

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. И. Юсов, А. С. Гуревич

**АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ
РАЗДЕЛ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИОЛОГИЯ
И АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ»**

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ
для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
35.03.04 Агрономия

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2025

УДК 551.58 (0.75.8), 631.9

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии
Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «КГТУ»
Е. А. Барановская

Юсов, А. И.

Агропочвоведение: Раздел «Сельскохозяйственная биология и агрометеорология»: учеб.-методич. пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине для студентов, обучающихся в бакалавриате по напр. подгот. 35.03.04 Агрономия / А. И. Юсов, А. С. Гуревич. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 52 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Агропочвоведение»: Раздел «Сельскохозяйственная биология и агрометеорология» представлены учебно-методические материалы, включающие объем, темы, цель и задачи лабораторных работ, контрольные вопросы, отражены рекомендации по выполнению лабораторных работ направления подготовки 35.03.04 Агрономия, форма обучения: очная и заочная.

Табл. 1, список лит. – 13 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 2 апреля 2025 г., протокол № 9

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Агропочвоведение»: Раздел «Сельскохозяйственная биология и агрометеорология» рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 апреля 2025 г., протокол № 4

УДК 551.58 (0.75.8), 631.9

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2025 г.
© Юсов А. И., Гуревич А. С., 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ.....	5
2 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	46
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ.....	47
4 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	51

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области экспериментальных исследований в агрономии, являющихся основой для решения профессиональных задач агрономии, а также компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Дисциплина «Агропочвоведение»: Раздел «Сельскохозяйственная биология и агрометеорология» относится к основной профессиональной образовательной программе магистратуры по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия.

В результате обучения (владения, умения и знания, соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции) обучающийся должен:

знать: сельскохозяйственные экосистемы, их классификации и особенности; пути управления продуктивностью агроценозов и поддержания круговорота веществ в агроэкосистемах; состав, баланс, методы измерения и пути эффективного использования солнечной радиации; температурный и водный режимы почвы и воздуха и методы измерения; опасные для сельского хозяйства метеорологические явления и меры борьбы с ними; составляющие климата и его оценку для целей сельскохозяйственного производства; виды и методы агрометеорологических наблюдений, агрометеорологических прогнозов, использование агрометеорологической информации в аграрном производстве.

уметь: выявлять экологические особенности агрокультур и конструировать агроценозы; измерять солнечную радиацию, температуру, влажность воздуха и почвы, давление, осадки, направление и скорость ветра; составлять агрометеорологические прогнозы; анализировать агрометеорологические условия.

владеть: навыками использования различных агроэкосистем в зависимости от экологических условий; навыками описания и учета агрометеорологических условий произрастания растений; полученными знаниями для анализа и оценки агроэкосистем.

1. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Лабораторные работы предназначены для формирования систематизированных знаний и получения практических навыков в области экспериментальных исследований, являющихся основой для решения профессиональных задач агрономии.

Отчет по выполнению лабораторной работы должен содержать краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторной работы и вывод.

При подготовке к защите лабораторной работы по данной теме следует ответить на контрольные вопросы. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета о работе и на основании ответов студента на вопросы по теме лабораторной работы.

Защита результатов лабораторных работ является формой контроля текущей успеваемости студента.

Тематический план лабораторных работ (ЛР) представлен в таблице.

Таблица – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛР

Номер лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	Количество часов ЛР	
		очная форма	заочная форма
1	Атмосферное давление	1	-
2	Солнечная радиация	1	-
3	Температура воздуха и почвы	1	
4	Влажность воздуха	1	-
5	Осадки. Снежный покров	1	-
6	Почвенная влага, ее испарение	2	-
7	Ветер у земной поверхности	1	-
8	Продукты конденсации и сублимации водяного пара	2	-
9	Неблагоприятные для сельского хозяйства метеорологические явления	2	1
10	Сельскохозяйственная оценка климата	2	1
11	Агрометеорологические прогнозы	2	2
12	Построение вариационного ряда	4	-
13	Изучение устройства светового микроскопа	2	-
14	Описание клеток эукариотических организмов	2	-
15	Ткани растений	2	-
16	Сравнение царств живой природы	2	2

Номер лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	Количество часов ЛР	
		очная форма	заочная форма
17	Сравнение строения и функций тканей растений и животных	2	-
18	Охраняемые территории Калининградской области	2	-
Итого		32	6

Содержание лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Атмосферное давление

Цель работы. Изучение атмосферного давления, его единиц измерения, приборов и методов измерения, а также практическое освоение методик измерений атмосферного давления.

Задание. На лабораторной работе студент должен выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по атмосферному давлению и методам его измерения.
2. Ознакомиться с приборами для измерения атмосферного давления (барометры).
3. Провести измерение атмосферного давления с помощью барометра-анероида.
4. Сделать выводы по результатам измерений.
5. Оформить отчет по выполненной работе.

Оборудование и материалы

1. Барометр-анероид
2. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Атмосферное давление – одна из ключевых характеристик атмосферы Земли, играющая важную роль в метеорологии и агрометеорологии. Оно влияет на погодные условия, климатические процессы и оказывает значительное воздействие на рост и развитие растений.

Атмосферное давление – это сила, с которой воздух давит на поверхность земли вследствие своего веса. Воздух состоит из различных газов, основными среди которых являются азот (около 78 %) и кислород (примерно 21 %). Молекулы воздуха находятся в постоянном движении, создавая давление на любые поверхности, включая земную кору.

Факторы, влияющие на атмосферное давление:

- Высота над уровнем моря. Чем выше расположена точка наблюдения, тем ниже будет атмосферное давление, поскольку уменьшается толщина воздушного столба, оказывающего давление.
- Температура воздуха. Более теплый воздух менее плотный, следовательно, создает меньшее давление.
- Плотность воздуха. Она зависит от температуры и влажности воздуха.

- Географическое положение. Давление различается между экваториальными и полярными областями.

Для измерения атмосферного давления используются различные единицы, такие как паскали (Па), бары (бар), миллиметры ртутного столба (мм рт. ст.) и гектопаскали (гПа). Основные из них:

Паскаль (Па) – единица измерения давления в Международной системе единиц (СИ). Один паскаль равен давлению, создаваемому силой в один ньютон, равномерно распределенной по площади в один квадратный метр.

Бар (bar) – примерно равняется одной атмосфере. $1 \text{ бар} = 100\,000 \text{ Па}$.

Миллиметр ртутного столба (мм рт. ст.) – исторически используемая единица, основанная на высоте столбика ртути в трубке барометра. Один мм рт. ст. соответствует приблизительно 133,322 Па.

Гектопаскаль (гПа) – используется в метеорологических сводках. $1 \text{ гПа} = 100 \text{ Па}$.

Среднее значение атмосферного давления на уровне моря составляет около 1 013 гектопаскалей (или 760 мм рт. ст.). Это значение называется нормальным атмосферным давлением.

Существуют два основных типа приборов для измерения атмосферного давления:

- Ртутный барометр. Ртутный барометр был изобретен итальянским ученым Эванджелистой Торричелли в XVII в. Принцип его работы заключается в измерении высоты столба ртути, который уравнивает вес воздуха. Такой прибор представляет собой закрытую стеклянную трубку, наполненную ртутью, погруженную открытым концом в чашу с той же жидкостью. Изменение уровня ртути в трубке показывает изменение атмосферного давления. Преимущества ртутного барометра заключаются в высокой точности измерений, однако он имеет ряд недостатков, связанных с токсичностью ртути и необходимостью постоянного контроля уровня жидкости.

- Aneroidный барометр (барометр-анероид). Aneroidный барометр не содержит жидкости и основан на принципе деформации металлической коробки под воздействием изменения внешнего давления. Внутри такой коробки создается вакуум, а ее стенки деформируются под действием атмосферного давления. Эти деформации передаются стрелочному механизму, показывающему значение давления. Этот вид барометров широко применяется благодаря своей компактности и простоте эксплуатации. Однако точность aneroidных барометров несколько ниже, чем у ртутных.

- Электронные барометры. Современные электронные барометры используют пьезоэлектрический эффект для преобразования изменений давления в электрические сигналы. Такие устройства обеспечивают высокую точность и быстроту получения данных, что делает их незаменимыми в метеостанциях и научных исследованиях.

Существует несколько методов измерения атмосферного давления, каждый из которых имеет свои особенности:

- Метод прямого измерения. Прямой метод предполагает использование барометров (ртутных или aneroidных) для непосредственного определения ве-

личины давления. Это наиболее распространенный способ, применяемый в повседневной практике.

- Косвенный метод. Косвенный метод включает в себя расчет атмосферного давления через другие параметры, такие как температура, влажность и высота местности. Например, зная температуру и высоту, можно вычислить приблизительное значение давления с помощью специальных формул.

- Радиозондирование. Радиозонды позволяют измерять атмосферное давление на разных высотах путем подъема зонда в атмосферу. Данные передаются на землю радиосигналами, что дает возможность отслеживать вертикальные профили давления.

Атмосферное давление является важным параметром, характеризующим состояние атмосферы и определяющим многие природные явления. Его правильное измерение и интерпретация имеют большое значение для прогнозирования погоды, планирования сельскохозяйственных работ и оценки влияния климатических условий на урожайность культур. Использование современных приборов и методов позволяет получать точные данные о состоянии атмосферы, что существенно улучшает качество агрометеорологического анализа.

Ход работы

1. Подготовка оборудования:

- Убедитесь, что барометр-анероид находится в рабочем состоянии.
- Расположите прибор горизонтально на устойчивой поверхности.

2. Проведение измерений:

- Обратите внимание на показания шкалы барометра. Запишите значение атмосферного давления в мм рт. ст. или другой используемой единице измерения.
- Повторите измерения несколько раз для повышения точности.

3. Анализ полученных данных:

- Сравните полученные значения с нормальным атмосферным давлением на уровне вашего местоположения.
- Оцените возможные причины отклонений, если такие имеются (например, изменение высоты над уровнем моря, погодные условия).

Выводы. На основании проведенных измерений и анализа данных студент должен сделать выводы относительно текущего состояния атмосферного давления, а также описать, какие факторы могли повлиять на результаты измерений.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен содержать:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Краткое описание теоретических сведений и оборудования
4. Результаты измерений (в виде таблицы или графика)
5. Анализ полученных данных
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что такое атмосферное давление?
2. Какие единицы измерения атмосферного давления вы знаете?

3. Какие типы барометров существуют? Опишите принцип их работы.
4. Каковы основные факторы, влияющие на изменения атмосферного давления?
5. Почему важно учитывать атмосферное давление в агрометеорологии?

Лабораторная работа 2. Солнечная радиация

Цель работы. Изучение понятия солнечной радиации, ее единиц измерения, приборов и методов измерения, а также практическое освоение методик определения фотосинтетически активной радиации (ФАР). Освоение влияния ФАР на рост и развитие растений.

Задание. На лабораторной работе студент должен выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по солнечной радиации, ее видам и методам измерения.
2. Ознакомиться с приборами для измерения солнечной радиации (пирронограф, актинометр).
3. Провести измерение интенсивности солнечной радиации и оценить долю ФАР.
4. Проанализировать влияние ФАР на фотосинтез и продуктивность сельскохозяйственных культур.
5. Оформить отчет по выполненной работе.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Оборудование и материалы

1. Актинометр
2. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Солнечная радиация играет ключевую роль в поддержании жизни на Земле, обеспечивая энергию для фотосинтеза и тепло для поддержания температурного баланса планеты. В контексте агрометеорологии солнечная радиация определяет условия роста и развития растений, а также влияет на микроклиматические характеристики почвы и воздуха.

Солнечная радиация – это поток электромагнитной энергии, исходящий от Солнца и достигающий земной поверхности. Она охватывает широкий спектр длин волн, включающий ультрафиолетовый, видимый и инфракрасный диапазоны.

Основные виды солнечной радиации:

- Прямая радиация – поступает непосредственно от солнечного диска, проходя через атмосферу без рассеивания.
- Рассеянная радиация – возникает в результате взаимодействия солнечных лучей с частицами в атмосфере (например, пылью, водяными парами, облаками), которые рассеивают свет в разные стороны.
- Суммарная радиация – общая сумма прямой и рассеянной радиаций, достигающих земной поверхности.

Для количественной оценки солнечной радиации используются различные физические величины и единицы измерения:

- Вт/м² – основной показатель интенсивности потока солнечной радиации, выражаемый в ваттах на квадратный метр. Эта величина отражает количество энергии, падающей на единицу площади за единицу времени.

- Калории/см²·мин – историческая единица, часто использовавшаяся в агрометеорологии для измерения суммарной солнечной радиации. Одна калория равна количеству тепла, необходимому для нагрева одного грамма воды на один градус Цельсия.

- Дж/м² – энергия, получаемая поверхностью за определенное время, измеряется в джоулях на квадратный метр.

Существует несколько типов приборов, используемых для измерения различных видов солнечной радиации:

- Актинометр. Актинометры предназначены для измерения общей (суммарной) солнечной радиации. Они состоят из термобатареи, поглощающей солнечную энергию и преобразующей ее в электрический сигнал. По изменению напряжения можно определить интенсивность радиации.

- Пиргелиометр. Пиргелиометры измеряют прямую солнечную радиацию, поступающую от солнечного диска. Эти приборы оснащены узконаправленной оптической системой, позволяющей фиксировать только прямые солнечные лучи.

- Альбедометр. Альбедометры служат для измерения альбедо – отражательной способности поверхности. Они регистрируют как падающую, так и отраженную радиацию, что позволяет оценить долю поглощенной и отраженной энергии.

- Фотодиодные датчики. Современный подход к измерению солнечной радиации включает использование фотодиодов, чувствительных к различным длинам волн света. Они позволяют проводить высокоточные измерения в широком диапазоне спектров.

К методам измерения солнечной радиации относятся:

- Непосредственное измерение. Метод прямого измерения с использованием актинометров, пиргелиометров и альбедометров является основным способом регистрации солнечной радиации. Эти приборы устанавливаются на метеостанциях и автоматически передают данные.

- Спутниковые измерения. Спутники позволяют оценивать глобальную картину распределения солнечной радиации по всей планете. Специальные сенсоры фиксируют излучение, исходящее от Земли, и на основе этих данных рассчитывают потоки солнечной радиации.

- Модельные расчеты. В случаях, когда прямое измерение невозможно, применяются модели, учитывающие географическое положение, облачность, состояние атмосферы и другие факторы. Такие расчеты помогают предсказывать уровень инсоляции для конкретных территорий.

Фотосинтетически активная радиация (ФАР) – это часть спектра солнечной радиации, которая активно участвует в процессе фотосинтеза у зеленых растений. Она охватывает диапазон длин волн от 400 до 700 нанометров (нм), соответствующий видимому свету. ФАР является ключевым фактором для ро-

ста и развития растений. Именно эта часть солнечного излучения обеспечивает энергию, необходимую для синтеза органических веществ из углекислого газа и воды. Эффективность фотосинтеза напрямую зависит от количества и качества доступной ФАР.

Использование ФАР в сельском хозяйстве:

- Оптимизация освещения. Растения требуют разного количества света на разных стадиях роста. С помощью технологий, таких как светодиодное освещение в теплицах, можно регулировать интенсивность и спектр ФАР, улучшая условия для выращивания.

- Моделирование погодных условий. Анализируя уровни ФАР, можно прогнозировать сезонные колебания продуктивности сельскохозяйственных культур и планировать агротехнические мероприятия.

- Оценка биологической активности почв. Измеряя уровень ФАР, можно оценить степень освещенности почвенного покрова, что важно для понимания процессов разложения органического вещества и жизнедеятельности микроорганизмов.

Солнечная радиация играет центральную роль в агрометеорологии, обеспечивая растения энергией для фотосинтеза и формируя климатические условия. Правильное понимание и измерение этой энергии помогает оптимизировать сельскохозяйственную деятельность, улучшать урожаи и адаптироваться к изменениям окружающей среды. Современные технологии и приборы позволяют точно измерять потоки солнечной радиации, что способствует повышению эффективности аграрного производства.

Ход работы

1. Подготовка оборудования:

- Установите актинометр на открытом месте, чтобы избежать затенения.
- Убедитесь, что оборудование правильно откалибровано.

2. Проведение измерений:

- Включите прибор и проведите серию измерений общей солнечной радиации.

- Используя датчик ФАР, определите интенсивность фотосинтетической активной радиации.

- Запишите данные в таблицу, указав время проведения измерений и соответствующие значения.

3. Анализ полученных данных:

- Рассчитайте соотношение между общей солнечной радиацией и ФАР.
- Постройте графики зависимости интенсивности радиации от времени суток.

- Сделайте вывод о влиянии погодных условий на уровень ФАР.

Выводы. На основе проведенных измерений и анализа данных сформулируйте выводы о роли солнечной радиации и ФАР в жизнедеятельности растений. Укажите, как изменение уровня ФАР влияет на фотосинтез и, соответственно, на урожайность сельскохозяйственных культур.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен включать:

- Название работы

- Цель работы
- Краткое описание оборудования и материалов
- Таблицы с результатами измерений
- Графики и диаграммы
- Анализ полученных данных
- Выводы
- Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что такое солнечная радиация и как она классифицируется?
2. Какие приборы используются для измерения солнечной радиации?
3. Что такое ФАР и почему она важна для сельского хозяйства?
4. Как изменение уровня ФАР влияет на процесс фотосинтеза?
5. Какие факторы влияют на интенсивность солнечной радиации?

Лабораторная работа 3. Температура воздуха и почвы

Цель работы. Изучение температурных характеристик воздуха и почвы, единиц их измерения, а также освоение методов измерения температуры воздуха, почвы и глубины промерзания почвы. Применение полученных знаний для оценки климатических условий, необходимых для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Задание. На лабораторной работе студент должен выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по температуре воздуха и почвы, единицам измерения и методам измерения.
2. Ознакомиться с приборами для измерения температуры воздуха и почвы (термометры, почвенные термометры).
3. Провести измерения температуры воздуха и почвы с использованием соответствующих приборов.
4. Определить глубину промерзания почвы.
5. Оформить отчет по выполненной работе.

Оборудование и материалы

1. Термометр для измерения температуры воздуха
2. Почвенный термометр
3. Ледяной шуп или глубиномер для определения глубины промерзания
4. Линейка или рулетка
5. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Температура воздуха и почвы – одни из важнейших факторов, влияющих на жизнедеятельность растений, животных и микроорганизмы в почве. От температуры зависят процессы фотосинтеза, испарения влаги, дыхания растений, активность почвенных организмов и многое другое. Поэтому точное измерение и анализ температурных показателей имеют большое значение в агрометеорологии.

Температура – это физическая величина, характеризующая тепловое состояние тела или системы тел. В агрометеорологии особенно важны показатели

температуры воздуха и почвы, так как они влияют на рост и развитие растений, испаряемость, глубину промерзания и другие важные процессы.

Наиболее распространенные единицы измерения температуры включают:

- Цельсий (°C) – шкала, где температура замерзания воды принимается за 0 °C, а кипения – за 100 °C. Широко используется в повседневных и научных целях.

- Кельвин (K) – абсолютная температурная шкала, начинающаяся с абсолютного нуля (-273,15 °C). Используется преимущественно в физике и химии.

- Фаренгейт (°F) – устаревающая шкала, все еще популярная в некоторых странах. Соотношение между шкалами Цельсия и Фаренгейта: $^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32$.

В агрометеорологии чаще всего используется шкала Цельсия, так как она удобна для практических наблюдений и прогнозов.

Основными приборами для измерения температуры воздуха являются:

1. Термометр. Термометры бывают двух основных типов:

- Жидкостные термометры (спиртовые, ртутные) – основаны на расширении жидкости при нагревании; они просты и надежны в работе, но ограниченные в применении.

- Электрические термометры – используют термисторы или терморезисторы, сопротивление которых изменяется с температурой. Электронные термометры обладают большей точностью и скоростью реакции.

2. Психрометр. Психрометры измеряют относительную влажность воздуха одновременно с температурой. Их показания позволяют рассчитывать точку росы и другие важные климатические параметры.

3. Автоматизированные метеостанции. Современные автоматизированные станции содержат цифровые датчики температуры, подключенные к компьютерам для сбора и обработки данных в режиме реального времени.

К методам измерения температуры воздуха относятся:

- Стационарные измерения. Постоянные измерения проводятся на метеостанциях, где установлены стандартные приборы. Результаты регулярно фиксируются и обрабатываются для составления долгосрочных прогнозов.

- Мобильные измерения. Для исследования локальных температурных особенностей (например, внутри полей или садов) применяют мобильные установки, позволяющие быстро перемещаться и собирать данные в разных точках.

- Спутниковые измерения. Дистанционные методы, основанные на анализе спутниковых снимков, позволяют определять среднюю температуру больших площадей и выявлять региональные аномалии.

Измерение температуры почвы. Температура почвы определяет скорость биохимических реакций, активизирует или замедляет развитие корней растений, влияет на содержание влаги и питательных веществ. Измерение температуры почвы помогает агрономам корректировать режим полива, внесения удобрений и сроков посадки.

Приборы для измерения температуры почвы:

- Почвенные термометры. Почвенные термометры представляют собой металлические стержни с датчиками на конце, погружаемые в почву на нужную глубину. Они показывают текущие значения температуры в заданной точке.

- Тензодатчики. Тензодатчики реагируют на механические деформации, вызванные изменениями температуры. Они часто встраиваются в автоматические системы мониторинга состояния почвы.

- Инфракрасные датчики. Инфракрасные камеры позволяют дистанционно измерять температуру поверхности почвы, что полезно для картографирования крупных участков.

К методам измерения температуры почвы относятся:

- Поверхностные измерения. Температуру верхнего слоя почвы определяют контактными методами, используя термометры или специальные сенсоры, размещенные на поверхности.

- Глубинные измерения. Глубокие слои почвы исследуются с помощью датчиков, установленных на разной глубине. Эти данные необходимы для оценки теплового режима корнеобитаемого слоя.

- Дистанционное зондирование. Спутниковые снимки позволяют оценить распределение температурных полей на больших территориях, что особенно ценно для региональных исследований.

Измерение глубины промерзания почвы. Глубина промерзания важна для защиты корневых систем растений от повреждения холодом, строительства инженерных сооружений и управления водными ресурсами. Промерзший слой препятствует дренажу и ухудшает аэрацию почвы.

Приборы для измерения глубины промерзания:

- Мерные штанги. Самый простой способ – использование мерных штанг, заглубляемых в почву до достижения талого слоя. Этот метод требует ручного труда и регулярных проверок.

- Георадары. Геофизические радары позволяют определять границу между мерзлой и талой почвой без нарушения целостности грунта. Особенно полезны в условиях мерзлоты.

- Теплопроводящие зонды. Специализированные зонды измеряют теплопроводность почвы, что косвенно свидетельствует о наличии льда в грунте.

К методам измерения глубины промерзания относятся:

- Контактные измерения. Контрольные скважины и штативы позволяют визуально зафиксировать переход от талого к мерзлому слою почвы.

- Анализ тепловых полей. Использование тепловых камер и датчиков позволяет построить карты распределения температур и выявить зоны глубокого промерзания.

- Математическое моделирование. Компьютерные модели, учитывающие климатические данные, помогают прогнозировать глубину промерзания в зависимости от местных условий.

Ход работы

1. Подготовка оборудования:

- Установите термометр для измерения температуры воздуха в тенистом месте, защищенном от прямого солнечного света.

- Подготовьте почвенный термометр и щуп для измерения глубины промерзания.

2. Проведение измерений:

- Измерьте температуру воздуха с помощью термометра. Запишите результат.

- Погрузите почвенный термометр на нужную глубину (10 см, 20 см, 30 см) и запишите показатели температуры почвы.

- Определите глубину промерзания почвы с помощью щупа. Запишите результат.

3. Анализ полученных данных:

- Сравните температуру воздуха и почвы на разных глубинах.

- Оцените влияние температуры почвы на состояние корневой системы растений.

- Проанализируйте глубину промерзания почвы и ее возможное воздействие на сельскохозяйственные культуры.

Выводы. На основе проведенных измерений и анализа данных сформулируйте выводы о влиянии температуры воздуха и почвы на рост и развитие растений. Укажите, как изменение температурных показателей и глубина промерзания почвы могут влиять на выбор сельскохозяйственных культур и сроки их посадки.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен включать:

1. Название работы

2. Цель работы

3. Краткое описание оборудования и материалов

4. Таблицы с результатами измерений

5. Графики и диаграммы

6. Анализ полученных данных

7. Выводы

8. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что такое температура и какие единицы ее измерения вы знаете?

2. Какие приборы используются для измерения температуры воздуха и почвы?

3. Как измеряется глубина промерзания почвы?

4. Как температура почвы влияет на рост и развитие растений?

5. Какие климатические условия оптимальны для выращивания различных сельскохозяйственных культур?

Лабораторная работа 4. Влажность воздуха

Цель работы. Изучение влажности воздуха, единиц ее измерения, а также освоение методов измерения относительной и абсолютной влажности воз-

духа. Практическое применение полученных знаний для оценки микроклиматических условий, необходимых для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Задание. На лабораторной работе студент должен выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по влажности воздуха, единицам измерения и методам измерения.
2. Ознакомиться с приборами для измерения влажности воздуха (гигрометры, психрометры).
3. Провести измерения относительной и абсолютной влажности воздуха с использованием соответствующих приборов.
4. Оформить отчет по выполненной работе.

Оборудование и материалы

1. Психрометр (психрометрическая установка)
2. Электронный гигрометр
3. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Влажность воздуха – важный параметр, определяющий состояние атмосферы и климата, а также влияющий на многие биологические и физико-химические процессы. В агрометеорологии влажность воздуха играет ключевую роль в росте и развитии растений, определении водного баланса почвы и контроле микроклимата в полевых условиях.

Влажностью воздуха называют содержание водяного пара в воздухе. Водяной пар образуется в результате испарения воды с поверхностей водоемов, почвы, листьев растений и других объектов. Влажность может варьироваться в зависимости от множества факторов, таких как температура, ветер, осадки и рельеф местности.

Основные величины, характеризующие влажность воздуха:

- Абсолютная влажность – количество водяного пара, содержащегося в одном кубическом метре воздуха. Обычно выражается в граммах на кубический метр. Абсолютная влажность указывает на фактическое количество водяного пара в воздухе, независимо от температуры.

Относительная влажность – процентное отношение текущего содержания водяного пара в воздухе к максимальному возможному содержанию при данной температуре. Выражается в процентах.

Точка росы – температура, при которой водяной пар в воздухе конденсируется, образуя туман или росу. Если температура воздуха опускается до точки росы, происходит насыщение воздуха влагой, и дальнейшее охлаждение вызывает образование капелек воды.

Удельная влажность – масса водяного пара, приходящаяся на единицу массы сухого воздуха. Выражается в граммах на килограмм (г/кг). Удельная влажность тесно связана с абсолютной влажностью и зависит от температуры и давления.

Зависимость влажности от температуры состоит в том, что чем выше температура воздуха, тем больше водяного пара он способен удерживать. Соответственно, максимальная абсолютная влажность увеличивается с повышением

температуры. Однако относительная влажность может уменьшаться, даже если абсолютная остается постоянной, если температура растет быстрее, чем способность воздуха удерживать влагу.

Приборы измерения влажности воздуха. Приборы для измерения влажности воздуха делятся на две основные категории:

1. Психрометры. Психрометр – классический инструмент для измерения влажности воздуха. Он состоит из двух термометров: сухой и мокрый. Сухой термометр измеряет температуру окружающего воздуха, а мокрый покрыт влажной тканью и охлаждается за счет испарения воды. Разница показаний этих термометров позволяет рассчитать относительную влажность с помощью психрометрической таблицы.

2. Гигрометры. Гигрометры – современные приборы, предназначенные для прямого измерения влажности воздуха. Существуют различные типы гигрометров:

- Волосяные гигрометры – используют изменение длины человеческого волоса в зависимости от влажности.

- Электролитические гигрометры – основаны на изменении электропроводимости электролита, пропитанного водой.

- Резисторные гигрометры – определяют влажность по изменению сопротивления специального датчика.

- Оптические гигрометры – работают на основе изменения коэффициента преломления света в зависимости от концентрации водяного пара.

- Электронные метеостанции – современные метеостанции оснащаются встроенными датчиками влажности, которые автоматически собирают и отображают данные о влажности воздуха. Эти устройства часто интегрируются с другими датчиками для комплексного мониторинга атмосферных условий.

Влияние влажности воздуха на растения:

- Испарение воды растениями (транспирация) – высокая влажность снижает транспирацию, уменьшая потребность растений в воде. Это особенно важно в засушливых регионах, где экономия влаги критична.

- Рост и развитие растений – оптимальная влажность воздуха способствует лучшему росту и развитию растений, поскольку при низкой влажности возрастает риск обезвоживания клеток, что может привести к увяданию и снижению урожая.

- Заболевания растений – чрезмерная влажность может способствовать развитию грибковых заболеваний, таких как мучнистая роса и фитофтороз, особенно в закрытых помещениях (теплицы). Поддержание оптимальной влажности помогает предотвратить эти проблемы.

- Полив и орошение – влажность воздуха влияет на эффективность полива. В условиях высокой влажности почва дольше сохраняет влагу, снижая необходимость частых поливов.

Регулирование влажности воздуха в сельском хозяйстве:

- Использование мульчи – покрытие почвы мульчей помогает сохранить влагу и уменьшить испарение, стабилизируя влажность вокруг растений.

- Капельное орошение – применение систем капельного орошения минимизирует потери воды на испарение, обеспечивая растения необходимой влагой при сохранении оптимальной влажности воздуха.

- Вентиляция теплиц – регулярное проветривание теплиц предотвращает накопление избыточной влаги и снижает риск заболеваний.

Ход работы

1. Подготовка оборудования:

- Установите психрометрическую установку в тенистом месте, защищенном от прямого солнечного света.

- Включите электронный гигрометр и дайте ему стабилизироваться.

2. Проведение измерений:

- Измерьте относительную влажность воздуха с помощью психрометра. Запишите показания сухого и влажного термометров.

- Используйте психрометрическую таблицу для расчета относительной влажности.

- Проведите измерение относительной влажности воздуха с помощью электронного гигрометра.

- Запишите результат.

3. Анализ полученных данных:

- Сравните результаты измерений, полученные разными методами.

- Оцените влияние влажности воздуха на микроклиматические условия и развитие растений.

Выводы. На основе проведенных измерений и анализа данных сформулируйте выводы о влиянии влажности воздуха на рост и развитие растений. Укажите, как изменение влажности воздуха может влиять на выбор сельскохозяйственных культур и технологии их возделывания.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен включать:

1. Название работы

2. Цель работы

3. Краткое описание оборудования и материалов

4. Таблицы с результатами измерений

5. Графики и диаграммы

6. Анализ полученных данных

7. Выводы

8. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что такое влажность воздуха и какие виды влажности вы знаете?

2. Какие приборы используются для измерения влажности воздуха?

3. Как измеряется относительная влажность воздуха с помощью психрометра?

4. Как влажность воздуха влияет на рост и развитие растений?

5. Какие климатические условия оптимальны для выращивания различных сельскохозяйственных культур?

Лабораторная работа 5. Осадки. Снежный покров

Цель работы. Изучение осадков, методов их измерения, а также определение водного баланса снежного покрова. Освоение практических навыков использования приборов для измерения осадков и проведение расчетов запасов воды в снеге.

Задание. На лабораторной работе студент должен выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по осадкам, методам их измерения и расчету водного баланса снега.
2. Ознакомиться с приборами для измерения осадков (осадкомеры, снегомерные рейки).
3. Провести измерения количества осадков и рассчитать запасы воды в снежном покрове.
4. Оформить отчет по выполненной работе.

Оборудование и материалы

1. Осадкомер
2. Снегомерная рейка
3. Весы
4. Прозрачная емкость (для сбора снега)
5. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Осадки и снежный покров – ключевые элементы гидрологического цикла, имеющие важное значение для агрометеорологии. Осадки оказывают непосредственное влияние на водный баланс почвы, а снежный покров защищает растения и почву от морозов, а также служит источником весеннего увлажнения.

Осадками называются любые формы воды, выпадающие из облаков на земную поверхность. К ним относятся дождь, снег, град, морось и др. Осадки формируются в результате конденсации водяного пара в атмосфере и последующего выпадения капель или кристаллов.

Виды осадков:

1. Дождь – капли воды диаметром более 0,5 мм.
2. Морось – мелкие капли воды диаметром менее 0,5 мм.
3. Снег – твердые осадки в виде ледяных кристаллов.
4. Град – крупные ледяные шарики, образовавшиеся в грозовых облаках.
5. Обложные осадки – смесь снега и дождя.

Факторы, влияющие на количество осадков:

1. Температура воздуха. Чем выше температура, тем больше влаги может содержаться в воздухе, увеличивая вероятность образования осадков.
2. Влажность воздуха. Высокий уровень влажности увеличивает шансы на формирование осадков.
3. Конвекция и подъем воздушных масс. Подъем теплого и влажного воздуха вверх способствует образованию облаков и последующему выпадению осадков.
4. Орографические барьеры. Горы и возвышенности могут вызывать усиление осадков за счет подъема воздуха и его охлаждения.

Методы и приборы для измерения осадков:

1. Сбор осадков в осадкомеры. Стандартный метод измерения количества осадков, основанный на сборе дождевой воды или снега в специальную емкость (осадкомер).

Основной прибор для измерения количества осадков. Существует несколько типов осадкомеров:

- Стандартный осадкомер. Представляет собой цилиндрическую емкость с воронкой сверху. Вода собирается в резервуар, а затем измеряется объем собранной жидкости.

- Весовой осадкомер. Осадок взвешивается, чтобы определить массу выпавших осадков. Этот метод особенно полезен для измерения снега.

- Автоматические осадкомеры. Современные устройства, оборудованные датчиками и системами передачи данных, которые позволяют осуществлять непрерывное измерение осадков в реальном времени.

2. Радары и спутники. Современные технологии позволяют использовать радиолокаторы и спутниковые данные для определения количества и интенсивности осадков на больших площадях. Современные метеорологические радары и спутники способны определять количество и интенсивность осадков на обширных территориях. Радары посылают микроволны, которые отражаются от капель дождя или снежинок, позволяя определить интенсивность осадков. Спутники используют микроволновые и инфракрасные сенсоры для анализа облачности и осадков.

Запасы воды в снеге. Снежный покров накапливает значительные запасы воды, которые впоследствии могут использоваться для орошения и пополнения подземных вод. Расчеты запасов воды в снежном покрове основываются на следующих показателях:

- Толщина снежного покрова. Измеряется с помощью снегомерных реек или автоматических датчиков.

- Плотность снега. Зависит от структуры снега и определяется путем взятия проб и взвешивания.

Прогнозирование таяния снега и стока воды. Важнейшими факторами при прогнозировании таяния снега являются температура воздуха, интенсивность солнечного излучения и ветровые условия. Прогнозы стока воды помогают агрономам планировать ирригационные мероприятия и предотвращать наводнения.

Ход работы

1. Подготовка оборудования:

- Установите осадкомер на открытой площадке.

- Подготовьте снегомерную рейку и прозрачную емкость для сбора снега.

2. Проведение измерений:

- Измерьте количество жидких осадков с помощью осадкомера. Запишите результат.

- Измерьте толщину снежного покрова с помощью снегомерной рейки. Запишите результат.

- Соберите снег в прозрачную емкость и взвесьте его. Запишите массу снега и объем емкости.

3. Расчеты:

- Рассчитайте плотность снега

- Вычислите запас воды в снежном покрове по приведенной ранее формуле.

Выводы. На основе проведенных измерений и расчетов сформулируйте выводы о количестве осадков и запасах воды в снежном покрове. Укажите, как эти параметры могут влиять на сельское хозяйство и выбор агротехнических мероприятий.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен включать:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Краткое описание оборудования и материалов
4. Таблицы с результатами измерений
5. Расчеты плотности снега и запасов воды
6. Анализ полученных данных
7. Выводы
8. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что такое осадки и как они измеряются?
2. Какие приборы используются для измерения осадков?
3. Как рассчитывается запас воды в снежном покрове?
4. Как осадки и снежный покров влияют на сельское хозяйство?
5. Какие агротехнические мероприятия зависят от количества осадков и запасов воды в снегу?

Лабораторная работа 6. Почвенная влага, ее испарение

Цель работы. Изучение процессов увлажнения почвы, методов определения влажности почвы и испарения влаги с поверхности почвы и растений. Освоение практических навыков измерения влажности почвы и оценки потерь влаги через испарение.

Задание. На лабораторной работе студент должен выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по влажности почвы, методам ее определения и процессу испарения.
2. Ознакомиться с приборами для измерения влажности почвы (тензиометры, влагомеры).
3. Провести измерения влажности почвы и оценить потери влаги через испарение.
4. Оформить отчет по выполненной работе.

Оборудование и материалы

1. Почвенный влагомер
2. Линейка или рулетка
3. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Почвенная влага – это один из ключевых факторов, определяющих плодородие почвы и условия для роста растений. Влажность почвы и процессы испарения – это фундаментальные аспекты агрометеорологии, которые оказывают значительное влияние на сельское хозяйство. В агрометеорологии изучение динамики влажности почвы и процессов испарения имеет важное значение для оптимизации сельскохозяйственных практик, улучшения водного баланса и повышения урожайности. Понимание этих процессов и умение их контролировать позволяют агрономам эффективно управлять водными ресурсами, повышать урожайность и минимизировать негативное воздействие внешних факторов.

Влажность почвы – это содержание воды в почве, выраженное в процентах от массы или объема почвы. Вода в почве присутствует в трех формах:

1. Свободная вода – находится в крупных порах почвы и легко доступна растениям.

2. Капиллярная вода – удерживается капиллярами между частицами почвы и медленно перемещается.

3. Гигроскопическая вода – прочно связанная с частицами почвы и труднодоступная для растений.

Классификация влажности почвы:

1. Максимальная влагоемкость (МВ) – наибольшее количество воды, которое может удержать почва после полного насыщения.

2. Наименьшая влагоемкость (НВ) – минимальное количество воды, необходимое для нормального функционирования растений.

3. Предельная полевая влагоемкость (ППВ) — количество воды, остающееся в почве после стекания гравитационной воды.

Факторы, влияющие на влажность почвы:

1. Тип почвы – песчаные почвы хуже удерживают воду, чем глинистые.

2. Климатические условия – осадки, температура и ветер.

3. Растительность – корни растений вытягивают воду из почвы.

4. Рельеф – наклон местности влияет на распределение воды.

Методы определения влажности почвы:

1. Гравиметрический метод. Самый точный метод, основанный на взвешивании образца почвы до и после высушивания. Разница в массе показывает содержание воды.

2. Нейтронный метод. Используется нейтронный каротаж для определения плотности почвы и содержания воды. Подходит для глубоких слоев почвы.

3. Тензиометрический метод. Основан на измерении давления, необходимого для извлечения воды из почвы. Позволяет контролировать динамику влажности в реальном времени.

4. Электропроводность. Метод основан на измерении электрического сопротивления почвы, которое меняется в зависимости от ее влажности.

Преимущества и недостатки методов определения влажности почвы:

- Гравиметрический метод: высокая точность, но трудоемкий и требует разрушения образца.

- Нейтронный метод: подходит для глубинных измерений, но требует сложного оборудования.

- Тензиометрический метод: удобен для мониторинга в реальном времени, но ограничен диапазоном измерений.

- Электропроводность: быстрый и недорогой метод, но менее точный.

Испарение с поверхности почвы и растений. Испарение – это переход воды из жидкого состояния в газообразное. С поверхности почвы испарение происходит под воздействием солнечного излучения, ветра и разницы температур. Испарение с растений (транспирация) осуществляется через устьица листьев.

Факторы, влияющие на испарение:

1. Температура воздуха – повышение температуры ускоряет испарение.

2. Ветер – усиливает испарение за счет увеличения скорости обмена воздухом.

3. Влажность воздуха – низкая влажность увеличивает градиент давления паров воды, стимулируя испарение.

4. Интенсивность солнечного излучения – повышает температуру поверхности почвы и растений, усиливая испарение.

Способы уменьшения испарения:

1. Мульчирование – покрытие почвы органическими материалами уменьшает испарение.

2. Капельное орошение – подача воды непосредственно к корням растений снижает площадь испарения.

3. Посадка защитных лесополос – снижает скорость ветра и уменьшает испарение.

Методы определения испарения:

1. Эвапорометрический метод. Использует стандартизованный сосуд (эвапорометр), заполненный водой. Измеряется уменьшение уровня воды за определенный период времени.

2. Энергетический баланс. Основывается на расчете всех компонентов энергетического баланса поверхности (солнечное излучение, отраженная радиация, конвективный теплообмен и др.), чтобы определить величину испарения.

3. Аэродинамический метод. Включает измерение скорости ветра и влажности воздуха на разных высотах для расчета испарения по градиенту влажности.

Ход работы

1. Подготовка оборудования:

- Установите почвенный влагомер на исследуемом участке.

- Подготовьте тетрадь для фиксации результатов.

2. Проведение измерений:

- Измерьте влажность почвы на различной глубине с помощью тензиометра или влагомера.

- Запишите результаты.

- Оцените скорость испарения с поверхности почвы, используя данные о температуре, влажности воздуха и ветре.

3. Анализ полученных данных:

- Постройте график изменения влажности почвы в зависимости от глубины.

- Рассчитайте суточные потери влаги через испарение.

Выводы. На основе проведенных измерений и анализа данных сформулируйте выводы о влажности почвы и процессах испарения. Укажите, как эти параметры могут влиять на рост и развитие растений, а также на выбор агротехнических мероприятий.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен включать:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Краткое описание оборудования и материалов
4. Таблицы с результатами измерений
5. График изменения влажности почвы
6. Анализ полученных данных
7. Выводы
8. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что такое влажность почвы и как она измеряется?
2. Какие факторы влияют на испарение влаги с поверхности почвы?
3. Как определяется скорость испарения с поверхности почвы?
4. Как влажность почвы влияет на рост и развитие растений?
5. Какие агротехнические мероприятия направлены на сохранение влаги в почве?

Лабораторная работа 7. Ветер у земной поверхности

Цель работы. Изучение характеристик ветра, методов измерения его скорости и направления, а также построение розы ветров. Овладение практическими навыками работы с анемометрами и флюгером, а также анализ полученных данных для оценки ветрового режима местности.

Задание. На лабораторной работе студент должен выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по характеристикам ветра, методам измерения скорости и направления ветра.
2. Ознакомиться с приборами для измерения скорости и направления ветра (анемометры, флюгеры).
3. Провести измерения скорости и направления ветра, построить розу ветров.
4. Оформить отчет по выполненной работе.

Оборудование и материалы

1. Анемометр (прибор для измерения скорости ветра)
2. Флюгер (устройство для определения направления ветра)
3. Компас
4. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Ветер у земной поверхности – это сложный природный феномен, оказывающий значительное влияние на агрометеорологические процессы. Ветровой режим оказывает значительное влияние на агрометеорологию, влияя на процессы испарения, перенос пыли и семян, а также на микроклимат в районе сельскохозяйственных угодий. Понимание характеристик ветра, использование соответствующих приборов для его измерения и построение розы ветров помогают агрономам оптимально планировать сельскохозяйственные работы, защищать культуры от неблагоприятных воздействий и улучшать общие условия возделывания земель.

Ветер – это перемещение воздушных масс вдоль поверхности земли, возникающее из-за разницы в атмосферном давлении. Скорость и направление ветра определяются этими разностями, а также взаимодействием с рельефом местности и другими факторами.

Характеристики ветра:

1. Скорость ветра – измеряется в метрах в секунду (м/с) или километрах в час (км/ч). Чем сильнее разница в давлении, тем выше скорость ветра.

2. Направление ветра – указывается азимутом (углом) относительно сторон света. Направление обозначается либо точкой, откуда дует ветер (например, северный ветер), либо точкой, куда направлен ветер (например, на юг).

3. Продолжительность – длительность порыва ветра или устойчивого ветрового потока.

4. Шкала Бофорта – система классификации силы ветра по визуальным признакам и последствиям. Диапазон от 0 (штиль) до 12 (ураган).

Факторы, влияющие на ветер:

1. Разница в давлении – основное условие возникновения ветра.

2. Королевская сила – отклоняющая сила вращения Земли, которая заставляет воздушные массы поворачивать вправо в Северном полушарии и влево в Южном.

3. Трение – взаимодействие воздуха с земной поверхностью, замедляющее ветер вблизи земли.

4. Местные особенности – рельеф, наличие водоемов, зданий и лесов.

Приборы для измерения скорости и направления ветра. Приборы для измерения скорости ветра:

1. Анемометр. Основной прибор для измерения скорости ветра. Существует несколько типов анемометров:

- Чашечный анемометр – состоит из трех-четырех полусферических чашек, вращающихся под воздействием ветра. Скорость определяется частотой вращения.

- Крыльчатый анемометр – оснащен лопастями, подобными пропеллеру, которые вращаются пропорционально скорости ветра.

2. Ультразвуковой анемометр. Использует ультразвуковые волны для измерения скорости ветра. Не подвержен механическому износу и обеспечивает высокую точность.

Приборы для измерения направления ветра (румбометры):

1. Флюгер. Простейший прибор, состоящий из вращающейся стрелки, указывающей направление ветра. Часто дополняется противовесом для стабилизации.

2. Ветроуказатель. Аналог флюгера, но с более точной шкалой и возможностью записи данных. Может быть совмещен с анемометром для комплексных измерений (анеморумбометр).

Роза ветров. Роза ветров – это графическое представление преобладающего направления и частоты ветров в определенном месте за определенный период времени. График строится в виде круговой диаграммы, где каждая ось соответствует одному из направлений ветра, а длина луча указывает частоту встречаемости ветра данного направления.

Назначение розы ветров:

1. Планирование сельскохозяйственных работ. Позволяет учитывать ветровые условия при выборе посадочного материала, планировке полей и защите посевов.

2. Строительство и экология. Помогает выбирать места для застройки, устанавливать защитные экраны и учитывать эрозионные риски.

3. Метеорологическое прогнозирование. Важный элемент анализа климатических условий и долгосрочного прогноза погоды.

Для построения розы ветров собираются данные о направлении и частоте ветров за длительный период (обычно месяц или год). Затем строятся графики, показывающие процентное соотношение ветров каждого направления. Это позволяет увидеть доминирующие ветровые потоки и их стабильность.

Ход работы

1. Подготовка оборудования:

- Установите анемометр и флюгер на открытом месте, вдали от препятствий, искажающих воздушные потоки.

- Убедитесь, что компас корректно показывает стороны света.

2. Проведение измерений:

- Измеряйте скорость ветра с помощью анемометра каждые 15 минут в течение часа.

- Одновременно фиксируйте направление ветра с помощью флюгера.

- Записывайте данные в таблицу, указывая время, скорость ветра и его направление.

3. Построение розы ветров:

- Нанесите на круговую диаграмму направления ветра, зафиксированные во время наблюдений.

- Отметьте длину отрезков, пропорциональную количеству наблюдений каждого направления ветра.

- Соедините концы отрезков, чтобы получить полную картину распределения ветров.

Выводы. На основе проведенных измерений и построения розы ветров проанализируйте ветровой режим исследуемой территории. Определите преоб-

ладающие направления ветра и оцените их потенциальное влияние на сельскохозяйственные культуры и другие аспекты агрометеорологии.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен включать:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Краткое описание оборудования и материалов
4. Таблицу с результатами измерений скорости и направления ветра
5. Построенную розу ветров
6. Анализ полученных данных
7. Выводы
8. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что такое ветер и какие его характеристики вы знаете?
2. Какие приборы используются для измерения скорости и направления ветра?
3. Как строится роза ветров и какую информацию она предоставляет?
4. Как ветер влияет на сельское хозяйство?
5. Какие меры можно предпринять для защиты сельскохозяйственных культур от негативного воздействия ветра?

Лабораторная работа 8. Продукты конденсации и сублимации водяного пара

Цель работы. Изучение процесса конденсации водяного пара, классификация облаков и их влияние на климатические условия. Освоение методов наблюдения и описания облачности, а также оценка влияния облаков на агрометеорологические условия.

Задание. На лабораторной работе студентам необходимо выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по процессам конденсации и сублимации водяного пара.
2. Ознакомиться с классификацией облаков и методами их наблюдения.
3. Провести наблюдение и описание облачности, используя классификацию облаков.
4. Оценить влияние облачности на агрометеорологическую обстановку.
5. Оформить отчет по выполненной работе.

Оборудование и материалы

1. Небосклон (стеклянный купол или прозрачный пластиковый колпак)
2. Атлас облаков
3. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Водяной пар – ключевой компонент атмосферы, участвующий в процессах конденсации и сублимации, приводящих к образованию различных атмосферных явлений, таких как облака, туманы, иней и роса. Эти явления играют важную роль в агрометеорологии, влияя на водный баланс почвы, микроклимат и условия для роста растений.

Конденсация водяных паров. Конденсация – это процесс перехода водяного пара из газообразного состояния в жидкое или твердое. В атмосфере конденсация происходит, когда воздух охлаждается до точки росы, при которой водяной пар достигает насыщения и начинает превращаться в капли воды или кристаллы льда. Конденсация начинается с образования микроскопических капелек воды или кристаллов льда на поверхностях ядер конденсации – мелких частиц (аэрозолей), таких как пыль, соль или дым. Когда воздух становится перенасыщенным водяным паром, эти ядра начинают расти, объединяться и формировать видимые продукты конденсации. Условия для конденсации:

1. Охлаждение воздуха. Наиболее распространенный путь конденсации – это охлаждение воздуха до точки росы. Это может происходить при подъеме воздуха вверх (адиабатическое охлаждение) или контакте с холодной поверхностью.

2. Повышенная влажность. Чем выше относительная влажность воздуха, тем ближе он к состоянию насыщения и тем легче начнется конденсация.

3. Наличие ядер конденсации. Без наличия частиц, на которых может начаться конденсация, процесс значительно затруднен.

Примеры продуктов конденсации:

1. Облака. Образуются в тропосфере при подъеме и охлаждении влажного воздуха.

2. Туман. Низколежащие облака, возникающие вблизи земной поверхности.

3. Роса и иней. Образуются на земле или предметах при резком понижении температуры ночью.

Классификация облаков. Облака – это скопления капель воды или кристаллов льда, находящиеся в атмосфере. Они классифицируются по нескольким критериям: форме, высоте расположения и физическим свойствам.

По высоте расположения облака делят на три группы:

1. Облака верхнего яруса (выше 6000 метров):

- Циррус (Ci) – перистые облака, состоящие из кристаллов льда.

- Цирростратус (Cs) – тонкий слоистый покров, придающий небу белесый оттенок.

- Циррокумулус (Cc) – небольшие округлые облака, похожие на ряби на воде.

2. Облака среднего яруса (2000–6000 метров):

- Алтокумулус (Ac) – кучевые облака средней высоты, часто предвещающие перемену погоды.

- Альтостратус (As) – сероватое однородное покрывало, иногда с просветами.

3. Облака нижнего яруса (до 2000 метров):

- Стратокус (Sc) – низколежащий серый слой облаков.

- Кумулонимбус (Cb) – мощные кучево-дождевые облака, способные приносить сильные ливни и грозы.

- Нимбостратус (Ns) – темные, низко расположенные облака, часто приносящие затяжные дожди.

По форме и структуре облака делятся на четыре основных типа:

1. Кучевые облака (Cumulus). Имеют характерную куполообразную форму и развиваются вертикально. Могут перерасти в грозовые облака.
2. Слоистые облака (Stratus). Равномерные, горизонтально вытянутые облака, часто закрывающие небо сплошным слоем.
3. Перистые облака (Cirrus). Тонкие, волокнистые облака, состоящие из кристаллов льда. Часто появляются перед изменением погоды.
4. Высококучевые облака (Alto cumulus). Средневысотные облака, часто сгруппированные в ряды или волнообразные структуры.

Значение облаков для сельского хозяйства:

1. Обеспечение осадков. Облака являются источником дождя и снега, необходимых для поддержания водного баланса почвы.
2. Защита от излишнего испарения. Облачный покров уменьшает испарение влаги с поверхности почвы и растений, что особенно важно в засушливые периоды.
3. Изменение микроклимата. Облака влияют на температурный режим, защищая почву и растения от перегрева днем и переохлаждения ночью.

Ход работы

1. Наблюдение и описание облачности:
 - Выберите место для наблюдения, обеспечивающее хороший обзор неба.
 - Опишите общее состояние неба (ясное, частично облачное, пасмурное).
 - Определите тип облаков, используя справочную таблицу классификации.
 - Зарегистрируйте высоту и характер движения облаков.
2. Оценка влияния облачности:
 - Проанализируйте, как облачность влияет на освещенность, температуру и влажность воздуха.
 - Оцените вероятность выпадения осадков на основе наблюдаемой облачности.
3. Анализ полученных данных:
 - Составьте отчет о проведенных наблюдениях, включая описание типов облаков, их высот и динамики.
 - Обсудите, как облачность может влиять на сельскохозяйственную деятельность и климатические условия региона.

Выводы. На основе проведенных наблюдений и анализа данных сформулируйте выводы о роли облачности в формировании агрометеорологической обстановки. Укажите, как изменения в облачном покрове могут влиять на выращивание сельскохозяйственных культур и какие меры могут быть предприняты для адаптации к этим изменениям.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен включать:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Краткое описание оборудования и материалов
4. Результаты наблюдений за облачностью
5. Анализ влияния облачности на агрометеорологию

6. Выводы

7. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что такое конденсация водяного пара и как она происходит?

2. Какие основные типы облаков вы знаете?

3. Как облачность влияет на агрометеорологические условия?

4. Какие методы используются для наблюдения и описания облачности?

5. Как изменения в облачном покрове могут влиять на сельское хозяйство?

Лабораторная работа 9. Неблагоприятные для сельского хозяйства метеорологические явления

Цель работы. Изучение неблагоприятных метеорологических явлений, их влияния на сельскохозяйственное производство, а также методов прогнозирования и защиты сельскохозяйственных культур от негативных воздействий. Овладение практическими навыками оценки риска возникновения опасных метеорологических явлений и разработки мер по их предотвращению.

Задание. При выполнении лабораторной работы студентам необходимо выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по неблагоприятным метеорологическим явлениям, таким как заморозки, засуха, суховеи, ветровая и водная эрозия, а также методы защиты сельскохозяйственных культур.

2. Ознакомиться с методами предсказания заморозков и разработать рекомендации по защите растений.

3. Исследовать влияние вредителей на сельскохозяйственные растения и разработать стратегии борьбы с ними.

4. Провести анализ метеорологических данных и сделать прогнозы возможных рисков.

5. Оформить отчет по выполненной работе.

Оборудование и материалы

1. Данные метеорологических наблюдений

2. Компьютер с программным обеспечением для анализа данных

3. Справочные материалы по агрометеорологии

4. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Неблагоприятные метеорологические явления оказывают существенное влияние на сельское хозяйство, вызывая снижение урожайности, повреждение сельскохозяйственных культур и ухудшение качества продукции. Для минимизации ущерба необходимо применять комплексные меры защиты, включая агротехнические, технические и химические методы. Прогнозирование погодных условий и степень повреждения культур от болезней и вредителей в период неблагоприятных погодных условий позволяет своевременно реагировать на угрозы и принимать необходимые меры для сохранения количества и качества урожая.

Заморозки и их вредоносность. Заморозки – это резкое понижение температуры воздуха или почвы до отрицательных значений, происходящее в основ-

ном весной или осенью, когда вегетационный период еще продолжается или уже начался. Они наносят значительный ущерб сельскому хозяйству, повреждая вегетативные органы растений, цветы и плоды. Заморозки могут приводить к гибели молодых всходов, ослаблению взрослых растений и потере урожая.

Вредоносность заморозков:

1. Повреждение тканей растений. Низкая температура вызывает разрушение клеточной структуры, что ведет к увяданию и гибели растений.

2. Нарушение физиологических процессов. Заморозки нарушают обмен веществ, снижают фотосинтез и транспирацию, что негативно сказывается на росте и развитии растений.

3. Потеря урожая. Поврежденные цветки и завязи не формируют полноценные плоды, что приводит к значительным потерям урожая.

Предсказание заморозков. Предсказание заморозков основано на метеорологических данных и моделях прогноза погоды. Для своевременного предупреждения фермеров и принятия защитных мер используются следующие подходы:

1. Мониторинг температуры воздуха и почвы. Регулярный сбор данных с метеостанций и автоматических датчиков позволяет отслеживать изменения температуры и прогнозировать возможные заморозки.

2. Анализ синоптических ситуаций. Изучаются движения воздушных масс, антициклоны и фронты, которые могут вызвать похолодание.

3. Использование численных моделей погоды. Современные компьютерные модели позволяют прогнозировать температуру с высокой точностью на несколько дней вперед.

4. Наблюдение за местными признаками. Некоторые природные явления, такие как ясное ночное небо или слабый ветер, могут указывать на приближающиеся заморозки.

Методы защиты сельскохозяйственных культур от заморозков. Для предотвращения повреждений от заморозков применяются различные агротехнические и технические меры:

1. Выбор устойчивых сортов. Посадка сортов растений, обладающих повышенной морозостойкостью, снижает риск потерь урожая.

2. Укрывные материалы. Использование пленок, агроволокна или других укрытий помогает сохранять тепло и защищать растения от низких температур.

3. Дымление и задымление. Создание дымовых завес над полем задерживает тепло, выделяемое землей, и предотвращает сильное охлаждение воздуха.

4. Поливы и орошение. Полив растений перед ожидаемыми заморозками повышает их устойчивость к низким температурам.

5. Химические средства. Применение антистрессовых препаратов и стимуляторов роста помогает растениям лучше справляться с негативными условиями.

Засухи и суховеи. Засуха – продолжительный период недостаточного увлажнения почвы и воздуха, приводящий к дефициту влаги для растений. Су-

ховеи – это горячие сухие ветры, которые дополнительно усугубляют ситуацию, ускоряя испарение влаги из почвы и растений.

Последствия засух и суховеев:

1. Усыхание растений. Недостаток влаги приводит к нарушению физиологических процессов и гибели растений.

2. Снижение урожайности. Засуха значительно сокращает объемы урожая, особенно зерновых и овощных культур.

3. Опустынивание. Длительные засухи могут привести к деградации почв и утрате их плодородия.

Методы борьбы с засухой и суховеями:

1. Создание оросительных систем. Строительство каналов, прудов и насосных станций для подачи воды на поля.

2. Мульчирование. Покрытие почвы органическим материалом или пленкой для снижения испарения.

3. Капельное орошение. Экономичный способ полива, позволяющий доставлять воду непосредственно к корням растений.

4. Агролесомелиоративные мероприятия. Посадка лесных полос для защиты полей от суховеев и улучшения микроклимата.

Ветровая и водная эрозия почв. Эрозия почвы – это процесс разрушения и перемещения верхних плодородных слоев почвы под воздействием ветра или воды. Это явление значительно ухудшает качество почв и снижает их продуктивность.

Причины эрозии:

1. Недостаточная защита почвы. Отсутствие растительного покрова или слабая обработка почвы увеличивают риск эрозии.

2. Интенсивные дожди и ветры. Сильные осадки и ветры разрушают структуру почвы и переносят частицы на большие расстояния.

Методы борьбы с эрозией:

1. Щелевание и мульчирование. Создание щелей в почве и покрытие ее мульчей помогает удерживать влагу и препятствовать выдуванию.

2. Террасирование. Устройство террас на склонах для предотвращения смыва почвы водой.

3. Зеленые насаждения. Посадка деревьев и кустарников для укрепления почвы и защиты от ветра.

Вредители сельскохозяйственных растений и прогноз их проявления. Вредители – это насекомые, клещи, грызуны и другие организмы, питающиеся сельскохозяйственными культурами и наносящие им ущерб. Их появление и распространение тесно связаны с погодными условиями. Факторы, влияющие на проявление вредителей:

1. Температура и влажность. Теплая и влажная погода способствует размножению многих вредителей.

2. Ветры и осадки. Ветер может переносить насекомых на большие расстояния, а дожди могут временно подавлять их активность.

Методы прогнозирования и борьбы с вредителями:

1. Мониторинг популяций. Регулярное наблюдение за численностью вредителей и их развитием.
2. Биологический контроль. Использование естественных врагов вредителей, таких как хищные насекомые или птицы.
3. Химическая защита. Применение пестицидов и инсектицидов для уничтожения вредных организмов.
4. Агротехнические приемы. Севооборот, глубокая вспашка и другие методы, направленные на снижение численности вредителей.

Ход работы

1. Сбор и анализ метеорологических данных:
 - Получите актуальные данные о температуре, влажности, скорости ветра и осадках.
 - Проведите анализ вероятности наступления заморозков, засух и суховеев.
2. Разработка рекомендаций по защите растений:
 - Разработайте план действий по защите сельскохозяйственных культур от заморозков, учитывая местные климатические особенности.
 - Подберите подходящие методы защиты от засух и суховеев, а также меры предотвращения эрозии почв.
3. Исследование вредителей:
 - Изучите данные о распространении вредителей в вашем регионе.
 - Спроектируйте стратегию борьбы с вредителями, основываясь на прогнозируемых погодных условиях.
4. Оформление выводов и рекомендаций:

Составьте итоговый отчет, включающий анализ метеорологических данных, разработанные рекомендации и прогнозы.

Выводы. На основе проведенного исследования сформулируйте выводы о рисках неблагоприятных метеорологических явлений для сельского хозяйства в регионе проживания. Подчеркните важность своевременного прогнозирования и принятия защитных мер для минимизации ущерба урожаю.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен включать:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Краткое описание оборудования и материалов
4. Результаты анализа метеорологических данных
5. Разработанные рекомендации по защите растений
6. Стратегию борьбы с вредителями
7. Выводы и предложения
8. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Какие неблагоприятные метеорологические явления наиболее опасны для сельского хозяйства?
2. Как можно предсказать наступление заморозков?
3. Какие методы защиты растений от заморозков вы знаете?
4. Чем опасны засухи и суховеи для сельскохозяйственных культур?

5. Какие меры принимаются для предотвращения ветровой и водной эрозии почв?

6. Как прогнозируется появление вредителей сельскохозяйственных растений?

Лабораторная работа 10. Сельскохозяйственная оценка климата

Цель работы. Изучение методов сельскохозяйственной оценки климата, включая оценку световых, термических и водных ресурсов, а также условий перезимовки растений. Овладение навыками анализа агрометеорологических данных для оптимизации сельскохозяйственного производства.

Задание. На лабораторной работе студентам необходимо выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по оценке световых, термических и водных ресурсов, условиям перезимовки растений и микроклимата.

2. Провести анализ агрометеорологических данных для конкретной территории.

3. Оценить световые ресурсы, термические ресурсы, влагообеспеченность, суммарное водопотребление и условия перезимовки растений.

4. Составить отчет по выполненной работе.

Оборудование и материалы

1. Компьютер с доступом к агрометеорологическим базам данных

2. Программное обеспечение для обработки данных

3. Справочные материалы по агрометеорологии

4. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Сельскохозяйственная оценка климата – это процесс анализа климатических условий территории с целью определения их пригодности для ведения сельского хозяйства. Климатические параметры, такие как световые и термические ресурсы, влагообеспеченность, условия перезимовки растений и микроклимат, играют решающую роль в успешном выращивании сельскохозяйственных культур.

Оценка световых ресурсов вегетационного периода. Световые ресурсы – это количество солнечной радиации, доступное растениям в течение вегетационного периода. Свет является основным источником энергии для процесса фотосинтеза, который жизненно важен для роста и развития растений. Оптимальные световые условия обеспечивают высокий уровень фотосинтеза, что способствует увеличению урожайности и качеству продукции.

Методы оценки световых ресурсов:

1. Измерение солнечной радиации. Используются специализированные приборы, такие как пиранометры и актинометры, для измерения интенсивности солнечной радиации на поверхности земли.

2. Моделирование светового режима. Применяются математические модели, учитывающие географическое положение, ориентацию участка, продолжительность дня и облачность.

Критерии оценки:

1. Суммарная радиация за вегетационный период.

2. Распределение радиации по месяцам.
3. Длина светового дня.
4. Коэффициент использования солнечной радиации растениями.

Оценка термических ресурсов вегетационного периода. Термические ресурсы – это количество тепла, доступное растениям в течение вегетационного периода. Температура воздуха и почвы оказывает значительное влияние на рост и развитие растений. Оптимальные термические условия обеспечивают нормальный рост и развитие растений, предотвращая стрессы и заболевания. Методы оценки термических ресурсов:

1. Измерение температуры воздуха и почвы. Проводится регулярный мониторинг температуры с помощью термометров и термодатчиков.

2. Вычисление суммы активных температур. Рассчитывается сумма температур выше определенного порога (например, 10 °C), необходимая для полноценного развития растений.

Критерии оценки:

1. Среднесуточная температура воздуха и почвы.
2. Минимальная и максимальная температура.
3. Количество дней с температурой выше порогового значения.
4. Тепловой стресс и его последствия для растений.

Оценка влагообеспеченности территорий. Влагообеспеченность – это доступность влаги для растений в течение вегетационного периода. Вода необходима для поддержания тургора клеток, транспортировки питательных веществ и участия в метаболических процессах. Достаточное количество влаги обеспечивает оптимальный рост растений и предотвращает засуху. Методы оценки влагообеспеченности:

1. Измерение осадков. Сбор данных о количестве и распределении осадков с помощью осадкомеров.

2. Определение влажности почвы. Использование тензиометров и других датчиков для измерения содержания влаги в почве.

3. Гидротермический коэффициент (ГТК). Показатель, характеризующий соотношение осадков и температур, влияющих на испарение.

Критерии оценки:

1. Годовая сумма осадков.
2. Распределение осадков по сезонам.
3. Доступность грунтовых вод.
4. Возможность искусственного орошения.

Суммарное водопотребление. Суммарное водопотребление – это общее количество воды, потребляемое растениями в течение вегетационного периода. Этот показатель включает в себя транспирацию (испарение воды растениями) и испарение с поверхности почвы. Знание суммарного водопотребления позволяет планировать орошение и оптимизировать использование водных ресурсов. Методы оценки суммарного водопотребления:

1. Метод водного баланса. Рассчитывается баланс поступления и расхода воды в почве.

2. Лизиметрический метод. Измерение количества воды, проникающей через корневую зону растений.

Критерии оценки:

1. Коэффициент водопотребления культур.
2. Величина суммарного испарения.
3. Эффективность использования воды растениями.

Оценка условий перезимовки растений. Условия перезимовки – это совокупность климатических факторов, влияющих на выживаемость растений в зимний период. Особое внимание уделяется температуре, снеговому покрову и влажности почвы. Благоприятные условия перезимовки повышают выживаемость растений и их продуктивность в следующем сезоне. Методы оценки условий перезимовки:

1. Мониторинг температуры почвы и воздуха. Регистрация минимальных температур и продолжительности морозного периода.

2. Изучение толщины снежного покрова. Снежный покров защищает растения от экстремально низких температур.

3. Анализ влажности почвы. Влажность почвы влияет на морозостойкость растений.

Критерии оценки:

1. Минимальная зимняя температура.
2. Продолжительность периода с отрицательными температурами.
3. Толщина и равномерность снежного покрова.
4. Содержание влаги в почве.

Микроклимат. Микроклимат – это местные климатические условия, характерные для конкретного участка или региона. Микроклиматические различия могут существенно влиять на успешность выращивания определенных культур. Понимание микроклимата позволяет адаптировать агротехнику к местным условиям и выбрать наиболее подходящие сорта растений. Методы изучения микроклимата:

1. Детализация климатических данных. Сбор и анализ информации о температуре, влажности, ветровых режимах и радиационном балансе на малых участках.

2. Моделирование микроклимата. Использование компьютерных моделей для прогнозирования микроклиматических условий.

Критерии оценки:

1. Температурные градиенты.
2. Влажность воздуха и почвы.
3. Интенсивность и направление ветра.
4. Освещенность и теневые эффекты.

Агрометеорологическая оценка вегетационного периода. Агрометеорологическая оценка вегетационного периода включает в себя комплексный анализ климатических условий, необходимых для успешного выращивания сельскохозяйственных культур. Агрометеорологическая оценка позволяет планировать сельскохозяйственные работы, выбирать оптимальные сроки посева и уборки, а

также разрабатывать стратегии адаптации к меняющимся климатическим условиям. Методы агрометеорологической оценки:

1. Сбор и анализ климатических данных. Исследование температурных режимов, осадков, влажности и других параметров.

2. Определение фенологических фаз растений. Наблюдение за развитием растений и сопоставление с климатическими условиями.

3. Прогнозирование урожайности. Моделирование потенциальной урожайности на основе климатических данных и агротехнических мероприятий.

Критерии оценки:

1. Продолжительность вегетационного периода.

2. Соответствие климатических условий биологическим требованиям растений.

3. Риск возникновения неблагоприятных погодных условий.

Ход работы

1. Сбор и анализ данных:

- Собрать агрометеорологические данные для выбранной территории.

- Провести расчет световых, термических и водных ресурсов.

2. Оценка влагообеспеченности:

- Рассчитать коэффициент увлажнения.

- Оценить запасы влаги в почве.

3. Определение суммарного водопотребления:

- Рассчитать суммарное водопотребление для выбранных культур.

4. Анализ условий перезимовки:

- Оценить минимальные зимние температуры и устойчивость растений к ним.

- Учесть глубину снежного покрова.

5. Оценка микроклимата:

- Исследовать температурные и влажностные условия на местном уровне.

6. Итоговая агрометеорологическая оценка:

- Составить комплексную оценку вегетационного периода для выбранного региона.

Выводы. На основе проведенного анализа сформулировать выводы о пригодности климатических условий для выращивания определенных сельскохозяйственных культур. Указать ограничения и возможности для оптимизации производства.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен включать:

1. Название работы

2. Цель работы

4. Краткое описание оборудования и материалов

5. Результаты анализа агрометеорологических данных

6. Комплексную оценку климатических условий

7. Выводы и рекомендации

8. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Какие показатели используются для оценки световых ресурсов вегетационного периода?
2. Как рассчитывается суммарное водопотребление растений?
3. Какие факторы учитываются при оценке условий перезимовки растений?
4. Что такое микроклимат и как он влияет на сельскохозяйственное производство?
5. Как проводится комплексная агрометеорологическая оценка вегетационного периода?

Лабораторная работа 11. Агрометеорологические прогнозы

Цель работы. Изучение методов составления агрометеорологических прогнозов, направленных на повышение эффективности сельскохозяйственного производства. Освоение навыков прогнозирования ключевых агрометеорологических показателей, влияющих на урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Задание. На лабораторной работе студенты должны выполнить следующие задания:

1. Изучить теоретический материал по основным группам агрометеорологических прогнозов.
2. Ознакомиться с методами прогнозирования влагообеспеченности посевов, эффективности снегозадержания, сроков цветения плодовых культур, урожайности зерновых культур и сроков их созревания.
3. Провести анализ агрометеорологических данных и составить прогнозы для конкретного региона.
4. Оформить отчет по выполненной работе.

Оборудование и материалы

1. Компьютер с доступом к агрометеорологическим базам данных
2. Программное обеспечение для обработки данных (если доступно)
3. Учебники и справочники по агрометеорологии
4. Канцелярские принадлежности

Теоретические сведения. Агрометеорологические прогнозы играют ключевую роль в современном сельском хозяйстве, они охватывают широкий спектр вопросов, начиная от обработки почвы и заканчивая сроками созревания культур. Прогнозы эффективности обработки зяби, влагообеспеченности посевов, снегозадержания, сроков цветения плодовых культур, урожайности зерна кукурузы и озимой пшеницы, а также сроков созревания зерновых культур помогают минимизировать риски и повысить производительность сельскохозяйственных предприятий.

Основные группы агрометеорологических прогнозов. Агрометеорологические прогнозы подразделяются на несколько групп в зависимости от целей и сроков выполнения:

1. Краткосрочные прогнозы (1–3 дня). Используются для оперативного планирования сельскохозяйственных работ, таких как полив, внесение удобрений и борьба с вредителями.

2. Среднесрочные прогнозы (3–10 дней). Необходимы для подготовки к возможным погодным изменениям, таким как заморозки, засухи или сильные ветры.

3. Долгосрочные прогнозы (месяц и более). Применяются для стратегического планирования, включая выбор культур, расчет потребности в ресурсах и оценку потенциальных рисков.

Прогноз эффективности способов обработки зяби. Обработка зяби – это агротехнический прием, направленный на улучшение структуры почвы и сохранение влаги. Прогноз эффективности обработки зяби включает в себя анализ текущих и ожидаемых погодных условий, таких как температура, влажность и осадки. Факторы, влияющие на эффективность обработки зяби:

1. Температура почвы. Оптимальная температура для обработки зяби варьируется в зависимости от типа почвы и региона. Прогноз температуры позволяет определить наилучшее время для проведения работ.

2. Влажность почвы. Избыточная или недостаточная влажность может сделать обработку неэффективной. Прогноз влажности помогает избежать проблем, связанных с пересыханием или заболачиванием почвы.

3. Ожидаемые осадки. Интенсивные дожди могут свести на нет усилия по обработке зяби, поэтому прогноз осадков является важным элементом планирования.

Пример прогноза. Для региона с умеренным климатом, прогнозируя осеннюю обработку зяби, необходимо учитывать прогнозируемое похолодание и возможное начало заморозков. Важно завершить работы до наступления устойчивых минусовых температур.

Прогноз влагообеспеченности посевов. Влагообеспеченность посевов – это количество доступной влаги, необходимое для нормального роста и развития растений. Прогноз влагообеспеченности включает в себя анализ осадков, испарения и запасов влаги в почве.

Методы прогноза влагообеспеченности:

1. Измерение влажности почвы. Регулярные замеры влажности почвы с помощью датчиков или тензиометров.

2. Прогноз осадков. Анализ метеорологических данных для оценки вероятности и объема будущих осадков.

3. Моделирование испарения. Использование математических моделей для расчета испарения влаги с поверхности почвы и растений.

Пример прогноза. Для посевов пшеницы в регионе с сухим климатом прогноз влагообеспеченности может включать анализ осадков за последние месяцы и прогноз на ближайшие недели. Если ожидается дефицит осадков, возможно принятие решений о дополнительном поливе или смене культуры.

Прогноз эффективности снегозадержания. Снегозадержание – это агротехнический прием, направленный на накопление снега на полях для защиты растений от морозов и обеспечения дополнительного увлажнения почвы вес-

ной. Прогноз эффективности снегозадержания включает в себя анализ погодных условий и снежного покрова. Факторы, влияющие на эффективность снегозадержания:

1. Объем и структура снежного покрова. Толщина и плотность снега определяют его способность удерживать влагу и защищать растения.

2. Температура воздуха. Резкие перепады температуры могут привести к образованию ледяной корки, которая ухудшает теплоизоляционные свойства снега.

3. Ветер. Сильные ветры могут смещать снег с полей, уменьшая его защитное действие.

Пример прогноза. Для регионов с суровыми зимами прогноз эффективности снегозадержания может включать анализ снежного покрова и прогнозируемые температурные условия. Если ожидается длительное похолодание без сильных ветров, снегозадержание будет эффективным.

Прогноз сроков цветения плодовых культур. Цветение плодовых культур – это важный этап в их жизненном цикле, от которого зависит будущий урожай. Прогноз сроков цветения включает в себя анализ температурных условий и фенологических стадий растений. Методы прогноза сроков цветения:

1. Фенологические наблюдения. Мониторинг развития растений и сравнение с предыдущими годами.

2. Анализ температурных данных. Прогноз температурных условий для определения оптимального времени начала цветения.

Пример прогноза. Для яблонь в регионе с умеренным климатом прогноз сроков цветения может включать анализ среднесуточных температур за последние недели и прогноз на ближайшее время. Если ожидается раннее потепление, возможно ускорение сроков цветения.

Прогноз урожайности зерна кукурузы. Урожайность зерна кукурузы зависит от множества факторов, включая погодные условия, качество почвы и агротехнические мероприятия. Прогноз урожайности включает в себя анализ текущих и ожидаемых климатических условий, а также оценку состояния посевов. Методы прогноза урожайности:

1. Моделирование урожайности. Использование математических моделей, учитывающих климатические данные, агротехнику и генетический потенциал сорта.

2. Мониторинг состояния посевов. Регулярные обследования полей для оценки густоты стояния, состояния растений и возможных проблем.

Пример прогноза. Для кукурузы в регионе с достаточным количеством осадков прогноз урожайности может включать анализ температурных условий и прогнозируемого количества осадков. Если ожидается благоприятная погода, возможна высокая урожайность.

Прогноз урожайности озимой пшеницы. Озимая пшеница – одна из основных зерновых культур, выращиваемых в умеренном климате. Прогноз урожайности озимой пшеницы включает в себя анализ климатических условий в течение зимы и весны, а также оценку состояния посевов. Методы прогноза урожайности:

1. Анализ зимостойкости. Оценка выживаемости растений после зимы на основе прогнозируемых температур и снежного покрова.

2. Мониторинг весенних условий. Анализ погодных условий весной, включая температуру, осадки и возможные заморозки.

Пример прогноза. Для озимой пшеницы в регионе с мягкой зимой прогноз урожайности может включать анализ зимостойкости растений и прогнозируемые весенние условия. Если ожидается мягкая зима и достаточное количество осадков весной, возможна высокая урожайность.

Прогноз сроков созревания (полная спелость) зерновых культур. Срок созревания зерновых культур зависит от климатических условий и агротехники. Прогноз сроков созревания включает в себя анализ температурных условий и оценку фенологических стадий растений. Методы прогноза сроков созревания:

1. Фенологические наблюдения. Мониторинг развития растений и сравнение с предыдущими годами.

2. Анализ температурных данных. Прогноз температурных условий для определения оптимального времени созревания.

Пример прогноза. Для пшеницы в регионе с умеренным климатом прогноз сроков созревания может включать анализ среднесуточных температур за последние недели и прогноз на ближайшее время. Если ожидается стабильное теплое лето, возможно раннее созревание.

Ход работы

1. Сбор и анализ данных:

- Собрать агрометеорологические данные для выбранной территории.
- Провести анализ текущих и исторических данных для выявления закономерностей.

2. Составление прогнозов:

- Разработать прогнозы для каждой из рассматриваемых категорий (эффективность обработки зяби, влагообеспеченность, эффективность снегозадержания, сроки цветения, урожайность и сроки созревания).

3. Оценка точности прогнозов:

- Сравнить составленные прогнозы с реальными данными (по возможности).
- Оценить точность используемых методов и предложить пути улучшения прогнозов.

Выводы. На основе проведенного анализа сформулировать выводы о точности и применимости составленных агрометеорологических прогнозов. Указать области, где прогнозы были наиболее успешными, и выделить ключевые факторы, влияющие на их точность.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет должен включать:

1. Название работы

2. Цель работы

3. Краткое описание оборудования и материалов

4. Результаты анализа агрометеорологических данных

5. Составленные прогнозы

6. Оценку точности прогнозов

7. Выводы и рекомендации
8. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Какие основные группы агрометеорологических прогнозов вы знаете?
2. Как прогнозируется эффективность обработки зяби?
3. Какие факторы учитываются при прогнозировании влагообеспеченности посевов?
4. Как определяется эффективность снегозадержания?
5. Какие метеорологические данные необходимы для прогнозирования сроков цветения плодовых культур?
6. Какие факторы влияют на прогноз урожайности зерна кукурузы?
7. Как прогнозируется урожайность озимой пшеницы?
8. Какие данные необходимы для прогнозирования сроков созревания зерновых культур?

Лабораторная работа № 12. Построение вариационного ряда

Цель работы: приобрести навыки построения вариационного ряда.

Задание

- изучить теоретический материал по литературным источникам;
- отобрать 50 биологических объектов (например, листьев дерева);
- выбрать и измерить биометрический параметр у каждого объекта (например, длина черешка);
- определить статистические показатели вариационного ряда;
- начертить кривую распределения.

Используемые материалы и оборудование: природные объекты, гербарий, линейки, измерительные ленты, микрометр.

Отчетные материалы: расчет статистических показателей вариационного ряда, кривая распределения, ответы на контрольные вопросы.

Ход работы

Изучить теоретический материал.

Выполнить задание на лабораторную работу.

Контрольные вопросы

- 1) Какие виды изменчивости присущи биологическим объектам?
- 2) Каков порядок группировки данных?
- 3) Каковы основные закономерности нормального распределения?
- 4) Как делается вывод по графическому изображению вариационного ряда?

Лабораторная работа № 13. Изучение устройства светового микроскопа

Цель работы: изучить устройство светового микроскопа

Задание

- изучить теоретический материал по литературным источникам;
- выполнить рисунок светового микроскопа;
- обозначить оптические и механические части;
- рассчитать общее увеличение микроскопа.

Используемые материалы и оборудование: световые микроскопы.

Отчетные материалы: расчет общего увеличения микроскопа, рисунок с обозначениями, ответы на контрольные вопросы.

Ход работы

Изучить теоретический материал.

Выполнить задание на лабораторную работу.

Контрольные вопросы

1. Что называется общим увеличением микроскопа?
2. Как ухаживать за микроскопом?
3. Как правильно настроить резкость?
4. Как сменить «слабый» объектив «сильным»?

Лабораторная работа № 14. Описание клеток эукариотических организмов

Цель работы: изучить особенности строения и эволюции клеток эукариотических организмов.

Задание

- с помощью микроскопа рассмотреть микропрепараты вольвокса и спирогиры;
- зарисовать, обозначить элементы структуры.

Используемые материалы и оборудование: световые микроскопы, микропрепараты.

Отчетные материалы: рисунки с обозначениями, ответы на контрольные вопросы.

Ход работы

Изучить теоретический материал.

Выполнить задание на лабораторную работу.

Контрольные вопросы

- 1) Какие организмы называют прокариотическими?
- 2) Какие организмы называют эукариотическими?
- 3) Какова функция хроматофора?
- 4) Почему вольвокс считается переходным звеном от одноклеточных организмов к многоклеточным?

Лабораторная работа № 15. Ткани растений

Цель работы: изучить особенности строения растительных тканей.

Задание

- с помощью микроскопа рассмотреть препараты срезов органов растений;
- зарисовать, обозначить виды тканей.

Используемые материалы и оборудование: световые микроскопы, микропрепараты.

Отчетные материалы: рисунки с обозначениями, ответы на контрольные вопросы.

Ход работы

Изучить теоретический материал.

Выполнить задание на лабораторную работу.

Контрольные вопросы

- 1) Какие виды тканей существуют у растений?
- 2) К какому виду относится фотосинтезирующая ткань листа?
- 3) Почему клетки образовательной ткани не дифференцированы?
- 4) Прорастают ли сосуды в меристематические зоны, какое это имеет значение для сельского хозяйства?

Лабораторная работа № 16. Сравнение царств живой природы

Цель работы: выявить сходство и различия царств живой природы, их значение для сельского хозяйства.

Задание

- изучить теоретический материал по литературным источникам;
- подготовить презентацию в соответствии с индивидуальным заданием по следующему плану: краткая характеристика каждого царства, сравнение двух царств, значение каждого царства в сельском хозяйстве;
- представить презентацию аудитории.

Используемые материалы и оборудование: компьютеры, литературные источники.

Отчетные материалы: презентации.

Ход работы

Изучить теоретический материал.

Выполнить задание на лабораторную работу.

Вопросы – по ходу презентации.

Лабораторная работа № 17. Сравнение строения и функций тканей растений и животных

Цель работы: выявить сходство и различия в строении и функциях тканей растений и животных.

Задание

- изучить теоретический материал по литературным источникам;
- подготовить презентацию в соответствии с индивидуальным заданием по следующему плану: краткая характеристика каждого типа тканей или системы органов, сравнение двух типов тканей или систем органов;
- представить презентацию аудитории.

Используемые материалы и оборудование: компьютеры, литературные источники.

Отчетные материалы: презентации.

Ход работы

Изучить теоретический материал.

Выполнить задание на лабораторную работу.
Вопросы – по ходу презентации.

Лабораторная работа № 18. Охраняемые территории Калининградской области

Цель работы: познакомиться с охраняемыми территориями Калининградской области.

Задание

- изучить теоретический материал по литературным источникам;
- подготовить презентацию в соответствии с индивидуальным заданием по одной из охраняемых территорий Калининградской области;
- представить презентацию аудитории.

Используемые материалы и оборудование: компьютеры, литературные источники.

Отчетные материалы: презентации.

Ход работы

Изучить теоретический материал.

Выполнить задание на лабораторную работу.

Вопросы – по ходу презентации.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Студент обязан соблюдать действующие в университете правила внутреннего распорядка. Соблюдать действующие Правила пожарной безопасности.

Перед началом лабораторной работы студент должен занять место в аудитории согласно расписанию занятий, на столе должны находиться только предметы необходимые для выполнения лабораторной работы.

Во время выполнения лабораторной работы студент должен находиться на своем месте, не допускается хождение по аудитории. Запрещено заниматься посторонними делами, не связанными с учебным процессом (разговаривать, принимать пищу).

При выполнении лабораторной работы пользоваться только исправными приборами, материалами и электроарматурой; не оставлять без присмотра включенное оборудование и электроприборы.

При выполнении лабораторных работ с использованием химических реактивов студент обязан соблюдать правила безопасности: при работе с лабораторной посудой; при работе со спиртовкой и сухим горючим; при работе с химическими реактивами. Выполнение лабораторных исследований проводится в точном соответствии с утвержденными методиками.

При работе с химическими реактивами студент должен обязательно пользоваться индивидуальными средствами защиты (халат, резиновые перчатки, защитные очки).

При подготовке имущества для проведения полевых исследований студенту необходимо контролировать его качество и соответствие нормам безопасности во время работы.

При обнаружении неисправного лабораторного оборудования, химических реактивов с истекшим сроком годности и (или) получения травмы в ходе выполнения лабораторной работы студент обязан немедленно сообщить об этом преподавателю.

В случае нарушения требований техники безопасности студент отстраняется от выполнения лабораторной работы.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Лабораторные работы предусмотрены для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины.

Целью лабораторных работ является формирование умений и навыков по освоению методик работы по ресурсосберегающим технологиям в адаптивном земледелии.

В ходе выполнения лабораторных работ у обучающихся должны сформироваться практические умения и навыки, которые могут составлять часть профессиональной подготовки. По результатам выполнения лабораторной работы студент должен защитить свои теоретические и практические знания.

Критерии оценки устного ответа на контрольные вопросы следующие.

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся:

- на высоком уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- на высоком уровне способен работать самостоятельно;
- на высоком уровне способен к познавательной деятельности;
- на высоком уровне способен применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- на высоком уровне способен проводить исследования в области ресурсосберегающих технологий в адаптивном земледелии, обрабатывать полученные результаты;
- на высоком уровне способен ориентироваться в ресурсосберегающих технологиях в адаптивном земледелии.

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся:

- на базовом уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- на базовом уровне способен работать самостоятельно;
- на базовом уровне способен к познавательной деятельности;
- на базовом уровне способен применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- на базовом уровне способен проводить исследования в области ресурсосберегающих технологий в адаптивном земледелии, обрабатывать полученные результаты;

– на базовом уровне способен ориентироваться в проектировании севооборотов и полевой инфраструктуры.

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся:

– на пороговом уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;

– на пороговом уровне способен работать самостоятельно;

– на пороговом уровне способен к познавательной деятельности;

– на пороговом уровне способен применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;

– на пороговом уровне способен проводить исследования в области ресурсосберегающих технологий в адаптивном земледелии, обрабатывать полученные результаты;

– на пороговом уровне способен ориентироваться в ресурсосберегающих технологиях в адаптивном земледелии.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем. Отказывается отвечать на поставленные вопросы.

Обучающийся:

– на низком уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;

– на низком уровне способен работать самостоятельно;

– на низком уровне способен к познавательной деятельности;

– на низком уровне способен проводить исследования в области ресурсосберегающих технологий в адаптивном земледелии, обрабатывать полученные результаты;

– на низком уровне способен проводить исследования в области ресурсосберегающих технологий в адаптивном земледелии, обрабатывать полученные результаты;

– на низком уровне способен ориентироваться в ресурсосберегающих технологиях в адаптивном земледелии.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Основная литература

1. Глухих, М. А. Агрометеорология: учеб. пособие для вузов / М. А. Глухих. – Изд. 3-е, стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 200 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/153925> (дата обращения: 24.06.2024). – ISBN 978-5-8114-6998-7. – Текст: электронный.
3. Глухих, М. А. Практикум по агрометеорологии: учеб. пособие для вузов / М. А. Глухих. – Изд. 3-е, стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 136 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/156389> (дата обращения: 24.06.2024). – ISBN 978-5-8114-7210-9. – Текст: электронный.
4. Елисеев, И. П. Агрометеорология: учеб. пособие / И. П. Елисеев. – Чебоксары: ЧГАУ, 2019. – 113 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/192819> (дата обращения: 24.06.2024). – Текст: электронный.
5. Смольский, Е. В. Агрометеорология: учебное пособие / Е. В. Смольский. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – 122 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/304709> (дата обращения: 24.06.2024). – Текст: электронный.
6. Шевелуха, В. С. Сельскохозяйственная биотехнология / В. С. Шевелуха. – Москва: Высшая школа, 2008. – 709 с.
7. Минич, И. Б. Биологические основы сельского хозяйства: учеб. пособие / И. Б. Минич. – Томск: Изд-во Томского государственного педагогического университета, 2009. – 368 с.

Дополнительная литература

1. Бурлов, С. П. Агрометеорология: учеб. пособие / С. П. Бурлов, Е. В. Бояркин, Н. И. Большешапова. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2018. – 133 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143182> (дата обращения: 25.06.2024). – Текст: электронный.
2. Гребенщикова, Т. В. Агрометеорология: учеб. пособие / Т. В. Гребенщикова, Б. С. Цыдыпов. – Улан-Удэ: Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, 2022. – 88 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/284252> (дата обращения: 24.06.2024). – Текст: электронный.
3. Юсов, А. И. Агрометеорология: учеб.-метод. пособие по лабораторному практикуму для студентов вузов, обучающихся в бакалавриате по направлениям подгот.: 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 – Агрономия / А. И. Юсов, О. М. Бедарева; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2017. – 84 с.
4. Юсов, А. И. Агрометеорология: учеб. пособие для студентов высш.

учеб. заведений, обучающихся в бакалавриате по направлениям подгот.: 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 – Агрономия / А. И. Юсов, О. М. Бедарева; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2017. – 106, [1] с. – Текст: непосредственный.

5. Богданова, Т. Л. Общая биология в терминах и понятиях / Т. Л. Богданова. – Москва: Высшая школа, 1988. – 127 с.

6. Мамонтов, С. Г. Общая биология / С. Г. Мамонтов; соавт. Захаров, В. Б. – Москва: Высшая школа, 1999. – 317 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глухих, М. А. Агрометеорология: учеб. пособие для вузов / М. А. Глухих. – Изд. 3-е, стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 200 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/153925> (дата обращения: 24.06.2024). – ISBN 978-5-8114-6998-7. – Текст: электронный.
2. Глухих, М. А. Практикум по агрометеорологии: учеб. пособие для вузов / М. А. Глухих. – Изд. 3-е, стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 136 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/156389> (дата обращения: 24.06.2024). – ISBN 978-5-8114-7210-9. – Текст: электронный.
3. Юсов, А. И. Агрометеорология: учеб.-метод. пособие по лабораторному практикуму для студентов вузов, обучающихся в бакалавриате по направлениям подгот.: 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 – Агрономия / А. И. Юсов, О. М. Бедарева; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2017. – 84 с.
4. Юсов, А. И. Агрометеорология: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся в бакалавриате по направлениям подгот.: 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 – Агрономия / А. И. Юсов, О. М. Бедарева; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2017. – 106, [1] с. – Текст: непосредственный.
5. Левитина, Т. П. Общая биология: словарь понятий и терминов / Т. П. Левитина, М. Г. Левитин. – Санкт-Петербург: Паритет, 2002. – 539 с.
6. Общая биология и микробиология: учеб. пособие / А. Ю. Просеков; соавт. Н. И. Еремеева, С. В. Апалько, А. А. Майоров. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2012. – 320 с.

Локальный электронный методический материал

Александр Иванович Юсов
Александр Самуилович Гуревич

АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ
РАЗДЕЛ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИОЛОГИЯ
И АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ»

Редактор М. А. Дмитриева

Уч.-изд. л. 2,4. Печ. л. 3,3.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1