаемого слоя почвы в период наивысшего стояния, а верхняя граница капиллярной каймы находится в этом слое почвы в течение всего года. Зимой накопление влаги происходит так же, как и в зоне обводнения. Наименьшие запасы продуктивной влаги в метровом слое суглинистых почв бывают в июле и составляют 100 мм, а в супесчаных почвах несколько меньше. Осенью и весной почва переувлажнена. Корневая система растений расположена в верхних слоях почвы, поэтому в сухие годы в летние месяцы урожайность сельскохозяйственных культур может снижаться из-за недостаточной влагообеспеченности.

Зона полного весеннего промачивания расположена между зоной капиллярного увлажнения и линией Черновцы - Харьков - Пермь - Оренбург - Кустанай - Ишим - Марлинск. Здесь грунтовые воды залегают глубоко. Максимальные запасы продуктивной влаги наблюдаются весной, когда почва промачивается на глубину метрового слоя до наименьшей влагоемкости, что составляет 170-200 мм. Минимальные запасы в конце вегетационного периода понижаются до 50-100 мм, а в годы сильных засух они могут быть полностью исчерпаны.

Зона слабого весеннего промачивания: юг Молдавии и Украины, степи Северного Кавказа, юг Среднего и Южного Поволжья, Юж-

ный Урал, юг Западной Сибири и Северный Казахстан, постепенно переходящий в полупустыню. Почва здесь даже весной промачивается талыми водами на глубину меньше 1 м. Наименьшие запасы влаги наблюдаются осенью, при этом в засушливые годы возможно полное иссушение почвы до глубины 50 см и ниже.

Границы описанных зон в природных условиях не являются резко очерченными. Вследствие различия в рельефе, почвах, в гидрогеологических и микроклиматических условиях, а также вследствие деятельности человека (мелиорация и агротехника) зоны тесно переплетаются между собой.

Контрольные вопросы

1. Чему равна максимальная абсолютная влажность при данной температуре?
2. При какой температуре начнёт выпадать роса?
3. Какие физические величины характеризуют влажность воздуха?
4. Как изменяется относительная влажность воздуха летним ясным днем от раннего утра к полудню?
5. Какое значение имеет влажность воздуха для растений?
6. Почвенная влага и минеральное питание.
7. По каким критериям проводится оценка влагообеспеченности культур?
8. Как посчитать полевую влажность почвы в период роста и развития культур?
9. Виды воды в почвах и их влияние на растения.
10. Влияние различных величин влажности почвы на рост и развитие растений.
11. Влажность почвы и ее значение.
12. Вода для растений и ее поглощение.
13. Недостаток влаги и его последствия.
14. Излишняя влажность и ее влияние.
15. Адаптация растений к различной влажности почвы.
16. Важность контроля влажности для сельскохозяйственных культур.

Глава 8. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПОЛЯ

8.1. Особенности теплового баланса поля

Микроклимат сельскохозяйственных полей формируется несколько иначе, чем микроклимат оголенной почвы. Помимо притока солнечной радиации, влажности и характера почвы, условий рельефа микроклимат поля зависит от особенностей сельскохозяйственной культуры, фазы ее развития, густоты растительного покрова. Поэтому микроклимат соседних полей, занятых разными культурами, заметно различается.

Микроклимат - комплекс физических факторов внутренней среды помещений, оказывающий влияние на тепловой обмен организма и здоровье человека.

К микроклиматическим показателям относятся температура, влажность и скорость движения воздуха.

Воздействие комплекса микроклиматических факторов отражается на теплоощущении человека и обуславливает особенности физиологических реакций организма

Как уже отмечалось, микроклимат поля не остается постоянным в течение вегетационного периода, он изменяется по мере роста растений. Потребность различных сельскохозяйственных культур в тепле и влаге в одни и те же календарные периоды неодинакова. У яровых зерновых культур критический период по отношению к воде наблюдается в первую половину лета, когда они находятся в фазе кущения-колошения. Корнеплоды и картофель, наоборот, наиболее чувствительны к влаге в период репродуктивного развития, как происходит формирование клубней. Эта особенность сельскохозяйственных растений находит свое отражение в соотношении элементов теплового баланса деятельной поверхности в разные межфазные периоды.

У зерновых культур в критический период при достаточной влажности почти $2/3$ всего радиационного тепла расходуется на суммарное испарение. В другие периоды затраты тепла на испарение меньше, значительная доля радиационного тепла расходуется на турбулентный теплообмен растений с атмосферой. У пропашных культур суточные суммы элементов теплового баланса картофельного поля при

оптимальном увлажнении меняются от фазы к фазе также вполне закономерно в соответствии с наличием критического периода у этой культуры во время репродуктивного развития.

Расход воды на транспирацию у картофеля резко увеличивается в репродуктивный период, превосходя в 1,5-2 раза испарение с поверхности почвы. При достаточной влажности почвы это вызывает рост суммарного испарения в период формирования урожая. Некоторое снижение транспирации и затрат тепла на суммарное испарение для картофеля летней посадки в период после первого заморозка объясняется повреждением отдельных частей растения заморозком и частичным отмиранием ботвы.

Поток тепла в почву как при весенней посадке, так и при летней в течение вегетационного периода меняется мало. На соотношение элементов теплового баланса большое влияние оказывает густота растений. При густом травостое во все периоды; вегетации затраты тепла увеличиваются на испарение и соответственно уменьшаются на турбулентный теплообмен с атмосферой.

Транспирация при густом травостое в несколько раз превосходит испарение с поверхности почвы. При недостаточной влажности почвы соотношение между элементами теплового баланса меняется в зависимости от степени увлажнения почвы. В этом случае затраты тепла на испарение даже в критические периоды могут существенно уменьшаться и большая доля, радиационного тепла: пойдет на нагревание почвы и прилегающих слоев воздуха.

Температура поверхности листьев, помимо интенсивности притока солнечной радиации, в большой мере зависит и от других условий, а именно - от скорости ветра, увеличивающего транспирацию и турбулентный теплообмен растений с атмосферой, от влажности почвы и воздуха, регулирующих транспирацию, и т. д.

В свою очередь температура растений оказывает влияние на все эти процессы. Вертикальное распределение температуры воздуха внутри растительного покрова зависит от степени его развития и в той или иной мере отличается от профиля температуры воздуха над оголенной почвой.

При редком травостое характер распределения температуры по вертикали мало отличается от ее распределения над полями без растительного покрова, т. е. максимум температуры днем и минимум ночью наблюдается у поверхности почвы

В период, когда растения достигают наибольшего развития (фазы колошения, цветения, молочной спелости), максимум и минимум температуры смещаются вверх, до высоты наиболее густой части растительного покрова. Затем по мере усыхания листьев и стеблей экстремальные значения температуры наблюдаются ближе к почве, а после уборки урожая - на ее поверхности.

Ночью растительный покров поглощает излучаемую почвой радиацию и предохраняет ее от сильного охлаждения. Сам растительный покров охлаждается в результате излучения длинноволновой радиации. Поэтому минимальная температура воздуха ночью наблюдается на поверхности наиболее густой части травостоя.

Растительный покров существенно влияет на характер вертикального распределения температуры при сомкнутом травостое, препятствующем опусканию холодного воздуха вниз до поверхности почвы. Это характерно для растений с широкими листьями (хлопчатник, кукуруза). На полях со злаковыми культурами ночной минимум и дневной максимум температуры часто все же наблюдается у поверхности почвы.

Вид кривой изменения температуры с высотой внутри растительного покрова в значительной мере зависит от степени водоснабжения растений. При недостаточном обеспечении растений влагой транспирация уменьшается, что вызывает повышение их температуры и вероятность перегрева. В дни с суховеями разность температуры в психрометрической будке и у верхнего края растений, сильно меняется под влиянием суточного хода транспирации. Как и при прочих условиях, днем воздух вблизи травостоя теплее, чем на уровне психрометрической будки, а ночью холоднее. При этом кривая разности температуры имеет днем два максимума и два минимума. До восхода солнца, вследствие интенсивного излучения тепла поверхностью растений, воздух у поверхности холоднее, чем в психрометрической будке.

В первые три часа после восхода солнца наблюдается более быстрый нагрев воздуха у поверхности травостоя, чем в вышележащих слоях. Этот прогрев обусловлен очень малой трансформацией в первые

утренние часы, в результате потеря тепла на нее невелика, благодаря чему к 7 часам утра температура поверхности травостоя в среднем на 1-2° выше, чем на уровне 2 м. В поздние утренние часы потеря тепла на транспирацию увеличивается, нагрев воздуха у поверхности растений замедляется, и температура его приближается к температуре на уровне 2 м.

В середине дня приток солнечной радиаций к поверхности растений максимален, а транспирация уменьшается из-за того, что в суховейные дни у растений от недостатка влаги наблюдается снижение тургора. Поэтому температура у поверхности растений становится на 1-2° С выше, чем на уровне 2 м. После полудня приток солнечного тепла уменьшается, что приводит сначала к медленному, а затем более быстрому падению температуры воздуха у поверхности травостоя. Около 16 часов температура в будке и у поверхности травостоя становится одинаковой. Перед заходом солнца температура воздуха у поверхности травостоя оказывается всегда на несколько градусов (в среднем на 3-4°) ниже температуры в будке. Следовательно, в суховейные дни на высоте растений в вечерние и ночные часы она почти всегда ниже температуры воздуха в будке. В остальное время дня при солнечной сухой погоде температура у поверхности травостоя выше температуры в будке. Однако среднесуточная температура на высоте растений будет довольно близкой к среднесуточной температуре в будке.

Влажность воздуха внутри растительного покрова еще в большей мере, чем температура, является результатом жизнедеятельности растений. Растительный покров представляет собой обширную испаряющую поверхность, вследствие чего Воздух, непосредственно окружающий растение, всегда богат водяным паром. В том случае, когда устьица открыты и нет существенного недостатка влаги, относительная влажность воздуха вблизи устьиц близка к 100%. При резком недостатке влаги в почве устьица обычно сужаются, испаряющая поверхность перемещается внутрь листа, и относительная влажность воздуха у поверхности листьев понижается. С удалением от поверхности растений влажность воздуха уменьшается.

Многочисленные экспедиционные исследования показали, что при достаточном содержании влаги в почве относительная влажность воздуха внутри травостоя равна в среднем 60-70%.

Вертикальное распределение влажности таково, что при выходе из него она уменьшается, и чем дальше от растительного покрова, тем становится все меньше. Эта закономерность наблюдается как днем, так и ночью. Характер вертикального распределения относительной влажности в приземном слое воздуха при наличии травостоя зависит от фазы развития растений. В ранние фазы (от кущения до колошения), пока запасы влаги еще значительны, относительная влажность воздуха на высоте растений почти всегда выше влажности на высоте 2 м. В последние фазы (восковая и полная спелость) транспирация уже невелика, вследствие чего относительная влажность на уровне колосьев в дневные часы мало отличается от влажности в будке.

Поскольку относительная влажность вблизи травостоя находится в прямой зависимости от интенсивности транспирации, то суточный ход разности относительной влажности в будке и у верхнего края растений зависит от запасов продуктивной влаги в почве, определяющих характер деятельности устьичного аппарата. Поэтому в дни с суховеями в полуденные часы, когда транспирация уменьшается в результате регулирующей способности клеток устьиц, относительная влажность вблизи растительного покрова тоже заметно уменьшается и приближается к относительной влажности воздуха на уровне психрометрической будки.

8.2. Влияние растительного покрова на температуру почвы

Растительный покров оказывает многостороннее влияние на температурный режим почвы. В дневные часы, затеняя почву от притока коротковолновой радиации, он способствует некоторому понижению ее температуры, ночью задерживает длинноволновую радиацию, излучаемую земной поверхностью, и тем способствует повышению ее температуры. Высушивая в процессе транспирации почву, растительность уменьшает ее теплопроводность и теплоемкость.

Кроме того, растения расходуют значительное количество энергии на биологические процессы, вследствие чего количество тепла, поступающего к почве, уменьшается. Наконец растительный покров затрудняет перемешивание воздуха в приземном слое, уменьшая тем самым теплообмен почвы и травостоя с воздухом.

В результате такого сложного влияния растительного покрова

днем температура почвы, покрытой растительностью, заметно ниже, чем на участке, лишенном покрова, ночью же, наоборот, выше.

Воздействие растений на температурный режим почвы зависит от их особенностей, главным образом, от густоты травостоя. Густая трава летом резко понижает температуру почвы. Однако температура почвы, покрытой сухой редкой травой, в теплое время года часто выше, чем оголенной, вследствие свободного проникновения коротковолновой радиации к почве и одновременного уменьшения турбулентного теплообмена с воздухом.

Различные сельскохозяйственные культуры, обладая неодинаковой зеленой массой, в разной мере меняют температурный режим почвы. Ещё больше способствует охлаждению почвы летом лесная растительность. Степень влияния леса на температуру почвы зависит от сомкнутости и высоты деревьев.

8.3. Влияние обработки почвы и способов агротехники на метеорологический режим приземного слоя воздуха

Помимо комплекса метеорологических элементов рост и развитие растений в большой мере определяются теми условиями, которые для них создает человек путем обработки почвы и применения агротехнических мероприятий.

Обработка почвы, ее рыхление проводятся с целью борьбы с засоренностью и для поддержания комковатой структуры, улучшающей аэрацию и облегчающей распространение корневой системы. При различных способах обработки почвы меняется степень ее увлажнения и, в связи с этим условия, в которых живет растение. В то же время на высоте 2 м изменений метеорологических условий почти не наблюдается.

Вспашка меняет составляющие теплового баланса деятельного слоя почвы. При наиболее распространенной отвальной вспашке влажная почва нижних горизонтов оказывается на поверхности, в результате чего увеличивается испарение и уменьшается затрата тепла деятельным слоем на турбулентный теплообмен с атмосферой. В последующие дни почва просыхает, и затрата тепла на испарение резко уменьшается. Следовательно, влажность почвы на вспаханном участке ста-

новится меньше, чем на необработанном поле. При вспашке изменяется и температурный режим почвы.

Теплопроводность и теплоемкость рыхлой почвы меньше, чем невспаханной, что вызывает уменьшение теплообмена в пахотном горизонте. Днем поверхность вспаханного поля теплее, а ночью холоднее невспаханного. Распространение температурных колебаний вглубь почвы на вспаханном поле происходит медленнее, чем на невспаханном, вследствие чего после вспашки почва на глубинах оказывается днем холоднее, а ночью теплее.

Степень прогрева, почвы на вспаханном участке в период вегетации растений зависит от структуры травостоя. При невысоком травостое и небольших запасах влаги в почве температура поверхности и верхних слоев почвы после обработки пропашных культур может повыситься на 3-4, а иногда на 5° С. Такой прогрев почвы в засушливую погоду может быть вредным для растений, особенно в период клубнеобразования картофеля. Однако при высокой ботве и больших запасах влаги в почве прогрев ее после обработки заметно меньше и температура почвы и прилегающих слоев воздуха повышается только на 1-2°.

Разные методы обработки дают различное изменение температуры почвы и воздуха. Различия в температурном режиме почв, создаваемые растениями, обычно усиливаются в зависимости от агротехнических приемов, используемых на полях. Применение различных приемов и способов обработки почвы можно создавать определенные фито-климатические особенности приземного слоя воздуха, изменяя их в направлении, нужном для сельскохозяйственного производства.

Существенного изменения теплового режима почвы можно достичь при мульчировании, которое состоит в покрытии ее поверхности тонким слоем красок, бумажных или пленочных покрытий. При этом изменяется отражательная и в меньшей степени излучательная способности поверхности почвы.

При использовании черных красителей (угольная пыль, черная краска) несколько возрастает излучательная способность почвы, что приводит к ее охлаждению за счет длинноволнового излучения. Одновременно альбедо почвы уменьшается на 10-15%, что вызывает увеличение поглощенной солнечной радиации, радиационного баланса и способствует нагреванию почвы.

Белое покрытие (бумага, опилки, мел) наоборот, увеличивает

альбедо и уменьшает длинноволновое излучение из-за понижения температуры почвы, снижает расходы тепла на испарение и турбулентную теплоотдачу. Это в свою очередь вызывает дальнейшее понижение температуры слоя воздуха среди растений (на 3-4°).

Фитоклимат полей существенно меняется при их орошении. Увлажнение почвы изменяет тепловой баланс поля и вертикальное распределение температуры и влажности воздуха тем больше, чем чаще производятся поливы. Поэтому естественно, что фитоклимат орошаемых полей сильно зависит от режима орошения. Периодически орошаемые поля и поля с постоянным затоплением характеризуются различными фитоклиматическими особенностями.

Наибольшие изменения метеорологических элементов при орошении наблюдаются на полях с постоянным затоплением. Влияние орошения проявляется как в изменении поглощения коротковолновой солнечной радиации, так и в длинноволновом балансе. Известно, что при орошении поля суммарная радиация фактически не меняется. В результате различий альбедо растений в первые фазы развития поглощенная радиация на орошенном участке заметно выше, чем на неорошенном, где альбедо больше и составляет 20-22%, практически, не меняясь в течение летнего периода.

В фазу созревания эти различия исчезают: поглощенная радиация на орошенном и неорошенном участках в полуденные часы отличается не более чем на $0,05 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$.

Баланс же длинноволновой радиации на полях различается существенно. Из-за более низкой температуры деятельной поверхности на орошенном поле уменьшается излучение длинноволновой радиации и одновременно, вследствие повышения влажности воздуха, несколько возрастает - противоизлучение атмосферы. Следовательно, при одинаковом поступлении суммарной солнечной радиации в дневные часы радиационный баланс на орошаемом рисовом поле больше, чем на неорошаемом участке.

В целом на радиационный баланс орошаемого поля влияют особенности растительного покрова. В начальные фазы развития растений, когда занимаемая ими площадь невелика, основную роль в этом балансе играет наличие поливной воды на поле. В дальнейшем густота сомкнутого травостоя растений основное влияние оказывает на радиационный баланс деятельной поверхности.

Ночью радиационный баланс орошаемого поля несколько меньше, чем неорошаемого, что является следствием более сильного излучения деятельного слоя поля в результате сравнительно высокой его температуры.

Значительная часть радиационного тепла на орошаемом поле расходуется на испарение и транспирацию растений, что вызывает понижение температуры деятельной поверхности и прилегающего слоя воздуха. В связи с этим над орошенным полем часто особенно в дневные часы, создается приземная инверсия, и турбулентный поток тепла направлен из воздуха к деятельно поверхности (имеет отрицательный знак).

Отрицательный турбулентный поток тепла поддерживается за счет местной адвекции более нагретых воздушных масс, которая приводит к углублению инверсии температуры воздуха над полем. Максимальные Отрицательные значения турбулентного потока тепла на орошенном поле обычно приходится на послеполуденное время (13-14 часов), когда радиационный баланс явно не обеспечивает затраты тепла на испарение.

Рассматривая вертикальное распределение температуры приземного слоя воздуха при орошении, ее минимум днем отмечают на поверхности растительного покрова. Охлаждающийся здесь воздух становится более плотным и опускается до поверхности поливной воды или увлажненной почвы. Поэтому в слое ниже поверхности листьев часто наблюдается изотермия. Ночью, наоборот, температура воздуха в этом слое на 2-3° выше, чем на неорошаемом участке, хотя и здесь наблюдается инверсия.

В результате амплитуда суточного хода температуры воздуха на орошенном участке значительно меньше, чем на неорошенном, причем на первом она увеличивается с высотой, а на последнем уменьшается.

Относительная влажность над орошенным участком больше, чем над неорошенным, при этом разность между ними может составлять 10-40%.

Контрольные вопросы

1. Метод определения потоков тепла, влаги и количества движения в стратифицированном приземном слое.
2. Микроклимат склонов.
3. Снежный покров и его микроклимат.
4. Микроклимат почвы и прилегающих слоев воздуха.
5. Микроклимат поля в период развитого травостоя.
6. Изменение температуры с высотой в приземном слое воздуха.
7. Изменение скорости ветра с высотой в приземном слое воздуха.
8. Температура оголенной почвы в теплое время года.
9. Сравнительная характеристика компонентов теплового баланса в суточном ходе.
10. Влияние растительного покрова на температурный режим почвы.
11. Влияние орошения на температуру почвы.
12. Влияние обработки и внесения удобрений на физические свойства почвы и на воздушный режим.
13. Влияние культуры, выращиваемой на почве и погодных условий на воздушный режим этой почвы.
14. Влияние длительного орошения почвы на её воздушный режим.
15. Что влияет на радиационный баланс орошаемого поля?

Глава 9. НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Метеорологические и гидрологические условия не всегда соответствуют потребностям растений. В ряде случаев наблюдаются такие явления, при которых не только снижается урожай, но и повреждаются и даже гибнут растения. Эти явления называются неблагоприятными, а иногда опасными.

Неблагоприятные для сельского хозяйства явления наблюдаются во все сезоны года. В летний период большой ущерб наносят засухи, суховеи, пыльные бури, град; весной и осенью растения страдают от заморозков; в зимний период они повреждаются в результате вымерзания, выпревания, вымокания, зимней засухи, ледяной корки.

Часто одно неблагоприятное явление сопровождается другим, что затрудняет их изучение, прогнозирование и осложняет борьбу с ними. Ущерб, наносимый перечисленными явлениями, в разных районах многие носят местный характер, отдельные явления, например, пыльные бури, вымокание, наблюдаются в разные сезоны. Поэтому разделение их по сезонам весьма условно.

9.1. Засухи и суховеи

Засухи и суховеи - опасные метеорологические явления, влиянию которых подвержено 42% всей суши Земли.



Рис. 30. Засуха

Засуха - метеорологическое явление, представляющее собой сочетание недостатка или отсутствия осадков и грунтового подтока воды с высокой испаряемостью, приводящее к резкому несоответствию между поступлением воды из почвы и потребностью растений во влаге, в результате чего при той же агротехнике снижается урожай. Это несоответствие может возникнуть по разным причинам, определяющим наступление засух разных типов,

Различают засухи:

1. атмосферные,
2. почвенные,
3. комбинированные
4. физиологические.

Атмосферная засуха возникает при длительном отсутствии осадков и высокой испаряемости. При этом, если запас продуктивной влаги в почве значителен, то растения мало страдают от засухи, так как транспирация протекает нормально, но высокая температура воздуха, увеличивая в дневные часы диссимиляцию, существенно тормозит рост листьев и побегов. Повреждение отдельных частей растения наступает в том случае, когда температура воздуха достигает критических значений.

Почвенная засуха определяется малым запасом продуктивной влаги в начале периода вегетации, отсутствием грунтового питания растений и бездождем. В этих условиях, даже при сравнительно невысокой испаряемости, в клетках растений возникает дефицит влаги, приводящий к существенному нарушению их жизнедеятельности. Почвенная засуха в любые фазы развития приводит к значительному снижению урожая; особенно сильное влияние на урожай она оказывает, если наступает в критический период (у зерновых культур в фазу кущения - колошение).

Комбинированная засуха (атмосферно-почвенная) представляет собой сочетание первых двух типов засух. Обычно она начинается атмосферной засухой, а затем, когда в результате высокой испаряемости почвы теряет влагу, наступает засуха почвенная. В этом случае наносимый ею ущерб особенно велик.

При длительной атмосферно-почвенной засухе в клетках растений совершаются необратимые процессы, исчезает крахмал, усиливается распад белковых веществ, сокращаются процессы роста. Задержка

в росте растений наблюдается даже после выпадения осадков или восстановления водоснабжения вследствие орошения.

Физиологическая засуха возникает под влиянием биологических особенностей растительного покрова или его состояния, когда растения при наличии воды в почве не могут полностью обеспечить себя влагой. Это бывает при повреждении корневой системы, слабом ее развитии и т. д.

Степень снижения урожая сельскохозяйственных культур зависит от времени наступления засух, их продолжительности, состояния растений, уровня агротехники.

Существует понятие особоопасной засухи.

Особоопасная засуха – это агрометеорологическое явление, при котором в течение 10 и более дней сохраняется относительная влажность воздуха $<30\%$ при запасах продуктивной влаги в пахотном слое (0-20 см) менее 10 мм, что вызывает повреждение растений на $1/3$ и более посевной площади.

При средней засухе осадки за период всходы - колошение составляют 69-93% от средней многолетней суммы, при сильной - 62-70%, очень сильной - 40-50%.

С помощью указанных критериев трудно установить период начала засухи, так как при одной и той же сумме осадков, но разной степени испаряемости, влагообеспеченность растений может быть различной. Поэтому в качестве критериев засух часто используются сочетания элементов водного баланса корнеобитаемого слоя (обычно сумм осадков и запасов продуктивной влаги в почве) и испаряемости. Такими критериями являются коэффициенты увлажнения.

Объективным критерием почвенной засухи является запас продуктивной влаги в почве. Засуха наступает в том случае, когда этот запас близок к влажности завядания. Предвычисляя ход запасов продуктивной влаги в корнеобитаемом слое в летний период, можно определить дату наступления почвенной засухи. По своей природе критерии засухи динамичны, т. е. не остаются постоянными в течение вегетационного периода. Вместе с развитием растений меняется их отношение к влаге, а следовательно, должны изменяться и критерии засухи.

Засухи бывают:

1. весенние,
2. летние,
3. осенние

При весенней засухе наблюдается низкая влажность воздуха, сравнительно невысокая температура и холодный сильный ветер. Это холодная засуха, которая часто сопровождается пыльной бурей. Особенно опасна весенняя засуха в районах, где осенью и зимой запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое были небольшими и растения развиты плохо. В этом случае наблюдается сильное выдувание растений и посевы оказываются очень изреженными.

При летней засухе наблюдается высокая температура воздуха, обычно на несколько градусов превышающая средние многолетние значения, и низкая относительная влажность. Сочетание этих метеорологических элементов определяет высокую испаряемость. Даже при сравнительно больших запасах влаги в дневные часы наступает разрыв между влагопотреблением и влагопотребностью, отчего снижается питание растений, замедляется их рост - и все это приводит к заметному снижению урожая. Интенсивные летние засухи существенно сказываются и на урожае многолетних культур следующего года, так как при этом слабо тропается закладка плодовых почек.

Осенние засухи наступают в периоды после уборки зерновых и окончания вегетации пропашных культур. Поэтому они главным образом сказываются на состоянии озимых и многолетних культур. При почвенной осенней засухе формируются слабые всходы и растения уходят на зиму плохо сформировавшимися и не накопившими достаточного для зимовки количества органических веществ. Такие растения плохо зимуют и часто весной по севам оказываются сильно изреженными.

Степень опасности засухи в большой степени зависит от засухоустойчивости вида и сорта растений. Действию засух наиболее подвержены яровые культуры, которые активно растут и развиваются в начале лета, когда запасы влаги в почве уже невелики. Озимые, как правило, страдают от засух в меньшей мере, поскольку они лучше обеспечены влагой за счет использования ее запасов, образовавшихся после таяния снежного покрова.

Следовательно, 86% засух совпадают с критическим периодом по отношению к влаге у зерновых культур, с чем и связан огромный ущерб, наносимый урожаю.



Рис. 31. Суховей

Суховей - комплексное метеорологическое явление, характеризующееся низкой влажностью воздуха, сравнительно высокой температурой, сильным ветром, которые в результате повышенных транспирации и испарения с поверхности почвы вызывают нарушение водного баланса растений.

Влияние суховея на растения состоит в следующем. Если влажность почвы высокая, то сухой горячий сильный ветер увеличивает испарение с полей, которое вначале близко к испаряемости, и запасы влаги в почве быстро истощаются.

Влагопотребление становится значительно меньше влагопотребности, что вызывает нарушение водного баланса растений, в результате наступает «захват» (повреждение растений от обезвоживания тканей) и «запал» (повреждение от перегрева). Это приводит к нарушению процесса питания растений, усилению дыхания, сокращению энергии роста. Листья быстро увядают. При температуре воздуха 35--37° С у многих растений устьичный аппарат перестает регулировать испарение, что значительно ускоряет высыхание растений. Если в момент наступления суховея запасы влаги в почве малы, то повреждение наступает раньше и процесс выражен наиболее резко.

При длительном сильном суховее нарушается суточный ход метеорологических элементов. Вследствием сильного перемешивания в

приземном слое ночью отсутствует чет-; ко выраженный минимум температуры и максимум относительной влажности воздуха.

Растения, подвергшиеся действию суховея днем, не отдыхают; от него ночью, в клетках не ликвидируется дефицит влаги и не восстанавливается тургор. Поэтому суховея, действующий в течение нескольких суток подряд, способен нанести огромный ущерб сельскому хозяйству. Наиболее сильно при суховеях повреждаются растущие части растений, цветы и, как итог, появляется чреззерница колоса и щуплость зерна. Особенно опасны суховеи, в период налива и созревания зерна, когда сильный ветер вызывает его осыпание.

Объективным признаком суховея, так же, как и засухи, является дефицит испарения.

Большинство критериев суховея, как и засух, определены по реакции на них растений. Однако в разных географических районах реакция одного и того же вида растений различна в зависимости от почвенных факторов, уровня агротехники, особенностей сорта и т. д. Поэтому критерии суховея, полученные на основаниях объективных данных, заметно отличаются. Эксперименты, показали, что разные культуры повреждаются при неодинаковых сочетаниях температуры, относительной влажности и скорости ветра.

Чем продолжительнее суховея, тем сильнее он воздействует на посевы.

По М. Х. Байдалу процессы, приводящие к возникновению засух, можно разделить на два типа.

Тип первый. Возникновению засух предшествуют вторжения арктического воздуха с севера или с северо-запада (с акваторий Баренцева и Карского морей) и формирование за холодным фронтом Мощного антициклона. Арктический воздух отличается низкой температурой и малым влагоемкостью. Перемещаясь к югу на территорию Сибири, он прогревается и несколько увлажняется в результате испарения с поверхности почвы и растительного покрова.

Однако процесс прогрева воздуха протекает более интенсивно, чем повышение абсолютной влажности, так как при антициклональном типе погоды, малой облачности, высокой прозрачности арктического воздуха велик радиационный нагрев деятельной поверхности. В результате этого при движении антициклона на юг происходит

быстрый рост дефицита упругости водяного пара. Увеличению дефицита упругости способствуют нисходящие движения в центральных районах антициклона, вызывающие некоторое нагревание воздуха.

Тип второй. Засушливая погода может определяться воздействием антициклонов азорского происхождения, перемещающихся с запада на восток.

Меры борьбы с засухами и суховеями и их агрометеорологическая эффективность включает селекционно-генетическое, агротехническое и лесомелиоративное направления.

1. Селекционно-генетическое направление в основном базируется на выведении новых засухоустойчивых сортов, дающие сравнительно высокие урожаи при слабых и средних засухах.

2. Комплексные агротехнические мероприятия по накоплению и сохранению влаги на полях.

3. Полезащитное лесоразведение. Влияние лесных полос на микроклимат полей состоит в следующем. Являясь преградой воздушному потоку, лесные полосы дробят его, уменьшают скорость ветра и интенсивность турбулентного обмена.

4. Уменьшение скорости ветра наблюдается с приближением к лесной полосе на расстоянии, равном ее 15-кратной высоте, причем наибольшее уменьшение его скорости наблюдается непосредственно за лесной полосой, на расстоянии, равном ее 5-кратной высоте. Летом уменьшение скорости ветра приводит к снижению испаряемости и сохранению запасов почвенной влаги. Зимой лесная полоса способствует сохранению и накоплению снежного покрова в межполосной зоне, уменьшению стока. В итоге весенние запасы влаги в почве возрастают на 10-15%.

Вследствие уменьшения интенсивности турбулентного обмена за лесной полосой температура воздуха повышается, но в результате увеличения суммарного испарения за счет больших запасов продуктивной влаги в почве температура деятельной поверхности и воздуха должна понижаться. Поэтому в первой половине вегетационного периода, когда обычно влагозапасы почвы на полях среди лесных полос больше, чем в открытой степи, температура воздуха снижается.

В конце вегетационного периода, когда влагозапасы почвы малы и в степи, и на полях среди лесных полос, последние способствуют повышению температуры. Относительная влажность воздуха

под их влиянием повышается на 10-12%. Установлено, что лесные полосы при правильном выборе конструкции - одно из самых действенных мероприятий по борьбе с засухами и суховеями.

5. Орошение является наиболее эффективным приемом в борьбе с засухой. При четко организованном орошении запасы продуктивной влаги в почве бывают не выше полевой влагоемкости и не ниже 70% от нее.

9.2. Пыльные бури. Выдувание посевов. Методы борьбы с пыльными бурями

Под пыльной бурей понимают такое явление, когда при сильном ветре в воздух поднимается много песка, пыли, частиц сухой земли, вследствие чего происходит-значительное уменьшение видимости.

В зависимости от количества пыли в воздухе и замутнения атмосферы различают:

1. слабые пыльные бури с видимостью 2- 10 км,
2. средние-1-2 км
3. сильные-менее 1 км.

Характер пылевых частиц бывает различным. Чаще всего это песок, глина, чернозем. В связи с этим пылевое облако приобретает различную окраску; по цвету пылевых частиц иногда выделяют желтые, черные и другие бури. Пыльные бури наблюдаются в засушливых районах земного шара. Большая сухость и измельченность верхнего слоя почвы, отсутствие мощного растительного покрова способствуют тому, что при сильном порывистом ветре почвенные частицы подхватываются ветровым потоком и переносятся на значительные расстояния.



Рис. 32. Пыльная буря

Механизм возникновения пыльных бурь можно представить следующим образом. Сильный порывистый ветер способствует опусканию воздушных вихрей до земли, при этом возникают большие скорости у поверхности.

В порах почвы на короткий промежуток времени повышается давление, которое в последующий момент, когда воздух начнет перемещаться из пор в атмосферу, вместе с горизонтальным потоком воздуха способствует отрыву почвенных частиц и их подъему.

Мелкие частицы долгое время остаются во взвешенном состоянии, а более крупные выпадают и снова поднимаются, двигаясь по направлению ветра скачками. Ударяясь о неровности, эти частицы как бы бомбардируют почву. Если кинетическая энергия их велика, то создается дополнительная сила, способствующая отрыву почвенных частиц от основного слоя и переносу.

Ветровая эрозия почв начинается уже при скорости ветра 5-7 м/с, когда возникает едва заметное перемещение частиц почвы вдоль поверхности. При скорости ветра 7-10 м/с это перемещение становится весьма интенсивным, а при 15 м/с и выше транспортные способности воздушного потока возрастают настолько, что мелкие частицы почвы, оторвавшиеся от поверхности, остаются во взвешенном состоянии и переносятся воздушным потоком - на большие расстояния.

Скорости ветра, при которых возникают пыльные бури, меняются также в зависимости от структуры почвы и размеров почвенных частиц.

Особо опасными пыльными бурями считаются бури продолжительностью > 12 ч при скорости ветра > 15 м/с, вызывающие повреждение сельскохозяйственных культур на 1/3 и более посевных площадей, а также пыльные бури, при которых видимость уменьшается до 50 м в течение более 3 ч.

Вследствие выдувания и переноса почвенных частиц на другие участки у растений обнажается узел кущения, что при большой сухости воздуха губительно отражается на их состоянии. Иногда растения поднимаются в воздух вместе с почвой. На полях разрушается верхний, плодородный слой, содержащий наибольшее количество питательных веществ. На восстановление этого слоя впоследствии уходят многие годы. На других участках пыль оседает, образуя иногда довольно высокий слой, закрывающий растения, нанося им повреждения механического характера и нарушая газообмен.

Ветер способствует перемешиванию воздуха, поддерживая постоянство газового состава атмосферы. Он переносит влажный воздух с океанов и морей в глубь материков, обеспечивая растения влагой.

Благоприятность воздействия его на растения, животных и состояние деятельной поверхности зависят главным образом от скорости, времени появления и продолжительности.

Ветер имеет и чисто биологическое значение для ветроопыляемых культур.

Энергию ветра широко используют в сельском хозяйстве. Ее применяют для выполнения различных работ. Ветер вращает двигатели мельниц и электростанций, что позволяет снабжать водой из колодцев и рек огороды, поля и животноводческие фермы.

Во влажные вёсны ветер благоприятствует подсыханию верхних слоев почвы, зерна в валках при раздельной уборке хлебов, что позволяет проводить выборочные полевые работы в более ранние сроки.

Отрицательное действие ветра заключается в увеличении непродуктивного испарения с поверхности почвы, обуславливающего почвенную засуху, и в усилении повреждения растений при атмосферной засухе. Сильные ветры (ураганы) разрушают постройки, мосты, линии

связи и электропередачи, вызывают метели, пыльные бури, эрозию почвы, наводнения, полегание хлебов и т. д.

Ветер часто причиняет плодовым деревьям механические повреждения: ломает ветви, сучья, а иногда опрокидывает деревья с корнями. Явление поломки деревьев ветром называют буреломом, явление же опрокидывания деревьев с корнями - ветровалом. От ветровала наиболее сильно страдают деревья со слабо развитой корневой системой, например яблони на карликовом подвое.

Ветер иногда является большой помехой садоводству и пчеловодству. Сильные ветры препятствуют лёту насекомых и пчел, что ухудшает условия опыления садов; вызывают иссечение листьев, обрыв цветков и плодов. Поэтому с давних времен сады для защиты от ветра обсаживают деревьями и кустарниками.

Большое зло причиняет ветер при переносе семян сорняков, а также вредителей сельскохозяйственных растений с одного поля на другое. В период созревания зерновых культур сильный ветер выбивает зерно из метелки или колоса и осыпает его на землю.

Скорость ветра и его направление необходимо учитывать при подкормке полей удобрениями и при опылении ядохимикатами садов с самолетов и вертолетов.

При наличии хорошо укоренившегося растительного покрова пыльные бури менее опасны, хотя в этом случае растения тоже могут быть засыпаны принесенной ветром землей.

Синоптические ситуации, при которых наблюдаются пыльные бури, можно разделить на два типа.

1. Фронтальные пыльные бури, возникающие при прохождении холодного фронта, вызванные усилением ветра на нем и в теплых секторах штормовых циклонов. При фронтальной пыльной буре пылевое облако зарождается у земли, а затем поднимается до высоты 3-5 км. Оно смещается вместе с перемещением зоны холодного фронта.

2. Внутри массовые пыльные бури, возникающие в штормовой зоне, которая образуется при встрече двух барических образований противоположного знака при условии резкого усиления одного из них. Эти бури носят стационарный характер, охватывают в основном нижнюю тропосферу.

Пыльные бури наблюдаются во многих районах земного шара,

преимущественно в степных, полупустынных и пустынных. На основании данных космических исследований в восточном полушарии установлено несколько очагов пыльных бурь: Центральная и Западная Африка, африканское Средиземноморье (Алжир, Марокко, Тунис, Египет), Восточная Африка (Судан) и Аравийский полуостров, Нижнее Поволжье и Северный Кавказ, Северный Казахстан и республики Средней Азии. Здесь пыльные бури наблюдаются наиболее часто и захватывают огромные территории.

В западном полушарии большая повторяемость пыльных бурь наблюдается в южных и юго-восточных штатах США.

Суточный ход повторяемости пыльных бурь имеет четкий максимум в дневные часы. Обычно пылевое облако образуется в первой половине дня, достигает максимальной интенсивности к полудню и рассеивается к вечеру. Ручные пыльные бури наблюдаются редко, что связано с особенностями суточного хода скорости ветра, а также с большей влажностью поверхностных слоев почвы ночью.

Зимние пыльные бури бывают нечасто, но они более продолжительны и охватывают значительную территорию. Это определяется большой стационарностью процессов зимой, а также отсутствием растительного покрова.

Продолжительность пыльных бурь различна - от 2-3 до 50- 60 ч.

Число дней с пыльными бурями в целом по земному шару от года к году постепенно возрастает и вред, наносимый ими, увеличивается. Причиной этого являются главным образом антропогенные факторы: распахивание целины, уничтожение сухих пастбищ, парование полей, сведение лесов и т. д. Эти мероприятия приводят к тому, что почва становится более подверженной выдуванию при тех же самых скоростях ветра.

Почва не является простой смесью отдельных агрегатов, а представляет собой комплексный механизм, в котором агрегаты соединяются органическими фракциями в обособленные структурные элементы. Их наличие и обеспечивает почве главное ее достояние плодородие. Прочность структурных элементов зависит от количества связывающих веществ и влажности почвы.

Прочность тяжелых глинистых почв больше, легких супесчаных - меньше. У бедных гумусом легких сухих почв она минимальна, при

механическом воздействии на них структурные образования распа- даются. В связи с ростом механизации сельскохозяйственных работ нагрузка на единицу площади поля возросла. В условиях достаточного увлажнения эти нагрузки не наносят ущерба структуре почвы. Но структура легких почв степных и полупустынных районов при обработке быстро разрушается, почва превращается в мелкие разрозненные частицы. В этих районах вместе с ростом механизации полевых работ увеличивается число пыльных бурь.

Для борьбы с эрозией почв и пыльными бурями разработана система агротехнических мероприятий, целью которых является закрепление верхнего слоя почвы.

Следует отметить следующие мероприятия.

1. Безотвальная вспашка, обеспечивающая необходимое рыхление почвы и оставляющая почти нетронутой ее поверхность вместе с остатками стерни. Сохранившаяся стерня уменьшает выдувание почвы, способствует накоплению снега на полях, что ведет к повышению урожайности.

2. Полосное размещение посевов и черных паров. Пары, целью которых является накопление влаги на полях, располагаются между засеянными участками полосами (шириной не более 100- 150 м) перпендикулярно преобладающему направлению ветра. В результате начавшиеся на оголенной почве эрозионные процессы гасятся в следующей полосе растительным покровом.

3. Специальные почвозащитные севообороты в районах с легкими почвами, предусматривающие посевы многолетних трав, садов, кустарников на возвышенных местах и ветроопасных склонах.

4. Кулисные посевы, являющиеся хорошим ветрозащитным средством. Кулисы, защищая черные пары от выдувания, способствуют также сохранению влаги на полях, а зимой- снегонакоплению.

5. Полезащитные лесные полосы, дающие наибольший эффект в борьбе с пыльными бурями. Наибольший эффект лесные полосы дают в сочетании с агротехническими приемами.

6. Другие методы активной борьбы с ветровой эрозией почв, используемые в настоящее время, например покрытие поверхности почвы слоем эмульсии, которая обволакивает и склеивает частицы поверхностного слоя, вследствие чего ветровая эрозия почв сокращается.

9.3. Град

Град - одно из опаснейших атмосферных явлений, наносящих значительный ущерб сельскому хозяйству.

Градо – это твердые осадки, выпадающие в виде ледяных частиц при сильных грозах.

Диаметр градин чаще всего составляет 5-50 мм. Однако в умеренных широтах наблюдались градины массой до 1 кг, а на полуострове Индостан - до 3 кг.

Падая с большой скоростью, составляющей иногда 50 - 100 м/с, они приобретают большую разрушительную силу. От ударов градин, особенно крупных, погибают посевы однолетних культур, уничтожаются бахчевые культуры, повреждаются кусты, плодовые деревья, виноградная лоза. От града страдают домашние животные, повреждаются здания.



Рис. 33. Град

Выпадение града обычно сопровождается ливневыми осадками и нередко сильными ветрами, что усугубляет его отрицательное действие, так как вместе они разрушают верхний, наиболее плодородный слой почвы и способствуют смыву его ливневыми потоками. Поэтому результаты сильного градобития могут сказываться на урожае последующих лет.

Степень повреждения посевов градом зависит от многих при-

чин, в том числе от фазы развития растений. Однолетние культуры, поврежденные градом в начале развития, могут в дальнейшем отрастать. Град в период цветения и созревания культур уничтожает отдельные органы растений, которые уже не восстанавливаются.

Ежегодно на земном шаре от градобития страдают посевы на больших площадях: в районах с интенсивным выпадением града уничтожается до 1% посевов.

Физические процессы образования града изучены связаны с прохождением холодных фронтов фронтов окклюзии, наблюдается при сильной внутримассовой термической конвекции. Эти процессы способствуют образованию мощных кучевообразных облаков. В районах сравнительно частот выпадения града велика роль рельефа, способствующего развития динамической конвекции.

Выпавший град образует на поверхности земли градовую дорожку, т. е. узкую полосу, вытянутую в направлении перемещения градового облака. Средняя протяженность градовых дорожек, по данным разных авторов, 15-20 км, но отмечались случаи, когда длина дорожки составляла 300-400 км и более. Средняя ширина градовой дорожки примерно 5-7 км, иногда достигает 20-50 км.

Наибольшая интенсивность градобития отмечается в центральной части градовой дорожки, где наблюдаются и наибольшие суммы осадков.

Продолжительность выпадения града колеблется в широких пределах-от нескольких минут до получаса и более. Слой града, покрывающий поверхность земли, имеет различную высоту - от отдельных градин до нескольких десятков сантиметров.

В большинстве случаев град в течение года наблюдается не часто, всего лишь несколько дней. Максимальное число дней с градом наблюдается в горных районах.

Распределение числа дней с градом по земному шару неравномерно. Град не бывает в полярных областях, где конвективные облака встречаются крайне редко, в пустынных районах тропической зоны, где отсутствуют условия, необходимые для образования мощных конвективных облаков. Градобития на земном шаре наблюдаются на широтах от экватора до 60-65 параллели, причем в континентальных районах умеренной зоны - в теплый период года, а в океанических обла-

стях - зимой. В континентальных районах около 60% случаев выпадения града отмечено днем в период от 13 до 19 часов. В приморских районах, для которых типичны ночные грозы, град чаще наблюдается в темную часть суток.

9.4. Заморозки

Под заморозком понимают кратковременное понижение температуры до 0°C и ниже на поверхности почвы или в травостое на фоне положительных среднесуточных температур воздуха.

При этом в воздухе (в метеорологической будке) температура может быть как ниже, так и выше 0°C.

Заморозок считается особенно опасным, если он наблюдается на 1/3 и более посевной площади зерновых, технических, овощных, плодовых и других культур.

Влияние заморозка на растение изучено недостаточно полно. Существует несколько гипотез, позволяющих объяснить причины повреждения растений заморозком. Упрощенно этот процесс можно представить так.

При понижении температуры до отрицательных значений вода, содержащаяся в межклеточниках, замерзает, образуются мельчайшие кристаллики льда. Эти кристаллики растут за счет диффузии водяного пара из клеток, давят на них и наносят им механические повреждения. Одновременно клетки обезвоживаются, так как при низких температурах замедляется подток воды от корневой системы. Обезвоживание тем больше, чем длиннее период с отрицательной температурой.



Рис. 34. Замрозок

Повреждение растений заморозком в большой мере, зависит от погодных условий следующего дня. Если утром наблюдается значительная облачность, радиационный нагрев растений мал, кристаллики тают медленно и клетки, постепенно усваивая влагу, восстанавливают свою жизнеспособность. При сильном утреннем нагревании влага из межклеточников быстро испаряется, поврежденные клетки не успевают восстановить дефицит влаги и высыхают, что может привести к гибели отдельных частей растения.

В настоящее время обнаружены и другие причины повреждения растений заморозками: так, гибель теплолюбивых культур от длительного воздействия отрицательных температур, мало отличающихся от нуля, связывают с нарушением обмена веществ.

Во время заморозков у более холодостойких растений вязкость протоплазмы клеток меньше, а у теплолюбивых-больше. Поэтому у теплолюбивых растений даже при слабом заморозке вязкость протоплазмы возрастает до критического значения, при котором нарушается обмен веществ. При этом меняется скорость химических реакций и нарушается жизнедеятельность растений, что иногда приводит к гибели отдельных клеток и органов.

Различные растения неодинаково реагируют на заморозок. У каждого вида растений есть «критическая» температура, при которой оно повреждается или гибнет.

Наиболее устойчивы к ним растения в начале периода вегетации. Установлено, что наибольший ущерб посевам наносят заморозки, возникающие в период активной вегетации, т. е. когда средняя суточная температура воздуха становится выше 10°C . Ранневесенние и позднеосенние заморозки большого вреда посевам не причиняют.

Степень повреждения определенной культуры заморозком помимо ее физиологических особенностей зависит от многих внешних причин и в первую очередь от интенсивности и продолжительности заморозка, степени закалки растений, содержания влаги в их тканях. Чем интенсивнее заморозок, тем больше площадь поврежденных посевов. Однако заморозок сильный, но кратковременный, обычно наносит меньший ущерб, чем слабый, но длительный.

Большую роль в устойчивости растений к заморозкам играет содержание в клетках сахара, который, связывая воду, способствует меньшему их обезвоживанию в период с отрицательными температурами.

Причины возникновения заморозков

В зависимости от метеорологических процессов, приводящих к возникновению заморозков, их разделяют на три типа.

1. Радиационные заморозки. Они возникают в результате интенсивного ночного выхолаживания деятельного слоя почвы и прилегающих слоев воздуха, которое наблюдается в тихие безоблачные ночи. При этом в приземном слое наблюдается инверсия температуры. Радиационные заморозки обычно отличаются небольшой интенсивностью, температура воздуха в метеорологической будке может быть положительной, а на поверхности почвы и растений она понижается от 0 до -2°C . Радиационный заморозок в основном повреждает растения, относящиеся. Такие заморозки наблюдаются только ночью, непродолжительны, но могут повторяться несколько ночей подряд. Наиболее часто они наблюдаются в пониженных местах рельефа.

2. Адвективные заморозки. Причиной возникновения этих заморозков является проникновение на территорию холодных воздушных масс воздуха арктического происхождения преимущественно в тылу циклона, за холодным фронтом. Адвективные заморозки могут наблюдаться в любое время суток, охватывая большие территории. При этом отрицательные температуры наблюдаются не только на

почве, но и в воздухе. На поверхности почвы и растений минимальная температура часто понижается, вследствие чего могут повреждаться растения. Однако адвективные заморозки чаще всего наблюдаются ранней весной или поздней осенью при общем низком уровне температуры. В период вегетации многих культур заморозки такого типа отмечаются редко и в большинстве случаев не являются опасными. Если же они совпадают с периодом активной вегетации, то наносят большой ущерб посевам и плодовым деревьям. Адвективные заморозки обычно повторяются в течение нескольких суток, причем отмечается сильный ветер, вызывающий интенсивное перемешивание воздуха в приземном слое, поэтому микроклиматические особенности территории здесь проявляются слабо.

3. Адвективно-радиационные заморозки - это такой их тип, при котором холодные арктические вторжения сопровождаются интенсивным радиационным выхолаживанием деятельного слоя почвы и прилегающих слоев воздуха. Адвективно-радиационные заморозки чаще всего возникают на фоне сравнительно высоких среднесуточных температур, т. е. поздней весной или ранней осенью, когда минимальные температуры ночью значительно выше нуля. Поэтому при вторжении холодного воздуха и его радиационном выхолаживании, хотя температура деятельного слоя значительно понижается, минимальная температура на почве мало отличается от 0°C , а в метеорологической будке - положительна. В это время растения потеряли свою морозоустойчивость, и даже незначительный заморозок может нанести существенный ущерб посевам.

Адвективно-радиационные заморозки, как и адвективные, отмечаются на большой территории и воздействие их продолжается в течение нескольких суток подряд. Наибольшей интенсивности они достигают ночью, перед восходом солнца, а днем ослабевают. Изучение географического распределения заморозков осложнено тем, что на их возникновение в значительной степени влияют местные условия: усиливают или ослабляют интенсивность заморозка, определяют его повторяемость и т. д. Поэтому обычно рассматривают распространение по территории заморозков, которые наблюдаются в метеорологической будке на станциях, расположенных на ровном открытом месте на равнине или на пологом склоне в горных районах.

Значительное влияние на возникновение заморозка оказывает

рельеф. При радиационных и адвективно-радиационных заморозках минимальная температура наблюдается в пониженных частях рельефа, где застаивается холодный воздух, стекающий с более высоких мест.

Вершины и верхние части склонов при этом оказываются менее морозоопасными, так (как холодный воздух оттекает вниз, а на его место поступают порции более теплого.

Помимо рельефа на продолжительность периода без заморозков влияет близость водоемов, способствующих увеличению эффективного излучения, что, в свою очередь, уменьшает интенсивность радиационного заморозка. На интенсивность заморозков существенно влияет экспозиция склонов. Так, на восточных и южных склонах после восхода солнца растения облучаются солнечной радиацией значительно, чем на других, что приводит к быстрому испарению льда из межклеточных пространств и большому повреждению растительных организмов. На этих склонах растения сильнее подвержены действию заморозков, чем на северных и западных.

Важную роль в возникновении заморозков играет лес. В зависимости от взаимного расположения леса и поля интенсивность и повторяемость заморозков бывают различными. Если лес расположен на склоне, то он препятствует стоку холодного воздуха вниз, поэтому участки, расположенные выше леса, чаще подвергаются действию заморозков, а на полях, расположенных ниже леса, их повторяемость уменьшается. Если лес расположен на ровном месте, то при адвективном заморозке он задерживает холодный воздух и ослабляет заморозок на полях за лесом. Одновременно лес увеличивает вероятность радиационных заморозков на поляне. Вследствие ослабления ветра и понижения интенсивности турбулентного обмена здесь ночью создаются глубокие инверсии, в результате чего продолжительность периода без заморозка уменьшается на 20-25 дней.

На степень повреждения растений заморозками влияет также густота травостоя. Чем реже травостой, тем сильнее нагревается почва под растениями днем и охлаждается ночью, т. е. наиболее интенсивный заморозок наблюдается на почве. При густом травостое самые низкие температуры ночью наблюдаются на высоте более густой его части (2/3-3/4 от высоты растений). Следовательно, самому сильному заморозку подвергаются цветы, колосья, плоды, в то время как в метеоро-

логической будке и на почве температуры могут быть положительными.

Методы борьбы с заморозками

Применяемые в практике сельского хозяйства методы борьбы с заморозками можно разделить на две группы:

1. Биологические методы.

Большую роль в борьбе с заморозками играет выведение морозоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур, внедрение скороспелых сортов и т. д. Повышение морозоустойчивости культуры дает существенные результаты. Однако метод отличается сложностью и трудоемкостью. Поэтому для предохранения растений от заморозков чаще используются различные агротехнические приемы.

2. Агротехнические приемы.

Установлено, что для предохранения растений от заморозков часто бывает достаточно повысить их температуру на 1-2°, а повышение ее на 3-4° почти полностью обеспечивает сохранность урожая. Поэтому агротехнические приемы направлены на охлаждения растений в ночные часы и нагревания прямыми солнечными лучами в утренние. При выборе метода борьбы с заморозками необходимо иметь представление о его метеорологической эффективности.

Наиболее широкое распространение получили следующие методы:

А. Укрытие растений. Целью укрытия является уменьшение эффективного излучения деятельного слоя и повышение минимума температуры воздуха вблизи растений. Почва и растения прикрываются стеклом, пленкой, ветками хвойных деревьев, соломенными покрытиями. В субтропиках на плантациях цитрусовых культур применяются чехлы из трехслойной марли, способствующие повышению температуры растений на 1-2°. Иногда для этой цели используются специальные непромокаемые бумажные мешки, благодаря чему температура повышается более чем на 1°.

В. Дымление. Дымовую завесу можно создать путем сжигания дымовых куч или специальных дымовых шашек. Влияние дымовой завесы на температуру приземного слоя воздуха заключается в следующем. При сгорании дымовой смеси выделяется тепло, повышающее

температуру воздуха. Образовавшийся дым ослабляет тепловое излучение земли, увеличивает противоизлучение атмосферы, поэтому эффективное излучение на задымленном участке несколько уменьшается. В дымовой завесе обычно содержатся гигроскопические вещества, являющиеся ядрами конденсации. При конденсации водяного пара выделяется тепло, повышающее температуру. Основную роль в повышении температуры воздуха при дымлении играет выделение тепла при сгорании дымовой смеси. Температурный эффект от уменьшения эффективного излучения зависит от концентрации дыма, толщины слоя, состава дымовых частиц и т. д.

С. Открытый обогрев. Этот метод применяется для спасения от заморозка главным образом субтропических культур. На плантациях по определенной схеме размещаются грелки, в которых сжигается топливо. Изменение температуры воздуха при использовании грелок происходит за счет конвективного теплообмена нагретых стенок с воздухом, а также в результате лучистого теплообмена между поверхностью грелки и воздухом и за счет тепла, выносимого из трубы нагретыми газами.

Д. Противозаморозковое дождевание. За несколько часов до заморозки производится полив сельскохозяйственных культур путем дождевания. При дождевании увеличивается влажность воздуха и при последующем понижении температуры может качаться конденсация водяного пара. При этом возрастает противоизлучение атмосферы. Испарение влаги с поверхности растений вызывает понижение их температуры и, соответственно, уменьшение излучательной способности. Следовательно, эффективное излучение становится меньше. Увлажнение почвы способствует росту теплопроводности, что в свою очередь увеличивает приток тепла из более глубоких слоев. Все это приводит к некоторому повышению температуры воздуха вблизи растений. Если все же она становится отрицательной, то на поверхности растений появляется лед, при образовании которого выделяется тепло. Если дождевание продолжается в течение всего заморозка, то температура растений не может опуститься ниже 0°C (температуры образования льда). Особенно экономически эффективен этот метод при сильных заморозках.

Помимо изложенных существуют и другие способы защиты от заморозков. Наибольший эффект в борьбе с ними получается при использовании комплекса мероприятий, с учетом -микроклиматических особенностей полей и физиологии растений.

Контрольные вопросы

1. Механизм засухи.
2. Механизм суховея.
3. Засухоустойчивость растений.
4. Неблагоприятные природные факторы, влияющие на ландшафт.
5. Неблагоприятные и осложненные метеорологические условия.
1. Распределение пыльных бурь по территории России.
2. Что такое пыльная буря?
3. Прогноз пыльных бурь.
4. Суточный ход начала пыльных бурь.
5. Пыльные бури, их характеристика и распределение по территории.
6. Что такое град?
7. Чем опасен град?
8. Размер градин.
9. Как образуется град?
10. Как появляется град?
11. Что такое заморозки?
12. Какие причины приводят к возникновению заморозков?
13. Заморозки на пониженных участках.
14. Радиационные заморозки.
15. Адвективные заморозки.
16. Классификация сельскохозяйственных культур по их устойчивости к заморозкам.
17. Какие типы заморозков и причины их возникновения вы знаете?
18. Какие метеорологические измерения нужны, чтобы предсказать заморозки по методу Михалевского?
19. Классификация сельскохозяйственных культур по их устойчивости к заморозкам?
20. Предсказание заморозков.
21. Профилактические методы борьбы и прямые способы защиты от заморозков.

22. Заморозки адвективные, радиационные и смешанные.
23. Географическая изменчивость вероятности заморозков.
24. Противозаморозковое дождевание.
25. Биологические методы и агротехнические приемы борьбы.

Глава 10. МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕБЛАГОПРИЯТНЫМИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ

10.1. Основные факторы, определяющие перезимовку озимых культур. Вымерзание посевов. Методы борьбы с вымерзанием посевов

Озимые культуры широко распространены на земном шаре, и на их долю приходится более 1/3 валового сбора зерна.

Урожай озимых часто снижается из-за неблагоприятных условий перезимовки, которая зависит от комплекса агрометеорологических условий, биологических особенностей сорта растений, состояния их в момент прекращения осенней вегетации и т. д.

Озимые культуры в течение зимнего периода находятся в состоянии покоя, в них протекают только те процессы, которые необходимы для поддержания жизни и возобновления вегетации весной. Различные сельскохозяйственные культуры в этот период неодинаково относятся к агрометеорологическим условиям, что определяется климатом родины культуры, под влиянием которого сформировались ее биологические особенности. В связи с этим озимые имеют разную морозоустойчивость, под которой понимают способность переносить низкие температуры.

При длительном воздействии на растения низких температур происходит обезвоживание протоплазмы -клеток, которое является результатом перегонки влаги из клеток на кристаллики, образовавшиеся в межклеточных пространствах. Кроме того, растущие ледяные частицы наносят механические повреждения растительным тканям. Каждому виду растений свойственна определенная критическая температура, при которой начинаются повреждения. Наиболее устойчивой культурой является озимая рожь. Менее морозоустойчивы озимая пшеница и озимый ячмень.

Критическая температура в течение зимы не остается постоянной. Она понижается от осени к зиме, а к весне несколько повышается. Кроме того, она заметно меняется по территории, понижаясь с ростом континентальности климата

Степень сопротивления растений неблагоприятным условиям зимы в большой мере зависит от метеорологических условий осени.

При определенных погодных условиях осенью происходит завалка растений, в результате чего, повышается их сопротивляемость низким температурам и другим неблагоприятным условиям, т. е. зимостойкость.

Зимостойкость - способность растений переносить неблагоприятные условия зимнего периода, т. е. противостоять вымерзанию, выпрежанию, вымоканию и т. д.

Результатом хорошей закалки является рост зимостойкости культуры. Если же после успешной закалки наступает теплая влажная погода с обильными осадками, то растения теряют приобретенные качества, зимостойкость их понижается. Следовательно, зимовка озимых культур в большой мере зависит от погодных условий осени. Закаливание свойственно не только озимым злакам, но и древесной растительности, в том числе и плодовым деревьям.

Вымерзание - главная причина гибели озимых культур на больших площадях.

Вымерзание наблюдается в тех случаях, когда температура почвы на глубине узла кущения (примерно 3 см) становится ниже критического значения. Это происходит при отоутствии снежного покрова или при небольшой его высоте. Гибель от низких температур наступает в результате обезвоживания протоплазмы и повреждения клеток кристаллами льда. Чтобы произошло обезвоживание, температура растений должна длительное время удерживаться ниже критического значения.

Немаловажную роль в вымерзании посевов играет скорость понижения температуры, с увеличением которой погибает большое количество растений, так как вода не успевает перейти в межклеточные пространства, кристаллизуется в клетках, что приводит к их повреждению и нарушению жизнедеятельности.

Температура почвы на глубине узла кущения зависит от высоты снежного покрова. Вымерзание чаще наблюдается в районах с суровыми малоснежными зимами. В районах с высоким снежным покровом, а также на юго-западе, где зимой температура почвы не понижается до критических значений, оно не наблюдается.

Методы борьбы с вымерзанием посевов можно разделить на:

1. Агротехнические.
2. Биологические

Агротехнические приемы борьбы с вымерзанием состоят в основном в проведении снежных мелиораций. С их помощью увеличивается высота снежного покрова, достигается более равномерное распределение его по площади, создаются такие условия, при которых на глубине узла кущения температура становится выше критического значения. Снежные мелиорации осуществляются путем снегозадержания и снегонакопления. Снегозадержание направлено на удержание и сохранение выпавшего снега от сдувания сильными ветрами. Снегонакопление - удержание снега, принесенного ветром с окружающих площадей.

Биологические методы состоят в выведении морозоустойчивых сортов. На морозоустойчивость растений большое влияние оказывает минеральная подкормка, особенно фосфорно-калийная. Она способствует более мощному развитию корневой системы и накоплению в растениях сахаров.

Снегозадержание и снегонакопление ведутся в районах, где высота снежного покрова не превышает 30 см. При большей высоте снежные мелиорации с уменьшением вымерзания могут привести к созданию других неблагоприятных условий.

Снегозадержание и снегонакопление осуществляется с помощью кулисных посевов, расстановки щитов, ползащитных лесных полос, кустарниковых защит, оставления на зиму полос стерни и др. При организации снежных мелиораций большое значение имеет правильный долгосрочный прогноз температуры и осадков зимой. В случаях, когда ожидаются сильные морозы и невысокий снежный покров, увеличиваются площади, на которых проводятся снежные мелиорации и накапливается больше снега.

10.2. Выпревание посевов. Меры борьбы с выпреванием

Выпревание - это гибель растений, находящихся под глубоким покровом снега в условиях мягкой зимы.

Причина выпревания - расходование на дыхание запасенных с осени веществ без их фотосинтетического пополнения.

Устойчивость к выпреванию определяется большим накоплением углеводов и низким уровнем дыхания в зимний период. Выпревание - сложный процесс.

Выпревание можно представить следующим образом: если высокий снежный покров ложится на непромерзшую почву и удерживается в течение нескольких месяцев, то растения, находящиеся при температуре около 0° С, из-за отсутствия света не могут ассимилировать, но интенсивно дышат, расходуя на это большое количество питательных веществ. В результате в конце зимы оказываются очень ослабленными и подвергаются грибковым заболеваниям.

Выделяют три фазы выпревания:

- 1 фаза - углеводное истощение,
- 2 фаза - голодание,
- 3 фаза - гибель от грибковых заболеваний.

1 фаза - углеводное истощение. Наблюдается расход питательных веществ на дыхание, интенсивность которого зависит от температуры растений и состояния их перед уходом под снег. При хорошей осенней закалке запасы сахаров в разных частях растения составляют 17-25% сухой массы, т. е. около 250 мг на грамм сухого вещества. При плохой закалке содержание сахаров намного меньше. В течение первой фазы запас сахара начинает истощаться тем быстрее, чем выше среднесуточная температура под снегом.

Процесс истощения длится 2-3 месяца., после чего наступает фаза голодания,

2 фаза – голодание. в течение 2 фазы голодания растения пополняют запасы сахаров за счет перехода в них крахмала. При этом происходит расход белков и распад тканей клеток. Фаза голодания начинается, когда запас сахара в тканях падает до 2-4% сухой массы. Большая часть растений погибает при длительности голодания 30-40 дней.

3 фаза - гибель от грибковых заболеваний. Если в период фазы голодания снежный покров не сошел, то на растениях развивается снежная плесень и через несколько дней они погибают.

Наиболее благоприятные для развития грибковых заболеваний условия наблюдаются при температуре под снегом выше 0°С и относительной влажности воздуха около 90%. Если после фазы голодания снежный покров быстро сходит, то жизнеспособность растений восстанавливается.



Рис. 35. Выпревание

Выпревание довольно длительный процесс. Выпревание наблюдается на больших площадях, если неблагоприятные условия сохраняются в течение 80-100 дней и более при высоте снежного покрова >30 см и глубине промерзания почвы <50 см.

Выпреванию обычно подвергаются посевы на меньших площадях, чем вымерзанию.

В борьбе с выпреванием используются:

1. Агротехнические приемы.
2. Биологические приемы

Одной из наиболее эффективных мер борьбы с выпреванием является выведение устойчивых сортов. Большое значение для успешной перезимовки растений под высоким снежным покровом имеет своевременность сева озимых культур. Сроки сева не должны быть слишком ранними, чтобы растения ушли под снег непереросшими.

Существенное влияние на перезимовку посевов оказывает интенсивная минеральная подкормка осенью. Однако наибольший эффект дают агротехнические приемы, способствующие понижению температуры под снегом и, следовательно, уменьшению интенсивности расходования сахаров. В тех случаях, когда выпревание посевов уже

началось, целесообразно весной раньше освобождать поля от снега, что достигается путем его разбрасывания, а иногда чернения.

10.3. Вымокание посевов. Меры борьбы с вымоканием посевов

Вымокание – наблюдается в бессточных понижениях, на глинистых, слабопроницаемых почвах и в других местах, где ранней весной под снегом или после его схода скапливается снеговая вода.

Вымокание озимых культур наблюдается при длительном их затоплении. Физиологические процессы, приводящие к повреждению и гибели посевов при затоплении, изучены слабо.

Основной причиной гибели растений в этих условиях является нарушение процесса дыхания из-за недостатка кислорода, другие – нарушение питания из-за недостатка углекислоты. Наиболее часто растения страдают от вымокания весной, когда они ослаблены перезимовкой, особенно на полях, где зимой наблюдалось выпревание. Затопление посевов в течение 5-10 дней осенью и зимой существенного ущерба не наносит.

Последствия весеннего вымокания посевов сказываются и в летний период, так как при длительном затоплении почвы теряет структуру, нарушается аэрация, из почвы вымываются питательные вещества, что приводит к снижению урожайности. Изреженность посевов при вымокании зависит от многих причин, в том числе от высоты слоя воды.



Рис. 36. Вымокание посевов

Если растения затоплены не полностью (верхняя их часть находится под водой), то гибель растительных организмов наблюдается значительно реже, чем при полном их затоплении. Большую роль в вымокании играет температура-воды и продолжительность периода затопления.

Изреженность посевов тем больше, чем длительнее период затопления; например, если растения полностью покрыты водой, то при продолжительности затопления менее 10 дней изреженность посевов составляет 5-25%, при 15-дневном затоплении 15-35%, а при 25-30-дневном посевы погибают полностью.

Наиболее часто вымокание происходит в районах с неустойчивым снежным покровом, где морозная погода быстро сменяется оттепелью и в пониженных частях рельефа скапливается большое, количество воды.

Наиболее эффективным способом борьбы с вымоканием являются осушительные мелиорации, в результате которых увеличивается сток воды с затопленных полей. Особенно хорошие результаты дает закрытый дренаж. В районах с большой повторяемостью вымокания

используется бороздование посевов, выращивание растений на мелких гребнях.

10.4. Ледяная корка. Меры борьбы с ледяной коркой

Ледяная корка – слой льда, располагающийся на поверхности почвы или в снежном покрове. Толщина ее меняется от 1 до 10 см в очень редких случаях составляет 15 см.

Различают два вида ледяной корки:

1. Притертую корку
2. Подвешенную корку ¹

Притертая ледяная корка представляет собой слой льда, вплотную смерзшийся с почвой и растениями.

Притертая ледяная корка ухудшает условия газообмена тк под ней содержание CO_2 в тканях растений возрастает от 1 до 20%, а O_2 уменьшается от 20 до 8%. Растения страдают от избытка углекислоты и недостатка кислорода. При изменении температуры ледяная корка деформируется и наносит растениям механические повреждения. Особенно опасна ледяная корка, расположенная на глубине узла кущения. При сильных морозах она способствует вымерзанию посевов. Чем толще притертая ледяная корка и длительнее период ее залегания, тем больше изреженность посевов.

При небольшой высоте притертой корки, когда верхняя часть листьев остается над ее поверхностью, изреженность посевов бывает незначительной. В низинах, где под коркой часто скапливается талая вода, повреждение растений наблюдается довольно часто.



Рис. 37. Ледяная корка

Подвешенная корка представляет собой прослойку в снежном покрове. Этот вид корки обычно не причиняет существенного ущерба посевам. Некоторые ученые считают, что она создает парниковый эффект и тем самым улучшает условия пребывания растений под снегом. Встречается реже, чем притертая.

Ледяная корка образуется при оттепелях и последующем замерзании воды, особенно в низинах. Образование ледяной корки в результате оттепелей происходит при суммах положительных температур за период оттепели.

Ледяная корка, образовавшаяся при снеготаянии, обычно мутная, так как содержит пузырьки воздуха и нерастаявшие кристаллики льда, и растет сверху вниз. Она может возникать также при синоптических условиях, определяющих образование гололеда, т.е. при выпадении переохлажденных осадков и последующем их замерзании. В этом случае слой льда растет снизу вверх, он прозрачен, мало подвергается деформации. В 90% случаев ледяная корка образуется в результате снеготаяния.

По характеру распространения различают:

1. Сплошную ледяную корку,
2. Залегающую сплошным слоем на всем поле,
3. Залегающую местами корку.

Сплошная корка на территории наблюдается сравнительно редко (14% случаев).

Корка, залегающая местами, встречается чаще (86% случаев).

Повреждение растений ледяной коркой часто является следствием не прямого ее воздействия, а влияния сопровождающих корку вымерзания, вымокания, выпревания посевов. Поэтому меры борьбы с ней включают и борьбу с этими явлениями.

Основным мероприятием является снегозадержание, часто применяется отвод воды с полей, в некоторых случаях - уплотнение снега под коркой, иногда прибегают к дроблению льда, хотя этот метод малоэффективен. В некоторых случаях с ледяной коркой можно бороться с помощью покрытия ее угольной пылью, торфом, золой, уменьшающими альбедо льда. Однако в результате интенсивного таяния льда на его поверхности образуется слой воды и в дальнейшем эффект чернения уменьшается.

Контрольные вопросы

1. Что такое снегозадержание?
2. Что такое снегонакопление?
3. Что такое вымерзание?
4. Критическое снижение температуры, ведущее к вымерзанию.
5. Как бороться с промерзанием почвы?
6. Какие факторы внешней среды вызывают выпревание растений в зимнее время?
7. Что такое выпревание?
8. Какие приемы для борьбы с выпреванием?
9. Выпревание в нехолодные зимы с большим снежным покровом.
10. Механизм выпревания растений.
11. Что такое вымокание?
12. Меры борьбы с вымоканием.
13. Вымокание посевов при затоплении всходов избыточными осадками или талыми водами.
14. Физиологические основы стойкости озимых культур при вымокании.

15. Физиологическая сущность вымокания.
16. Что такое ледяная корка?
17. Меры борьбы с ледяной коркой.
18. Физиологические основы стойкости растений при ледяной корке.
19. Физиологическая сущность формирования ледяной корки.
20. Процесс образования ледяной корки.

Глава 11. АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ

Агрометеорологические прогнозы - это прикладная область агрометеорологии, изучающая закономерности распределения и изменения во времени и пространстве агрометеорологических условий, влияющих на объект и процессы сельскохозяйственного производства, и методы прогнозирования этих условий.

Агрометеорологические прогнозы представляют собой предвидение или предвычисление агрометеорологических элементов и характеристик, влияющих на скорость роста, развития растений, их урожайность.

Агрометеорологические прогнозы составляются с различной заблаговременностью, иногда за два-три месяца до наступления прогнозируемого комплекса условий.

Прогнозы агрометеорологических условий, влияющих на формирование урожая сельскохозяйственных культур (прогноз запасов продуктивной влаги в почве, прогноз теплообеспеченности, прогноз оптимальных сроков сева и т.д.)

Фенологические прогнозы - прогнозы наступления фаз развития растений, прогнозы появления и развития вредителей сельхозкультур.

Методы составления агрометеорологических прогнозов в большинстве случаев базируются на учете сложившихся агрометеорологических условий, выявлении показателей, которые медленно меняются во времени и оказывают определяющее влияние на дальнейшее состояние растений. Эти показатели называются инерционными факторами.

С применением инерционных факторов уменьшается степень зависимости точности агро-метеорологических прогнозов от точности долгосрочного прогноза погоды, в частности прогноза температуры воздуха и суммы осадков.

В настоящее время составляется несколько десятков видов агрометеорологических прогнозов, некоторые из них приведены ниже.

Контрольные вопросы

1. Агроклиматическое районирование территории и агрометеорологические прогнозы.
2. Что такое прогнозы погоды
3. Каковы основные методы составления краткосрочных прогнозов погоды?
4. Какими методами составляются долгосрочные прогнозы погоды?
5. Что называется агрометеорологическим прогнозом?

Глава 12. МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

12.1. Испарение воды и конденсация водяного пара. Методы регулирования испарения с сельскохозяйственных полей

Испарение - это переход вещества из жидкого или твердого состояния в газообразное. Испарение является одним из "основных звеньев в круговороте воды на земном шаре, а также важнейшим фактором теплообмена в растительных и животных организмах.

На испарение затрачивается значительное количество тепла, составляющее для всей земной поверхности порядка $12,6 \cdot 10^{23}$ Дж/год, или около 30 % поглощаемого Землей солнечного тепла. За год с поверхности Мирового океана испаряется около $450 \cdot 10^3$ км³ воды, а с поверхности суши - $70 \cdot 10^3$ км³.

Количественно испарение характеризуется скоростью испарения - массой воды, испарившейся с единицы поверхности за единицу времени. Для практических целей скорость испарения выражается высотой (в миллиметрах) слоя воды, испарившейся за единицу времени. Слой воды высотой 1 мм, испарившейся с площади 1 м², соответствует массе воды в 1 кг или 1 л воды (1 мм слоя воды - $10 \text{ м}^3/\text{га} = 10 \text{ т/га}$).

На интенсивность испарения влияют многие факторы, в том числе и метеорологические. Главные из них - температура испаряющей поверхности, влажность воздуха и ветер.

Законы Дальтона:

1. Закон парциальных давлений смесей газов: давление смеси химически не взаимодействующих идеальных газов равно сумме их парциальных давлений.

2. Закон о растворимости компонентов газовой смеси: при постоянной температуре растворимость в данной жидкости каждого из компонентов газовой смеси, находящейся над жидкостью, пропорциональна их парциальному давлению.

Согласно закону Дальтона, скорость испарения то прямо пропорциональна разности между давлением насыщенного пара, вычисленным по температуре испаряющей поверхности, и парциальным давлением водяного пара с, находящегося в воздухе, и обратно пропорциональна атмосферному давлению



Рис. 38. Джон Дальтон

Из закона Дальтона следует, что скорость испарения будет возрастать по мере увеличения разности, т. е. дефицита влажности воздуха, вычисленного по температуре испаряющей поверхности.

Влияние атмосферного давления обусловлено тем, что его увеличение затрудняет отрыв молекул воды от испаряющей поверхности. В связи с тем, что у поверхности Земли атмосферное давление колеблется в сравнительно небольших пределах, оно несущественно влияет на скорость испарения и учитывается главным образом при сравнении скорости испарения на разных высотах в горной местности. При прочих равных условиях скорость испарения с высотой возрастает.

Зависимость скорости испарения от скорости ветра связана с турбулентной диффузией пара, которая становится интенсивнее по мере усиления ветра.

Испаряемость — это максимальное количество влаги в миллиметрах, которое может в данных метеорологических условиях испариться с водной поверхности или с поверхности переувлажненной почвы за какой-либо промежуток времени.

На европейской части территории России испаряемость возрастает с северо-запада на юго-восток, так как в этом направлении увеличиваются тепловые ресурсы и сухость воздуха. Средняя годовая испаряемость в Санкт-Петербурге 320 мм, в Москве - 420, в Астрахани - 850 мм. В этом же направлении увеличивается разность между возможным

и фактическим испарением с почвы.

Скорость испарения зависит не только от метеорологических факторов, но и от свойств испаряющей поверхности.

Испарение с водной поверхности зависит, во-первых, от размера водоема. Испарение с небольших водоемов активнее, так как ветер приносит с окружающей суши более сухой воздух. Во-вторых, оно зависит от солености воды. С пресных водоемов испарение больше, так как упругость насыщения над пресной водой больше, чем над раствором.

На скорость испарения с поверхности почвы влияет много факторов. Очевидно, что с увеличением влажности почвы при прочих равных условиях испарение больше. Темные почвы сильнее прогреваются, чем светлые, и поэтому испаряют больше влаги. С неровной поверхности почвы (вспаханное поле) испарение идет интенсивнее, чем с ровной, так как над шероховатой поверхностью сильнее развито турбулентное перемешивание.

Интенсивность испарения зависит также от разновидности почвы. Песчаные почвы испаряют меньше, чем глинистые, и эта разница тем больше, чем крупнее частицы песка. А при диаметре песчинок более 2 мм испарения практически не происходит.

На скорость испарения оказывает влияние состояние почвы. Рыхлая почва с разрушенными капиллярами испаряет меньше, чем плотная с узкими капиллярами, по которым влага поднимается к поверхности почвы.

Испарение с поверхности почвы резко уменьшается, если пахотный слой почвы имеет комковатое строение. В этом случае поднятие воды и, следовательно, испарение ее затруднены тем, что между отдельными комками имеются ходы большого размера, препятствующие капиллярным перемещениям воды. Наоборот, порошкообразная или пылеватая структура почвы вызывает усиленное испарение с поверхности почвы.

На испарение воды почвой оказывает влияние глубина залегания грунтовых вод. Чем ближе к испаряющей поверхности залегают грунтовые воды, тем больше испарение.

Рельеф обуславливает изменение скорости ветра и различие в температуре почвы. На возвышенностях скорость ветра больше, чем в низинах, вследствие чего скорость испарения на возвышенностях

больше. Склоны южной экспозиции прогреваются сильнее, чем северные, поэтому испарение на южных склонах интенсивнее.

Испарение воды растениями называют транспирацией.

Транспирация - это сложный физико-биологический процесс. Поглощая воду из почвы, растение снабжает себя не только водой, обеспечивая процесс фотосинтеза, но и элементами минерального питания (в растворенном виде). Испаряя воду, растение понижает свою температуру.

Интенсивность транспирации зависит от тех же метеорологических факторов, что и физическое испарение с поверхности воды или почвы: температуры и влажности воздуха, скорости ветра. Транспирация воды происходит через устьица, которые на свету раскрываются больше. Следовательно, транспирация зависит еще от освещенности.

Интенсивность транспирации зависит от вида и сорта, состояния и фазы развития растений.

Расход воды на транспирацию может быть выражен через различные показатели, однако в сельскохозяйственной практике чаще применяют коэффициент транспирации - отношение массы воды, расходуемой растением на транспирацию, к массе сухого вещества (биологическому урожаю) за вегетационный или межфазный период.

Значение коэффициента транспирации изменяется в зависимости от условий произрастания: в более влажном климате и при значительных дозах удобрений транспирационный коэффициент уменьшается. Чем лучше условия внешней среды для растений, выше агротехника и больше урожай, тем меньше коэффициент транспирации.

Под суммарным испарением понимается сумма транспирации, испарения с почвы и испарения влаги, задержанной растительным покровом при выпадении осадков.

Суммарное испарение сельскохозяйственных полей помимо погодных условий обусловлено мощностью растительного покрова, биологическими особенностями сельскохозяйственных культур, глубиной корнеобитаемого слоя, агротехникой возделывания и т. д.

Соотношение между составляющими суммарного испарения в течение вегетационного периода значительно изменяется. В начале вегетации, когда испаряющая листовая поверхность еще невелика, испарение с поверхности почвы больше, чем с поверхности растений.

В дальнейшем расход воды на транспирацию превышает физическое испарение с поверхности почвы, так как по мере нарастания фитомассы увеличивается затенение почвы и ослабляется воздухообмен бреди растений.

Испарение с деятельной поверхности имеет выраженный суточный ход, особенно в теплое время года.

В суточном ходе испарение следует за дефицитом влажности воздуха, который, в свою очередь, следует за температурой. Испарение начинается утром, приблизительно через 1 ч после восхода Солнца, и прекращается вечером, примерно за 1 ч до захода Солнца. В ночное время суток испарение практически равно нулю.

Максимум испарения наблюдается в 13- 14 ч, когда достигают наибольших значений температура испаряющей поверхности, дефицит насыщения водяного пара и скорость ветра.

На годовой ход испарения, как и на суточный, главное влияние оказывает температура. Поэтому наибольшее испарение бывает в летние месяцы (июнь - июль), иногда и в мае, а наименьшее - в январе или декабре. Весной вследствие малой абсолютной влажности воздуха испарение бывает больше, чем осенью.

Одна из важнейших задач агротехники - сокращение непродуктивного испарения с почвы, а также испарения влаги сорной растительностью. Существенно изменить режим испарения влаги с сельскохозяйственных полей возможно посадкой полезащитных лесных полос, которые уменьшают скорость ветра и ослабляют турбулентное перемешивание воздуха в приземном слое. Это значительно сокращает испарение на защищенных участках. Общее снижение испарения для участков черного пара, защищенных лесными полосами, составляет в среднем около 20 %.

Кулисы из высокостебельных растений также способствуют накоплению влаги.

Очень важное мероприятие, способствующее накоплению влаги в почве и уменьшению испарения вследствие разрушения капилляров, - зяблевая обработка почвы, междурядная обработка пропашных культур, ранневесеннее боронование зяби. Даже при наличии незначительного рыхлого слоя на поверхности почвы (всего несколько сантиметров) испарение с последней уменьшается в 4 - 5 раз.



Рис. 39. Кулисы из высокостебельных растений

Применение ранней зяблевой вспашки уменьшает весенний поверхностный сток в сухостепных районах в 5 раз, в степных - в 3 - 4, в лесостепных - в 2 раза.

Уменьшению стока способствует также осеннее щелевание почв т.к. этот прием сокращает сток под многолетними травами и на пастбищах от 8 - 10 до 20.- 30 мм.

Положительное влияние безотвальной вспашки проявляется в том, что после нее стерня остается на поверхности почвы и, являясь мульчирующим слоем, уменьшает расход влаги на испарение. Кроме того, стерня хорошо задерживает снег, что также пополняет запасы влаги в почве при снеготаянии.

Испарение с поверхности почвы можно регулировать, покрывая поверхность почвы торфяной крошкой, навозом, древесными опилками, мелкой соломой, листьями и др. Почва в этом случае предохраняется от уплотнения, что создает лучший воздушный режим для корней и почвенной микрофлоры.

Для мульчирования используют также полиэтиленовую пленку. Этот прием воздействует на микроклимат нижней части приземного слоя почвы и изменяет ее водный режим.

Определенный эффект дает применение гербицидов, уничтожающих сорные растения, так как при этом уменьшается непродуктивное испарение.

Изыскание эффективных способов снижения непродуктивного испарения из почвы и растений остается насущной проблемой богарных и орошаемых земель.

12.2. Конденсация и сублимация водяного пара. Облака

Переход водяного пара в жидкое состояние называется конденсацией. Превращение водяного пара в твердое состояние, минуя жидкую фазу, называется сублимацией.

Конденсация и сублимация водяного пара происходят как в атмосфере, так и на деятельной поверхности.

Для начала конденсации или сублимации либо фактическая упругость водяного пара в воздухе должна увеличиваться до значения, превышающего упругость насыщения, либо температура воздуха должна опуститься ниже точки росы. Поступление водяного пара в воздух над сушей ограничено, поэтому состояние насыщения в атмосфере достигается при изменении температуры. При понижении температуры воздуха ниже температуры точки росы избыток пара, превышающий упругость насыщения, конденсируется или сублимируется.

Понижение температуры воздуха ниже точки росы возможно вследствие охлаждения деятельной поверхности излучением и последующего охлаждения прилегающих слоев воздуха; соприкосновения теплого воздуха с холодной деятельной поверхностью; смешивания двух масс воздуха, имеющих разную температуру; поднятия воздуха вверх.

В чистом воздухе капельки воды (конденсат) начинают образовываться только при 6 - 8-кратном превышении упругости насыщения (зародышевые капли в этом случае возникают в результате объединения молекул водяного пара в комплексы). Такого перенасыщения в атмосфере не бывает, но зато в ней всегда имеется большое число различных гигроскопических частиц, являющихся активными ядрами конденсации (сублимации). Поэтому сгущение водяного пара в атмосфере начинается уже при влажности воздуха, близкой к 100 %.

Продукты конденсации и сублимации на земной поверхности и на наземных предметах. В зависимости от температуры поверхности, а также температуры и влажности воздуха могут образовываться роса, иней, изморозь, а при определенных условиях - гололед.

Роса - мелкие капли воды, образующиеся на поверхности почвы, на растениях и на других предметах при температуре точки росы выше 0 °С. Роса образуется вследствие радиационного охлаждения деятельной поверхности в ясные тихие ночи, когда температура поверхности и прилегающего к ней воздуха опускается до точки росы и сконденсировавшийся пар выделяется на поверхности в виде капелек воды.

Роса является некоторым ресурсом влаги для растений, особенно важным в засушливых районах. В умеренных широтах за одну ночь может образоваться 0,1 - 0,5 мм (0,1 - 0,5 л/м²) осадков; годовое количество влаги, выделяемое росой, составляет 10 - 30мм (100 - 300 м³Да).

Образование росы сопровождается выделением скрытой теплоты парообразования, в результате чего процесс выхолаживания замедляется, и почва предохраняется от заморозков. Однако в период уборки урожая роса затрудняет работу комбайнов, так как солома и зерно вследствие большой гигроскопичности становятся влажными, зерно плохо вымолачивается, солома забивает барабаны молотилки комбайна. Сильные, долго не спадающие росы во время созревания зерна, а особенно в фазу полной спелости, вызывают «отекание*» зерна. Обильные росы могут спровоцировать и появление болезней у растений.

В условиях, аналогичных выпадению росы, но при снижении температуры на поверхности предметов ниже 0 °С путем сублимации образуется иней, состоящий из ледяных кристаллов. Этот процесс происходит преимущественно при инверсии температуры воздуха.

Твердый налет представляет собой полупрозрачный, беловатого цвета ледяной налет толщиной до 2 - 3 мм, отлагающийся вследствие сублимации на наветренных сторонах различных холодных предметов при адвективном потеплении (приток более теплого воздуха, часто при тумане), причем температура воздуха остается отрицательной.

При зимних оттепелях в пасмурную погоду или при тумане на вертикальных поверхностях, которые холоднее воздуха, часто появляется жидкий налет, поверхности «запотевают*».

Изморозь - отложение льда на ветвях деревьев, проводах и т. п. при тумане в результате сублимации водяного пара (кристаллическая изморозь) или намерзания капель переохлажденного тумана (зернистая изморозь).

Кристаллическая изморозь состоит из кристаллов льда, нарастающих на наветренной стороне при слабом ветре и температуре ниже -15 °С. Длина кристалликов обычно не превышает 1 см, но может достигать и нескольких сантиметров. Кристаллическая изморозь имеет вид пушистых гирлянд, легко осыпающихся при ветре.

Зернистая изморозь - снеговидный, рыхлый лед, нарастающий с наветренной стороны предметов в туманную, умеренно-морозную (до -10 °С), преимущественно ветреную погоду, особенно в горах. Толщина слоя отложения ее может достигать нескольких десятков сантиметров. В таких случаях это опасное метеорологическое явление, так как ломаются ветки деревьев, рвутся провода и т. д.

Туман – это скопление мелких водяных капелек или ледяных кристаллов в приземных слоях атмосферы, делающее воздух непрозрачным.

В зависимости от причин образования туманы делят на:

1. Туманы охлаждения
2. Туманы испарения.

Охлаждение может происходить при разных условиях.

Во-первых, воздух может перемещаться с более теплой подстилающей поверхности на более холодную и охлаждаться вследствие этого. Это адвективные туманы.

Во-вторых, воздух может охлаждаться потому, что сама подстилающая поверхность под ним охлаждается радиационным путем. Это радиационные туманы.

Туманы испарения возникают чаще всего осенью и зимой (или летом ночью) в холодном воздухе над более теплой открытой водой.

Туманы имеют как положительное, так и отрицательное значение в жизни растений. Они могут быть полезны в период поздневесенних и раннеосенних заморозков, так как сдерживают выхолаживание деятельной поверхности. В другие периоды жизни растений туманы, особенно частые, малоблагоприятны.

В период цветения растений они задерживают вызревание пыльцы, препятствуют лёту насекомых, что снижает продуктивность опыления и образования завязи. В период формирования нижнего междоузлия озимых и яровых хлебов они обуславливают крупноклеточное строение ткани, вследствие чего может снизиться устойчивость растений к полеганию.

Туманы, образующиеся в период формирования и дозревания плодов сельскохозяйственных культур, ухудшают их лежкость при хранении и снижают качество, а образующиеся в период уборки зерновых задерживают дозревание хлебов и, как и роса, затрудняют проведение уборочных работ. Туманы, так же как и роса, могут вызывать «стекание» зерна и стимулировать развитие болезней у растений. Далее приведена продолжительность увлажнения листьев пшеницы и интенсивность поражения ее линейной ржавчиной (по Пельтье).

Содержащиеся в воздухе капли воды и кристаллы льда уменьшают его прозрачность, поэтому дальность видимости в тумане может быть очень малой. Если она оказывается больше 1 км, но меньше 10 км, то такое явление называют туманной дымкой или просто дымкой.

Скопление продуктов конденсации и сублимации в свободной атмосфере образует облака.

Размеры облачных элементов - капелек и кристалликов - настолько малы, что длительное время остаются взвешенными в воздухе или даже увлекаются восходящими потоками вверх.

Облака переносятся воздушными течениями. Если относительная влажность в окружающем воздухе убывает, то облака испаряются.

По своему составу облака делят на три группы: первая - водяные облака, состоящие из капелек. Они могут существовать и при небольших отрицательных температурах. В этом случае капельки находятся в переохлажденном состоянии, что вполне обычно в атмосферных условиях;

вторая - ледяные облака, состоящие только из кристалликов при достаточно низких температурах;

третья - смешанные облака, состоящие из переохлажденных капелек и кристалликов при умеренных отрицательных температурах.

При значительном числе капелек и кристалликов в единице объема облачного воздуха элементы так малы, что содержание воды в жидком виде в облаках невелико: в водяных облаках $0,2 - 5 \text{ г/м}^3$, в кристаллических - сотые и тысячные доли грамма на м^3 .

В зависимости от условий образования облака разделяют:

1. на внутримассовые, возникающие внутри однородной воздушной массы. Подъем воздуха и его охлаждение до состояния насыщенности происходят в результате процессов тепловой конвекции и динамической турбулентности. Иногда облака этой группы появляются в

связи с охлаждением воздуха от подстилающей поверхности или из-за волновых движений на поверхности слоя инверсии;

2. фронтальные, образующиеся при восходящих движениях больших воздушных масс на атмосферных фронтах;

3. орографические, возникающие на наветренной стороне при вынужденном подъеме воздушных масс по склонам гор. Высота облаков, их строение связаны с высотой уровня конденсации, нулевой температуры, оледенения. Нижняя граница облаков обычно совпадает с уровнем конденсации. Между этим уровнем и уровнем нулевой температуры облака состоят из капель или тающих снежинок. Выше, до уровня замерзания, облака состоят из переохлажденных капель и снежинок, а выше уровня оледенения - из кристалликов льда. Верхняя граница облаков определяется высотой подъема воздуха.

Многообразие процессов, способствующих образованию облаков, обуславливает существование большого числа их форм.

При метеорологических наблюдениях принята морфологическая (по внешнему виду) международная классификация облаков, включающая четыре семейства и десять родов (форм).

А. Семейство облаков верхнего яруса (высота основания более 6 км): перистые, *Cirrus* (циррус, Ci); перисто-кучевые, *Cirrocumulus* (циррокумулюс, Cc); перисто-слоистые, *Cirrostratus* (дирростратус, Cs).

Б. Семейство облаков среднего яруса (высота основания .6 км): *высококучевые, Altocumulus (альтокумулюс, Ac); высокослоистые, Altostratus (альтостратус, As).*

В. Семейство облаков нижнего яруса (высота основания менее 2 км): слоистые, *Stratus* (стратус, St); слоисто-кучевые, *Stratocumulus* (стратокумулюс, Sc); слоисто-дождевые, *Nimbostratus* (нимбостратус, Ns).

Г. Семейство облаков вертикального развития (нижнее основание на высоте 0,5 - 1,5 км, вершины могут достигать верхнего яруса): кучевые, *Cumulus* (кумулюс, Ci); кучево-дождевые, *Cumulonimbus* (кумулонимбус, Cb).

Формы облаков подразделяют по внешнему виду, плотности, окраске, оптическим явлениям.

Облака своей формой, количеством и мощностью характери-

зуют те физические процессы, которые происходят в атмосфере. Различные формы облаков и последовательность их появления тесно связаны с типом погоды и предстоящими ее изменениями. Облака являются одним из важнейших признаков определения погоды на короткий срок (3 - 4 ч).

Облака верхнего яруса. На вид это белые, полупрозрачные облака, состоящие из ледяных кристаллов.

Перистые облака выглядят как отдельные нити, гряды или полосы волокнистой структуры. Осадков не дают.

Перисто-кучевые облака представляют собой гряды или пластины, имеющие ясно выраженную структуру из очень мелких хлопьев, завитков (барашков). Часто похожи на рябь на поверхности воды или песка. Осадков также не дают.

Перисто-слоистые облака - это тонкая прозрачная белесоватая пелена, частично или полностью закрывающая небосвод. В них иногда различается волокнистая структура. Эти облака часто дают оптические явления, называемые гало - светлые, слегка окрашенные в радужные цвета (красный - вовнутрь) круги вокруг Солнца или Луны. Осадки Земли не достигают.

Облака среднего яруса. Высококучевые облака состоят из мельчайших капелек, часто переохлажденных. Белые, иногда сероватые или синеватые в виде волн, куч, гряд, хлопьев. Между ними видны просветы неба, но иногда элементы могут сливаться. Для них характерно оптическое явление венцы - светлые ореолы, непосредственно примыкающие к диску Солнца или Луны. Осадков эти облака не дают.

Высокослоистые облака - смешанные по составу облака. Светлая или синеватая однородная пелена, слегка волнистая. Солнце и Луна могут просвечивать, как сквозь матовое стекло. Летом осадки из высокослоистых облаков поверхности Земли, как правило, не достигают. Зимой из них часто выпадает мелкий снег.

Облака нижнего яруса. Слоистые облака - это однородный на вид серый слой капельного строения (при достаточно низких температурах в них появляются и кристаллики). Возможно выпадение слабых осадков из этих облаков.

Слоисто-кучевые облака в большинстве случаев состоят из мелких капелек. Серые крупные гряды, волны, кучи или пластины. Могут быть разделены просветами или сливаться в сплошной покров. Иногда

дают слабые осадки.

Слоисто-дождевые облака по составу смешанные. Однообразный темно-серый сплошной слой, под которым часто наблюдают бесформенное скопление низких разорванных облаков. Эти облака всегда дают осадки.

Облака вертикального развития. Кучевые облака состоят из капелек. Это отдельные облака, как правило, плотные, с резко очерченными контурами, при освещении Солнцем ярко-белые. Осадки из этих облаков обычно не выпадают.

Кучево-дождевые облака - плотные, мощные кучевообразные массы, очень сильно развитые по вертикали, смешанные по составу. С ними всегда связано выпадение осадков.

Значение облаков состоит в том, что они задерживают часть солнечной радиации и тем самым влияют на световой и тепловой режимы деятельности поверхности, препятствуют тепловому излучению Земли, из них выпадают осадки.

12.3. Осадки: виды и типы. Суточный и годовой ход осадков. Распределение осадков на земной поверхности

При определенных условиях облачные элементы (капельки, кристаллики) настолько укрупняются, что восходящие токи воздуха уже не могут поддерживать их во взвешенном состоянии, и они выпадают на Землю в виде осадков. Укрупнение элементов происходит частично за счет взаимного слияния капелек, но главным образом - путем сублимационного роста кристалликов за счет испарения переохлажденных капель воды. Поэтому для выпадения обильных осадков необходимо, чтобы облако по составу было смешанным.

Атмосферные осадки по фазовому состоянию делят на жидкие, твердые и смешанные. Вид осадков зависит от температуры воздуха.

К жидким осадкам относятся дождь (диаметр капель 0,5..0,7 мм) и морось (капельки диаметром менее 0,5 мм, находящиеся как бы во взвешенном состоянии, так что падение их почти незаметно).

Твердые осадки имеют разнообразные формы: снег, снежная крупа, ледяная крупа, снежные зерна, ледяной дождь, град.

К смешанным осадкам относится мокрый снег (осадки в виде талющего снега или смеси снега с дождем).

По характеру выпадения осадки подразделяют на обложные, ливневые и морозящие. Тип осадков определяется родом облаков.

Обложные осадки (дождь, снег, мокрый снег, ледяной дождь) выпадают преимущественно из слоисто-дождевых и высокостроистых облаков в течение длительного времени непрерывно или с небольшими перерывами и охватывают обширную территорию. Наибольший процент в общем количестве осадков, выпадающих в умеренных широтах, составляют именно обложные осадки. Для них характерна равномерность выпадения, поэтому в теплое время они хорошо впитываются почвой.

Ливневые осадки (дождь, град, снежная и ледяная крупа, мокрый снег) выпадают из кучево-дождевых облаков, обычно непродолжительное время. Эти осадки охватывают сравнительно небольшую территорию, нередко проходят «полосой» и сопровождаются сильным ветром. Сильные ливневые осадки теплого периода (ливень, град) наносят большой ущерб народному хозяйству: смывают почву, способствуют образованию оврагов, разрушают дороги, повреждают посевы, сады и т. д.

Морозящие осадки (морось, снежные зерна) выпадают из слоистых облаков. Капли мороси не образуют кругов при падении на водную поверхность.

Количество выпавших осадков измеряется толщиной слоя воды в миллиметрах или сантиметрах, который образовался бы на горизонтальной поверхности при условии, что выпавшие осадки не просачивались бы в почву, не стекали и не испарялись.

Важной характеристикой осадков является их интенсивности т. е. количество осадков, выпадающих за единицу времени, обычно за 1 мин. На метеорологических станциях количественно определяется интенсивность только жидких осадков.

Суточный ход осадков определяется ходом и видом облаков. Поэтому он очень сложен, и даже в многолетних средних значениях в нем нередко не обнаруживается никакой ясной закономерности. Над сушей различают два типа суточного хода осадков - континентальный и морской, или береговой, которыми, однако, не ограничивается все разнообразие явлений, связанных с местными условиями.

В континентальном типе наблюдается два максимума и два ми-

нимума выпадения осадков. Главный максимум приходится на послеполуденные часы, когда над континентом наиболее развита конвективная облачность. Второй, более слабый максимум наблюдается рано утром, когда наибольшего развития достигают облака слоистых форм, что связано с ночным охлаждением деятельной поверхности и воздуха. Главный минимум осадков наблюдается ночью, а второй - перед полуднем.

Для морского (берегового) типа характерен ночной максимум осадков, минимум приходится на послеполуденные часы. Этот тип суточного хода летом выражен лучше, чем зимой.

В некоторых районах суточный ход зимой относится к береговому типу, а летом - к континентальному.

В годовом ходе осадков различают четыре основных типа: экваториальный, тропический, субтропический и тип умеренных широт.

В Российской Федерации наибольшее количество осадков выпадает на южных склонах Главного Кавказского хребта и на Черноморском побережье, а также в Приморье (1000..1500 мм). Годовые суммы осадков на европейской части России убывают с северо-запада (650 - 700 мм) на юго-восток (250 - 300 мм) (Астраханская обл. и Калмыкия).

На большей части территории России сумма осадков теплого периода (апрель - октябрь) больше суммы осадков холодного периода (ноябрь - март). Превышение летних сумм осадков над зимними увеличивается с запада на восток, и в районах Забайкалья и Дальнего Востока суммы осадков теплого периода более чем в 4 раза превышают суммы осадков холодного периода. Это соотношение существенно влияет на сельскохозяйственное производство, обуславливая лучшую влагообеспеченность растений в вегетационный период.

Осадки - основной источник влаги для сельскохозяйственных полей. Непосредственное воздействие осадков на растения может быть положительным и отрицательным в зависимости от фазы развития растений, их состояния, интенсивности и продолжительности самих осадков.

Частые интенсивные дожди в период цветения всех сельскохозяйственных культур смывают пыльцу, препятствуют лёту насекомых, что значительно ухудшает условия опыления, приводит к преждевременному опадению цветков.

Продолжительные дожди при значительных запасах влаги в

почве (более 125 мм в метровом слое) в период созревания хлебов могут привести к «стеканию» зерна.

В период уборки дождливая погода способствует прорастанию зерна в валках, а порой и на корню.

В то же время длительное отсутствие осадков обуславливает засуху. Даже в районах достаточного увлажнения отсутствие дождей в течение 8-10 дней в июне - августе вызывает недостаток влаги в пахотном слое почвы. Более длительное отсутствие осадков при высокой температуре приводит к пересыханию пахотного слоя почвы. Растения в этих условиях замедляют накопление органического вещества. Они начинают увядать, а затем засыхают листья и органы плодоношения. У зерновых культур образуется щуплое зерно. У плодовых опадают плоды.

Колебания урожая сельскохозяйственных культур в различных районах России в значительной степени связаны с колебаниями осадков вегетационного периода. Начиная с фазы кущения до конца фазы колошения, число дней с дождем и количество осадков дают положительные коэффициенты корреляции с урожайностью. Наиболее тесные связи получены с числом дней с дождями и количеством осадков за период 3 - 6-й декад после сева, что соответствует периоду кущение-колошение.

Режим осадков определяет и способы уборки зерновых, т. е. раздельное или прямое комбайнирование. В степных районах, где уборка происходит в условиях преимущественно сухой погоды, хлебные злаки скашивают в валки, которые после просыхания (через 4.,5 дней) обмолачивают.

В Нечерноземной зоне России, где уборку нередко проводят при дождливой погоде, принято прямое комбайнирование с последующей просушкой зерна.

Учет режима осадков необходим для обоснования мелиоративных мероприятий, технологии возделывания сельскохозяйственных культур, определения сроков и способов их уборки.

Проблема искусственного осаждения осадков имеет большое значение для сельского хозяйства в районах с недостаточным естественным увлажнением. Не меньшее значение имеет воздействие на развивающиеся кучевые облака с целью предотвращения сильных ливней, градобитий.

Для образования и выпадения интенсивных осадков необходимы определенные условия: сильные восходящие движения воздуха, большая водность и вертикальная мощность облака, его коллоидная неустойчивость, зависящая от наличия в нем твердой фазы воды, и т. д.

Искусственное вмешательство может дать положительный результат только в том случае, если в атмосфере уже имеются необходимые условия для образования осадков и недостает только процесса, стимулирующего укрупнение облачных элементов. В России и за рубежом проведено много опытов по искусственному вызыванию осадков и получены существенные результаты.

Наиболее эффективный способ осаждения осадков - воздействие на переохлажденные облака, вводя в них мелкие кристаллы твердой углекислоты или йодистого серебра, которые становятся ледяными зародышами (ядрами конденсации). Они начинают быстро расти за счет конденсации и сублимации водяного пара на их поверхности и в результате турбулентного перемешивания распространяются на несколько километров от места введения. Для того чтобы кристаллы выросли до значительных размеров и началось выпадение осадков, требуется ввести в облако определенное количество реагента.

Вводя в переохлажденные облака слоистых форм указанные реагенты, можно в холодный период года увеличить суммы осадков на 12-15 %. Летом, воздействуя на облака конвективного происхождения, получали до 10 - 15 % дополнительной влаги.

При воздействии на переохлажденные облака из них всегда выпадают осадки, но при этом в осадки переходит лишь влага, имеющаяся в облаке на данный момент. А такие осадки обычно невелики и не могут дать существенного экономического эффекта.

При естественном образовании осадков облако или облачная система выделяет влаги в 10 - 20 раз больше, чем в них содержится на данный момент. Следовательно, облако является не просто резервуаром, в котором атмосферная влага собирается и затем выпадает в виде осадков, а скорее генератором, который в течение некоторого времени преобразует водяной пар, содержащийся в окружающем воздухе, в осадки. Поэтому исследования «работы» облака как генератора осадков являются наиболее перспективными для получения дополнительных осадков, что имеет огромное практическое значение для сельского хозяйства.

Большой производственный эффект дает воздействие реагентами на градовые облака. Это позволяет предотвратить выпадение града в южных районах, где возделывают ценные цитрусовые культуры и растут виноградники.

12.4. Пути более полного использования солнечной радиации в сельском хозяйстве

Важное производственное значение имеет регулирование количества солнечной радиации, получаемой растением. Этого достигают, создавая определенную густоту посева и посадки, устраивая кулисы из высокостебельных растений, выращивая культуры под покровом других растений и другими приемами.

Регулировать количество солнечной радиации, получаемой растением в полевых условиях, можно также методом выбора направления рядов, гребней. Освещенность растений и использование ими солнечной энергии меняются в зависимости от направления рядов. Ряды растений, направленные с севера на юг, полнее используют рассеянную радиацию (богатую фотосинтетически активными лучами) утренних и вечерних часов.

Для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур необходимо выводить такие сорта, которые в ограниченных метеорологических условиях среды (например, недостаток воды) имели бы активный фотосинтетический аппарат, позволяющий им в неблагоприятных условиях формировать высокопродуктивные посевы.

В плодоводстве садоводы формируют крону дерева так, чтобы создать в ней оптимальный радиационный режим.

Деревья с малообъемными кронами разных форм (веретено - видное, пальметта и др.), как показывает отечественный и зарубежный опыт, высокоурожайны и высокорентабельны. При этом повышаются и товарные качества плодов.

Наиболее благоприятные условия для поглощения солнечной радиации создаются в садах со слаборослыми деревьями, так как конструкции насаждений, создаваемые из деревьев небольших размеров с малой толщиной крон, лучше пропускают ФАР, что обеспечивает высокую продуктивность растений и является предпосылкой высоких урожаев плодов.

Использовать солнечную энергию в современной практике можно, преобразуя ее в тепловую и электрическую энергию с помощью гелиоустановок.

Гелиоустановки типа «горячий ящик» используют для нагрева воды, сушки фруктов и овощей, опреснения минерализованной воды и т. д. «Горячий ящик» обычно изготавливают в виде плоского прямоугольника, часто застекленного, герметичного (водонагреватель), или с вентиляционными отверстиями (гелиосушилка), который обращен тепловоспринимающей поверхностью к солнечным лучам. Гелиоустановки подобного типа экономят топливо и значительно сокращают, например, время сушки овощей и фруктов, при этом качество и содержание витамина С в них выше, чем при естественной сушке.

По принципу «горячего ящика» устраивают также парники и теплицы.

Для получения температур более 100 °С применяют метод концентрации солнечной энергии. Концентраторами являются зеркальные отражатели различной формы, собирающие солнечные лучи в своем фокусе. Тело, помещенное в фокус параболического зеркала, может быть нагрето до 3000 - 4000 °С.

Контрольные вопросы

1. Режим осадков.
2. Что такое дожди?
3. Что такое осадки?
4. Типы осадков.
5. Влияние осадков на растения.
1. Что такое испарение?
2. Что такое конденсация?
3. В чем сущность законов Дальтона?
4. Что такое суммарное испарение?
5. Что такое транспирация?
6. Что такое конденсация?
7. Что такое сублимация?
8. Что такое туман?
9. Классификация туманов.
10. Что такое облака

Глава 13. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

13.1. Общие фенологические наблюдения и фазы развития сельскохозяйственных растений

Индивидуальное развитие растительного или животного организма, выраженное совокупностью последовательных морфологических, физиологических и биохимических преобразований от момента зарождения до естественной смерти организма, называется онтогенезом (от греч. *ontos* - существо и лат. *genesis* - развитие, происхождение). В ходе исторического развития вида из поколения в поколение в процессе естественной изменчивости под влиянием условий окружающей среды, борьбы за существование и естественного отбора происходит наследственное закрепление приобретенных признаков и свойств вида.

Процесс исторического развития растительных и животных организмов называется филогенезом (от греч. *phyle* - племя, род, вид), представляющим собой преемственный ряд онтогенезов последовательных поколений. Жизненный цикл индивидуального развития каждого растения «от семени до семени» характеризуется наступлением очередных этапов роста и развития. Рост растений - это необратимое количественное увеличение размеров и массы клеток, тканей, органов и всего организма в целом, связанное с новообразованием элементов и структур. Понятие «рост» отражает количественные изменения, сопровождающие развитие организма или его частей. Развитие растений - это последовательные качественные изменения структуры растения, возникающие в процессе онтогенеза. Важным свойством роста растений является суточная и сезонная ритмичность, зависящая от комплекса внешних условий - продолжительности светлой части суток, температуры воздуха и почвы, влажности корнеобитаемых горизонтов почвы и других, а также от генетических особенностей растения.

Рост непрерывно связан с развитием и органообразовательными процессами, или морфогенезом. Морфогенез растений – становление формы, образование морфологических структур и целостного организма в процессе развития. Характерная черта морфогенеза растений - наличие постоянно действующих локализованных меристем, т. е. образовательной ткани растений, долго сохраняющей способность к делению и возникновению новых клеток. Благодаря этому рост растения

продолжается в течение всего онтогенеза, при этом формируются все новые побеги, цветки, корни, т. е. создаются метамеры - сходно закладывающиеся участки тела растения.

Типы роста различных органов определяются расположением меристем. Так, стебли и корни растут верхушками - апикальный рост. У листьев зона нарастания находится у их основания - базальный рост. Характер роста растений часто зависит от видовой специфики. Так, у злаковых культур рост стеблей осуществляется у основания междоузлий - интеркалярный рост. Переход растений к репродуктивному развитию сопровождается ослаблением активности меристем.

Жизнедеятельность всякого растительного и животного организма протекает всегда в теснейшей связи и взаимодействии с окружающей его внешней средой. Существование организма, его формирование, развитие и рост немыслимы в отрыве от среды, вне этой среды. Обязательность взаимоотношений с внешней средой является основным отличием живых существ от неживых тел. Внешняя среда, в которой протекает жизнь организма, представляет сложный комплекс разнообразных факторов.

В этот комплекс входят:

1. метеорологические и климатические условия (уровень отдельных метеорологических параметров, характер погоды, ее режим, закономерная последовательность метеорологических процессов, определяемая комплексом физико-географических условий и выражающаяся в многолетнем режиме погоды);
2. почвенные условия (наличие и характер почвы, ее плодородие, структурность, наличие и степень засоленности, глубина залегания грунтовых вод и прочее);
3. условия, связанные с деятельностью человека (воздействие его на климат и почву, растительность и животный мир);
4. воздействие на растение или животное со стороны других растительных или животных организмов (деятельность вредителей, развитие болезней, влияние стравливания на существование растения и процессы последующего отрастания, взаимоотношения между культурной растительностью и сорняками и т. д.).

В соответствии с этим факторы внешней среды обычно принято подразделять на четыре группы:

- 1) климатические,
- 2) эдафические (почвенная среда),

- 3) биотические
- 4) деятельность человека.

Это деление до известной степени условно, так как часто бывает невозможно выделить влияние какой-либо одной группы факторов, не учитывая роли факторов других групп.

Жизненные процессы в организме идут под воздействием тех сложных взаимоотношений, в которых находятся между собой организм и различные компоненты внешней среды. На организм действует всегда именно комплекс этих отдельных компонентов, тесно взаимосвязанных и взаимообусловленных.

Характер действия каждого из компонентов и определяется закономерными связями его с другими. Но так как между организмами и средой существует взаимное влияние, сам организм воздействует на внешнюю среду, изменяет ее, создает новые отношения между ее компонентами.

Основные периоды в онтогенезе растений. Онтогенез организмов характеризуется:

1. морфологическими изменениями, в результате которых образуются ткани, органы и весь организм в целом;
2. физиолого-биохимическими процессами, протекающими в клетках, тканях и органах организма;
3. реализацией генетической информации, заложенной в геноме организма. Наследственный аппарат, кодируя синтез специфических белковых молекул, определяет лишь общее направление и порядок морфогенетических процессов, конкретное осуществление которых в значительной степени зависит от складывающихся внешних условий;
4. экологической приспособленностью к условиям внешней среды и эволюционной изменчивостью, происходящей при переходе от предков к потомкам на разных этапах филогенеза.

В процессе онтогенеза у растений различают вегетативное развитие, т. е. процесс формирования вегетативных органов, и репродуктивное развитие, т. е. процесс формирования репродуктивных (генеративных) органов.

При этом была выявлена четкая закономерность: переход растения в репродуктивную фазу зависит в основном от соотношения светлого и темного времени суток, т. е. длины дня и ночи. Это явление было названо фотопериодизмом. Исследования ряда ученых убеждают в

том, что соотношение между длиной дня и ночи - весьма действенный фактор, регулирующий сроки цветения растений.

У различных видов растений реакция на изменение длины дня и ночи неодинакова. Чаще она определяется происхождением растения и условиями формирования того или иного экологического типа растений. Длина дня служит растениям указателем времени года и внешним сигналом для перехода к цветению или для подготовки к неблагоприятному сезону. Органом восприятия фотопериода служит лист, в котором в результате световых и темновых реакций образуется гормональный комплекс, стимулирующий зацветание.

Для растений характерна не только оптимальная длина фотопериода, но и критическая длина дня и ночи, за пределами которых генеративное развитие почти невозможно. Длиннодневным растениям не свойственна критическая длина ночи, а критическая длина дня составляет 5-10 ч, короткодневным растениям необходимо не менее 2-5 ч света в сутки и не менее 6-18 ч темноты.

Вегетационный период - это период (часть) года, в который агрометеорологические условия в среде обитания культурных растений благоприятствуют их росту и развитию (вегетации).

В первом приближении это беззаморозковый период, т. е. промежуток времени от последних весенних до первых осенних заморозков.

Однако для различных растительных культур в одной и той же местности вегетационный период может быть различным в зависимости от морозостойкости растений. В субтропиках и тропиках вегетационный период продолжается круглый год. В умеренных широтах продолжительность вегетационного периода будет зависеть от даты перехода температуры воздуха через 0, +5, +10, +15 °C в сторону увеличения весной и в сторону уменьшения осенью в конкретном регионе.

Еще вегетационный период можно определить как время, необходимое для прохождения полного цикла развития данного вида или сорта растений, в растениеводстве - от посева до уборки урожая. Для скороспелых культур вегетационный период короче, для позднеспелых - длиннее. Он может изменяться для озимых культур от 270 до 360 суток, для яровых - от 60 до 210 суток в зависимости от культуры и скороспелости.

Характеристика агрометеорологических условий вегетационного периода составляется на основании метеорологических и фенологических данных наблюдений за текущий год, их отклонений от средних многолетних значений. При этом необходимо указать продолжительность периода вегетации и дать оценку его основных показателей.

В основе жизнедеятельности растений лежит диалектическое единство и борьба двух противоположных процессов: ассимиляции и диссимиляции. Под ассимиляцией разумеется процесс питания, т. е. поглощения, впитывания, превращения, усвоения элементов внешней среды. Под диссимиляцией понимается противоположный усвоению процесс разложения накопленного вещества, выделения продуктов разложения, проявляющийся как дыхание растений.

Одним из результатов этой жизнедеятельности является увеличение массы растения - его рост.

Под ростом понимают необратимое увеличение размеров растения, связанное с новообразованием клеток, тканей и органов.

В ряде случаев, например при использовании на корм зеленой массы растений (сеяные травы, луговая и пастбищная растительность), явление роста имеет большое практическое значение, давая представление о количественной стороне урожая.

По росту до известной степени можно судить и об общем состоянии растений, культивирующихся не для получения зеленой массы, а для получения плодов и семян. Растение здоровое, не угнетенное ненормальным сочетанием компонентов природной среды, обычно обладает хорошим ростом и хорошо плодоносит.

Поэтому учету роста травянистых растений уделяется много внимания. Но следует все же иметь в виду, что не всегда мощное высокое растение может дать большой урожай. Например, хлопчатник при перекормке или при переполиве развивает большую зеленую массу, т. е. обладает мощным ростом, но не формирует достаточного количества плодовых элементов, как говорят, «жирует». Состояние растения, судя по его росту и внешнему виду, очень хорошее, но урожай может оказаться заметно сниженным.

Первое представление о росте растения выясняется при измерении его высоты. Высота роста трав обычно измеряется линейкой с сантиметровой шкалой; нулевое деление линейки совмещают с поверхно-

стью почвы под растением. Однако этот способ не всегда может удовлетворить запросы. Он дает только представление о линейных размерах растения, а линейные размеры не всегда пропорциональны объему или массе растений. Высота роста растения может быть достаточно велика, но при сильном загущении общий его объем может оказаться очень небольшим: растение вытянуто, тонко, слабо. Не всегда высота роста растения может быть определена достаточно точно, если оно представляет из себя очень разбросанный куст с сильно развет-

вленными стеблями. Часто искажаются данные высоты роста за счет взрыхляемой, очень неровной поверхности почвы под культурой. Поэтому при изучении изменений роста растений иногда пользуются определением их сухого веса.

Проведение систематических, ежедневных измерений высоты роста и определения сухого веса однолетних растений за период от всходов до созревания семян выявило определенные закономерности в ходе их изменений. В первые периоды развития растения рост и сухой вес его изменяются крайне медленно; затем ежедневный прирост и нарастание сухого веса ускоряются и достигают максимума перед цветением, после чего наступает постепенное уменьшение прироста и, наконец, его полное прекращение.

Высота роста растения изменяется во все время вегетации только в сторону ее увеличения; уменьшения роста, как правило, не отмечается. В изменении сухого веса иногда наблюдаются периоды, в течение которых можно обнаружить некоторое его уменьшение. Такая потеря сухого веса объясняется тем, что при известных условиях фотосинтез может сократиться настолько, что не сможет восполнить трату органического вещества в процессе дыхания. Такое явление наблюдается в следующих случаях:

а) при очень высоких температурах и засухе, т. е. при условиях, в которых фотосинтез уменьшается до минимума, а дыхание резко возрастает;

б) в первые дни жизни растения, когда в силу перевеса дыхания над фотосинтезом у молодых проростков, живущих еще в большей мере за счет запасов питательных веществ в семенах, происходит некоторое падение сухого веса;

в) при пожелтении и засыхании листьев в самом конце вегетации ко времени созревания большей части семян.

В различных условиях внешней среды скорость роста оказывается неодинаковой. Она находится в большой зависимости от температуры. При одинаковом освещении и одинаковых условиях питания и водоснабжения при низких температурах рост растения происходит очень медленно; повышение температуры влечет за собой ускорение роста. Как и для других биологических процессов (фотосинтез, дыхание), отмечают для каждого растения минимум температуры, при котором рост только начинается, оптимум, при котором он осуществляется быстрее всего, и максимум, к которому скорость роста снова резко замедляется и при переходе через который (в сторону повышения) явлений роста уже не обнаруживается. Причина прекращения роста при низких и высоких температурах лежит в нарушении согласования между отдельными функциями растения, в частности между процессами фотосинтеза и дыхания.

Температурный оптимум для роста растения часто не совпадает с температурным оптимумом для накопления органического вещества. Поэтому не всегда температурные условия, способствующие наибольшей скорости роста, являются наилучшими для получения крепкого и здорового растения; не всегда при развитии растений в оптимальных для роста температурных условиях наибольшим оказывается и урожай.

Влияние света на рост растения выявляется значительно менее определенно, чем влияние температуры. Солнечная энергия, являясь основной энергией для создания органических веществ, несомненно, способствует росту зеленых растений. Известно, что при недостаточном освещении рост растений угнетен и поэтому обычно идет значительно хуже, чем в хорошо освещенных местах. Зеленые органы растений, выросшие в сильно затененных местах, обнаруживают значительные отклонения от своей нормальной формы: стебли их вытягиваются, механические ткани стеблей недостаточно развиваются, задерживается одревеснение клеточных стенок. Такие длинные вытянутые стебли с недоразвитыми механическими тканями оказываются слабыми, малоустойчивыми и легко полегают. Очень сильное затенение, граничащее почти с полной темнотой, не только влечет изменение формы, но и вызывает потерю затененными органами зеленой окраски. Растения становятся этиолированными.

То обстоятельство, что выросшие при недостатке света растения сильно вытягиваются, а при хорошем освещении дают более короткие,

здоровые и упругие стебли, привело физиологов к убеждению, что свет оказывает на рост задерживающее действие. Это подтвердилось и рядом тщательно поставленных исследований над изменением роста растений как в лабораторных, так и в полевых условиях. Влияние света, таким образом, оказывается противоположным влиянию температуры. Оно настолько велико, что создает определенную суточную периодичность роста: растение ночью растет гораздо интенсивнее, чем днем. Лишь при низких ночных температурах это ускоряющее влияние отсутствия света не может преодолеть задерживающего влияния пониженной температуры, и рост приостанавливается.

Третьим фактором, сильно влияющим на процессы роста растения, является водоснабжение растений в сочетании его с температурой среды и светом. Это обуславливается тем, что биохимические и физиологические процессы в растительных клетках могут проходить только в водных растворах. Всякий недостаток воды приводит к угнетению, к замиранию этих процессов.

Недостаток воды в почве или усиленная транспирация, при которой трата воды растением не успевает восполниться за счет поступления ее через корневую систему, обычно приводит к образованию мелкоклеточных и низкорослых растений. Особенно четко это проявляется в районах искусственного орошения: растения, выросшие в условиях орошаемого поля, имеют больший рост, чем растения, развивающиеся в обстановке неполивного поля.

Наряду с количественными происходят и существенные качественные преобразования как всего растения в целом, так и отдельных его органов, т. е. растение не только растет, но и развивается. Общий процесс индивидуального развития растения представляет собой тесно взаимосвязанные последовательные количественные и качественные изменения структуры и функций растения, происходящие в организме и ведущие в конечном счете к воспроизведению себя в потомстве.

Последовательные качественные изменения в точках роста при развитии растений, в которых происходит деление клеток меристемы с последующим их увеличением и дифференцированием, обеспечивают специализацию тканей и органов. При этом происходят изменения в структуре и функциональной активности растения и его частей - клеток, тканей и органов, возникающие в процессе роста растений в

онтогенезе, ведущие в конечном счете к органообразовательным процессам (фазам) и к воспроизведению себя в потомстве.

Возникновение качественных различий между клетками, тканями и органами получило название дифференцировка (от фр. differentiation - разделение, расчленение целого на различные части). В понятие «развитие» входят также и возрастные изменения, наблюдаемые в онтогенезе.

В цикле развития высших растений выделяют четыре возрастных этапа: эмбриональный (юность), ювенильный (молодость), репродуктивный (зрелость) и старение (старость).

Эмбриональный этап охватывает период от формирования и развития зародыша (зигота, которая образуется в результате слияния мужского гаметофита с яйцеклеткой зародышевого мешка - женского гаметофита) до созревания семени. На последнем этапе созревания семена теряют значительное количество воды и у большинства видов умеренного климата переходят в состояние покоя.

Ювенильный этап начинается с прорастания семян или вегетативных зачатков (например, клубней) и характеризуется быстрым накоплением вегетативной массы. Прорастание семян делится на фазы: набухание семян; проклевывание семян; гетеротрофный рост проростка (за счет запасных питательных веществ в эндосперме); переход к автотрофному способу питания.

Период покоя у семян заканчивается при поглощении воды благодаря повышенной проницаемости семенных покровов (у большинства видов). Происходит физиологическое давление при набухании эндосперма, в результате чего покровы семени разрываются. Набухание практически не зависит от температуры, освещенности и (на первых этапах этого процесса) от содержания кислорода.

Проклевывание начинается, когда семена достигают критической влажности (40-65 % в пересчете на сырую массу). Происходит рост растяжением самого зародышевого корня или гипокотилия, в результате чего кончик корешка выталкивается из семени (например, горох). Выход корешка обеспечивает закрепление прорастающего семени в почве и улучшает поглощение воды. Затем начинается рост побега. Прорастание происходит в темноте (в почве), и корень, и побег ориентируются по гравитационному вектору, при этом корень растет по направлению к центру Земли, т. е. углубляется в почву, а побег - от центра, т. е.

направляется к свету. Такой специализированный рост поддерживается различными фитогормонами.

Рост зародышевого корня в зоне деления происходит за счет растяжения и дифференциации клеток. Побег удлиняется благодаря растяжению гипокотилия (у бобов, тыквы и др.) или мезокотилия (у злаков). Благодаря дальнейшему росту главного, боковых и придаточных корней и формированию побега, роста листовых пластинок, утолщения стебля растение к концу ювенильного периода накапливает значительную вегетативную массу.

Зачастую у растений проростки по многим внешним признакам не похожи на взрослые особи, (например, форма листьев у огурца, хлопчатника и др). Для этого периода развития характерна значительно большая способность к образованию корней, что обычно используется в практике садоводства. Продолжительность ювенильного периода у разных типов растений различна: от нескольких недель (однолетние травы) до нескольких лет (древесные породы). Этап молодости характеризуется полным отсутствием цветения благодаря тому, что растение не производит на этом этапе закладку органов полового и вегетативного размножения.

Переход от ювенильного типа роста к зрелому наиболее отчетливо прослеживается у древесных растений (рисунок 5.2).

Репродуктивный этап (зрелости и размножения) охватывает период от закладки и роста генеративных органов до формирования семян и плодов. В этот период растение достигает состояния наибольшей жизнеспособности, поскольку имеет сформировавшуюся вегетативную массу, обеспечивающую рост и развитие цветков, семян и плодов.

Этап старения охватывает период от полного прекращения плодоношения до естественного отмирания особи. На этом этапе наблюдается прогрессирующее ослабление всех функций жизнедеятельности растений. Старение и смерть растения - завершающие этапы онтогенеза, однако в процессе эволюции выработаны различные типы старения. Однолетние растения отмирают целиком. У многолетних трав ежегодно полностью отмирают надземные органы (стебли, листья, генеративные органы), а корневая система и другие подземные органы остаются жизнеспособными. У многих растений в процессе роста стареют и отмирают нижние, ранее образовавшиеся листья и побеги

(ветви). У листопадных деревьев осенью одновременно стареют и опадают все листья.

По признаку общей продолжительности жизненного цикла все высшие растения делят на одно-, дву- и многолетние формы.

К однолетним растениям относится несколько групп:

эфемеры (от греч. *ephemeras* - однодневный, недолговечный) - растения засушливых регионов, заканчивающие полный цикл развития «от семени до семени» за короткий период (обычно несколько месяцев), в течение которого сохраняются необходимые условия увлажнения и температуры;

яровые однолетние формы имеют надземные и подземные органы, жизненный цикл которых ограничен весенне-летними месяцами вегетации. Растения отмирают (засыхают) после созревания семян. Среди сельскохозяйственных культур эта группа представлена многими зерновыми и зернобобовыми, большинством овощных, масличных, пряильных и бахчевых культур;

вегетационный период озимых однолетних форм не превышает в общей сложности один год, но он начинается с осени и завершается летом следующего года созреванием семян, после чего растение отмирает; в зимние месяцы озимые растения находятся в состоянии покоя. К этой группе относятся озимые пшеница, рожь, ячмень и др.

У группы двулетних растений в первый год жизни обычно формируются только вегетативные органы (корни, побеги, листья), а на второй год - генеративные органы (бутоны, цветы, плоды), после созревания которых растение отмирает. К этой группе растений относятся многие корнеплоды, имеющие специальный запасующий орган, обычно это утолщенный корень (например, свекла, морковь, репа, дайкон) или стебель (капуста и др.).

Многолетние растения характеризуются самой различной продолжительностью жизненного цикла: от нескольких лет (многие плодово-ягодные культуры, виноград, сеяные травы, например клевер, люцерна, костер, ежа сборная и др.) до сотен и даже тысяч лет. Продолжительность жизни хвойных и листопадных деревьев составляет у секвойи 5 000 лет, у дуба 1 500 лет, у ели 1 200 лет, у липы до 1 000 лет, у сосны до 500 лет и т. п.

В основу предложенного ими метода легло предположение о наличии количественной связи между средней температурой воздуха

(почвы) и скоростью развития растений, близкой к прямолинейной. Известно, что физический смысл скорости есть отношение пройденного расстояния (пути) к единице времени.

Скорость развития растения - это «путь», пройденный растением в своем развитии за единицу времени. Если межфазный период (или весь период онтогенеза) продолжается n суток, то путь, пройденный растением в одни сутки (скорость развития), будет равен $1/n$. Например, продолжительность межфазного периода от даты посева до даты всходов составила 8 сут., тогда среднесуточная скорость развития растения за одни сутки будет равна $1/8 = 0,125$.

Для характеристики состояния растений не всегда удастся найти какой-нибудь один объективный и вполне надежный признак. В настоящее время прибегают к систематическому учету отдельных внешних, признаков, так или иначе отражающих состояние и в сумме дающих возможность получить относительную, более или менее условную оценку его состояния по пятибалльной шкале (состояние отличное, хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное, плохое). Обычно учитываются:

- мощность растений, оцениваемая чаще всего высотой роста или сухим весом;

- равномерность развития растений в сообществе (дружность прохождения фаз);

- равномерность распределения растений по площади и густота стояния;

- полнота и степень развития органов плодоношения.

Дополнительно для культурной растительности принимается во внимание степень засоренности участков и т. д.

В агрометеорологии, главным образом при оперативной агрометеорологической работе, обычно оценка состояния производится для данного поля, данного пастбища в целом, а не для отдельного растения. Но иногда может оцениваться также состояние и отдельных растений.

Оценка состояния растений преследует цель уже заранее, до окончания периода вегетации, получить представление о том, чего можно ожидать от заданного участка в отношении урожая. Отличное или хорошее состояние растений в течение вегетационного периода обуславливает получение полноценного хорошего урожая; при удовле-

творительном состоянии можно ожидать среднего по количеству и качеству урожая; при неудовлетворительном или плохом состоянии урожай оказывается значительно ниже среднего.

Систематическая характеристика состояния растений в агрометеорологических исследованиях завершается учетом так называемого биологического урожая. В настоящее время хорошо разработана методика учета биологического урожая только для зерновых культур.

13.2. Фенологические наблюдения и фазы развития различных сельскохозяйственных культур

Наблюдения за формированием органов у растений в процессе прохождения жизненного цикла дали основание выделить различные фазы развития и роста, так называемые фенологические фазы развития. Это - последовательные этапы индивидуального развития растения, характеризующие внешне различимыми морфологическими признаками появления новых органов.

Названия фаз соответствуют морфологическим признакам (например, кущение, колошение, цветение и т. п.) или признакам, характеризующим состояние растения (засыхание, пожелтение, опад листьев и др.).

Наблюдения за фазами развития растений называются фенологическими, они регулярно проводятся на сети станций и постов в национальных гидрометеорологических службах стран СНГ в рамках добровольной фенологической сети Фенологического сектора Географического общества России и ряда других стран мира.

Целью проведения регулярных фенологических наблюдений является регистрация даты наступления признаков той или иной фазы развития растений.

У сельскохозяйственных культур на протяжении всего периода их развития отмечаются следующие фазы: всходы, появление очередных листьев, появление боковых побегов (кущение), рост стебля (стеблевание), появление бутонов и соцветий (бутонизация), раскрытие цветков, формирование семян и плодов, созревание семян и плодов, засыхание (прекращение вегетации).

С признаками наступления фаз развития дикорастущих растений, произрастающих в различных почвенно-климатических зонах

бывшего СССР, а также основных сельскохозяйственных культур можно познакомиться в специальной литературе и научно-методических документах. В зависимости от видовых особенностей растений (в том числе и сельскохозяйственных культур) программами наблюдений предусмотрен определенный набор фаз, характерных для тех или иных объектов наблюдений.

Многолетние материалы фенологических наблюдений после определенной статистической обработки используются при составлении фенологических карт, календарей сезонного развития природы, при разработке фенологических индикаторов, показывающих синхронную связь между отдельными сезонными явлениями и «сигнализирующих» о необходимости проведения тех или иных хозяйственных мероприятий в лесоводстве, виноградарстве и других отраслях растениеводства. Такие материалы используются также при картографировании природных явлений, в том числе с помощью дистанционных методов, при оценке крупных антропогенных нарушений ландшафтов, связанных с освоением новых территорий и изменяющих естественные циклы развития природы. Фенологические данные необходимы при разработке фенологических прогнозов в растениеводстве и лесоводстве, при разработке современных методов математической фенологии и в других научно-практических областях знания.

На агрометеорологических станциях наблюдения за фазами развития растений проводятся через один день, по четным числам на определенных наблюдательных участках. Вследствие неодновременного наступления фаз развития всех растений на участке следует производить подсчет растений с признаками конкретной фазы. Для полевых некропашных культур (зерновые) достаточно осматривать 40 растений. С этой целью в четырех частях участка, занятого некропашной культурой, осматривают по 10 растений и определяют, у скольких из них имеются признаки наступившей фазы.

На участках с кропашными культурами (кукуруза, картофель) наблюдения производят в течение всего периода вегетации на одних и тех же растениях. Например, для наблюдений над фазами развития хлопчатника в четырех частях участка выбирают по 10 растений подряд в двух смежных рядах.

После осмотра растений на участках и подсчета числа растений, вступивших в очередную фазу, результаты наблюдений заносят в книжку КСХ-1.

Первой стадией развития растительного организма считается стадия яровизации - процесс, протекающий в озимых формах одно- и двулетних растений под воздействием низких положительных температур определенной длительности, способствующий последующему ускорению развития этих растений.

Растения, нуждающиеся в яровизации, называются озимыми, а развивающиеся без этой стадии - яровыми. В условиях умеренного климата Северного полушария главным фактором, определяющим прохождение растением стадии яровизации, является температурный режим. Например, у озимых сортов пшеницы эта стадия проходит при пониженных температурах воздуха и почвы, в пределах 0 - +4 °С.

Для теплолюбивых растений оптимальны более высокие температуры - около 10-13 °С. Длительность воздействия пониженными температурами, необходимая для прохождения озимыми стадии яровизации, у разных видов и сортов одного и того же вида составляет обычно от 36 до 60 (90) суток.

Необходимым условием для прохождения стадии яровизации является сочетание пониженных температур, влажности почвы (воздуха) с периодической сменой светлой и темной частей суток. Яровизация вегетирующей озимой пшеницы проходит нормально при пониженных температурах в условиях «длинного» дня, а при повышенных температурах - при «коротком» световом дне.

После завершения стадии яровизации растение должно пройти вторую стадию, главная роль при прохождении которой принадлежит фактору освещенности - световая стадия. Фотопериодические воздействия на растения возможны только при наличии на них листьев. Роль света на этой стадии ученые-физиологи усматривают при накоплении богатых энергией асси- милятов и воздействии на скорость их передвижения из листьев в точки роста стебля. Кроме этого, фактор света является регулятором процессов дифференциации точек роста и органогенеза в целом.

У растений средних и высоких широт световая стадия (необходимые изменения в точках роста, являющиеся основой дальнейшего

развития организма) наступает в условиях либо круглосуточного освещения, либо «длинного» дня, прерываемого относительно небольшими периодами ночной темноты. Растения южных широт успешно проходят световую стадию при небольшой продолжительности дня.

Рядом ученых предложены и другие стадии развития, например: первая стадия эмбриональная, далее, после описанных выше стадий, наступает стадия генеративная, когда происходит закладка генеративных органов растения. Однако сведения о природе таких стадий пока весьма ограничены.

Таким образом, стадийное развитие - это прохождение растительным организмом определенных, следующих друг за другом стадий (яровизации, световой, плодоношения и др.), характеризующихся специфическим обменом веществ. В пределах каждой стадии выделяются фазы развития, отмечаемые по внешним морфологическим признакам. Как связаны этапы органогенеза со стадийным развитием растения? Развитие и рост отдельных органов растения подчинены развитию и росту всего организма.

У растения, стадийно подготовленного к образованию какого-либо органа, это образование может не происходить, если отсутствуют необходимые для роста данного органа условия. С другой стороны, даже самые благоприятные для роста органа условия не обеспечивают его образования организмом. Так, у растений, не завершивших стадию яровизации, не наблюдается сегментации конуса нарастания, т. е. закладки генеративных органов не произойдет. В период прохождения световой стадии у злаков осуществляется интенсивная сегментация вытягивания конуса нарастания и дифференциация лопастей соцветия, но к закладке самих органов плодоношения (V этап органогенеза) растение приступит только после световой стадии.

Экспериментальные исследования показали, что возможно управление процессом органогенеза. Например, воздействуя на определенном этапе органогенеза температурой, светом определенной интенсивности и составом, можно изменить число междоузлий, тип ветвления, строение цветка, число семян в завязи и т. п. у злаковых растений. Для растений южных широт (в условиях «короткого» дня) процессам органогенеза больше благоприятствуют коротковолновые лучи. Для растений «длинного» дня более благоприятными оказываются длинные лучи (красные) светового спектра.

По мере перехода от одного этапа органогенеза к другому в растении изменяются состав пигментов, интенсивность фотосинтеза, скорость роста и другие физиологические процессы. Все эти важные биологические «детали» развития и роста растительного организма чрезвычайно важны при проведении селекционных работ, в частности создания новых сортов, гибридов и генотипов сельскохозяйственных культур.

Вполне понятно, что при изучении агрометеорологических вопросов влияния погодных условий на рост, развитие и формирование продуктивности сельскохозяйственных культур, пастбищной растительности и сеяных трав биологические особенности различных растений имеют первостепенное значение.

13.3. Прогнозы урожайности основных сельскохозяйственных культур, трав, пастбищной растительности и качества урожая

Важное значение для народного хозяйства имеют долгосрочные прогнозы урожайности и валовых сборов основных сельскохозяйственных культур. Они позволяют с большой заблаговременностью определять ожидаемые ресурсы сельскохозяйственной продукции, потребность в технике для уборки, транспортировки урожая, подготовки хранилищ, перерабатывающих предприятий и т. д.

Урожайность культур зависит от ряда факторов, многие из них довольно стабильны (почвенные условия, биологические особенности сорта (гибрида), агротехнические приемы, качество семенного материала и др.). И тем не менее отмечаются колебания урожайности (иногда значительные), что обусловлено влиянием еще и агрометеорологических условий, характеризующихся большой изменчивостью во времени и в пространстве. Поэтому при прогнозах урожайности в первую очередь учитываются основные и лимитирующие агрометеорологические элементы.

Качество урожая в значительной степени зависит от климата и метеорологических условий года. Установлено, что с увеличением континентальное™ климата увеличивается содержание белка в зерне пшеницы, от распределения осадков в течение вегетационного периода

зависит качество клубней картофеля, с улучшением влагообеспеченности вегетационного периода повышается сахаристость свеклы, масличность семян подсолнечника и т. д.

13.4. Агроклиматическое районирование России

Сельскохозяйственное производство постоянно сталкивается с необходимостью сельскохозяйственной оценки территории. Например, при планировании площадей посевов, внедрении новых культур, подборе сортов и гибридов, применении новой агротехники и т. д. нужно научное обоснование этих мероприятий с учетом климатических особенностей.

Сельскохозяйственная оценка территории с точки зрения климатических условий предполагает определение ее агроклиматических ресурсов т. е. совокупности агроклиматических условий, определяющих урожай возделываемых в данном регионе культур и продуктивность сельскохозяйственных животных.

Агроклиматические условия - это сочетание агрометеорологических элементов (температуры воздуха и почвы, влажности воздуха и почвы, осадков, потоков лучистой энергии, облачности и т. д.) за многолетний период на рассматриваемой территории.

Различия в агроклиматических ресурсах определяют зональные особенности сельскохозяйственного производства. Изучение и оценка агроклиматических ресурсов мира, нашей страны, отдельных ее регионов, административных областей и районов с целью рационального размещения сельскохозяйственных культур, пород сельскохозяйственных животных и проведения различных мелиоративных мероприятий для более полного использования имеющихся ресурсов - задача большой научной и практической значимости.

Агроклиматические ресурсы слагаются прежде всего из ресурсов главных факторов жизни растений: света, тепла, влаги.

Агроклиматическое районирование - это деление территории на районы по признаку сходства и различия их агроклиматических условий. Сопоставление агроклиматических ресурсов различных территорий по степени их благоприятности для сельскохозяйственного производства составляет сущность агроклиматического районирования.

Основные задачи агроклиматического районирования сводятся к выделению таксономических агроклиматических единиц (поясов, зон, областей, районов и т. д.), различающихся между собой по агроклиматическим показателям и условиям сельскохозяйственного производства, к установлению их географических границ и составлению карт агроклиматического районирования разного масштаба - от мировых до карт отдельного хозяйства.

Общее агроклиматическое районирование дает возможность оценить в целом агроклиматические ресурсы территории для сельского хозяйства с учетом интересов всех или большинства его отраслей.

Варианты районирования несколько различаются используемыми показателями, степенью детализации карт, определением границ поясов, районов и т. п.

При общем агроклиматическом районировании территорию разделяют по показателям обеспеченности теплом и влагой вегетационного периода, а также по условиям перезимовки.

В качестве основного показателя теплообеспеченности при районировании принята сумма температур выше 10°C , характеризующая период активной вегетации большинства растений. На основании пространственного распределения этого показателя выделены границы термических поясов и подпоясов.

Дифференциация территории на зоны и подзоны увлажнения проведена по показателям увлажнения, из которых наиболее широко используют ГТК Селянинова, показатели Колоскова, Шашко, Сапожниковой.

Для выделения районов с различной степенью благополучия перезимовки озимых, многолетних трав и древесной растительности использованы средние из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха и почвы на глубине узла кущения для озимых и трав и на глубине 20 - 40 см для винограда и плодовых культур.

Частное агроклиматическое районирование проводят для специализации сельского хозяйства и отдельных приемов агротехники, для отдельных культур или сельскохозяйственных животных и т. д.

Особенности этого вида районирования - детальный эколого-географический подход, использование агроклиматических показателей, выражающих, например, требования конкретных сортов, гибри-

дов растений и пород животных к факторам климата. При этом учитывают критические температуры растений, устойчивость культур к неблагоприятным условиям погоды (заморозкам, засухам и т. д.). При районировании некоторых культур принимают во внимание продолжительность дня, приход ФАР. Частное агроклиматическое районирование обычно проводят не по средним многолетним значениям агрометеорологических элементов, а с учетом их 80 - 90%-й обеспеченности.

Известно, что погодные и климатические условия влияют на распространение болезней и вредителей сельскохозяйственных культур (см. гл. 2, 3, 4, 5). И первым этапом при разработке системы мероприятий по защите растений от вредных организмов служат районирование территории по степени угрозы их массовых размножений, выделение ареалов и зон с различной вредоносностью патогенов и вредителей.

В связи с этим широкое распространение получило специальное агроклиматическое районирование, основанное на изучении реакции отдельных видов и географических популяций патогенов и вредителей на климатические условия, на выявлении критических периодов и факторов, определяющих возможность их (вредителей и болезней) существования и развития в различных районах.

Агроклиматическими аналогами называют территории, сходные по климатическим условиям существования определенных экологических групп растений, домашних животных и приемам земледелия. При интродукции культурных растений (т. е. при переносе их из одних районов в другие), а также при обмене мировым опытом земледельческой культуры надо учитывать сходство и различие климатов, почв и других природных условий возделывания растений.

Теория агроклиматических аналогов была разработана Н. И. Вавиловым, Г. Т. Селяниновым и Ф. Ф. Давитая. Она основывается на общности основных элементов климата, необходимых для оптимального роста, развития и формирования продуктивности сельскохозяйственных культур и пород животных. Следовательно, при интродукции сельскохозяйственных культур из одной климатической зоны в другую необходимо выявлять степень обеспеченности климатическими ресурсами потребностей этих культур в новых районах.

При использовании сравнительного метода исследований разных территорий анализируются ведущие для данной культуры элементы климата в разные периоды ее вегетации, особенно в так называемые критические периоды. В отношении зимующих культур или вегетирующих в субтропическом поясе в холодное время года необходим анализ условий перезимовки.

Существенное значение при выявлении агроклиматических аналогов имеет также учет таких лимитирующих неблагоприятных явлений, как весенние и осенние заморозки, низкие температуры, сухие или засушливые периоды, избыток влаги.

Таким образом, детальный климато-экологический анализ позволяет устанавливать и объяснять сходство и различие агроклиматических условий для нужд сельского хозяйства.

Практика мирового и российского земледелия располагает многочисленными фактами, когда в условиях одного и того же климата возделывают разные экологические группы культурных растений и, наоборот, в совершенно различных климатах (в понимании общей климатологии) выращивают одни и те же культуры.

Теория агроклиматических аналогов, проверенная многократно на практике, с успехом используется в сельскохозяйственном производстве для интродукции новых перспективных культур, их сортов и гибридов.

Агроклиматическое районирование является завершающим этапом сельскохозяйственной оценки климата.

13.5. Программирование урожайности

Программированное возделывание сельскохозяйственных культур в отличие от традиционных форм ведения сельского хозяйства, ориентированных на средние почвенно-агрометеорологические условия, предусматривает научное решение задачи получения урожая на основе расчетов и детальной дифференциации агротехники в соответствии с характеристиками конкретного поля и складывающимися в течение вегетации погодными и хозяйственными условиями.

С развитием биологии, кибернетики, агрометеорологии, агрономии и мелиорации были созданы предпосылки для разработки систем

оптимального управления ростом и развитием растений на основе современной техники, сбора и обработки информации, математических моделей растений и внешней среды, т. е. для программирования урожайности. Программирование урожайности отражает закономерный процесс логического развития учения об урожае как сложной функции многих процессов и факторов, определяющих его количественные и качественные характеристики.

Программировать урожайность - значит рационально использовать эколого-генетические возможности культур (сортов, гибридов), почвенно-климатический потенциал территории, а также имеющиеся в хозяйстве материальные, сырьевые и трудовые ресурсы. В практическом отношении программирование урожайности сводится к разработке комплекса технологических, агротехнических и хозяйственных мероприятий, своевременное и качественное выполнение которых обеспечивает с заранее рассчитанной вероятностью получение экономически обоснованного урожая при одновременном сохранении (а при необходимости и повышении) уровня почвенного плодородия и удовлетворении требований охраны окружающей среды.

Повышение культуры земледелия, выведение качественно новых сортов (гибридов), разработка интенсивных технологий возделывания полевых культур и другие достижения в области агрономической науки, а также накопление исходных данных о взаимосвязи с различными факторами роста и развития растений позволили ученым сформулировать новые принципы программирования урожайности: физиологические, биологические, агрохимические, агрофизические, агротехнические и агрометеорологические. Такое разделение несколько условно, но эти принципы широко применяют в решении задачи практического программирования урожайности специалистами различных отраслей агрономической науки и смежных с ней наук.

Физиологические принципы программирования урожайности предусматривают формирование посевов с оптимальными показателями фотосинтетического потенциала (ФП), обеспечивающего получение заданного урожая.

Биологические принципы связаны с оптимизацией водного, воздушного, теплового и питательного режима почв.

Агрохимические принципы состоят в обосновании экономически оправданных доз удобрений для посевов заданной продуктивности

с учетом агрохимических показателей почв, выноса питательных веществ растениями, коэффициентов использования элементов питания из почвы и удобрений.

Агрофизические принципы программирования урожайности заключаются в оптимизации физических и физико-химических свойств почв (объемная масса, удельное сопротивление, пористость, плотность, влагоемкость, водопроницаемость, теплоемкость и др.).

Агротехнические принципы предусматривают разработку и внедрение оптимальных технологий (сетевых графиков) возделывания культуры, обеспечивающих своевременное и высококачественное проведение всего агротехнического комплекса с учетом биологических особенностей сорта.

Агрометеорологические принципы программирования урожайности - это правильное использование климатических и агроклиматических показателей для обоснования продуктивности посевов, прогнозирование условий вегетационного периода (особенно возможных опасных явлений), появления вредителей и болезней и др.

Необходимо отметить, что при составлении программы получения заданной урожайности до посева не представляется возможным заложить в нее агрометеорологические предикторы (предсказатели), характеризующие ожидаемые метеорологические условия на 4 - 5 мес вперед. Поэтому используют вероятностные характеристики с обеспеченностью 80 или 90 % (сумм температур, необходимых для созревания данного сорта, сроков поспевания почвы, сроков окончания и начала заморозков, сумм осадков и других элементов).

Кроме того, при использовании климатических данных необходима корректировка программы с учетом сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий данного года. Это позволяет уточнить, какие нужны изменения в предварительной программе, чтобы компенсировать дефицит какого-либо фактора, вызванного аномальным ходом метеорологических условий.

И наконец, целесообразно при программировании урожайности учитывать микроклимат полей, поскольку микроклиматические различия могут вызывать колебания урожайности некоторых культур в пределах даже одного хозяйства.

Необходимо отметить, что приведенные выше оценки теплообеспеченности, увлажнения и перезимовки растений справедливы для

открытых ровных территорий. Обусловлено это тем, что значения всех агроклиматических показателей получены на основании измерений, проводимых на метеорологических станциях, расположенных на открытых ровных участках. В связи с неоднородностью подстилающей поверхности (неровности рельефа, наличие крупных водоемов, лесных массивов и т. п.) в пределах одной климатической зоны всегда можно выделить большое число «микроклиматических» зон, существенно различающихся между собой по радиационному, тепловому и водному балансам и их составляющим, т. е. по климатическому потенциалу, а следовательно, и по условиям произрастания сельскохозяйственных культур. Поэтому при сельскохозяйственной оценке климата необходимо учитывать эти микроклиматические различия, или микроклимат.

Микроклимат - это климат небольшой территории или ее части, формирующийся под воздействием различия рельефа, растительности, состояния почвы, наличия водоемов, застройки и других особенностей подстилающей поверхности; это климат поля, склона холма, опушки леса, осушенного болота, берега озера и т. п.

Климатические широтные градиенты и микроклиматическая изменчивость метеорологических элементов приведены в таблице 11.4.

Широтные градиенты радиационных характеристик (прямая радиация, радиационный баланс, ФАР), как следует из таблицы, примерно в 10 раз меньше, чем микроклиматические различия между северными и южными склонами.

Микроклиматическая изменчивость при переходе с северного склона на южный (крутизна склонов 10°)

Есть микроклиматические различия, хотя и меньшего масштаба, в различных местоположениях по сравнению с ровным открытым местом, например, в теплообеспеченности. Изменение теплообеспеченности за безморозный период различных местоположений по сравнению с открытым ровным местом) приведено ниже.

Существенно изменяется в зависимости от рельефа и заморозкоопасность. А заморозки, как известно, значительно сокращают вегетационный период и возможность возделывания теплолюбивых культур.

Отмечают различия и в термическом режиме почвы даже в одинаковых условиях рельефа под влиянием ее неоднородности.

Неровности рельефа обуславливают и перераспределение осадков (снега и дождя). Следовательно, возникают различия в условиях перезимовки и влагообеспеченности культур.

В верхних частях склонов отмечается недостаток влаги, особенно в летний период, а в нижних - избыток ее.

Учитывая различия в температурном режиме и во влагозапасах, можно говорить о том, что в почве тоже отмечаются микроклиматические различия. Это влияет на сроки поспевания почвы, скорость прорастания семян, рост корневой системы и надземной массы растений, продуктивность растений, а в зимний период от климата почвы в значительной мере зависит перезимовка растений.

В практике сельского хозяйства сроки весенних полевых работ устанавливают, как правило, с учетом температуры воздуха, тогда как отдельные участки в зависимости от типа почвы и ее состояния имеют различный температурный режим, что нельзя выявить по температуре воздуха.

Необходимость учета микроклимата сельскохозяйственных полей при рациональном размещении культур в полях севооборота или новых перспективных сортов и гибридов, при дифференцировании мелиоративных и агротехнических мероприятий, земельно-оценочных работ и других мероприятий очевидна.

Вот лишь два примера влияния микроклимата на урожайность некоторых сельскохозяйственных культур.

Микроклиматические явления столь многообразны и многочисленны, что изучить каждый участок земной поверхности в микроклиматическом отношении невозможно. Вот почему при микроклиматических исследованиях основное внимание обращают на изучение особенностей физических процессов в условиях наиболее типичных участков местности. Например, при исследовании микроклимата сельскохозяйственных угодий подбирают участки, занятые основной для данного района культурой с учетом агротехники (орошаемое, неорошаемое поле) и почвенного покрова, а также рельефа местности (долина, склоны, вершина, плато и т. д.). По возможности необходимо организовать сравнительные наблюдения на участке черного пара, чтобы судить о степени влияния данной культуры на микроклиматические особенности участка.

После выбора участков для исследований составляют схематический план района и описание местоположения каждого участка. При этом оценивают экспозицию и крутизну склонов, превышение возвышенностей над наиболее низкими участками, ширину долины, степень ее замкнутости и облесенности склонов и т. п.

В зависимости от задачи и технических возможностей в программу микроклиматической съемки включают наблюдения за температурой и влажностью воздуха и почвы, скоростью и направлением ветра, облачностью, потоками лучистой энергии. Измерения во всех точках проводят одновременно через определенные промежутки времени.

Микроклиматические наблюдения необходимо проводить в ясную или малооблачную тихую погоду, когда микроклиматические различия местности проявляются особенно четко.

Для того чтобы верно оценить полученные данные и сделать правильные практические выводы, необходимы тщательная обработка полученных материалов и приведение их к длинному многолетнему ряду наблюдений ближайшей метеорологической станции.

Простейший вид микроклиматической съемки, которую можно провести, не имея приборов, - обход или объезд территории во время заморозка при тихой ясной погоде перед восходом Солнца, когда еще не начал таять иней. Отмечая на плане хозяйства места, на которых лежит иней, можно получить представление о заморозкоопасности отдельных участков. Съемку следует проводить несколько раз, так как в каждом случае в зависимости от условий погоды, в которых протекал заморозок, его интенсивности, степень морозобойности участка будет несколько меняться. При этом надо следить, чтобы состояние подстилающей поверхности было более или менее однородным. На черном пару вследствие хорошей теплопроводности почвы иней не будет даже в том случае, если поле расположено в понижении и, по существу, заморозкоопасно. Больше всего иней будет на густом травостое, вследствие значительного охлаждения его под влиянием ночного излучения и затруднительного теплообмена между воздухом и почвой под таким покровом. После 5 - 6 таких съемок получают уже достаточно надежное представление о сравнительной морозобойности отдельных участков хозяйства.

Для целей микроклиматологии используют аэрофотографическую и спутниковую информации.

Перспективен и метод физического моделирования, так как выявление различных микроклиматических закономерностей требует соблюдения принципа «при прочих равных условиях», что в природе нередко бывает труднодостижимо, так же как и систематизированные натурные исследования микроклиматического эффекта различных комплексов неоднородностей подстилающей поверхности. В камерах искусственного климата - фитотронах - соблюдение этих принципов не вызывает затруднений.

Фитотроны позволяют моделировать метеорологические условия в широких пределах: засуху, суховеи, заморозки и т. д. А это дает возможность установить степень приспособляемости различных сельскохозяйственных культур и их сортов к неблагоприятным условиям, критические и оптимальные значения для растений различных показателей, оптимальные сроки сева и т. п.

Фитотроны используют и при разработке методов борьбы с вредителями и болезнями растений.

В фитотронах можно получать несколько урожаев за один год, что ускоряет селекционный процесс.

Пути и методы мелиорации микроклимата сельскохозяйственных угодий. Целью мелиорации (улучшения) микроклимата сельскохозяйственных полей, естественных низкопродуктивных пастбищных фитоценозов является смягчение неблагоприятных условий с помощью различных агротехнических приемов. Разнообразие этих приемов связано с учетом широкого диапазона экологических условий в районах, где преобразуется микроклимат. Географическое положение района, общие климатические условия, рельеф местности, климат почвы - главные составляющие для анализа при выборе способов и методов улучшения микроклимата поля или угодья.

В северных и северо-западных районах земледелия к основным способам по улучшению микроклимата относятся приемы, устраняющие переувлажнение почвы и повышающие теплообеспеченность растений (осушение полей, создание гребневой поверхности почвы и др.). Немаловажное значение имеет ориентация гребней для лучшего их прогрева в солнечные дни. В последние годы в производственных

масштабах все шире практикуют посадки летних кулис из быстрорастущих высокорослых культур, защищающие посевы от холодных ветров.

В засушливых земледельческих районах страны главная задача улучшения микроклимата - повышение влагообеспеченности посевов и естественных фитоценозов. Для этого создано и постоянно развивается гидротехническое и ирригационное строительство - введены в строй десятки крупных водохранилищ, построены современные, технически оснащенные оросительные каналы. Однако при орошении неизбежны непроизводительные потери влаги на фильтрацию в глубокие горизонты почвы, поверхностный сток, испарение с открытой водной поверхности. Поэтому в последние годы применяют новый способ - капельное орошение, с помощью которого подача воды (по специальным трубкам) регулируется с учетом агрогидрологических свойств почвы и требований к условиям влагообеспеченности выращиваемой культуры. Этот способ позволяет на 30 % по сравнению с традиционными методами орошения снизить расходы дорогостоящей воды.

Полезастное лесоразведение, включая посадки древеснокустарниковых форм в пустынных и полупустынных районах, а также лесомелиоративные мероприятия на сильно эродированных и засушливых горных склонах оказывают существенное средообразующее влияние, способствуя повышению продуктивности сельскохозяйственных культур и фитоценозов.

Более подробно эти методы и результаты их применения изложены в главах, где рассмотрены метеорологические элементы: лучистая энергия, температура почвы и воздуха, осадки и т. д.

Важным звеном агропромышленного комплекса является защищенный грунт, под которым понимают участки земли, где создан более благоприятный микроклимат. Основные задачи защищенного грунта: производство внесезонной (главным образом овощной) продукции; выращивание рассады для открытого грунта; расширение ассортимента культур, особенно в умеренных и высоких широтах.

В зависимости от методов защиты и степени комфортности созданных условий защищенный грунт делят на утепленный, под которым понимают открытые участки, укрываемые на ночь или в неблагоприятную погоду различными утеплительными материалами (матами, соломой, пленкой и пр.), и культивационные сооружения, состоящие

из теплиц (на солнечном или искусственном обогреве), парников и малогабаритных временных укрытий.

Изучение климата и микроклимата позволяет обосновать идею об организации природного конвейера - почти круглогодичного производства и снабжения населения свежими овощами и фруктами. Соответствующий подбор сортов культур (ранних, средних, поздних) и рациональное размещение их в разных частях страны могли бы позволить резко удлинить сезон производства свежих овощей и фруктов.

13.6. Категории урожайности и их расчет

Программирование начинают с обоснования урожайности, которую предполагается получить с каждого конкретного поля и в расчете на которую разрабатывают всю систему агротехнических мероприятий. Для того чтобы правильно решить этот вопрос, агроному необходимо исходить из представления о существовании следующих основных категорий урожайности, отвечающих наличию различных групп лимитирующих факторов - климатических, почвенных, хозяйственно-экономических.

Потенциальная урожайность (ПУ) - урожайность, которая при соблюдении всех элементов принятой агротехники может быть получена в идеальных почвенно-климатических условиях. ПУ определяется приходом ФАР и биологическими особенностями культуры (сорта).

Климатически обеспеченная урожайность (КОУ) - урожайность, которая при полном соблюдении агротехники теоретически может быть получена в конкретных климатических условиях на идеальной почве. Лимитирующими факторами здесь являются ресурсы тепла и влаги.

Действительно возможная урожайность (ДВУ) - урожайность, которая при соблюдении агротехники теоретически может быть получена на конкретном поле при фактическом почвенном плодородии в реальных климатических условиях. Для хорошо окультуренных полей ДВУ близка к КОУ.

Урожайность в производстве (УПр), или хозяйственная урожайность, характеризует фактическую продуктивность посева на конкретном поле. Соотношение перечисленных категорий урожайности пока-

зано на рисунке 15.1, где одновременно указаны факторы, ответственные за постепенное снижение урожайности от потенциальной до производственной.

В отличие от ПУ, КОУ и ДВУ, являющихся категориями агроэкологическими, программируемая урожайность (Пр.У) представляет собой категорию хозяйственно-экономическую, и в расчете на нее планируют основные агротехнические мероприятия.

Первоочередной задачей программирования является приближение урожайности в производстве к действительно возможной, что достигается строгим соблюдением агротехнологии, оперативной дифференциацией и корректировкой агротехнических приемов в соответствии со складывающимися агрометеорологическими условиями.

Решение задачи приближения ДВУ к КОУ предусматривает проведение долгосрочных мероприятий по повышению плодородия сельскохозяйственных полей с целью создания почвенных условий, близких к оптимальным.

13.7. Сельскохозяйственная оценка климата

Климат определяет географическое распространение и успешность возделывания всех сельскохозяйственных культур, условия выпаса и содержания животных. Для того чтобы эффективно использовать потенциальные возможности, а также уменьшать ущерб от неблагоприятных для сельскохозяйственного производства погодных явлений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур, необходимо изучение климата. Для этих целей устанавливаются количественные показатели влияния факторов климата на объекты и процессы сельскохозяйственного производства.

Газовый состав воздуха одинаков во всех климатических зонах. Световой режим в условиях оптимальной густоты стояния растений обычно не лимитирует их рост и развитие (за исключением полярных районов в период прохождения растениями световой стадии развития). Продуктивность растений в основном определяется количеством тепла и влаги. Поэтому изучение климата для сельскохозяйственных целей складывается главным образом из оценки:

1. термических и частично световых ресурсов вегетационного периода и его отдельных частей;
2. ресурсов увлажнения вегетационного периода и его отдельных частей;
3. условий перезимовки растений;
4. микроклимата;
5. неблагоприятных (опасных) для сельскохозяйственного производства гидрометеорологических явлений.

Наряду с этим при сельскохозяйственной оценке климата необходимо знать требования, предъявляемые биологическими объектами к климату, а именно: их критические и оптимальные температуры, суммы температур, необходимые для роста и развития, количество влаги, обеспечивающее создание высокого урожая, и др.

Сопоставление агроклиматических ресурсов и требований биологических объектов позволяет определить степень соответствия между ними. Знание ресурсов необходимо и при разработке комплекса агротехнических мероприятий, воздействующих на режим света, тепла, влаги с целью изменения агрометеорологических факторов в благоприятную для сельскохозяйственных объектов сторону.

При сельскохозяйственной оценке климата учитываются не только средние многолетние значения (нормы), но и повторяемости и обеспеченности основных факторов климата и опасных для сельского хозяйства метеорологических явлений.

Под термическими ресурсами в климатологии понимают то количество тепла, которым располагает территория, где произрастают сельскохозяйственные культуры. Термические ресурсы вегетационного периода чаще всего оцениваются предложенной Г. Т. Селяниновым суммой активных температур воздуха выше 10°C (иногда выше 5°C или других пределов).

Потребность растений в тепле выражается биологической суммой температур, под которой понимают сумму средних суточных температур воздуха за период вегетации культуры от начала роста до созревания в пределах границ ее ареала.

Контрольные вопросы

1. Категории урожайности.
2. Что такое урожайность.
3. Перечислите агроклиматические районы России.
4. Что такое ДВУ?
5. В чем сущность сельскохозяйственной оценки климата?

Глава 14. ПРОГНОЗ ФАЗ РАЗВИТИЯ И СРОКОВ ФОРМИРОВАНИЯ У РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

14.1. Прогноз фаз развития и сроков созревания зерновых культур

Количество и качество урожая зависит от агрометеорологических условий в периоды произрастания, созревания и уборки зерновых культур. Несвоевременная уборка приводит к потерям, а иногда и гибели урожая. В связи с этим очень важно заранее определить и предупредить хозяйства о сроках начала уборки различных видов зерновых культур.

Поэтому особенно ценным является своевременный и достаточно точный прогноз наступления фаз восковой и полной спелости зерновых культур. Наступление восковой спелости означает время, когда можно начать раздельную уборку хлебов, а наступление полной спелости - время их прямого комбайнирования. Таким образом, период от восковой до полной спелости характеризует продолжительность периода раздельной уборки хлебов.

В основу прогноза фаз развития сельскохозяйственных культур и сроков созревания положена зависимость продолжительности межфазного периода от температуры воздуха.

Переход от восковой спелости, к полной характеризуется подсыханием зерна, уменьшением содержания в нем воды в 2-3 раза. Таким образом, в межфазный период от восковой до полной-спелости происходит интенсивное испарение влаги из зерна, зависящее в большей мере от метеорологических условий, в частности от дефицита упругости водяного пара. Поэтому в качестве показателя скорости подсыхания можно использовать дефицит упругости.

Дефицит упругости (насыщения) - это разность между полной влагоемкостью и естественной влажностью

Долгосрочный прогноз дефицита упругости не составляется, для расчетов же следует использовать средние декадные многолетние его значения после даты наступления восковой спелости, уточненные по прогнозу температуры. Между отклонениями от среднего многолетнего значения температуры воздуха и дефицита упругости водяного пара существует зависимость.

Между дефицитом упругости водяного пара и суточной потерей

влаги зерном также установлена количественная зависимость. Общий запас влаги в зерне в момент восковой спелости при этом принимается равным 100%. Дата наступления полной спелости определяется как момент, когда в процессе просыхания хлебов будут израсходованы 100% влаги.

14.2. Прогноз сроков цветения плодовых культур

Большой вред плодовым культурам наносят заморозки в период их цветения. Поэтому прогноз сроков цветения плодовых культур составляется с целью своевременного принятия мер для борьбы с заморозками, а также для определения сроков применения химических методов борьбы с вредителями садов. Он составляется одновременно с прогнозом заморозков.

Анализ большого фактического материала показал, что плодовые культуры после зимних холодов начинают свое развитие при достижении среднесуточной температурой воздуха биологического минимума. Чтобы наступило цветение, плодовая культура должна накопить определенную сумму эффективных температур.

С момента перехода среднесуточной температуры через биологический минимум до даты составления прогноза накопится сумма эффективных температур, которую следует исключить из требуемой суммы. Оставшаяся сумма должна быть накоплена в последующий период путем суммирования прогнозируемых эффективных температур.

В связи с этим дата начала цветения определяется как число, к которому, будет накоплена сумма эффективных температур. Далее определяется дата окончания цветения. При этом, начиная с даты начала цветения, суммируют прогнозируемые эффективные температуры до даты, когда будет накоплена сумма эффективных температур. Зная ожидаемые сроки цветения яблони и имея прогноз заморозков, определяют вероятность повреждения цветущих деревьев заморозками.

14.3. Прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода

Запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы в начале вегетационного периода играют большую роль в формировании будущего урожая. Особенно велика их роль в засушливых районах, где летние осадки малы. Здесь крайне важно иметь своевременный прогноз запасов продуктивной влаги на весну. За момент начала весны обычно принимают дату перехода среднеуточной температуры воздуха через 5°C . В районах с достаточным или избыточным увлажнением почвы этот вид прогноза теряет смысл и его не составляют.

На Европейской территории ведущими факторами в изменении запасов почвенной влаги в холодную часть года являются осадки, выпавшие за этот период, и недостаток насыщения почвы влагой к началу зимы.

В зависимости от этих факторов и установлены закономерности изменения запасов влаги за период осень-зима-весна. Проникновение осадков в почву зависит от характера зимы. При частых оттепелях вода постепенно проникает в почву и весенний сток бывает мал. Поэтому, чтобы определить ожидаемые запасы влаги в корнеобитаемом слое почвы, следует учесть характер зимы: устойчива она или неустойчива.

14.4. Прогноз запасов продуктивной влаги в почве под сельскохозяйственными культурами в период их вегетации

Прогноз запасов продуктивной влаги в почве в период вегетации сельскохозяйственных культур имеет большое значение для оценки урожая и составляется по методу С. А. Вериги. В основу этого метода положены закономерности изменения запасов влаги в зависимости от четырех факторов:

1. Метеорологических условий вегетационного периода; основными метеорологическими факторами при этом считаются температура воздуха и сумма осадков;
2. Исходной влажности корнеобитаемого слоя почвы ($W_{исх}$), характеризующей скорость усвоения почвой осадков;
3. Степени развития корневой системы растений и потребности их во влаге в различные межфазные периоды;

4. Типа почвы, определяющего процесс перемещения влаги в почве.

14.5. Прогноз выпревания озимых культур

Выпревание является результатом длительного пребывания растений под мощным снежным покровом при сравнительно высокой температуре (близкой к 0°C).

Растения, не получая солнечной радиации, быстро расходуют на дыхание накопленные осенью питательные вещества, истощаются и подвергаются грибковым заболеваниям

Чаще всего выпревание наблюдается в случаях, когда снежный покров высотой > 30 см при глубине промерзания почвы менее 50 см.

Различают следующие условия перезимовки:

1. Хорошие - когда высокий снежный покров залегает на полях менее 5 декад
2. Удовлетворительные – 5-8 декад,
3. Неудовлетворительные – 9- 11 декад,
4. Плохие - 12-14 декад,
5. Очень плохие-15 или более декад.

Следовательно, чтобы оценить условия перезимовки, необходимо предвычислить продолжительность залегания высокого снежного покрова. Она вычисляется на основании связи со сроком установления снежного покрова высотой > 30 см.

При длительном пребывании озимых культур под высоким, снежным покровом, способствующем выпреванию, число живых стеблей уменьшается. Высокий снежный покров хотя значительно и уменьшает колебания температуры на глубине узла кущения вследствие изменения теплопроводности, но не исключает их.

Изреженность посевов весной от вылревания зависит от степени развития озимых культур к моменту прекращения осенней вегетации. Это обстоятельство учитывается при вычислении количества сохранившихся весной стеблей.

Метод прогноза выпревания основан на количественных зависимостях состояния растений весной от состояния их осенью, температуры воздуха и почвы на глубине узла кущения, глубины промерзания почвы, высоты и продолжительности залегания снежного покрова. В

зависимости от соотношения количества стеблей осенью и сохранившихся к весне определяется площадь полей, на которых произойдет гибель посевов от выпревания.

14.6. Прогноз вымерзания озимых культур

Прогноз вымерзания озимых культур сводится к прогнозу критических температур почвы на глубине узла кушения и определению площадей возможного вымерзания.

Существующие теоретические схемы расчета температуры почвы в практике обслуживания сельского хозяйства почти не используются, так как расчеты по ним сложны и трудоемки и не могут выполняться в стационарных условиях. Поэтому прогноз вымерзания обычно составляется с помощью эмпирических формул.

При снежном покрове высотой более 10 см температура на глубине узла кушения редко бывает ниже критического значения. Обычно снежный покров залегает неравномерно, поэтому для прогноза вымерзания нельзя пользоваться только его средней высотой. Необходимо учитывать, что при достаточно большой средней высоте снежного покрова на значительных площадях она может быть недостаточной для защиты растений от вымерзания.

Оценка предполагаемых агрометеорологических условий перезимовки основывается также на закономерностях изменения высоты снежного покрова и глубины промерзания, которые вычисляются на основании прогноза температуры воздуха и сумм осадков.

Для оценки изменения глубины промерзания используются ее зависимости от высоты снежного покрова и суммы отрицательных среднесуточных температур за декаду.

14.7. Определение даты начала и конца вегетации и продолжительности вегетационного периода

Агроклиматическим показателем начала и конца вегетации сельскохозяйственных культур является *средняя суточная температура воздуха дат начала и конца вегетации этой культуры*. Этот показатель меняется в широких пределах в зависимости от района выращивания, сорта, вида и др.

Если влагообеспеченность растений достаточна, то для многих из них температуры начала и конца вегетации различаются незначительно. При неблагоприятном водном режиме (засуха, избыточное увлажнение) темпы развития растений могут сильно изменяться, и тогда окончание вегетации будет наблюдаться при существенно иной температуре.

Для большинства культурных растений были определены среднесуточные температуры воздуха начала и конца вегетации, которыми явились температуры определенных пределов, или биологический нуль, а именно 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$. Для этих температур вычисляются даты перехода их в сторону повышения весной и в сторону понижения осенью, которые и являются датами начала и конца вегетации.

Для определения дат перехода температуры воздуха через пределы 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$ необходимо в массиве среднесуточных температур весной и осенью найти даты перехода через эти пределы.

Если после этих дат будут наблюдаться температуры ниже температур 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$, то нужно найти отклонения суточных температур от 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$.

Отклонение положительное - если суточная температура выше этих пределов, *отрицательное* - если ниже.

Таким образом, выделяются периоды положительных и отрицательных отклонений, которые суммируются в отдельности. За дату устойчивого перехода температуры воздуха через 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$ весной принимается первый день периода, сумма положительных отклонений которого превышает сумму отрицательных отклонений любого из последующих периодов с отрицательными отклонениями.

За *дату устойчивого перехода* температуры воздуха через 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$ осенью принимается первый день периода, сумма отрицательных отклонений которого превышает сумму положительных отклонений любого из последующих периодов с такими отклонениями.

Продолжительность вегетационного периода с температурами выше определенного предела различных сельскохозяйственных куль-

тур определяется подсчетом числа дней от даты перехода через температуры 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$ весной в сторону повышения до даты перехода через эти пределы в сторону понижения осенью.

14.8. Определение интегральных показателей термических ресурсов территории

Термические ресурсы территории - это то количество тепла, которым располагает данная территория в силу своего географического положения.

Термические (или тепловые) ресурсы – это количество тепла в течение вегетационного периода на конкретной территории, где возделываются сельскохозяйственные культуры, а естественная растительность используется под пастбища и сенокосы.

Потребность в тепле – это то количество тепла, которое необходимо данному фитоценозу для оптимального роста и развития в период вегетации.

Основными интегральными показателями термических ресурсов территории и потребности растений в тепле являются суммы активных и эффективных температур.

Активная температура – это средняя суточная температура воздуха или почвы после ее перехода через биологический минимум 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$, установленный для определенного периода развития растения.

Для получения сумм активных температур за период вегетации или любой межфазный период необходимо сложить все средние суточные температуры выше биологического минимума этого периода.

Эффективная температура – это средняя суточная температура воздуха или почвы, уменьшенную на величину биологического минимума 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$, установленного для определенного периода развития растений.

При определении сумм эффективных температур из каждой средней суточной температуры расчетного периода вычитают величину биологического нуля.

Термические ресурсы территории оценивают суммой активных температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$, так как при этой температуре и выше

нее активно вегетирует большинство культурных растений. Термические ресурсы территории изменяются в зависимости от широты места, высоты над уровнем моря и ряда других факторов. С продвижением на север и увеличением высоты места термические ресурсы уменьшаются.

Потребность сельскохозяйственных культур в тепле выражают суммами активных или эффективных температур воздуха за период, ограниченный лимитными температурами, начала и конца вегетации.

Биологический нуль, (биологический минимум температуры) - это нижний предел температуры для активной вегетации сельскохозяйственных культур)

Для многих зерновых и плодово-ягодных культур лимитной температурой является среднесуточная температура воздуха $+5^{\circ}\text{C}$, а для теплолюбивых культур $+15^{\circ}\text{C}$ - $+20^{\circ}\text{C}$.

Сравнивая термические ресурсы территории и потребности растений в тепле, вычисляют такую важную агроклиматическую характеристику, как обеспеченность растений теплом.

Расчет обеспеченности растений теплом производят с помощью интегральных кривых обеспеченности. Считается, что обеспеченность культуры теплом порядка 80-90 % является хорошей, так как производственный риск в данном случае невелик (10-20 %). При обеспеченности культуры теплом 50-70 % необходимо применять значительные меры по улучшению термических условий. Если обеспечение теплом культуры менее 50 %, то ее возделывание не имеет смысла.

Характеристика термического режима местности не исчерпывается суммами температур за весь период вегетации и обеспеченностью сумм температур в отдельные годы.

Необходимо знать, как быстро происходит накопление тепла весной и летом, чему равны суммы температур за отдельные отрезки вегетационного периода.

Существенной характеристикой термического режима является средняя температура самого теплого месяца, которая определяет сельскохозяйственные возможности местности, набор высаживаемых культур, качество выращиваемой продукции.

Для характеристики термических ресурсов почвы применяют суммы температур выше 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$ на глубинах 5, 10, 20,

25 см, а также суммы отрицательных температур ниже 0°C, -5°C, -10°C, -15°C.

Иногда используется коэффициент прогреваемости почв.

Коэффициент прогреваемости почв – это отношение сумм температур почвы выше +10 °C к суммам температур воздуха выше +10 °C.

Коэффициент прогреваемости почв – отношение продолжительности безморозного периода на поверхности почвы к продолжительности такого же периода в воздухе.

Коэффициент прогреваемости почв в целом хорошо характеризует основные климатические особенности территории.

14.9. Определение термических показателей фитоценозов

Температура воздуха лишь приблизительно характеризует действительные термические условия, создающиеся на поверхности растений и внутри стеблестоя. Температура растений даже в условиях климата избыточного увлажнения может отличаться от температуры воздуха на высоте 2 м на величину, сравнимую с географической изменчивостью температуры на расстоянии нескольких сотен километров. Причина этого существенного различия заключается в непосредственном нагреве солнечными лучами самих растений. Поэтому для более точной оценки термических ресурсов следует применять термические показатели самих фитоценозов.

При наличии сомкнутого растительного покрова листья растений обычно составляют основную часть деятельной поверхности, посредством которой осуществляется теплообмен с атмосферой. При таком допущении можно считать, что средняя температура листьев растений примерно равна температуре поверхности земли и ее можно рассчитывать по тепловому балансу подстилающей поверхности.

14.10. Оценка продуктивности климата

Сельскохозяйственная оценка продуктивности климата необходима при решении важных задач продовольственной безопасности государства, а также производственных задач: обосновании капиталовложений в мелиорацию, размещении новых сельскохозяйственных культур в различных климатических зонах и т. п.

Сельскохозяйственный бонитет климата – это сравнительная оценка его продуктивности, выраженную в абсолютных величинах °(урожайность, ц/га) или относительных величинах (баллы).

Сельскохозяйственный бонитет климата – это максимальные сельскохозяйственные возможности природной среды, комплексно определяемые на основе общих показателей тепло- и влагообеспеченности, радиационного режима, неблагоприятных агроклиматических явлений, плодородия почв и рельефа.

Для сравнительной оценки климатических ресурсов территории были предложены два метода: С.А. Сапожниковой и Д.И. Шашко. В основе этих методов лежат количественные зависимости, связывающие урожаи сельскохозяйственных культур с ресурсами тепла и влаги.

Метода С.А. Сапожниковой предлагает в качестве показателей ресурсов тепла и влаги использовать суммы активных температур выше 10 °С и гидротермический коэффициент Селянинова. Так как продолжительность вегетационного периода, определяемая суммой активных температур, оказывает значительное влияние на урожай, автор предложила рассчитывать урожай на условную единицу суммы тепла (т. е. сумму активных температур за вегетацию, уменьшенную в 100 раз).

Показатель продуктивности климата конкретного региона можно рассчитать по следующей формуле:

$$\Pi = \frac{Y}{\left(\frac{\sum t_{10}}{100}\right)}$$

где Y - урожайность культуры, ц/га, $\sum t_{10}$ - сумма активных температур.

Обратную задачу, т. е. расчет урожайности, решают по уравнению:

$$Y = \Pi \times \frac{\sum t_{10}}{100}.$$

Сельскохозяйственный бонитет климата, предложенный Д.И. Шашко, оценивается в баллах нормальной фактической и потенциальной продуктивности.

Нормальная фактическая продуктивность – это урожайность при среднем для страны уровне агротехники.

Потенциальная урожайность - это продуктивность посева, которая теоретически могла бы быть достигнута при соблюдении всех элементов агротехнологии в идеальных почвенных и метеорологических условиях.

Потенциальная урожайность определяется рассчитанной величиной урожая при условии обычного увлажнения и полного использования растениями термических ресурсов данного региона. Разность между фактической и потенциальной продуктивностью указывает на неполное использование климатических ресурсов территории.

Оценивать бонитет можно также путем сравнения фактической урожайности и потенциальной продуктивности климата.

Кроме основных агрометеорологических показателей применяются и дополнительные.

К дополнительным относятся:

1. Время «спелости» почвы,
2. Время оттаивания
3. Даты наступления агрометеорологических явлений,
4. Продолжительность беззаморозкового периода,
5. Продолжительность периодов с разной температурой и влажностью воздуха и почвы,
6. Различные характеристики осадков

Континентальность климата – это совокупность свойств климата, определяемых влиянием больших площадей суши на атмосферу и климатообразующие процессы.

Показателями степени континентальности климата могут служить продолжительность весны и осени конкретного региона.

Продолжительность весны и осени - это интервал времени в днях, ограниченный соответственно средними суточными температурами воздуха 5-15°C и 15-5°C.

Чем континентальнее климат, тем более короткими оказываются весна и осень, что имеет большое значение для проведения многих полевых работ.

Контрольные вопросы

1. Прогноз фаз развития и сроков созревания зерновых культур.
2. Прогноз выпревания озимых культур.
3. Прогноз вымерзания озимых культур.
4. Определение даты начала и конца вегетации и продолжительности вегетационного периода.
5. Определение интегральных показателей термических ресурсов территории.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Агрометеорология, предмет, методы исследований.
2. Атмосферное давление, единицы измерения, величина нормального давления.
3. Барическая ступень. Годовой и суточный ход атмосферного давления.
4. Воздух, состав. Значение газов атмосферы для биосферы.
5. Атмосфера, строение и характеристика слоев.
6. Ветер. Причины возникновения ветра. Характеристики ветра.
7. Годовой и суточный ход скорости и направления ветра
8. Значение солнечной энергии для биосферы и пути ее наиболее полного использования в сельском хозяйстве.
9. Виды солнечной радиации и их характеристика
10. Радиационный баланс. Характеристика радиационного баланса, годовой и суточный ход.
11. Методы оптимизации температурного режима почвы.
12. Процессы нагревания и охлаждения почвы, тип инсоляции и излучения.
13. Теплофизические характеристики почвы.
14. Замерзание и оттаивание почвы.
15. Факторы передачи тепла в воздухе. Процессы нагревания и охлаждения воздуха.
16. Распределение температуры воздуха в теплый период.
17. Давление насыщенного водяного пара и парциальное давление водяного пара. Годовой и суточный ход парциального давления водяного пара.
18. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Годовой и суточный ход относительной влажности воздуха.
19. Испарение. Условия для испарения. Испарения с воды и почвы.
20. Конденсация водяного пара в атмосфере. Условия для конденсации, продукты конденсации.
21. Осадки. Классификация осадков по видам и характеру выпадения.
22. Характеристика снежного покрова.

23. Факторы, влияющие на изменение погоды. Периодические и непериодические изменения погоды.
24. Классификация воздушных масс по происхождению и их отличия.
25. Теплый и холодный фронты и их характеристика.
26. Циклон и антициклон, и их характеристика.
27. Заморозки, причины возникновения. Распределение и вероятность заморозков. Беззаморозковый период и его продолжительность.
28. Классификация заморозков по продолжительности, интенсивности, времени наступления и происхождению.
29. Засуха, классификация засух, повторяемость.
30. Ливни и град, причины возникновения, характеристика. Вредное влияние для сельского хозяйства ливня и града и меры борьбы с ними.
31. Характеристика причин гибели зимующих культур: вымерзание, выпирания и вымокания и меры борьбы с ними.
32. Характеристика причин гибели зимующих культур: ледяные корки, выдувание, зимняя засуха.
33. Климат. Климатообразующие факторы, классификация климатов.
34. Агроклиматическая характеристик.
35. Методика сельскохозяйственной оценки климата.
36. Микроклимат. Использование микроклиматических наблюдений в сельском хозяйстве.
37. Агрометеорология как научная дисциплина.
38. Предмет и задачи агрометеорологии.
39. Методы исследования.
40. Основные этапы истории развития агрометеорологии.
41. Атмосфера.
42. Земная атмосфера.
43. Атмосферное давление.
44. Единицы измерения.
45. Изменение давления с высотой и по горизонтали.
46. Строение атмосферы.
47. Основные приборы для измерения атмосферного давления.
48. Измерение атмосферного давления.

49. Значение атмосферы для сельского хозяйства.
50. Методы исследования атмосферы.
51. Солнце и виды потоков солнечной радиации.
52. Влияние солнечной радиации на атмосферные процессы и биосферу.
53. Биологическое значение основных частей спектра.
54. Фотосинтетически активная радиация.
55. Радиационный баланс и его составляющие.
56. Экспозиция, крутизна склонов и приход солнечной радиации.
57. Приборы и методы измерения солнечной радиации и составляющих радиационного баланса.
58. Спектральный состав солнечной радиации.
59. Поглощение и рассеяние солнечных лучей в атмосфере в зависимости от высоты Солнца.
60. Географическое распределение длины дня и радиационного баланса.
61. Пути более полного использования солнечной радиации в сельском хозяйстве.
62. Температурный режим почвы.
63. Значение температурного режима среды для жизнедеятельности с/х растений и животных.
64. Тепловые свойства почвы.
65. Суточный и годовой ход температуры почвы.
66. Законы Фурье.
67. Приборы и методы измерения температуры почвы.
68. Замерзание и оттаивание почвы и водоемов.
69. Пути регулирования температурного режима почвы.
70. Температурный режим воздуха.
71. Процессы нагревания и охлаждения воздуха.
72. Изменение температуры воздуха по вертикали.
73. Температурная инверсия.
74. Суточный и годовой ход температуры воздуха.
75. Характеристики температурного режима территории.
76. Тепловой баланс деятельного слоя Земли.
77. Приборы и методы измерения температуры воздуха.
78. Температурный режим в растительном покрове.

79. Значение учета температурного режима воздуха в с/х производстве.

80. Вода в атмосфере и почве.

81. Влажность воздуха.

82. Испарение.

83. Конденсация водяного пара.

84. Приборы и методы измерения влажности воздуха и почвы.

85. Значение влажности воздуха и почвы для сельского хозяйства.

86. Осадки.

87. Снежный покров.

88. Почвенная влага.

89. Приборы и методы измерения осадков, снежного покрова и почвенной влаги.

90. Пути повышения использования и регулирование осадков, снежного покрова и почвенной влаги.

91. Погода и ее прогноз.

92. Ветер.

93. Погода.

94. Служба погоды.

95. Значение ветра и погоды в с/х.

96. Опасные для сельского хозяйства метеорологические явления и меры борьбы с ними.

97. Заморозки, типы и условия их возникновения.

98. Предсказания и методы борьбы с ними.

99. Засухи и суховеи, их влияние на растение и причины возникновения.

100. Агрометеорологические показатели засух и суховеев, их влияние на растение.

101. Типы засух.

102. Пыльные бури и их повторяемость.

103. Меры борьбы с пыльными бурями.

104. Град, причины возникновения града.

105. Меры борьбы с градобитиями.

106. Ливни.

107. Водная эрозия и меры борьбы с ними.

108. Влияние заморозков на с/х культуры.

109. Меры борьбы с засухами и суховеями.
110. Явления, вызывающие повреждения с/х растений в зимний период.
111. Вымерзание, выпревание, вымокание, выпирание, ледяная корка, зимняя засуха.
112. Морозоустойчивость плодовых культур.
113. Неблагоприятные метеорологические явления для с/х животных.
114. Климат и его значение для с/х производства.
115. Климатообразующие факторы.
116. Классификация климатов земного шара и РФ.
117. Сельскохозяйственная оценка климата.
118. Агроклиматическое районирование климата.
119. Микроклимат и фитоклимат и методы их улучшения.
120. Влияние климата на вредителей и болезни с/х культур.
121. Изменение и преобразование климата.
122. Использование климатических и агроклиматических материалов в с/х производстве и опытном деле.
123. Агрометеорологические наблюдения.
124. Виды и методы агрометеорологических наблюдений.
125. Агрометеорологические посты в хозяйствах.
126. Современные методы сбора, обработки и хранения материалов агрометеорологических наблюдений.
127. Использование данных агрометеорологических наблюдений в сельском хозяйстве.
128. Агрометеорологические прогнозы.
129. Информация, используемая для агрометеорологических прогнозов.
130. Виды агрометеорологических прогнозов и методы их составления.
131. Прогнозы агрометеорологических условий.
132. Фенологические прогнозы.
133. Прогнозы качества урожая.
134. Использование агрометеорологических прогнозов в сельском хозяйстве.
135. Агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства.

- 136. Организация обеспечения сельского хозяйства Госкомгидрометом.
- 137. Основные виды и формы обеспечения с/х производства.
- 138. Использование агрометеорологической информации в с/х производстве.
- 139. Особенности обеспечения отраслей с/х производства.
- 140. Использование агроклиматической и агрометеорологической информации при программировании урожайности.
- 141. Экономическая эффективность агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Каков состав атмосферного и почвенного воздуха?
2. Что такое аэрозоли?
3. Что понимается под атмосферным давлением?
4. В каких единицах и какими приборами оно измеряется?
5. Что такое изобары?
6. На какие сферы разделяется атмосфера по вертикали и чем они характеризуются?
7. Каков спектральный состав солнечного излучения?
8. Каково биологическое значение основных частей спектра, что понимают под ФАР?
9. В каких единицах и какими приборами измеряется интенсивность лучистой энергии?
10. Что понимают под прямой, рассеянной, суммарной, отраженной радиацией?
11. Что понимают под эффективным излучением?
12. Что такое альбедо, от чего зависит его величина?
13. Что такое радиационный баланс и как записывается уравнение баланса для дня и ночи?
14. Какое влияние оказывает продолжительность дня и освещенность на сельскохозяйственные культуры?
15. Каковы пути повышения использования ФАР посевами?
16. Как записать уравнение теплового баланса?
17. Что такое теплоемкость и теплопроводность почвы?
18. Как изменяется температура поверхности почвы в течение суток (года)?
19. Какие факторы и как влияют на амплитуду ' суточного (годового) хода температуры?
20. Каким закономерностям подчиняется распределение тепла в почве?
21. Какие факторы и как влияют на температурный режим почвы?
22. Почему необходим учет температуры почвы в практике сельского хозяйства?
23. Какие приборы применяют для измерения температуры почвы?
24. Что такое конвекция и турбулентность?
25. В какие часы суток наблюдается максимальная температура воздуха и в какие - минимальная и почему?

26. Какие факторы и как влияют на амплитуду суточного (годового) хода температур?
27. Как количественно характеризуется изменение температуры воздуха с высотой?
28. Что такое активная температура, как и для чего подсчитывается сумма активных температур?
29. Что такое эффективная температура, как и для чего подсчитывается сумма эффективных температур?
30. Почему необходим учет температурного режима воздуха в практике сельского хозяйства?
31. Какие приборы применяются для измерения температуры воздуха?
32. Что такое насыщающий водяной пар и как изменяется упругость насыщения с повышением температуры?
33. Что такое абсолютная влажность, упругость водяного пара, относительная влажность, дефицит упругости и точка росы, в каких единицах они измеряются?
34. Какие факторы влияют на скорость испарения с поверхности воды и почвы?
35. Чем отличается испарение от испаряемости?
36. Каков суточный и годовой ход упругости водяного пара и относительной влажности воздуха?
37. Какие приборы используются для измерения влажности воздуха?
38. Каковы общие условия конденсации водяного пара в атмосфере?
39. Каковы причины образования росы и инея?
40. Какие основные процессы обуславливают образование облаков?
41. Какие наблюдаются формы облаков?
42. Чем различаются ливневые, обложные и морозящие осадки? Из каких облаков они выпадают?
43. В каких единицах измеряется количество выпавших осадков, что понимают под интенсивностью осадков?
44. На каком принципе основаны активные воздействия на облака с целью вызывания осадков?
45. Какие приборы применяют для измерения осадков?
46. Каково значение осадков и снежного покрова для сельского хозяйства?

47. Как определяют запас воды в снежном покрове?
48. Как записать уравнение водного баланса?
50. Какова причина возникновения ветра?
51. Как объяснить схему общей циркуляции атмосферы?
52. Как дует ветер в циклоне и антициклоне?
53. Какие бывают местные ветры и каковы причины их возникновения?
54. Как строится роза ветров и для чего она используется?
55. Какими приборами измеряются направление и скорость
56. Что понимается под погодой и с чем связаны ее изменения?
57. Что такое воздушные массы и как они классифицируются?
58. Какие наблюдаются фронты и какая погода отмечается при их прохождении?
59. Какие местные и народные признаки погоды вы знаете?
60. Какое значение имеет использование прогнозов погоды в сельском хозяйстве?
61. Что такое заморозки и как они возникают?
62. Как и на какие заморозки влияют условия погоды и рельеф местности?
63. Какие есть методы прогноза заморозков?
64. Какие применяются меры борьбы с заморозками?
65. Как возникают засухи и суховеи и каковы их количественные критерии?
66. Какие факторы вызывают возникновение пыльных бурь?
67. Какое влияние оказывают опасные явления теплого периода на сельскохозяйственное производство?
68. Каковы основные меры борьбы с засухами, суховеями, пыльными бурями?
69. Из каких облаков выпадает град и какие существуют методы борьбы с градобитиями?
70. Какие метеорологические явления в холодный период неблагоприятны для растений?
71. Какие опасные явления возникают в вашем районе и каковы меры борьбы с ними?
72. Под влиянием каких факторов происходит формирование климата?

74. К каким глобальным изменениям климата может привести рост масштабов хозяйственной деятельности человека? Какие местные изменения климата могут произойти под влиянием антропогенных факторов?
75. Как определить обеспеченность теплом сельскохозяйственной культуры в данном месте?
76. Какие показатели используют для оценки условий увлажнения вегетационного периода?
77. Как рассчитать вероятность повреждения морозами плодовых культур, оценить условия перезимовки озимых?
78. Каковы основные факторы формирования микроклимата?
79. Какие методы используются для улучшения микроклимата с.-х. угодий?
80. С какой целью проводится общее и частное агроклиматическое районирование?
81. 10. Как используются агроклиматические данные в с.-х. производстве? В каких изданиях публикуются эти данные?
82. Какой принцип положен в основу агрометеорологических наблюдений?
83. Какие виды наблюдений проводятся на агрометеорологических станциях в теплый и зимний периоды?
84. Какой минимум оборудования необходимо иметь на агрометеорологическом посту?
85. 4. Какую информацию дают авиационные обследования посевов?
86. Как используются данные агрометеорологических наблюдений в полевом опыте?
87. В чем заключаются научные основы методов агрометеорологических прогнозов?
88. Какие основные виды агрометеорологических прогнозов составляются?
89. Какие существуют основные виды и формы агрометеорологического обслуживания сельскохозяйственного производства?
90. В чем состоят особенности агрометеорологического обеспечения различных отраслей сельскохозяйственного производства?
91. Как можно использовать агрометеорологическую информацию в практике сельского хозяйства?

СПИСОК ТЕМ СООБЩЕНИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЯМ

1. Атмосферное давление, единицы измерения.
2. Биологическое значение основных частей спектра, ФАР.
3. Влияние рельефа, растительного и снежного покрова на температуру почвы.
4. Влияние солнечной радиации на биосферу.
5. Влияние экспозиции и крутизны склонов на приход солнечной радиации.
6. Земная атмосфера. Её значение для сельского хозяйства.
7. Значение влажности воздуха для сельского хозяйства.
8. Значение температуры для жизнедеятельности растений.
9. Значение учета температурного режима почвы.
10. Изменение давления по горизонтали. Изобары.
11. Изменение давления с высотой. Барическая ступень.
12. Изменение температуры воздуха по вертикале. Температурная инверсия.
13. Испарение с поверхности воды, почвы и растений, пути регулирования для нужд сельского хозяйства.
14. Классификация облаков.
15. Конденсация водяного пара, гидрометеоры.
16. Методы воздействия на температурный режим почвы для целей сельского хозяйства.
17. Методы измерения влажности воздуха.
18. Методы измерения солнечной радиации, приборы.
19. Методы измерения температуры воздуха.
20. Методы измерения температуры почвы.
21. Методы исследования атмосферы.
22. Осадки и значение их для сельского хозяйства.
23. Поглощение и распределение солнечной радиации в посевах.
24. Понятие об активных, эффективных и температурах биологического минимума. Амплитуда температурного режима.
25. Приборы для измерения атмосферного давления.
26. Процессы нагревания и охлаждения приземного слоя атмосферы.
27. Пути более полного использования солнечной радиации в сельском хозяйстве.

28. Радиационный баланс и его составляющие.
29. Солнце и виды потоков солнечной радиации.
30. Спектральный состав солнечной радиации.
31. Строение атмосферы.
32. Суточный и годовой ход температурного режима.
33. Температурный режим в растительном покрове.
34. Тепловые свойства почвы.
35. Характеристика влажности воздуха.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Агрометеорологические факторы.
2. Основные задачи агрометеорологии.
3. Методы агрометеорологических исследований.
4. Атмосфера и атмосферные процессы. Строение атмосферы.
5. Давление атмосферного воздуха. Современные приборы для измерения атмосферного давления.
6. Газовый состав воздуха приземного слоя атмосферы. Состав почвенного воздуха.
7. Радиационный баланс и его составляющие.
8. Световой день, продолжительность дня.
9. Приборы для актинометрических наблюдений.
10. Спектральный состав солнечной радиации. ФАР - фотосинтетически активная радиация. Фотосинтетический потенциал растений.
11. Пути более полного использования солнечной радиации в сельском хозяйстве.
12. Тепловые свойства почвы. Суточный и годовой ход температуры почвы. Методы воздействия на температурный режим почвы для целей сельского хозяйства.
13. Суммы температур. Активные и эффективные температуры воздуха.
14. Значение учета температурного режима воздуха в сельском хозяйстве. Приборы для измерения температуры почвы и воздуха.
15. Характеристики влажности воздуха. Испарение и испаряемость.
16. Конденсация водяного пара. Осадки. Методы измерения осадков. Снежный покров, методы его измерения.
17. Водный баланс поля. Методы измерения влажности воздуха. Приборы измерения.
18. Типы заморозков и условия их возникновения. Методы защиты с/х культур от заморозков. Классификация сельскохозяйственных культур по степени устойчивости к заморозкам.
19. Засухи и суховеи. Меры борьбы. Пыльные бури. Ливни. Град. Водная эрозия почв.
20. Зимостойкость и морозоустойчивость сельскохозяйственных культур.

21. Ветер. Измерение направления и скорости ветра. Роза ветров, ее учет в сельскохозяйственном производстве.
22. Воздушные массы, их перемещения и трансформация. Циклоны и антициклоны.
23. Прогноз погоды и виды прогнозов. Прогнозы вероятности и интенсивности заморозков.
24. Почвенная влага. Методы ее определения. Расчет запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода.
25. Понятие о климате. Основные климатообразующие факторы. Классификация климатов.
26. Агроклиматические показатели. Агроклиматическое районирование.
27. Микроклимат, фитоклимат, местный климат. Основные методы регулирования климата почвы и микроклимата.
28. Агрометеорологическая информация и агрометеорологический прогноз. Использование прогнозов и информации в сельскохозяйственном производстве.
29. Порядок составления прогноза теплообеспеченности вегетационного периода. Теория мелиорации климата полей.
30. Агрометеорологические прогнозы сроков наступления фаз развития растений. Агрометеорологические прогнозы урожая сельскохозяйственных культур.

ЗАДАЧИ ПО КУРСУ

1. Вычислить суммарную солнечную радиацию при следующих данных: высота солнца ____°, прямая солнечная радиация $S = \text{___ кВт/м}^2$, рассеянная $D = \text{___ кВт/м}^2$.

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

2. Вычислить альбедо A_k земного поля, если суммарная радиация $Q = \text{___ кВт/м}^2$, отраженная $R_k = \text{___ кВт/м}^2$.

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

3. Вычислить поглощенную радиацию за час свежеспаханным черноземом ($A_k = \text{___ \%}$) и песчаной почвой ($A_k = \text{___ \%}$), если суммарная: радиация в среднем за этот час составляет ____ Вт/м².

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

4. Вычислить эффективное излучение поверхности поля (альбедо ____%), если радиационный баланс составляет ____ Вт/м² и суммарная радиация равна ____ Вт/м².

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

5. Найти радиационный баланс травостоя, имеющий альбедо - ____%, если поток прямой радиации на горизонтальную поверхность составляет ____ Вт/м, рассеянной - ____ Вт/м², эффективное излучение - ____ Вт/м².

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

6. Вычислить суммарную солнечную радиацию при следующих данных: высота солнца ____°, прямая солнечная радиация $S = \text{___ кВт/м}^2$, рассеянная $D = \text{___ кВт/м}^2$.

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

7. Найти радиационный баланс травостоя, имеющий альбедо - ____%, если поток прямой радиации на горизонтальную поверхность составляет ____ Вт/м², рассеянной - ____ Вт/м², эффективное излучение - ____ Вт/м².

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

8. Вычислить отраженную радиацию при следующих данных: суммарная радиация ____ Вт/м², эффективное излучение ____ Вт/м², альбедо поверхности ____%.

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

9. Рассчитать радиационный баланс деятельного слоя, если

поглощенная часть коротковолновой радиации равна ____кВт/м² и эффективное излучение составляет ____кВт/м². Каков смысл знака ответа?

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

10. Масса взятой пробы снега составляет ____ г, а ее объем - ____ см. Сколько воды приходится на ____ га при условии равномерного залегания снежного покрова высотой ____ см?

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

11. Вычислить влажность почвы, если масса пробы до высушивания равна ____ г, после высушивания - ____ г.

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

12. Свежевыпавший рыхлый снег при слабом ветре и низкой температуре имеет плотность ____г/см³. Какой слой воды будет, если высота снежного покрова составляет ____ см?

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

13. Свежевыпавший рыхлый снег при слабом ветре и низкой температуре имеет плотность ____г/см³, а весной при оттепелях плотность снега может достигать ____г/см. Какой слой воды образуется в первом и во втором случаях при средней высоте снежного покрова ____ см?

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

14. Вычислить запасы продуктивной влаги в слое ____см, если объёмная масса сухой почвы ____г/см³, влажность почвы-____%. Влажность устойчивого завядания для этой почвы равна ____%.

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

15. В конце марта высота снежного покрова достигает в среднем ____ см. Каков запас воды в снеге в мм и м³/га, если плотность снега в это время составляет ____г/см³?

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

16. Определить влажность почвенной пробы, если масса пробы со стаканчиком составляет ____г, после высушивания масса пробы без стаканчика ____г; масса стаканчика ____г.

Индивидуальные задания получите у преподавателя.

ГЛОССАРИЙ

Агроклиматические ресурсы - совокупность агроклиматических условий, определяющих величину получаемой сельскохозяйственной продукции на конкретной территории.

Агроклиматическое районирование - деление территории по признаку соответствия агроклиматических ресурсов потребностям сельскохозяйственных растений.

Агрометеорологические наблюдения - параллельные наблюдения за метеорологическими элементами, ростом и развитием сельскохозяйственных растений, состоянием почвы и проводимыми агротехническими мероприятиями.

Агрометеорологические условия - сочетания агрометеорологических элементов в определенные интервалы времени.

Агрометеорологический бюллетень - периодическое издание, содержащее анализ и оценку сложившихся агрометеорологических условий за сутки, неделю, декаду, месяц, сезон.

Агрометеорологический мониторинг - система непрерывных агрометеорологических наблюдений.

Агрометеорологический показатель - количественное выражение агрометеорологических условий, характеризующих потребности сельскохозяйственных растений.

Агрометеорологический элемент - величина, характеризующая среду обитания и состояние сельскохозяйственных растений.

Биологический минимум температуры - минимальное значение температуры, являющееся началом жизнедеятельности сельскохозяйственных растений.

Влажность устойчивого завядания - количество воды в почве, при котором появляются необратимые признаки завядания растений.

Гидрометеорологический элемент - измеряемая физико-химическая величина, характеристика состояния или процесс в атмосфере, гидросфере, почве.

Заморозок - понижение температуры в приземном слое воздуха, на поверхности почвы или растений до 0°C и ниже, наблюдаемое в вегетационный период при положительной средней суточной температуре воздуха.

Запас продуктивной влаги в почве - количество воды, выраженное в миллиметрах водного слоя, содержащееся в определенном слое почвы сверх влажности устойчивого завядания.

Засуха атмосферная - состояние атмосферы, характеризующееся недостаточным выпадением осадков, высокой температурой и пониженной влажностью, приводящее к образованию почвенной засухи.

Засуха почвенная - иссушение почвы, влекущее за собой недостаточную обеспеченность растений водой.

Капиллярная влагоемкость почвы - максимальное количество влаги, удерживаемой почвой над уровнем грунтовых вод капиллярными (менисковыми) силами.

Корка ледяная висячая - слой льда на поверхности почвы, под которым находится вода или воздух.

Корка ледяная притертая - слой льда, образовавшийся в результате замерзания воды, застоявшейся на почве, плотно прилегающий к ней, смерзшийся в одно целое с верхним переувлажненным слоем почвы.

Коэффициент увлажнения - отношение приходной части водного баланса к испаряемости за тот же период.

Наименьшая влагоемкость почвы - максимальное количество капиллярно-подвешенной влаги или максимальное количество воды, фактически удерживаемое почвой в природных условиях в состоянии равновесия, когда нет испарения и дополнительного притока воды.

Общий запас влаги в почве - суммарное количество воды, содержащееся в определенном слое почвы.

Объемная масса почвы - масса единицы объема сухой почвы ненарушенного сложения.

Оттепель - повышение максимальной температуры воздуха выше 0 °С зимой на фоне ранее установившихся отрицательных температур.

Репрезентативность - характерность, показательность агрометеорологических данных состояния почвы, приземного слоя воздуха и растительного покрова для определенной территории.

Сумма активных температур - показатель, характеризующий количество тепла и выражающийся суммой средних суточных темпе-

ратур воздуха или почвы, превышающих биологический минимум температуры, установленный для определённого периода развития растения.

Сумма эффективных температур - показатель, характеризующий количество тепла, выраженный суммой средних суточных температур воздуха или почвы, уменьшенных на величину биологического минимума температуры.

Суммарное испарение - испарение с деятельной поверхности, включая транспирацию растительного покрова.

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

Тепловой баланс деятельной поверхности - алгебраическая сумма лучистой и тепловой энергии, получаемых и отдаваемых деятельной поверхностью за определенный интервал времени.

Фазы развития растений - последовательные этапы индивидуального развития растительных организмов от прорастания семени до отмирания растения, характеризующиеся определенными внешними (морфологическими) признаками

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Агрометеорология – это наука, изучающая метеорологические, климатические и гидрологические условия в их взаимодействии с объектами и процессами сельскохозяйственного производства. Специалистам сельского хозяйства необходимо уметь правильно оценивать и эффективно использовать ресурсы климата для повышения продуктивности сельскохозяйственного производства.

Разработка оптимальных приемов ведения сельского хозяйства требует от выпускников вузов знаний погодных и климатических особенностей территории, их изменчивости в отдельные годы, умения пользоваться режимной гидрометеорологической информацией, результатами наблюдений метеорологических станций, а в случае необходимости – самостоятельно измерять основные метеорологические элементы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агроклиматический атлас мира / Под ред. И. А. Гольцберг. - М.-Л.: Гидрометиздат. 1972. - 117 с.
2. Агрометеорология: метод. указания / сост. Т. Е. Иванова. – Ижевск: ФБГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2015. – 29 с.
3. Агрометеорология: Методические указания по изучению дисциплины для студентов заочной формы обучения по направлениям подготовки 35.03.04 «Агрономия», 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 35.03.03. «Агрохимия и агропочвоведение».
4. Агрометеорология: Методические указания по изучению дисциплины для студентов заочной формы обучения по направлениям подготовки 35.03.04 «Агрономия», 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 35.03.03. «Агрохимия и агропочвоведение» // / сост. В. Л. Строкин, А. Ю. Лисина. - Нижний Новгород: РИО Нижегородская ГСХА, 2015. - 25 с.
5. Алексеева Л. И., Семенов Е. К., Соколихина Н. Н. Учение об атмосфере: эколого-климатическое значение и методы измерения: Учебное пособие. - М.: МАКС Пресс, 2013. - 160 с.
6. Алисов Б. П., Полтораус Б. В. Климатология. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. - 228 с.
7. Аляутдинова Г. В., Королева Ю. С., Кувалдина А. А. Агрометеорология. Методические указания по самостоятельному изучению и написанию контрольной работы / Г. В. Аляутдинова, Ю. С. Королева, А. А. Кувалдина - Тверь.: Тверская ГСХА, 2015.-24с.
8. Бабич Н. А. Агрометеорология: Методические указания к лабораторным занятиям/Н. А. Бабич, Н. П. Гаевский, Н. Р. Сунгурова. - Архангельск: Изд-во АГТУ, 2006. - 59 с.
9. Белолубцев А. И., Сенников В. А. Практикум по агрометеорологии и агрометеорологическим прогнозам. М.2015. 284 с.
10. Блютген И. География климатов. В 2-х томах / Сокр.пер. с нем. А. С. Чаплыгиной. Ред. С. П. Хромова. - М.: Прогресс, 1972. Т.1. - 428 с.
11. Блютген И. География климатов. В 2-х томах / Сокр.пер. с нем. А. С. Чаплыгиной. Ред. С. П. Хромова. - М.: Прогресс, 1972. Т.2. - 402 с.

12. Братков В. В., Салпагарова С. И., Узденова Х. И., А. Дж. Салпагаров. Метеорология и климатология. Учебное пособие. - Карачаевск: Изд-во Кар. -Чер.к.гос.ун-та, 2005. - 207 с.
13. Глухих М. А. Агрометеорология. Учебное пособие. СПб.: «Лань», 2015.-208 с.
14. Журина, Л. Л. Агрометеорология (Электронный ресурс): Учебник /- СПб.: ООО КВАДРО, 2012. - 368 с., ил. - ISBN 978-5-91258-2011-1.
15. Кислов, А. В. Прогноз климатической ресурсообеспеченности Восточно-европейской равнины в условиях потепления XXI века. - М.: изд-во ООО Макс Пресс, 2008.-292с.
16. Лосев А.П. Сборник задач и вопросов по агрометеорологии. М.: «КолосС», 2011.
17. Лосев А. П., Журина Л. Л. Агрометеорология М.: «Колос», 2012.
18. Лосев, А. П. Агрометеорология/ А. П. Лосев, Л. Л. Журина.- М.: Колос, 2004.-301с.
19. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г. И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006463-5,
20. Мищенко, З. А. Агроклиматология. - Изд-во КНТ, 2009.-512с.
21. Моисеенко Е. В. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Агрометеорология» для студентов факультета заочного обучения, обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 «Агрономия»,– Полесск: КФ ФГБОУ ВО СПбГАУ, 2016. – 28 с.
22. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Л.: Гидрометеиздат, 2011, Вып. 11, 316 с.
23. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам: Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 2010, Вып. 3, 300 с.
24. Полевой, А. Н. Сельскохозяйственная метеорология. - СПб.: Гидрометеиздат, 1992.-424с.
25. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / Под ред. А. И. Бедрицкого. - СПб; М.: Летний сад, 2008. Т.1-3.
26. Руководство для агрометеорологических постов колхозов и совхозов: Л.: Гидрометеиздат, 2011, 147.с.
27. Руководство по составлению агрометеорологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат, 2009, 269 с.

28. Сенников В. А., Ларин Л. Г., Белолубцев А. И., Коровина Л. Н. Практикум по агрометеорологии. - М.: КолосС, 2006.- 215 с.
29. Сенников, В. А. Практикум по агрометеорологии/ В. А. Сенников, Л. Г. Ларин, А. И. Белолубцев, Л. Н. Коровина. - М.: КолосС, 2006.-215с.
30. Стрижанцева О. М. Сельскохозяйственная метеорология: учебник Бишкек: Изд-во КРСУ, 2017. 226 с.
31. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Основы научных исследований в защите растений для бакалавров по направлению «Агрономия» - 110400.62 профилю «Защита растений» // сост. В. С. Горьковенко. - Краснодар: РИО Кубанский ГСХУ, 2012. - 60 с.
32. Физико-географический атлас мира. - М.: ГУГК при СМ СССР, 1964.
33. Хромов С. П. Метеорология и климатология для географических факультетов. Изд. 3-е, перераб. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 455 с.
34. Хромов С. П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Изд. 3-е, перераб. и доп. - Л.: Гидрометиздат, 1974. - 568 с.
35. Хромов С. П., Петросянц М. А. Метеорология и климатология: Учебник. 7-е изд.- М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006. - 520 с
36. Шульгин А. М. Агрометеорология и агроклиматология. Л.: Гидрометеиздат, 2004, 195 с.
37. Шульгин, И. А. Солнечные лучи в зеленом растении. - М.: изд-во «ООО ПКЦ Альтекс», 2009.-214 с.

Учебное электронное издание

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Учебное пособие

Автор-составитель
РАГИМОВ Александр Олегович

Издается в авторской редакции

Системные требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader;
дисковод CD-ROM.

Тираж 25 экз.

Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Изд-во ВлГУ
rio.vlgu@yandex.ru

Институт биологии и экологии
кафедра почвоведения, агрохимии и лесного дела
k.vlgu@yandex.ru