

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова
Кокшетауский аграрно-экономический институт им. С. Садвакасова

Лазоренко Г. С., Габдулина А.И.

Агрометеорология

Методические указания к лабораторно-практическим занятиям

Кокшетау 2016

УДК 63:551.5(075)

ББК40.21

Л-17

Методические указания составлены доцентом Лазоренко Г.С., ст. преподавателем Габдулиной А.И. в соответствии с КЭД специальности 5В080100 – Агрономия, 5В080800 Почвоведение и агрохимия на 2014-2018г.г.

Утверждено на заседании кафедры «Р и П»

« 17 » октября 2016г. / Протокол № 3

Заведующий кафедрой Мемешов С.К. _____

(подпись)

Утверждено методической комиссией аграрно-экономического института им. С.Садвакасова

« 18 » октября 2016 г. / Протокол № 2

Председатель методической комиссии Бекимова Г. Б. _____

(подпись)

Содержание

Введение	4
Лабораторная работа №1	5
Лабораторная работа №2	7
Лабораторная работа №3	9
Лабораторная работа №4	12
Лабораторная работа №5	13
Лабораторная работа №6	16
Лабораторная работа №7	18
Лабораторная работа №8	19
Лабораторная работа №9	20
Лабораторная работа №10	23
Лабораторная работа №11	25
Лабораторная работа №12	28
Лабораторная работа №13	31
Лабораторная работа №14	32
Лабораторная работа №15	34
Лабораторная работа №16	35
Лабораторная работа №17	36
Лабораторная работа №18	37
Лабораторная работа №19	38
Лабораторная работа №20	39
Лабораторная работа №21	40
Лабораторная работа №22	41
Лабораторная работа №23	43
Лабораторная работа №24	44
Лабораторная работа №25-26	45
Лабораторная работа №27	46
Лабораторная работа №28	48
Лабораторная работа №29-30	49
Литература	52

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур необходимо внедрять применительно к местным условиям хозяйства научно-обоснованную систему агротехнических мероприятий. Разработка такой системы требует знаний и учета агрометеорологических условий произрастания сельскохозяйственных культур, пастбищной, луговой, лесной растительности и садовых культур. В распоряжении земледельца имеется богатый, выработанный наукой и практикой, опыт возделывания сельскохозяйственных культур. Важно умело использовать этот опыт в резко меняющейся под воздействием погодных условий обстановке. Этому способствует правильный учет сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий, влияющих на продуктивность растений. Применение дифференцированной агротехники в практике растениеводства требует знания количественных агрометеорологических показателей, целесообразности использования различных агротехнических приемов. Большое значение имеет знание условий проведения сельскохозяйственных полевых работ и выпаса скота в конкретном регионе. По ресурсам тепла и влаги сельское хозяйство северных областей Казахстана развивается в экстремальных условиях. Отмечаются значительные колебания по обеспеченности влагой за год и по периодам вегетации. Частая повторяемость засушливых лет приводит к изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур. Используя данные агрометеорологических наблюдений, специалисты могут планировать проведение различных агротехнических мероприятий с учетом погодных условий. К примеру, имея данные о температуре почвы в пахотном слое весной, определяют оптимальные сроки сева теплолюбивых культур. Информация об особенностях влагообеспеченности периода вегетации и периодичности атмосферных осадков позволяет применять соответствующие технологии обработки почвы, рекомендовать производству сорта культур, наиболее эффективно использующие условия тепла и влагообеспеченности в конкретной агроклиматической зоне. Прогнозы неблагоприятных метеорологических явлений (заморозки, засухи) необходимы для успешной защиты посевов от повреждений и гибели. Роль метеорологических факторов (свет, тепло, влага) в жизни растений велика. Тепло является основным условием всех биологических и химических процессов, совершающихся в растениях. Тепло, свет и вода необходимы растениям для усвоения углерода из воздуха. Основными факторами, влияющими на рост и развитие растений, являются тепло, влага, свет и элементы питания. Комплексное изучение закономерностей формирования урожая в системе «Почва - растение - атмосфера» возможно лишь на основании количественной оценки метеофакторов. Обоснование технологии возделывания сельскохозяйственных культур требует серьезной подготовки специалистов сельского хозяйства в области агрометеорологии, умения пользоваться гидрометеорологической информацией, самостоятельно вести основные метеорологические наблюдения и расчеты. Метод проведения занятий по темам обеспечивает самостоятельную работу студентов, дает возможность постоянно контролировать их подготовку.

Лабораторная работа №1

Тема: Задачи науки и методы агрометеорологических исследований.

Задание: 1. Изучить методы наблюдений, эксперимента, теоретического анализа, сопряженных наблюдений, учащенных сроков посева, географических посевов, экспериментально-полевого метода.

2. Применение биологических законов в агрометеорологии

Пояснение к заданию:

Агрометеорология, или сельскохозяйственная метеорология — наука, изучающая метеорологические, климатические и гидрологические условия в их взаимодействии с объектами и процессами сельскохозяйственного производства.

Агрометеорология в структурном плане представляет собой научную систему специфических знаний, объединенных законами, методами и понятиями, раскрывающими связи объектов сельского хозяйства с погодой и климатом.

Явления, происходящие в атмосфере, называются метеорологическими.

Многолетний режим погоды в данной местности, обусловленный ее географическим положением, называют *климатом*.

Метеорологические величины и процессы в большей или меньшей степени влияют на рост, развитие и урожайность растений, на состояние и продуктивность животных, поэтому они изучаются и в агрометеорологии. Метеорологические и гидрологические величины, определяющие состояние и продуктивность сельскохозяйственных объектов, называют *агрометеорологическими факторами*. Их сочетание в определенный период времени называют *агрометеорологическими условиями* существования объектов сельского хозяйства. *Агроклиматические условия* — это многолетние характеристики агрометеорологических условий в данной местности.

Следовательно, агрометеорология изучает погоду и климат применительно к задачам сельского хозяйства, что не изучается ни одной из других сельскохозяйственных наук. Для этого в агрометеорологии применяются различные методы исследований.

- Метод параллельных, или сопряженных, полевых наблюдений за метеорологическими явлениями и растениями.

- Метод учащенных сроков посевов, при котором растения высеваются в поле в разные сроки и за их развитием и условиями погоды в данном месте ведутся сопряженные (параллельные) наблюдения. Этот метод значительно ускоряет изучение устойчивости растений к неблагоприятным явлениям погоды.

- Метод географических посевов, при котором в разных географических пунктах (в разных климатических условиях) высевают исследуемые сорта (гибриды) растений. Метод географических посевов позволяет решать ту же задачу, что и метод учащенных сроков сева, так как посевы данного сорта в разных климатических зонах находятся в различных условиях увлажнения, температуры, длины дня и т. д.

- Метод экспериментально-полевой, при котором в полевых опытах с помощью специальных конструкций и приемов изменяются агрометеорологические условия возделывания растений (регулируется по программе опыта температура и влажность почвы, продолжительность и интенсивность освещения, высота снежного покрова и т. п.).

- Метод дистанционных (неконтактных) измерений с вертолетов, самолетов и спутников, позволяющий определять состояние посевов, термический режим, увлажнение и т. п. на больших площадях.

- Метод фитотронов, позволяющий исследовать реакции растений на различные комплексы света, тепла, влаги в камерах искусственного климата.

- Метод математического моделирования, который состоит в построении математической модели, позволяющей при помощи математического аппарата описывать влияние агрометеорологических условий на рост и развитие растений, их продуктивность.

- Метод математической статистики, который позволяет обрабатывать массовые материалы наблюдений для установления связи развития и формирования продуктивности растений с условиями погоды.

2. Биологические законы агрометеорологических исследований базируются на следующих основных законах.

- Закон равнозначности (или незаменимости) основных фактором жизни. Согласно этому закону, факторы среды по своему действию на растения подразделяются на основные и второстепенные.

- Закон минимума (или лимитирующего фактора), согласно которому при неизменяющихся других условиях уровень урожая определяется тем фактором, который находится в минимуме. Например, в засушливых зонах количество влаги является лимитирующим фактором урожая.

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

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

Литература: 1. Ю.И. Чирков Агрометеорология, Л. 1986. С. 8-9.

2. А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004, С 5-7.

3. Г.С. Лазоренко, И.Ф. Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, С. 4 – 6.

Лабораторная работа №2

Тема: Газовый состав атмосферы и значение основных газов для биосферы Земли.

Задание: 1) Дать характеристику основных газов атмосферы. 2) Значение газов для биосферы Земли.

Пояснение к занятию:

По определению ученых, 3-4 млрд. лет назад не было атмосферы на Земле. «Атмосфера» происходит от древнегреческих «атмос» пар, «сфайра» - сфера.

Атмосферой называют газообразную оболочку Земли. Она является средой обитания всех земных организмов.

Между атмосферой и биосферой установилось природно- обусловленное динамическое равновесие. Поэтому человек и объекты с/х производства приспособлены к данному составу воздуха, которым они дышат и который необходим для их существования.

Смесь газов, составляющих атмосферу, называют воздухом, который состоит из азота, кислорода, аргона, углекислого газа и водяного пара. Остальные газы содержатся в атмосфере в ничтожных количествах и их можно не учитывать при изучении физических свойств воздуха применительно к задачам агрометеорологии.

Состав основных газов атмосферы: Азот – 78%, Кислород – 20,9%, Аргон – 0,93%, Углекислый газ – 0,033%. Кроме того в атмосфере имеется Неон, Метан, Гелий, Озон, Криптон, Водород, Ксенон, окислы азота, содержание каждого из них небольшое, но каждый из них имеет важное значение.

Состав сухого чистого воздуха нижних слоев атмосферы постоянен для всей планеты. Это обусловлено непрерывным перемешиванием воздуха в вертикальном и горизонтальном направлениях. Кроме того, в атмосфере всегда присутствуют взвешенные твердые и жидкие частицы, как природного происхождения, так и попавшие в атмосферу в результате хозяйственной деятельности человека (производственная пыль, частички дыма и удобрений). Эти частички называют *аэрозолем*.

Между атмосферой и почвой существует непрерывный воздухообмен – аэрация почвы, которая обусловлена в основном диффузией газов, а также действием ветра и колебаниями атмосферного давления.

2.Значение газов, составляющих воздух, для сельского хозяйства.

Из всех газов атмосферы наибольшее значение для биосферы и для сельского хозяйства имеют азот, кислород, углекислый газ и водяной пар.

Кислород (O₂) один из главных газов, поддерживающих жизнь на Земле, в чистом виде начал поступать в атмосферу на сравнительно позднем этапе развития планеты. Он необходим для дыхания, горения, разложения органических веществ, гниения.

Особое значение в атмосфере имеет газ озон (Оз). Он находится в слое от земной поверхности до высоты 70 км. Максимальное его количество (90%) содержится на высоте от 10 – 17 до 50км (в зависимости от широты местности и времени года).

Азот - самый распространенный газ, преобладающий в атмосфере. Он имеет особое значение в почвенном питании растений. Свободный азот атмосферы связывается некоторыми почвенными и клубеньковыми бактериями, что обогащает почву соединениями азота, легко усвояемыми растениями. Свободный азот из воздуха усваивается бактериями, содержащимися в корнях растений (бобовых). За один вегетационный период они накапливают от 40 до 300 кг азота на 1 га. Кроме того, в почву в течение года вместе с осадками поступают около 5 кг азота на 1 га, что удовлетворяет потребности растений примерно на 1/10.

Максимальное количество и озона (90%) содержится на высотах от 10-17 до 50 км (в зависимости от широты местности и времени года). Этот слой атмосферы называют озоновым слоем.

Углекислый газ – тяжелый газ, скапливающийся в нижних слоях атмосферы у поверхности земли. Его значение в физиологических процессах растений огромно. Он является источником воздушного питания растений: зеленные растения при помощи световой энергии создают в процессе фотосинтеза из углекислого газа и воды органическое вещество. Углекислый газ имеет также важное значение для теплового баланса Земли, уменьшая ее охлаждение. Он способен задерживать земное излучение и тем самым повышать температуру у земной поверхности.

В атмосфере есть газы, которые не участвуют в биологических процессах, однако играют важную роль в переносе энергии в высоких слоях. Это аргон, неон, гелий, водород, ксенон, озон.

Водяной пар - важное звено круговорота воды в природе. Он обуславливает образование облаков и выпадение осадков, влияет на интенсивность испарения растительного покрова, участвуют в создании оранжерейного эффекта. Водяной пар влияет на прозрачность атмосферы и ее радиационный режим, поглощает различные загрязняющие вещества.

Литература: О.Л.1 . Ю.И.Чирков Агрометеорология, Л. 1986.С.15 - 20.

2. А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004.С. 10 - 12.

3. Г.С. Лазоренко, И.Ф. Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, С. 15-22.

Лабораторная работа № 3

Тема: Строение Атмосферы

Задание: 1. Дать характеристику температуры воздуха в различных слоях атмосферы.

2. Изучить физические свойства тропосферы, стратосферы, мезосферы, термосферы, экзосферы.

Пояснение к заданию. В начале XX века учеными было установлено, что в вертикальном направлении атмосфера состоит из нескольких концентрических слоев, отличающихся один от другого по температурным и иным условиям.

В вертикальном направлении атмосферу подразделяют на пять основных слоев: тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу и экзосферу. Между ними находятся слои, называемые паузами: тропопауза, стратопауза и др.

Тропосфера — нижний слой атмосферы, простирающийся от земной поверхности до высоты 8—10 км в полярных областях и до 15—18 км в зоне экватора. Температура воздуха в тропосфере уменьшается с высотой в среднем на 0,5—0,6°C на каждые 100 м. В тропосфере содержится 75 % всей массы воздуха и основное количество водяного пара, здесь идет непрерывное интенсивное перемешивание воздуха как по горизонтали, так и по вертикали. Здесь образуются облака, дающие осадки, возникают грозы и другие атмосферные явления

Стратосфера располагается над тропосферой до высоты 50—55 км. Здесь слабые воздушные потоки, малое количество облаков и температура минус 56..-60°C до высоты 25 км. Далее на высоте 35 км температура повышается и к верхней границе стратосферы (стратопаузе) достигает положительных величин. В стратосфере содержится менее 20% воздуха атмосферы. Солнечные лучи взаимодействуют с молекулами кислорода, в результате часть молекул кислорода распадается и образует озон. Область повышенной концентрации озона образует озоносферу. Озоновый слой расположен на высоте 25-50 км.

Мезосфера находится над стратосферой. Слой, в котором температура с высотой вновь начинает понижаться, достигая на его верхней границе - мезопаузе (80—95 км) – 85-90°C. Воздуха здесь содержится около 5% всей массы атмосферы. На верхней границе мезосферы наблюдаются еще особого рода облака, также видимые только в ночное время – серебристые облака.

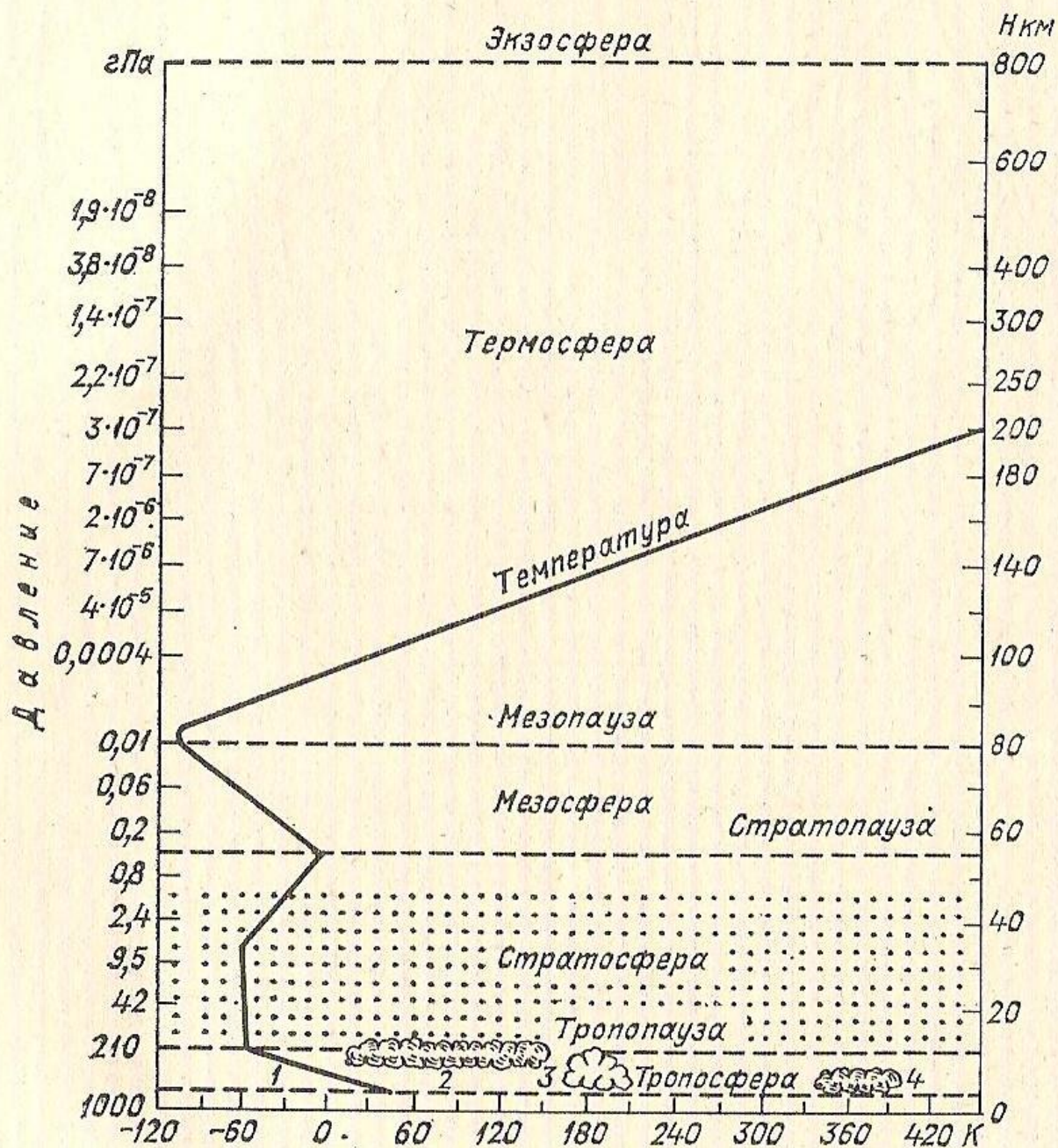
Термосфера расположена на высоте от 90 до 450 км, температура здесь начинает повышаться и на высоте 200-250 км она достигает 1600 - 2000°C. Эта температура характеризует лишь кинетическую энергию движения молекул газов – ионизацию. Иногда этот слой называют ионосферой. В термосфере происходят полярные сияния, сгорают метеориты.

Экзосфера, или сфера рассеяния,— верхний слой атмосферы, из которого молекулы наиболее легких атмосферных газов — водорода и гелия — могут улетучиваться в межпланетное пространство. Этот слой распространяется до высоты 2000—3000 км и постепенно переходит в космос.

Между указанными сферами находятся переходные промежуточные слои, называемые паузами: тропопауза, стратопауза, мезопауза и пр. Например, тропопауза разделяет тропосферу и стратосферу.

Литература: 1 . Ю.И.Чирков Агрометеорология, Л. 1986. С.24-28.

2. А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004. С.21-24



Строение атмосферы.

1 — уровень моря, 2 — перистые облака, 3 — кучевые облака, 4 — слоистые облака.

Лабораторная работа № 4

Тема: Атмосферное давление, единицы измерения

Задание:

1. Дать характеристику атмосферного давления, его изменения с высотой.
2. Изучить приборы для измерения атмосферного давления

Пояснение к теме. 1. *Атмосферное давление* — это сила, с которой давит на единицу земной поверхности столб воздуха, простирающийся от поверхности земли до верхней границы атмосферы. Атмосферное давление является одной из важнейших характеристик состояния атмосферы и одним из основных физических свойств воздуха, связанных с его плотностью и температурой.

Плотность есть отношение массы вещества к его объему. Так, 1 м^3 воды при температуре 4°C имеет массу 1т, а 1 м^3 воздуха при 0°C и нормальном давлении имеет массу 1,293 кг. Следовательно, при указанных условиях плотность воды составляет 1000 кг/м^3 , а плотность воздуха $1,293 \text{ кг/м}^3$. Таким образом, плотность воздуха примерно в 800 раз меньше плотности воды.

В 1930 г. для измерения давления была введена новая международная единица давления – бар (древнегреческого «барос» - тяжесть). В практике в качестве единицы давления использовалась тысячная часть бара — миллибар. С 1980 г. в качестве международной единицы (СИ) для измерения атмосферного давления принят паскаль ($\text{Па}=\text{Н/м}^2$). На практике используется гектопаскаль (гПа): $1 \text{ гПа}=1 \text{ мб}=0,75 \text{ мм.рт.ст.}$; $1 \text{ мм.рт.ст.}=1,33 \text{ мб}=1,33 \text{ гПа}$

Давление, равное массе ртутного столба высотой 760 мм, имеющего температуру 0°C и находящегося на широте 45° и на уровне моря, называют *нормальным атмосферным давлением*. Оно округленно составляет 1013 гПа.

2. Приборы: Атмосферное давление измеряют барометром.

Станционный *ртутный чашечный барометр* используют на постоянных наземных метеорологических станциях. Барометр помещают в специальный шкаф, находящийся вдали от обогревательных систем, окон и дверей.

Барометр – aneroid БАММ-1 имеет принцип действия, основанный на деформации мембранных коробок под действием атмосферного давления. Барометры – aneroid широко применяют для измерений в полевых условиях, на судах, в авиации, также используют для проведения барометрического нивелирования.

Барограф М-22А предназначен для непрерывной регистрации атмосферного давления. Регистрирующей частью прибора является барабан (с часовым механизмом внутри) с лентой, на которой записывается давление в течение суток или недели.

Литература: 1 . Ю.И.Чирков Агрометеорология, Л. 1986. С.19-23.

2. А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004. С.18-21.

Лабораторная работа № 5

Тема: Солнечная радиация, виды её потоков.

Задание:

1. Изучить приборы для измерения потоков солнечной радиации.
2. Рассчитать продолжительность солнечного сияния.
3. Рассчитать радиационный баланс.

Пояснение к заданию. Основным источником энергии физических процессов, происходящих в атмосфере и на поверхности Земли, является лучистая энергия Солнца. Солнце — раскаленный газовый шар, объем которого в $1,3 \cdot 10^6$ раз больше объема Земли, а масса составляет 99,87% массы всей солнечной системы. Солнце излучает в окружающее пространство энергию, равную примерно $3,71 \cdot 10^{26}$ Вт.

Энергетическая освещенность солнечного излучения в Международной системе единиц СИ выражается в ваттах на 1 м^2 (Вт/м²). В метеорологии до 1980 г. энергетическая освещенность называлась потоком солнечной радиации и выражалась в калориях на площадь в 1 см^2 за минуту (кал/(см²*мин)). В специальной литературе, справочниках, изданных до 1980 г., эта величина дается в калориях. Соотношение между единицами измерений следующее: $1 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин}) = 698 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

Приход радиации на верхнюю границу атмосферы меняется и зависит от расстояния Земли от Солнца, которое в течение года не остается постоянным вследствие эллиптичности земной орбиты. Наименьшее расстояние Земли от Солнца (перигелий) составляет $147 \cdot 10^6$ км, оно приходится на 2 января. Наибольшее удаление Земли от Солнца (афелий), равное $152 \cdot 10^6$ км, отмечается 5 июля. Среднее расстояние Земли от Солнца равно $149,5 \cdot 10^6$ км.

В атмосфере солнечная радиация на пути к поверхности Земли частично поглощается, а частично рассеивается и отражается от облаков и земной поверхности. Поэтому в атмосфере наблюдаются три вида радиации: *прямая, рассеянная и отраженная* (приборы: актинометр, пиранометр, альбедометр).

Продолжительность солнечного сияния измеряет прибор Гелиограф.

2. Рассчитать продолжительность солнечного сияния (Табл.1)

Таблица 1. Продолжительность солнечного сияния в течение дня 5-июня.

на 5.VI	Часы	Варианты						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	2	3	4	5	6	7	8	9

	5-6	0,2	0,0	0,5	0,3	0,1	0,4	0,2
	6-7	0,5	0,2	0,3	0,5	0,2	1,0	0,4
	7-8	1,0	0,1	1,0	0,6	0,2	0,8	0,1
	8-9	0,8	0,0	0,8	0,4	0,4	0,9	0,1
	9-10	0,3	0,5	0,7	0,8	0,7	0,8	0,1
	10-31	0,2	1,0	0,4	1,0	0,5	0,7	0,1
	11-12	0,4	1,0	0,4	1,0	0,5	1,0	0,1
	12-13	0,5	0,7	0,5	0,5	0,4	1,0	1,0
	13-14	0,6	0,5	0,8	0,7	0,3	1,0	1,0
	14-15	0,4	0,1	0,3	0,9	0,2	0,6	0,1
	15-16	0,5	0,5	0,2	0,1	0,5	0,5	0
	16-17	0,8	0,4	0,2	0,7	0,4	0,7	0,3
	17-18	0,9^	0,5	0,4	0,6	0,0	0,4	0,5
	18-19	0,9	0,4	0,1	0,5	0,0	0,3	0,4
	19-20	0,5	0,3	0,1	0,2	0,0	0,4	0,2
	20-21	0,7	0,0	0,3	0,3	0,0	0,5	0,2
	21-22	0,5	0,0	0,2	0,1	0,0	0,5	0,4
Сумма за сут.								

На растения влияют интенсивность солнечной радиации, ее спектральный состав, продолжительность освещения. Поэтому важно знать работникам сельского хозяйства величину радиационного баланса и его составляющих, продолжительности солнечного сияния и освещенности.

Прямая радиация – S – часть солнечного излучения, приходящего на земную поверхность от диска солнца, измеряют прибором *актинометром*.

Рассчитывается по формуле: $S = S' \sin h^\circ$, где h° – высота Солнца над горизонтом в градусах

Рассеянная радиация – Д – часть солнечного излучения, рассеянного атмосферой и поступающего от всего небосвода, исключая диск солнца.

Суммарная радиация – Q- сумма прямой и рассеянной радиации: $Q = S + D$.

Отраженная радиация – R- часть суммарной радиации, отражающаяся от земной поверхности.

Альбедо – А – отношение отраженной солнечной радиации к суммарной, выраженное в процентах. $A = R/Q \cdot 100\%$.

Разность между приходящими и уходящими потоками лучистой энергии называют *радиационным балансом земной поверхности* (В).

Приходная часть радиационного баланса земной поверхности днем состоит из прямой и рассеянной солнечной радиации, а также излучения атмосферы.

Расходную часть баланса составляет отраженная радиация и излучение земной поверхности.

Уравнение радиационного баланса имеет следующий вид

$B = S + D - R - E + E_a$, где

В – радиационный баланс

S- прямая радиация

D- рассеянная радиация

R- отраженная радиация

E- излучение земной поверхности

E_a - встречное излучение атмосферы

Радиационный баланс днем обычно положителен, а ночью отрицателен. Для измерения потоков солнечной радиации применяются актинометрические приборы.

Используя материалы наблюдений, рассчитать радиационный баланс (таблица 2).

Таблица 2. Исходные данные для задания 2.

Наименование	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
Интенсивность прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность, кал/см ² в мин. S	0,70	1,12	1,30	1,40	1,50	1,35	1,45
Рассеянная солнечная - Д - радиация, кал/см в мин.	0,12	0,80	0,10	0,15	0,17	0,21	0,25
Излучение деятельного слоя E_z , кал/см в мин.	60	63	45	40	35	32	30
Встречное излучение атмосферы - E_a кал/см ² в мин.	40	43	15	20	5	22	15

Отраженная радиация - К - кал/см ² в мин.	12	8	10	15	17	21	25
sin угла	0,47	0,50	0,54	0,59	0,60	0,64	0,21
Угол высоты солнца над горизонтом °	28	31	34	36	37	40	12

Приборы для измерения лучистой энергии

Прямую солнечную радиацию (S) измеряют *актинометром* М-3, приемную поверхность устанавливают перпендикулярно солнечным лучам.

Интенсивность суммарной (Q), рассеянной (D) и отраженной (R) радиации измеряют *пиранометром* М-80. Радиационный баланс деятельной поверхности измеряют *балансометром* М-10М.

Продолжительность солнечного сияния, т.е. промежутков времени, в течение которых солнечный диск не закрыт облаками, регистрируют *гелиографом* ГУ -1. Стекланный шар собирает падающие на него солнечные лучи в фокус. Прожог или следы прожога на специальной бумажной ленте показывают число часов солнечного сияния.

Литература: 1. Ю.И.Чирков Агрометеорология, Л. 1986 С.29-50.

2. Г.С. Лазоренко, И.Ф. Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007. С. 16-28.

3. М.Д. Павлова Практикум по агрометеорологии. Л: 1984, С. 11- 15.

Лабораторная работа № 6

Тема: Лучистая энергия Солнца и растения.

Задание: 1. Дать характеристику основным частям спектра

2. Изучить влияние продолжительности освещения на растения

3. Дать характеристику продолжительности светового дня на различных широтах.

Пояснение к заданию:

Спектральный состав солнечной радиации. Солнечная радиация состоит из электромагнитных волн различной длины, выражаемой в актинометрии в микрометрах (мкм).

Солнечный спектр делится на ультрафиолетовую (длина волны менее 0,40 мкм, видимую (0,40 мкм – 0,76 мкм) и ближнюю инфракрасную (более 0,76 мкм) радиацию. До ультрафиолетовой части спектра солнечной радиации лежит рентгеновское излучение, а за инфракрасной – радиоизлучение Солнца. На верхней границе атмосферы на ультрафиолетовую часть спектра приходится 46% всей поступающей солнечной радиации, на ультрафиолетовую 7%, на инфракрасную – 47%.

Радиацию, излучаемую Землей и атмосферой, называют дальней инфракрасной радиацией.

Биологическое действие разных видов радиации на растения различно.

Ультрафиолетовая радиация замедляет ростовые процессы, но ускоряет прохождение этапов формирования репродуктивных органов у растений.

Значение ближней *инфракрасной радиации*, которая активно поглощается водой листьев и стеблей растений, состоит в ее тепловом эффекте, что существенно влияет на рост и развитие растений.

Видимая часть солнечного спектра, во-первых, создает освещенность, во-вторых, с областью видимой радиации почти совпадает так называемая физиологическая радиация, которая поглощается пигментами листа. Ее энергия имеет важное регуляторно – энергетическое значение в жизни растений. В пределах этого участка спектра выделяется область фотосинтетически активной радиации

В участке спектра 0,38-0,71 мкм выделяется область *фотосинтетически активной радиации*, оказывающей существенное действие на фотосинтез растений.

Обычные посевы в процессе фотосинтеза используют 1,5-3,0% ФАР. При оптимальной температуре, пищевом и водном режиме посевы могут использовать до 4,5-5,0 % ФАР.

Влияние продолжительности освещения на растения.

Ритм солнечной радиации (чередование светлой и темной части суток) является наиболее устойчивым и повторяющимся из года в год фактором внешней среды. В связи с этим культуры по фотопериодической реакции можно классифицировать по группам:

Короткого дня, развитие которых задерживается при продолжительности дня больше 10-12 ч. Короткий день способствует закладке цветков, а длинный день препятствует этому. К таким культурам относятся соя, рис, просо, сорго, кукуруза.

Длинного дня, требующие для своего развития продолжительного освещения. Их развитие ускоряется, когда продолжительность дня составляет около 20 ч. К этим культурам относятся рожь, овес, пшеница, лен, горох, шпинат, клевер и др.

Нейтральные по отношению к длине дня, развитие которых не зависит от продолжительности дня, например томат, гречиха, бобовые, ревень.

Различные сорта культур как длинного, так и короткого дня в зависимости от других факторов по-разному реагируют на длину дня и ночи. В целом же растения длинного дня приспособлены к условиям высоких широт, а короткого – низких широт.

Связь между длиной дня и фотопериодической реакцией растений исследуют в опытах с географическими посевами культур и в опытах с различными сроками сева, а также в фитотронах, позволяющих устанавливать любую продолжительность дня.

Продолжительность светлой части суток (астрономическая длина дня) изменяется в зависимости от времени года и географической широты. На экваторе продолжительность дня в течение всего года равна 12 ч±30 мин. При продвижении от экватора к полюсам после весеннего равноденствия (21 марта) длина дня увеличивается к северу и уменьшается к югу. После осеннего равноденствия (23 сентября) распределение продолжительности дня -- обратное.

Продолжительность освещения имеет большое значение для продуктивности сельскохозяйственных культур и качества продукции, например для сахаристости сахарной свеклы, содержания масла в семенах масличных культур. Продолжительность освещения влияет и на развитие болезней растений. Установлено, что большинство патогенов лучше развиваются в условиях нормального суточного хода освещенности, чем при непрерывном действии света. При увеличении продолжительности освещения ускоряется развитие растений и возрастает их устойчивость к болезням.

Литература: 1.Ю.И.Чирков Агрометеорология, Л. 1986: С.30-50.

2. А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004. С.36 – 43.

Лабораторная работа № 7

Тема: Температурный режим почвы.

Задание: Изучить следующие вопросы:

1. Причины суточных изменений температуры почвы
2. Дать определение теплофизических характеристик почвы
3. Изучить приборы для измерения температуры почвы.

Пояснения к теме.

Наблюдения за температурой поверхности почвы и температурой на различной глубине проводятся на некоторых метеорологических станциях уже более 70—80 лет. Обработка этих данных позволила установить закономерности изменения температуры почвы в течение суток и года.

Изменение температуры почвы в течение суток называется суточным ходом. Суточный ход температуры имеет обычно один максимум и один минимум. Хорошо выраженный и правильный суточный ход наблюдается в теплый период при ясной погоде.

Изменение температуры почвы в течение года называется годовым ходом. Обычно график годового хода строится по средним месячным температурам почвы. Годовой ход температуры поверхности почвы определяется в основном различным приходом солнечной радиации в течение года. Разность между максимумом и минимумом в суточном или годовом ходе называется *амплитудой* хода температуры.

Приборы для измерения температуры почвы.

На поверхности почвы используются: Максимальный, минимальный и срочный термометры.

В пахотном слое измеряют температуру Коленчатым термометром Савинова на глубинах 5, 10, 15 и 20 см.

Для контроля за температурами почвы на глубинах от 20 до 330 см используются вытяжные термометры, устанавливаемые на стационарных площадках метеостанций.

Кроме того на станциях используют дистанционные электрические термометры, позволяющие измерять температуру почвы на разных глубинах непосредственно из служебного помещения.

- Литература:** Ю.И.Чирков Агрометеорология, Л. 1986: С 61 – 72.
2. А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004. С.51 – 59.
3. М.Д.Павлова. Практикум по агрометеорологии Л: 1984.С. 23-24

Лабораторная работа №8

Тема: Методы регулирования температуры почвы в период вегетации.

- Задание:**1. Изучить потребность растений в тепле в период «прорастание семян – всходы»
2. Критические температуры и их значение для различных растений.

Пояснение к заданию.

Температура почвы является одним из важнейших факторов жизни растений и почвенных микроорганизмов. Прорастание семян начинается только при прогревании почвы до определенных значений, свойственных данному виду растений. Скорость прорастания семян возрастает с повышением температуры почвы, что обуславливает сокращение продолжительности периода от посева до появления всходов.

Семена большинства с/х культур в средней полосе прорастают при температуре 3..5°C, а такие, как рис, хлопчатник и другие требуют значительно более высоких температур -13-15°C. Например, семена кукурузы при заделке их в увлажненную почву на глубину 4 см при температуре 12° С дают всходы через 21 день, а при температуре 18°C — через 8—9 дней. Кущение многих злаков наиболее интенсивно происходит при температуре 15—20°C. Пониженная температура в зоне корней задерживает рост подземных органов.

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

Таблица 3. Биологический минимум и максимум температуры прорастания семян различных сельскохозяйственных культур, °С

Культура	минимум	максимум
Ячмень, овес	0...5	31..37
Рожь, пшеница	0...5	31..37
Редис	2..3	30..35
Горох	2...4	30
Гречиха	5	37..44
Подсолнечник	5..7	37..41
Картофель	7...8	30
Кукуруза	8..10	44..50
Капуста	10	30...35
Томаты, перец, баклажаны	12..15	35
Дыня, огурец	15..18	44..50

Литература: 1. А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004. С.66-69

Лабораторная работа № 9

Тема: Температурный режим воздуха.

Задание:

1. Изучить влияние различных поверхностей на нагревание воздуха
2. Суточный и годовой ход температуры воздуха различных территорий.
3. Построить график годового хода температуры воздуха (по данным метеостанции)
4. Подсчитать суммы температур за теплый период года (активных и эффективных).

Пояснение к заданию.

Распределение температуры в атмосфере определяется главным образом ее теплообменом с земной поверхностью и поглощением солнечной радиации. Нижние слои атмосферы поглощают солнечную радиацию значительно слабее, чем верхние. Основным источником нагревания тропосферы, особенно ее нижних слоев, является тепло деятельной поверхности Земли. В дневные часы, когда радиационный баланс деятельной поверхности положителен, поверхность суши становится теплее воздуха, и тепло от нее передается воздуху. Ночью она

вследствие эффективного излучения становится холоднее воздуха и охлаждает прилегающий к ней слой атмосферы.

Нагревание и охлаждение воздуха в значительной мере зависит от свойств деятельного слоя Земли. Над поверхностью суши воздух днем теплее, а ночью холоднее, чем над морем. На суше заметные различия в температуре воздуха создаются над разными участками деятельного слоя (поле, луг, болото, лес и др.). Влияние деятельного слоя на температуру воздуха убывает с высотой.

Приборы для измерения температуры воздуха

На метеорологических станциях термометры устанавливают в психрометрической будке, стенки которой жалюзийные. В такую будку не проникают лучи Солнца, но в тоже время воздух имеет свободный доступ в нее.

Термометры устанавливают горизонтально резервуарами к востоку на подставке на высоте 2 м от деятельной поверхности. Приборы: Срочный минимальный, максимальный термометр. Кроме того, срочную температуру воздуха измеряют ртутным психрометрическим термометром ТМ-4, который устанавливают вертикально. При температуре ниже -35°C используют низкоградусный спиртовой термометр ТМ-9.

Экстремальные температуры измеряют по максимальному ТМ-1 и минимальному ТМ-2 термометрам, которые укладывают горизонтально.

Для непрерывной записи температуры воздуха служит термограф М -16А, который помещают в жалюзийной будке для самописцев. Колебания температуры воспринимаются изогнутой биметаллической пластинкой. В зависимости от скорости вращения барабана термографы бывают суточные и недельные.

3,4 - Построить график годового хода температуры и подсчитать суммы температур, используя данные таблицы 4.

Таблица 4. Температуры воздуха (к заданию 3,4.)
(материалы наблюдений метеостанций, 1999 г.)

Месяц	Декада	Метеостанции						
		г.Кокшетау	г.Щучинск	Тайынша	Шортанды	Рузаевка	Торгайская оп.ст.	Сред. многолет.
январь		-11,5	-13,0	-12,8	-12,5	-14,0	-13,8	-18,1
февраль		-8,6	-9,0	-10,1	-8,4	-9,7	-8,8	-16,8
март		-14,3	-13,5	-14,0	-14,0	-13,5	-13,7	-10,7

апрель	I	+ 0,4	0,5	1,0	+ 0,5	1,0	0,8	2,3
	II	4,9	5,0	5,7	5,0	6,0	5,8	
	III	8,4	8,6	8,4	8,6	8,7	8,9	
май	I	11,7	12,0	11,2	11,9	12,1	12,8	11,9
	II	15,0	14,8	14,0	15,4	14,8	14,0	
	III	14,6	14,4	14,2	14,7	14,4	15,0	
июнь	I	15,8	15,5	15,3	16,0	16,0	15,6	17,2
	II	11,6	10,9	11,5	11,5	12,0	11,8	
	III	16,7	15,9	16,2	17,0	17,0	17,2	
июль	I	23,2	22,0	21,0	23,5	23,0	23,1	19,2
	II	18,0	19,0	20,1	20,8	21,0	19,9	
	III	21,9	20,5	20,2	21,1	22,0	21,0	
август	I	17,0	16,9	17,0	18,0	18,9	18,1	17,0
	II	20,4	20,4	21,0	20,8	21,0	20,8	
	III	18,0	17,5	17,8	17,8	17,1	17,3	
сентябрь	I	11,2	10,5	10,9	11,5	11,5	10,7	11,0
	II	15,9	14,0	14,3	10,0	12,8	13,0	
	III	9,0	10,0	9,9	8,9	9,0	10,0	
октябрь	I	12,7	11,9	12,2	11,7	11,5	9,3	2,2

	II	9,7	9,5	9,3	8,0	8,6	8,8	
	III	1,2	1,1	1,0	1,1	0,8	0,6	
ноябрь		-8,6	-8,0	-9,0	-8,6	-93	-9,5	-7,8
декабрь		-7,2	-7,3	-7,8	-7,3		-9,9	-15,1

Литература: 1. А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004. С. 69-80, 2. Г.С. Лазоренко, И.Ф. Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007. С.21 – 27.

Лабораторная работа № 10

Тема: Водяной пар в атмосфере.

Задание:

1. Дать определение характеристик влажности воздуха.
2. Суточный и годовой ход влажности воздуха.

Пояснение к заданию

Влажностью воздуха называют содержание водяного пара в атмосфере. Она характеризуется такими величинами, как парциальное давление водяного пара, давление насыщенного водяного пара, абсолютная влажность, относительная влажность, дефицит насыщения водяного пара, температурой точки росы и удельной влажностью.

Парциальное давление (упругость) водяного пара e – фактическое давление водяного пара, находящегося в воздухе, измеряют в миллиметрах ртутного столба (мм рт.ст. или в миллибарах (мб), в настоящее время в гектопаскалях (гПа).

Абсолютная влажность a (г/м) – количество водяного пара, выраженное в граммах, содержащееся в 1 м воздуха.

Давление насыщенного водяного пара E – максимально возможное значение парциального давления при данной температуре; измеряется в тех же единицах, что и e .

Относительная влажность f – это отношение парциального давления водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного

водяного пара при данной температуре. Выражают ее обычно в процентах с точностью до целых: $f = (e/E) \times 100\%$

Дефицит насыщения водяного пара d - разность между упругостью насыщения и фактической упругостью водяного пара:

$$d = E - e.$$

Дефицит насыщения выражают в тех же единицах и с той же точностью, что и величины e и E .

Точка росы t (C) – температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе при данном давлении, достигает состояния насыщения относительно химически чистой плоской поверхности воды. При $f=100\%$ фактическая температура воздуха совпадает с точкой росы.

Удельная влажность g (г/кг) - количество водяного пара в граммах, содержащееся в 1 кг влажного воздуха:

$g = 622 e/P$, где e – упругость водяного пара, гПа; P – атмосферное давление, гПа.

Удельную влажность учитывают в зоометеорологических расчетах, например при определении испарения с поверхности органов дыхания у сельскохозяйственных животных и при определении соответствующих затрат энергии.

2. Суточный и годовой ход влажности воздуха

В приземном слое атмосферы наблюдается хорошо выраженный суточный и годовой ход содержания влаги, связанный с соответствующими периодическими изменениями температуры.

Суточный ход абсолютной влажности над океанами, морями и в прибрежных районах суши аналогичен суточному ходу температуры воды и воздуха: минимум перед восходом Солнца, максимум в 14-15 часов. Минимум обусловлен очень слабым испарением, или его отсутствием в это время суток. Днем по мере увеличения температуры и соответственно испарения содержание влаги в воздухе растет. Такой же суточный ход влажности наблюдается и над материками зимой.

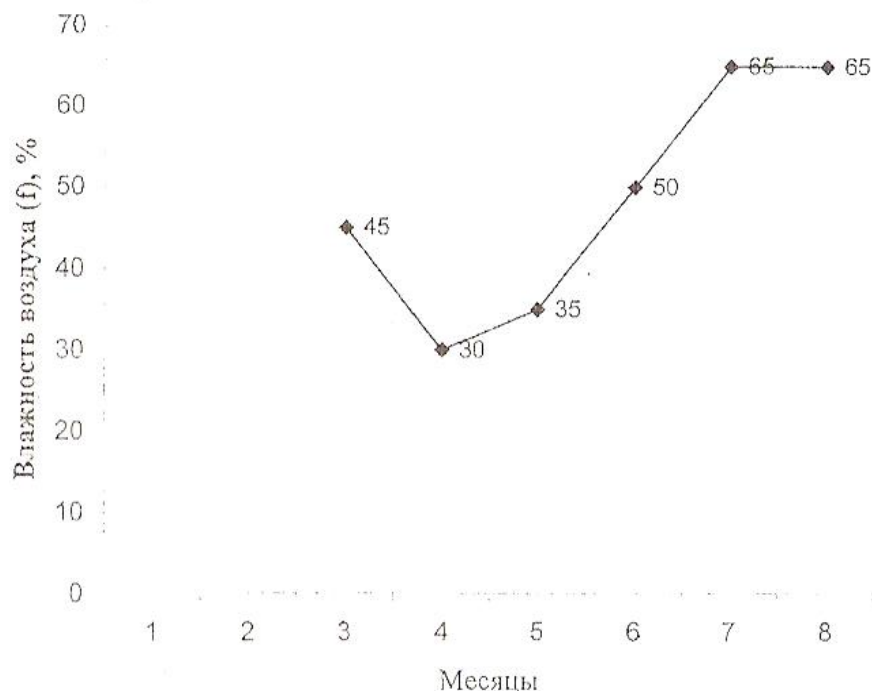
В засушливых условиях Северного Казахстана летом в 13 часов ежегодно дефицит насыщения, превышающий 40 гПа. В растительном покрове влажность воздуха значительно выше, так как растения испаряют большое количество воды и тем самым обогащают водяным паром приземный слой атмосферы. В растительном покрове снижается скорость ветра, а, следовательно, и турбулентная диффузия пара.

Дефицит насыщения водяного пара соответственно в посевах значительно ниже, чем над оголенной почвой. Относительная влажность в ясные летние дни внутри посевов пшеницы на 15-30% больше, чем над открытой почвой. Наибольшая относительная влажность наблюдается в посевах у поверхности почвы, затененной растениями, наименьшая - в верхнем ярусе листьев.

По материалам наблюдений ст. Тайынша. Суточный ход относительной влажности воздуха противоположен ходу температуры. Суточный минимум относительной влажности воздуха наступает около 14-15 час. Максимум

подается ночью или ранним утром, перед восходом солнца. Годовой ход относительной влажности воздуха имеет минимум летом. Например, по данным Тайыншинской метеостанции относительная влажность в 13 часов в 43 %, в среднем - 47 %, а в сентябре - 65 % (рис. 4.1.). При этом в июне отмечалось до 3-6 дней с относительной влажностью <30 %.

Относительная влажность воздуха за вегетационный период, %
(м.с. Тайынша, 2003 г.)



Примечание: 3 – апрель (IV), 4 – май (V), 5 – июнь (VI), 6 – июль (VII), 7 – август (VIII) и 8 – сентябрь (IX).

Литература: О.Л 1. С.99-101, ОЛ.2 С 83-92, ДЛ.1 С 30-32

Лабораторная работа № 11

Тема : Методы измерения влажности воздуха.

Задание:

1. Изучить приборы для измерения влажности воздуха на метеостанциях и в полевых условиях;
2. Значение влажности воздуха для сельскохозяйственного производства;
3. Привести примеры продуктов конденсации и сублимации водяного пара;
4. Облака, их классификация. Методы визуальной оценки облачности.

Пояснение к заданию. Влажность воздуха может быть измерена несколькими методами: психрометрическим и гигрометрическим (сорбционным).

Наибольшее распространение получили психометрический и гигрометрический (сорбционный) методы.

Психометрический метод измерения основан на охлаждении одного из двух психометрических термометров за счет испарения, так как его резервуар обернут кусочком батиста и перед измерением смачивается дистиллированной водой. По этому принципу действуют *станционный* и *аспирационный психрометры*.

Станционный психрометр устанавливают в психометрической будке на метеоплощадке.

Аспирационный психрометр МВ-4М по принципу действия не отличается от станционного психрометра. Главная особенность конструкции этого прибора — наличие аспирационного устройства, обеспечивающего обдувание резервуаров термометров воздухом. Его широко применяют при полевых наблюдениях, так как он удобен при переноске.

По психрометру влажность воздуха определяют только до температуры воздуха —10 °С. При более низких температурах показания психрометра ненадежны, поэтому переходят на сорбционный метод.

Гигрометрический метод измерения влажности воздуха основан на свойстве гигроскопических тел реагировать на изменение влажности воздуха.

Волосной гигрометр МВ-1 служит для измерения относительной влажности воздуха. Действие прибора основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять длину в зависимости от относительной влажности воздуха.

Гигрограф волосной М-21А применяют для непрерывной регистрации относительной влажности воздуха. Приемником влажности является пучок обезжиренных человеческих волос. В зависимости от скорости вращения барабана различают гигрографы двух видов: суточные и недельные.

Значение влажности воздуха для сельского хозяйства.

Влажность воздуха оказывает большое влияние на растение. Она в значительной степени обуславливает интенсивность транспирации. При высокой температуре и пониженной влажности ($f < 30\%$) транспирация резко увеличивается и у растений возникает большой недостаток воды, что отражается на их росте и развитии. Например, отмечается недоразвитие генеративных органов, задерживается цветение.

Малое содержание влаги в воздухе приводит к мелкоплодности плодовых, ягодных культур, винограда, слабой закладке почек под урожай будущего года и, следовательно, снижению урожая.

Влажность воздуха отражается и на качестве урожая. В теплое время года повышенная влажность воздуха способствует развитию и распространению ряда грибных заболеваний сельскохозяйственных культур (фитофтороз картофеля и томатов, милдью винограда, белая гниль подсолнечника, различные виды ржавчины зерновых культур и др.). Особенно усиливается влияние этого фактора с увеличением температуры.

От влажности воздуха зависят и сроки проведения ряда сельскохозяйственных работ: борьбы с сорняками, заготовки кормов, проветривания складских помещений, сушки зерна и др.

3. Продукты конденсации и сублимации водяного пара

Переход водяного пара в жидкое состояние называется *конденсацией*. Превращение водяного пара в твердое состояние, минуя жидкую фазу, называется *сублимацией*. Конденсация и сублимация водяного пара происходят как в атмосфере, так и на деятельной поверхности.

Водяной пар, содержащийся в воздухе, переходит в жидкое или твердое состояние лишь в том случае, когда $e > E$. Поступление водяного пара в воздух над сушей ограничено, поэтому состояние насыщения в атмосфере достигается при изменении температуры. При понижении температуры воздуха ниже температуры точки росы излишек пара, превышающий упругость насыщения, конденсируется или сублимируется. Сгущение водяного пара в атмосфере начинается уже при влажности воздуха, близкой к 100 %.

Роса — мелкие капли воды, образующиеся на поверхности почвы, на растениях и на других предметах при температуре точки росы выше 0 °С.

Твердый налет представляет собой полупрозрачный, беловатого цвета ледяной налет толщиной до 2...3 мм, отлагающийся вследствие сублимации на наветренных сторонах различных холодных предметов.

Изморозь - отложение льда на ветвях деревьев, проводах и т. п. при тумане в результате сублимации водяного пара (кристаллическая изморозь) или намерзания капель переохлажденного тумана (зернистая изморозь).

Снег- выпадает из облаков при низких температурах воздуха.

4. Облака, их классификация.

Облака. Скопление продуктов конденсации и сублимации в свободной атмосфере образует облака. Размеры облачных элементов - капелек и кристалликов - настолько малы, что длительное время остаются взвешенными в воздухе или даже увлекаются восходящими потоками вверх.

По своему составу облака делят на три группы: первая — водяные облака, состоящие из капелек. Они могут существовать и при небольших отрицательных температурах. Вторая — ледяные облака, состоящие только из кристалликов при достаточно низких температурах. Третья - смешанные облака, состоящие из переохлажденных капелек и кристалликов при умеренных отрицательных температурах. 4 семейства облаков:

А. *Семейство облаков верхнего яруса* (высота основания более 6 км): перистые, перисто-кучевые, перисто-слоистые,

В. *Семейство облаков среднего яруса* (высота основания 2...6 км): высококучевые, высокослоистые,

В. *Семейство облаков нижнего яруса* (высота основания менее 2 км): слоистые, слоисто-кучевые, слоисто-дождевые.

Г. Семейство облаков вертикального развития (нижнее основание на высоте 0,5...1,5 км, вершины могут достигать верхнего яруса: кучевые, кучево-дождевые.

Литература: 1.Ю.И.Чирков. Агрометеорология. Л.1986. С.99 – 119.

2.Г.С.Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007. С.26-34.

Лабораторная работа № 12

Тема: Осадки. Виды и типы осадков

Задание.

1. Работая с климатической картой, дать характеристику количества осадков в различных географических районах земного шара.
2. Изучить приборы для измерения осадков.
3. Годовой ход осадков на Земле.
4. Построить гистограмму осадков по данным метеостанции за год.
5. Вычислить сумму осадков за вегетационный период

Пояснение к заданию.

К *жидким осадкам* относятся дождь (диаметр капель 0,5...7 мм) и морось (капельки диаметром менее 0,5 мм, находящиеся как бы во взвешенном состоянии, так что падение их почти незаметно).

Твердые осадки имеют разнообразные формы: снег, снежная крупа, ледяная крупа, снежные зерна, ледяной дождь, град.

К *смешанным осадкам* относится мокрый снег (осадки в виде тающего снега или смеси снега с дождем).

По характеру выпадения осадки подразделяют на обложные, ливневые и морозящие. Тип осадков определяется родом облаков.

Обложные осадки (дождь, снег, мокрый снег, ледяной дождь) выпадают преимущественно из слоисто-дождевых и высокостроистых облаков в течение длительного времени непрерывно или с небольшими перерывами и охватывают обширную территорию.

Ливневые осадки (дождь, град, снежная и ледяная крупа, мокрый снег) выпадают из кучево-дождевых облаков и облаков вертикального развития, обычно непродолжительное время. Сильные ливневые осадки теплого периода (ливень, град) наносят большой ущерб народному хозяйству: смывают почву, способствуют образованию оврагов, разрушают дороги, повреждают посевы, сады и т. д.

Морозящие осадки (морось, снежные зерна) выпадают из слоистых облаков. Капли мороси не образуют кругов при падении на водную поверхность.

2. Приборы для измерения осадков

Для измерения количества жидких и твердых осадков на метеорологических станциях и постах применяют *осадкомер Третьякова 0-1*. В комплект осадкомера входят два металлических ведра, планочная защита, предохраняющая осадки, попавшие в ведро, от выдувания, измерительный стакан. Верхний край ведра должен находиться на высоте 2 м от деятельной поверхности.

Дождемер полевой М-99 - стеклянный стакан с расширением в верхней части. На стенке дождемера нанесены деления, каждое из которых соответствует 1 мм слоя выпавших осадков. Для уменьшения испарения в стакан вставляют воронку. Применяют для измерения жидких осадков в агроценозах.

Для непрерывной регистрации количества выпадающих осадков и интенсивности дождя применяют *плювиограф П-2*. По записи на ленте определяют время начала и окончания дождя, количество выпавших осадков и их интенсивность.

Для измерения жидких осадков, которые выпадают на уровне почвы, используют *почвенный дождемер ГР-28*, в комплект которого входят дождемерное ведро и измерительный стакан.

В связи с техническим перевооружением гидрометеорологической службы для измерения осадков начинают применять радиолокационные устройства. С помощью радиолокатора можно получить данные о распределении осадков и их интенсивности на площади в радиусе 80... 100 км.

Суточный ход осадков определяется ходом и видом облаков. Поэтому он очень сложен, и даже в многолетних средних значениях в нем нередко не обнаруживается никакой ясной закономерности. Над сушей различают два типа годового хода осадков - *континентальный и морской*, или береговой, которыми, однако, не ограничивается все разнообразие явлений, связанных с местными условиями.

В *годовом ходе осадков* различают четыре основных типа: экваториальный, тропический, субтропический и тип умеренных широт.

Наибольшее количество осадков на Земле выпадает на юго-западном склоне Гималаев в Индии, на Гавайских островах и в некоторых районах тропической Африки, где за год количество осадков составляет более 10 000 мм (!) осадков. В Черрапунджи (Индия) за год выпадает 12 700 мм, а в 1861 г. их выпало 23 200 мм. Самые сухие места на Земле — это пустыни. В сухой долине Хальфа в Аравии за 10 лет (1891 — 1900) было всего 22 дня с дождем, а сумма осадков составила менее 0,1 мм. В верховьях Нила, на побережье Чили и Перу, в Калифорнии, в пустынях Австралии иногда в течение нескольких лет подряд выпадает осадков около 0,5 мм в год.

4.5. Построить гистограмму и подсчитать сумму осадков, используя материалы метеостанций (табл.5).

Таблица5. Осадки на метеостанциях за 1999г.

Месяцы	Декада	Метеостанции					Ср. многолет. г.Кокшетау
		Руза- евка	г.Кок- шетау	Тайынша	Шортанды	Торгай	
январь		8,0	9,0	11,0	10,7	8,3	11,0
февраль		6,2	5,4	6,1	8,0	5,9	7,0
март		19,7	23,6	19,2	21,0	18,6	9,0
апрель	I	3,1	2,8	3,0	4,0	0,0	5,0
	II	5,0	3,0	4,2	4,1	4,8	6,0
	III	4,0	0,0	1,0	0,0	1,7	7,0
май	I	5,2	5,9	7,0	7,4	5,0	8,0
	II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
	III	3,3	3,6	0,0	3,1	4,6	12,0
июнь	I	13,4	14,7	15,0	18,0	14,1	13,0
	II	7,6	8,4	14,0	11,0	10,2	13,0
	III	60,5	64,0	56,0	59,5	50,5	14,0
июль	I	4,1	1,3	1,4'	'2,1	1,0	21,0
	II	72,1	74,3	46,0	70,0	49,5	23,0
	III	7,8	5,9	10,1	11,0	4,3	22,0
август	I	21,2	19,7	18,0	16,1	17,3	15,0
	II	5,4	7,0	6,0	8,3	5,6	16,0
	III	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
сентябрь		36,9	52,1	43,0	25,1	5,8	28,0
октябрь		12,8	6,5	7,3	7,9	6,7	27,0
ноябрь		29,2	27,0	20,1	27,2	21,9	15,0
декабрь		24,4	3,9	6,5	4,2	5,3	12,0
За год		349,9	341,8	284,7	318,2	240,1	303,0

Литература:

1. Ю.И.Чирков Агрометеорология, Л. 1986: С.120-126.
2. Г.С. Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007.С.34-43.

Лабораторная работа № 13

Тема: Снежный покров

1. Значение снежного покрова для растений.
2. Наблюдения за снежным покровом и методы измерения;

Задание: Измерить высоту снега, используя весовой снегомер, рассчитать плотность снега и количество воды в снеге.

Пояснение к теме.

Снег, выпадающий при отрицательных температурах на деятельную поверхность, образует снежный покров.

Первым обратил внимание на особенности снежного режима нашей страны А. И. Воейков. В своей работе «Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду и способы исследования» великий климатолог установил значение снежного покрова как климатообразующего фактора, его физические и географические черты и режим: образование и разрушение, плотность и запасы воды, географическое распределение.

В среднем годовом ходе в основных сельскохозяйственных районах снег лежит 4...6 мес., южнее широты 45° снежный покров неустойчив. На большей части территории Казахстана средняя из наибольших высот снежного покрова за зиму превышает 50 см, а в северных районах – 15-25 см.

Значение снежного покрова для сельского хозяйства.

Снежный покров является решающим условием почвенного климата. Снежный покров обладает слабой теплопроводностью, благодаря чему почва, покрытая снегом, защищена от резких колебаний температуры, а зимующие культуры - от вредного воздействия низких температур. При этом влияние снега тем сильнее, чем он рыхлее и больше его высота. Например, при высоте снежного покрова более 30 см суточная амплитуда колебаний температуры в верхних слоях почвы практически равна нулю, т. е. ход температуры в течение зимы более равномерный, чем на оголенных участках.

Например, при температуре воздуха —30 °С и высоте снежного покрова 10 см температура почвы на глубине 3 см равна —16 °С, а при высоте снега 40 см -- 9 °С. Снежный покров уменьшает глубину промерзания почвы. Одновременно установлено, что снежный покров высотой более 30 см при длительном залегании (более месяца) в теплые зимы приводит к выпреванию озимых и многолетних трав.

Наблюдение за снежным покровом.

Первое появление устойчивого снежного покрова для большинства районов Северного Казахстана отмечается в первой декаде ноября. С этого дня на метеорологических станциях ежедневно измеряют *высоту снежного покрова* по трем постоянным *снегомерным рейкам* (затем вычисляют среднюю высоту), определяют *степень покрытия* снегом окружающей территории в баллах (от 0 до 10). В последний день декады на полях с озимыми и многолетними травами проводят *снегомерные съемки*. На маршруте длиной 1 км через каждые 10 м переносной снегомерной рейкой измеряют высоту снежного покрова, а через каждые 100 м определяют *плотность снега*.

Для этой цели предназначен *походный весовой снегомер* ВС-43, состоящий из металлического цилиндра и весов (безмена). Цилиндром берут пробу снега, взвешивают и рассчитывают плотность, г/см^3 ,
$$\rho = m/V = 5n/50h = n/10h,$$

Плотность снега изменяется от $0,01 \text{ г/см}^3$ (свежевыпавший снег) до $0,6 \text{ г/см}^3$ (слежавшийся снег, начавший таять), в зимние месяцы средняя плотность снежного покрова составляет около $0,2 \text{ г/см}^3$.

Плотность снега — важная характеристика снежного покрова. От нее зависит, во-первых, теплопроводность снега: чем больше плотность, тем больше теплопроводность.

Литература: 1. Ю.И.Чирков Агрометеорология, Л. 1986: С.126-132.

2. Г.С. Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007. С.37-42.

Лабораторная работа № 14

Тема: Почвенная влага. Влажность почв.

Задание:

1. Изучить виды влаги в почве и её свойства
2. Рассчитать запасы продуктивной влаги в слое почвы
3. Дать оценку обеспеченности влагой зерновых в период «посев-всходы»

Пояснение к заданию.

Почвенная влага является одним из главных факторов жизнедеятельности растений. Поглощенная корнями вода переносит с собой растворимые питательные вещества, поддерживает тургор листьев, идет на построение органических соединений, обеспечивает терморегуляцию растительного организма. Во многих районах нашей страны колебания урожаев от года к году чаще всего зависят от различной влагообеспеченности растений.

Поэтому на метеорологических станциях и постах регулярно наблюдают за влажностью почвы на полях и в насаждениях. В результате многолетних наблюдений на этих станциях были установлены важные для сельского хозяйства характеристики формирования и пространственного распределения

почвенной влаги, уточнены количественные показатели зависимостей состояния сельскохозяйственных культур и урожая от влагообеспеченности, дано обоснование некоторых агрогидрологических приемов. Выделяют три различные по физическим и химическим свойствам категории (формы) почвенной воды: связанную, капиллярную и гравитационную.

Связанная вода удерживается адсорбционными силами на поверхности почвенных частиц. Благодаря огромной поверхности частиц почва адсорбирует значительное количество воды.

Капиллярная вода находится поверх пленочной, поэтому удерживается в почве силой около 500 гПа и меньше. Температура ее замерзания около 0 °С. Капиллярная вода способна растворять вещества, подвижна. Капиллярная вода доступна для растений, это наиболее благоприятная для них форма почвенной влаги.

Гравитационная вода занимает все крупные некапиллярные промежутки между агрегатами (поры, пустоты) в почве, вытесняя воздух. Передвигается свободно под действием силы тяжести.. Выделяют *гравитационную свободную* воду, которая передвигается сверху вниз по профилю почвы, и *гравитационную подпертую* (почвенные и почвенно-грунтовые воды).

Задание: 2.Рассчитать запасы продуктивной влаги (табл.6).

Таблица 6.Задание для расчетов запасов влаги.

Показатели	Супесча ные	Суглинок	Су- песч.	Суг- линок	Су- песчаные	Суглинок	Супес- чаные
Варианты	I	II	III	IV	V	VI	VII
Обыкновенный черн.							
Объемная масса (<i>d</i>)	1,1	1,0	1,15	1,05	1,13	1,04	1,12
ВУЗ-К	3,5	8,0	3,8	7,5	3,3	6,9	3,7
Влажность (<i>W</i>)	21,0	17,2	18,1	21,3	16,8	19,7	16,2
Каштан.							
Объемная масса (<i>d</i>)	1,28	1,3	1,32	1,27	1,30	1,29	1,31

ВУЗ-К	4,0	5,3	4,2	6,1	3,7	7,8	3,9
Влажность (W)	20,0	16,8	18,4	17,0	17,5	22,8	19,4

Литература: 1. Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986.С.132-135.
2.Г.С. Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007.С. С.43-46

Лабораторная работа № 15

Тема: Продуктивная влага и её значение для с/х культур.

Задание:

- 1.Изучить составляющие водного баланса поля и способы его регулирования
- 2.Годовой ход запасов продуктивной влаги в Северном Казахстане и других климатических зонах.

Пояснение к теме.

Для сельскохозяйственного производства основное значение имеет та часть почвенной влаги, которая обеспечивает формирование урожая культурных растений, т. е. превышает влажность устойчивого завядания. ее называют *продуктивной влагой*.

Продуктивную влагу в почве необходимо учитывать для обоснования технологии возделывания сельскохозяйственных культур, определения и оптимизации агротехнических мероприятий (эффективности вносимых в почву минеральных удобрений, системы обработки почвы, регулирования водного режима и т.д.). Например, А. П. Федосеевым установлено, что наибольшая эффективность удобрений отмечается при влагозапасах, составляющих в среднем 80...90 % НВ. Более низкое или высокое увлажнение снижает эффективность удобрений. По данным Ю. И. Чиркова, наиболее высокие урожаи зерна кукурузы обеспечиваются запасами продуктивной влаги 70...80 мм в слое почвы 0...50 см в фазе выметывания метелки. Высокие урожаи зеленой массы кукурузы получают, если в слое почвы 0...50 см запасы влаги в течение всего периода вегетации не опускались ниже 60 мм.

Водный баланс поля: *приходную часть* составляют *осадки* и приток влаги в корнеобитаемый слой почвы *из грунтовых вод*; *расходная часть* состоит из *испарения* с поверхности почвы, *транспирации*, *поверхностного и внутрпочвенного стока*.

Литература: 1. Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986.С.135-143;
2.Г.С. Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007.С. 43 – 46.

Лабораторная работа № 16

Тема: Ветер в приземном слое воздуха

Задание: 1. Изучить приборы для измерения характеристик ветра.

2. Построить график повторяемости направления ветра по материалам метеостанций.

Пояснение к теме.

Воздух лишь в редких случаях находится в состоянии покоя. Перемещение его как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении называют *ветром*.

Причина возникновения ветра — неравномерное распределение давления воздуха на поверхности Земли, вызываемое неравномерным распределением температуры воздуха. В зависимости от географической широты и подстилающей поверхности, высоты над уровнем моря и т. п. одни участки земной поверхности нагреваются больше, чем другие. Вследствие этого возникает разность температур, приводящая к образованию разности в давлении.

Картирование распределения давления по территории позволяет установить расположение областей пониженного и повышенного давления, наблюдать за их передвижением, что важно для прогноза погоды.

Ветер характеризуется *направлением, скоростью и порывистостью*.

За направление ветра принимают ту часть горизонта, откуда дует ветер. Направление ветра обычно определяют по восьми румбам горизонта (странам света) или в градусах, начиная от северного румба по часовой стрелке. Для обозначения главных румбов используют начальные буквы названий стран света: север (С), юг (Ю), восток (В), запад (З). В международной классификации используют латинские обозначения (N - норд, S - зюйд, O - ост, W - вест). Для анализа повторяемости различного направления ветра применяют график, называемый *розой ветров* (графическое изображение направления ветра за месяц, сезон или год).

Приборы для измерения характеристик ветра

На метеорологических станциях направление ветра в приземном слое определяют *флюгером стационарным* ФВЛ, ФВТ. Его устанавливают на высоте 10-12 м над земной поверхностью. Чувствительным элементом направления ветра в этом приборе является флюгарка с противовесом. Приемником скорости ветра служит свободно подвешенная около горизонтальной оси металлическая пластина.

Анемометр ручной чашечный МС-13 предназначен для определения скорости ветра в поле, плодовом саду, на опытных посевах.

На метеостанциях также широко используют дистанционные электрические Анемометры и анеморумбометры, а также самопишущие приборы для непрерывной регистрации направления и скорости ветра — анеморумбографы. (М-64).

Для построения розы ветров рассчитывают повторяемость ветра для каждого из восьми румбов, т. е. вычисляют, сколько раз повторилось то или иное направление ветра за данный период. Полученные значения выражают в

процентах общего числа наблюдений. Число штилей в 100 % не входит (подсчитывают отдельно).

Задание: 2. Построить «розу ветров» по данным таблицы 7.

Таблица 7. Повторяемость ветра по месяцам года.

Период	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Число штилей
январь	10	19	23	22	3	7	2	5	3
февраль	8	7	10	17	4	10	22	21	2
апрель	13	10	10	11	7	15	19	11	4
июнь	2	25	8	21	12	18	6	8	-
за сезон (теплый)	11	8	12	15	7	13	25	10	9
февраль	8	7	15	5	2	31	19	10	3
март	9	8	4	6	1	25	32	11	4
май	3	2	7	17	11	36	21	3	—
июль	2	2	4	18	10	34	26	2	2

Литература: 1. Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986.С. 147-151.
2.Г.С. Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007. С.53-58

Лабораторная работа № 17

Тема: Погода.

Задание: 1.Изучить изменения погоды, образование воздушных масс, атмосферных фронтов.

2.Синоптическая карта и методика ее составления. Местные признаки погоды. Прогноз погоды.

Пояснение к теме.

Погодой называется состояние атмосферы над данной территорией в данное время, определяемое физическими процессами, происходящими в ней при взаимодействии с подстилающей поверхностью. С качественной и количественной стороны физическое состояние атмосферы и процессы, совершающиеся в ней, выражаются через так называемые *метеорологические элементы*: температуру и влажность почвы, атмосферное давление, температуру и влажность воздуха, облачность, осадки, ветер и др. Число сочетаний метеорологических элементов и, следовательно, вариантов погоды может быть очень большим.

В комплексе метеорологических элементов, характеризующих погоду, могут быть элементы, которые по тем или иным соображениям обращают на себя особое внимание. По этим элементам иногда называют погоду данного дня или сезона. Например, бывает погода дождливая, солнечная, ветреная, засушливая, морозная, теплая и т. д. Различают периодические и непериодические изменения погоды.

Периодические изменения погоды — это изменения, обусловленные суточным и годовым ходом метеорологических элементов, т.е. изменения, зависящие от суточного и годового вращения Земли.

Непериодические изменения погоды связаны с движением воздушных масс различного географического происхождения. Эти массы обладают различными физическими свойствами - температурой, влагосодержанием и т. д. Перемещение воздушных масс вызывает в районах, через которые они проходят, значительные изменения погоды.

Литература: 1.Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986.С. 147-151,157-160. 2.Г.С.Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007. С. 59-61.

Лабораторная работа №18

Тема: Климат. Понятие, первичные и вторичные климатообразующие факторы.

Задание: 1.Дать характеристику типам климата, на карте показать типы климатов Казахстана. 2. Дать определение первичных и вторичных климатообразующих факторов.

Пояснение к теме.

Климат — это закономерная последовательность атмосферных процессов, формирующаяся в данной местности в результате взаимодействия солнечной радиации, атмосферной циркуляции и физических явлений, происходящих на подстилающей поверхности, и обуславливающая в этой местности характерный для нее многолетний режим погоды.

Область науки, изучающая условия формирования климата и климатический режим различных стран и районов, называют *климатологией*. Она также занимается проблемой изменения климата под воздействием человека.

Основателем климатологии в России был великий русский географ и климатолог А. И. Воейков. В своем классическом труде «Климаты земного шара, в особенности России» А. И. Воейков дал первое и глубокое по содержанию описание климатов земного шара.

Из приведенного определения понятия климата видно, что основными климатообразующими факторами будут *солнечная радиация, циркуляция атмосферы и подстилающая поверхность*. Под их совместным влиянием формируется климат в различных местах земного шара. Большое влияние на климат оказывает также *хозяйственная деятельность человека*, изменяющая физические свойства подстилающей поверхности.

Литература:1 .Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986. ОЛ.1.С.194-202; ОЛ.С 164-173;

Лабораторная работа № 19

Тема: Климат Северного Казахстана

Задание: Дать характеристику теплообеспеченности, условий увлажнения и режима осадков в течение года.

Пояснение к теме.

Климат Северного Казахстана резко континентальный. На его формирование оказывают влияние воздушные массы с атлантического океана, из Арктики, Сибири, а также из Ирана и Средней Азии. Из Атлантических широт поступает влажный морской воздух, который приносит осадки, повышение температуры зимой и снижение ее летом.

Холодные массы из Арктики при движении с севера на юг прогреваются, становятся суше и редко дают осадки. С вторжением арктического воздуха на территории Северного Казахстана устанавливается антициклон, вызывающий летом жару и суховеи, а зимой - сильные морозы.

Из среднеазиатских пустынь поступают массы воздуха, отличающиеся сухостью и высокой температурой. Они вызывают в летний период развитие интенсивной засухи.

Северный Казахстан занимает обширную территорию, в отдельных его природных зонах имеются значительные климатические отклонения.

Северную часть территории занимает лесостепная зона с черноземными почвами и наибольшим количеством осадков (350 - 400 мм). По мере продвижения к югу сухость климата возрастает, а черноземные почвы сменяются каштановыми.

Зима в Северном Казахстане холодная и продолжительная с частыми ветрами и метелями. Средняя температура воздуха самого холодного января в северной части территории - 18-19,5°, на юге - 15-16°. В зимний период иногда

бывают очень сильные до - 45° морозы Снежный покров на севере территории устанавливается обычно в начале ноября и удерживается до первой декады апреля. В зимний период выпадает 70-100 мм осадков, что составляет примерно 1/3 годовой суммы. Средняя высота снежного покрова на юге 12-15 см, на севере - 20-30 см.

Весной характерно стремительное нарастание тепла. Так средняя температура воздуха в III декаде марта составляет - 6 - 7°C, а во второй декаде апреля уже 2, 3°C. В I декаде мая, бывают возвраты холодов (-6-8°C), иногда устанавливается временный снежный покров. Кроме того, в течение мая месяца, а иногда и в I декаде июня, в ночные часы наблюдаются заморозки, которые значительно затрудняют развитие овощных и плодово-ягодных культур.

Для яровой пшеницы серьезную опасность представляют сильные (15-20 м/с и более) ветры, которые вызывают дефляцию почвы и сносят наиболее плодородные её частицы. Если в этот период появляются всходы яровых культур, то они засекаются или заносятся мелкоземом, что наносит непоправимый ущерб урожаю.

Лето сухое и жаркое, но в отдельные годы бывает сырым и прохладным. Средняя температура воздуха в июне 17...18°C, в июле 20...20,5°C. максимальная температура воздуха в июне достигает 40°C, в июле 42-44°. Поверхность почвы в отдельные жаркие дни нагревается до 50, 60°C. В летнее время отмечена резкая разница в температурах дня и ночи.

Литература:1.Г.С. Лазоренко, И.Ф. Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007. С.82-84; 106-107;

Лабораторная работа № 20

Тема: Сельскохозяйственная оценка климата.

Задание: Изучить методику оценки световых, термических ресурсов вегетационного периода. Значение условий увлажнения и температуры для перезимовки растений

Пояснение к теме.

Газовый состав воздуха одинаков во всех климатических зонах. Световой режим в условиях оптимальной густоты стояния растений обычно не лимитирует их рост и развитие (за исключением полярных районов в период прохождения растениями световой стадии развития). Продуктивность растений в основном определяется количеством тепла и влаги. Поэтому изучение климата для сельскохозяйственных целей складывается главным образом из оценки:

- термических и частично световых ресурсов вегетационного периода и его отдельных частей;

- ресурсов увлажнения вегетационного периода и его отдельных частей; условий перезимовки растений;
- микроклимата;
- неблагоприятных (опасных) для сельскохозяйственного производства гидрометеорологических явлений.

Наряду с этим при сельскохозяйственной оценке климата необходимо знать требования, предъявляемые биологическими объектами к климату, а именно: их критические и оптимальные температуры, суммы температур, необходимые для роста и развития, количество влаги, обеспечивающее создание высокого урожая, и др.

Сопоставление агроклиматических ресурсов и требований биологических объектов позволяет определить степень соответствия между ними. Знание ресурсов необходимо и при разработке комплекса агротехнических мероприятий, воздействующих на режим света, тепла, влаги с целью изменения агрометеорологических факторов в благоприятную для сельскохозяйственных объектов сторону.

При сельскохозяйственной оценке климата учитываются не только средние многолетние значения (нормы), но и повторяемости и обеспеченности основных факторов климата и опасных для сельского хозяйства метеорологических явлений.

Литература: 1.Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986.С.202-216;
2. А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004. С 173-186;
3.Г.С. Лазоренко, И.Ф. Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау,2007.С.87-98

Лабораторная работа № 21

Тема: Неблагоприятные для сельского хозяйства метеоявления.

Задание: 1.Дать определение засух и суховеев. Привести примеры повторяемости засух в Северном Казахстане.

2.Рассчитать ГТК за вегетацию по материалам наблюдений метеостанций.

Неблагоприятные для сельского хозяйства явления погоды — это понятия биоклиматические, так как их рассматривают по реакции растений на погоду и характеризуют сопряженными агрометеорологическими и биологическими показателями.

Метеорологическое явление считается опасным, если при его образовании необходимо принимать специальные меры для предотвращения ущерба в определенной отрасли народного хозяйства. К агрометеорологическим явлениям, опасным для сельского хозяйства, относятся: засуха, суховеи, пыльные бури, заморозок, градобитие, комплекс явлений зимнего периода (сильные морозы, гололед, вымокание и выпревание озимых и т. д.)

2. Рассчитать ГТК по данным метеостанций (табл.4,5).

Г.Т.Селянинов предложил в 1928 г. гидротермический коэффициент (ГТК), который широко применяют в сельскохозяйственной практике.

$$ГТК = \frac{\sum r}{\sum t \cdot 0.1} \text{ где:}$$

$\sum_r$ - сумма осадков за вегетационный период с температурой выше 10°C
в мм,

$\sum_t$ - сумма активных температур выше 10°C за тот же период.

Литература: ОЛ. 1.Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986.С.174-189;
ОЛ.2С 196-212; ДЛ.1С. 61-67

Лабораторная работа № 22

Тема: Заморозки, причины возникновения. Прогноз заморозков.

Задание: Рассчитать ожидаемую температуру воздуха и почвы по показаниям приборов метеостанций.

Заморозком называют понижение температуры воздуха или деятельной поверхности до 0°C и ниже на фоне положительных среднесуточных температур в период вегетации растений. Различные по интенсивности заморозки ежегодно наблюдаются во многих районах сельскохозяйственной зоны Казахстана, часто ограничивая использование климатических ресурсов вегетационного периода в сельскохозяйственном производстве.

Поэтому информацию об интенсивности заморозков, о сроках прекращения их весной и возникновения осенью широко используют для оценки замороз коопасности территорий при размещении теплолюбивых культур, а также при выборе способов защиты от этого стихийного явления.

Типы заморозков и условия их возникновения.

Адвективные заморозки возникают вследствие вторжения холодной массы воздуха температурой ниже 0°C. При этом типе заморозков отрицательные температуры наблюдаются не только в приземном слое воздуха, они могут распространяться по всей массе притекающего воздуха до больших высот. Адвективные заморозки могут продолжаться несколько суток подряд, охватывать большие территории и сопровождаться облачной и ветреной погодой.

Радиационные заморозки образуются в ясные тихие ночи в результате интенсивного ночного излучения подстилающей поверхности. Такая погода обычно наблюдается во внутренних частях областей высокого атмосферного

давления — антициклонах. Их можно наблюдать в течение нескольких ночей подряд. Эти заморозки более опасны для сельскохозяйственных растений.

Адвективно-радиационные (смешанные) заморозки образуются при вторжении относительно холодной воздушной массы и последующего ее выхолаживания за счет ночного излучения. Этот тип заморозков наблюдается в конце весны и в начале лета, а также ранней осенью и является наиболее опасным для сельскохозяйственных культур.

Задание: Рассчитать ожидаемые температуры по данным таблицы.8.

Таблица 8. Показания приборов метеостанций к заданию «Прогноз заморозков».

Показатели	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Температура Сухого термометра на 13 час.	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0
Температура смоченного термометра на 13 час. °C	4,5	5,0	5,5	7,0	8,0	7,5	8,5	9,5
Коэффициент С в зависимости от влажности возд.	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	5,0	4,5
Облачность в баллах на 19 часов	2	1	4	3	7	10	6	5
Варианты	9	10	11	12	13	14	15	16
Температура сухого термометра на 13 час., °C	5,0	6,0	7,0	4,0	7,0	8,5	9,0	3,0
Температура смоченного термометра на 13 час., °C	3,5	4,5	6,0	2,0	6,5	6,5	7,5	2,5
Коэффициент С в зависимости от влажности воздуха	2,0	1,5	0,9	1,3	6,0	3,5	1,5	1,0
Облачность в баллах на 19 часов	4	8	3	1	2	4	9	5

Литература: 1.Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986..С.161-174;
2.Г.С.Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007. С. 68-70

Лабораторная работа № 23

Тема: Агроклиматическое районирование.

Задание:1.Дать определение общего и частного агроклиматического районирования (по термическим признакам, по увлажнению)

2.Количественные характеристики климата, агроклиматические аналоги.

Пояснение к заданию. Сельскохозяйственное производство постоянно сталкивается с необходимостью сельскохозяйственной оценки территории. Например, при планировании площадей посевов, внедрении новых культур, подборе сортов и гибридов, применении новой агротехники и т. д. нужно научное обоснование этих мероприятий с учетом климатических особенностей.

Сельскохозяйственная оценка территории с точки зрения климатических условий предполагает определение ее *агроклиматических ресурсов*, т. е. совокупности агроклиматических условий, определяющих урожай возделываемых в данном регионе культур и продуктивность сельскохозяйственных животных.

Агроклиматические условия — это сочетание агрометеорологических элементов (температуры воздуха и почвы, влажности воздуха и почвы, осадков, потоков лучистой энергии, облачности и т. д.) за многолетний период на рассматриваемой территории.

Агроклиматические ресурсы слагаются прежде всего из ресурсов главных факторов жизни растений: света, тепла, влаги. Подробно эти факторы рассмотрены в главах 2, 3, 4, 8. Там же приведены карты их распределения на территории России.

Агроклиматическое районирование — это деление территории на районы по признаку сходства и различия их агроклиматических условий. Сопоставление агроклиматических ресурсов различных территорий по степени их благоприятности для сельскохозяйственного производства составляет сущность агроклиматического районирования.

Литература: ОЛ.1. Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986. С.228-233;
ОЛ.2. А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004. С. 234-250;

ДЛ.1 Г.С.Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007. С. 100-104

Материалы наблюдений метеостанций области, районов.

Лабораторная работа № 24

Тема: Агрометеорологическое обеспечение с/х производства

Задание: Изучить основные материалы агрометеорологических станций о метеоусловиях на их территории.

Пояснение к заданию. Работы по агрометеорологическому обеспечению народного хозяйства возглавляет Федеральная служба РК по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Казгидромет).

Казгидромету подчинены межрегиональные территориальные управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), Территориальные УГМС руководят работой областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, местных метеостанций, а также наблюдательных гидрометеорологических и агрометеорологических станций и постов.

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

Особенностью сельского хозяйства, принципиально отличающей его от других сфер производства, является чрезвычайно сильная зависимость от метеорологических факторов. По некоторым оценкам, из всех потерь, которые наносят хозяйству страны неблагоприятные погодные условия, на сельское хозяйство приходится около 65 %. Около половины этих потерь на сегодняшний день можно предотвратить и устранить с помощью соответствующих агротехнических приемов.

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

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

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

Лабораторная работа № 25-26

Тема: Агрометеорологические прогнозы.

Задание: 1.Рассчитать запасы продуктивной влаги на начало весны
2.Рассчитать запасы продуктивной влаги в период вегетации по фазам развития растений.

Пояснение к заданию. Одним из важнейших видов агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства являются *агрометеорологические прогнозы* — научно обоснованные предположения о влиянии на состояние и продуктивность сельскохозяйственных растений ожидаемых агрометеорологических условий.

Научной основой методов агрометеорологических прогнозов являются физически или биологически обоснованные, количественно выраженные, как правило, многофакторные зависимости роста, развития и продуктивности растений или процессов в системе почва - растение - атмосфера от сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий.

Для оценки исходного состояния системы (сложившиеся агрометеорологические условия, фаза развития растений и др.) выбирают наиболее значимые и *лимитирующие факторы*, предопределяющие развитие рассматриваемых явлений или процессов и конечное состояние системы. При этом в первую очередь учитывают те, которые медленно изменяются во времени (запасы влаги в почве, число растений на единице площади, высота снежного покрова и т. п.). Они получили название *инерционных факторов*. Исходными данными для агрометеорологических прогнозов служат сопряженные наблюдения за метеорологическими условиями и состоянием посевов в текущем году, проводимые на сети агро- и гидрометеостанций и постов, долгосрочные прогнозы погоды, агроклиматические справочники и атласы.

От точности исходной информации в значительной мере зависят качество прогнозов, их оправдываемость. Поэтому на сети станций и постов нередко проводят дополнительные наблюдения по специальным программам, а также маршрутные наземные и авиационные обследования состояния посевов на больших площадях, существенно дополняющие информацию метеорологических станций.

Заблаговременность агрометеорологических прогнозов составляет, как правило, не менее 1 мес., достигая в отдельных случаях 2 и даже 3 мес.

1. Рассчитать запасы влаги на начало весны.

Таблица 9.Исходные данные для расчета запасов продуктивной влаги

1	2	3	4	5	6	7	8
а) Запасы продуктивной влаги осенью 1 ноября в слое 0–100 см в мм:							
50,0	52,0	48,0	46,0	51,0	47,0	49,0	70,0
б) Наименьшая влагоемкость данного слоя почвы (0–100 см):							
180,0	182,0	178,0	176,0	181,0	177,0	170,0	150,0
в) Сумма осадков от последнего определения влажности почвы до весны (с 1.XI до 1.III), мм:							
80,0	82,0	73,0	76,0	81,0	77,0	79,0	55,0
Дата наступления среднесуточной температуры воздуха через 5 оС – 18 апреля							
г) Сумма осадков с 1 марта по 18 апреля, мм:							
38,0	40,0	36,0	34,0	39,0	15,0	38,0	52,0

Производим расчеты по следующей формуле:

$W = 0,115г + 0,56d - 20$, где: W - изменение запасов продуктивной влаги в метровом слое за период от даты последнего определения влажности почвы осенью до даты перехода температуры воздуха через 5°C весной, мм;

$г$ - количество осадков за этот же период, мм;

d - недостаток насыщения почвы влагой до предельной (наименьшей) влагоемкости осенью, то есть разность между наименьшей влагоемкостью и фактическими запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы осенью.

Ожидаемые запасы продуктивной влаги в почве весной $W_{\text{вес.}}$ вычисляют по формуле: (М.Д. Павлова, с. 127-128)

Дать оценку условий увлажнения почвы в сравнении с наименьшей влаемкостью. По формуле рассчитать % обеспеченности влагой.

$$\% \text{ обесп.} = \frac{W_{\text{вве}}}{W_{\text{ннпре}}} \cdot 100, \text{ где}$$

$W_{\text{вес}}$ - полученные результаты при расчете;

$W_{\text{пред.}}$ - исходные данные задания о предельной (наименьшей) влагоёмкости почвы (слой 0-100 см)

Литература: ОЛ.1 Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986 С.255-259;

А.П. Лосев, Л.Л. Журина. Агрометеорология, М. 2004.С 260-276;

ДЛ.1. Г.С.Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007. С. 75-79

Лабораторная работа № 27

Тема: Влияние климата на распространение вредителей и болезней с/х культур.

Задание: Изучить: а) факторы, определяющие появление вредителей; б) фитосанитарные прогнозы развития болезней с/х культур; в) прогноз развития сорняков на посевах с/х культур

Многолетний опыт изучения различных широкомасштабных заболеваний (эпифитотий) доказывает, что они зависят от характера проявления тех или иных погодных условий. Распространение или проявление эпифитотии можно условно разделить на этапы:

- а) сохранение инфекционного начала;
- б) распространение вредителей и болезней;
- в) осуществление заражения;
- г) динамика проявления повреждений.

На каждом этапе различные погодные условия могут быть определяющими. Применительно к региону Северного Казахстана к наиболее важным следует отнести, прежде всего, температуру воздуха и почвы на глубине распространения вредителей и болезней, а также влажность окружающей среды во всех ее проявлениях (атмосферные осадки, росы, туман и др.). В меньшей степени, но также оказывают свое влияние такие факторы, как свет, солнечная активность и ветровой режим.

Температура воздуха и почвы. Для фитосанитарного состояния всех сельскохозяйственных культур важно, как идет нарастание положительных температур весной и дата возврата заморозка, а осенью - дата первых осенних заморозков и календарные сроки устойчивого перехода через 0°C. Для озимых и многолетних культур имеет большое значение дата перехода температуры воздуха через 0°C и глубина промерзания почвы.

Подобные температурные условия во многом определяют возможность возникновения заболеваний растений или массовые проявления вредителей. Например, влияние низких положительных температур в весенний период особенно четко проявляется на заражении растений грибковыми заболеваниями. При медленном нарастании положительных температур часто отмечается заболевание корней и прикорневой части стеблей у зерновых культур, вызываемые гельминтоспориумом или другими грибами.

Влажность окружающей среды. Влияние выпадающих осадков, особенно в теплый период года, сказывается на прохождении основных этапов инфекционного процесса. Особенности зонального и сезонного развития болезней обусловлены характером распределения осадков и их интенсивностью в течение сельскохозяйственного года.

От влажности почвы зависит развитие патогенной микрофлоры внутри пахотного горизонта (возбудители корневых гнилей пшеницы, повреждения прорастающих семян, фитофтора картофеля и др.). Именно почвенная влага в оптимальных пределах способствует накоплению заразного начала.

Активный ветровой режим. Движение воздушных масс со скоростью 5 м/с и выше становится одним из факторов распространения спор грибов. Для таких болезней, как стеблевая бурая и желтая ржавчина, ветер является определяющим фактором их массового распространения.

Литература: ОЛ.1. Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986 С.157-160; ОЛ. 2. Г.С.Лазоренко, И.Ф.Костиков Биоклиматический потенциал Северного Казахстана, Кокшетау, 2007.С 152-164;

Лабораторная работа № 28

Тема: Фенологические прогнозы.

Задание: Определить даты наступления основных фаз развития зерновых культур по индивидуальным заданиям

Пояснение к теме. Прогноз сроков наступления основных фаз развития сельскохозяйственных культур. Эта группа прогнозов имеет большое практическое значение. Например, сведения об ожидаемых сроках цветения плодовых культур дают возможность своевременно провести необходимые агротехнические мероприятия по уходу за садами весной (борьба с вредителями и болезнями, защита от заморозков, подготовка и доставка пчелиных семей в сад и др.). Прогноз сроков наступления восковой спелости зерновых позволяет своевременно подготовить уборочную технику, зернохранилища и т. д.

Метод прогноза разработан А. А. ШигOLEвым (1967). В его основу положена зависимость скорости развития растений от температуры. Известно, что с повышением температуры воздуха (до определенного предела) темпы развития ускоряются и продолжительность межфазных периодов уменьшается. Автор установил зависимость продолжительности межфазных периодов от эффективной температуры. Прогноз практически сводится к определению периода, в течение которого накопится сумма эффективных температур, необходимая определенному виду и сорту растений для вступления в очередную фазу своего развития.

Задание: Определить дату наступления фазы восковой спелости яровой пшеницы по метеонаблюдениям (табл.10.)

Таблица 10. Методические данные к заданию 1.

п№	Показатели	Варианты										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	Средняя дата наступления восковой	18,08	20,08	31,08	30,08	4,09	2,08	25,08	27,08	1,09	24,08	22,08

2	Дата фазы колошения	12,07	15,07	25,07	27,07	28,07	20,07	25,07	21,07	17,07	19,07	20,07
3	Сумма эффект-х тем-р для пер (колошение-	420	450	480	500	510	520	470	480	500	530	540
4	Средняя температура воздуха III декады июля	17	19	17	18	18	20	21	21	19	17	16
5	I декада августа	18	17	16	18	19	18	17	16	17	15	14
6	II декада августа	15	14	15	17	15	14	16	15	16	14	14
7	III декада августа	12	13	14	16	14	13	15	14	13	12	13

Литература: ОЛ.1 Ю.И.Чирков. Агрометеорология, Л. 1986.С.260-262;
ДЛ.1.С 71-75;

Лабораторная работа № 29-30

Тема: Прогнозы урожайности сельскохозяйственных культур.

Задание: Рассчитать ожидаемую урожайность яровой пшеницы. Привести основные факторы, влияющие на качество урожая.

Важное значение для народного хозяйства имеют долгосрочные прогнозы урожайности и валовых сборов основных сельскохозяйственных культур. Они позволяют с большой заблаговременностью определять ожидаемые ресурсы сельскохозяйственной продукции, потребность в технике для уборки, транспортировки урожая, подготовки хранилищ, перерабатывающих предприятий и т. д.

Урожайность культур зависит от ряда факторов, многие из них довольно стабильны [почвенные условия, биологические особенности сорта (гибрида), агротехнические приемы, качество семенного материала и др.]. И тем не менее отмечаются колебания урожайности (иногда значительные), что обусловлено

влиянием еще и агрометеорологических условий, характеризующихся большой изменчивостью во времени и в пространстве. Поэтому при прогнозах урожайности в первую очередь учитываются основные и лимитирующие агрометеорологические элементы.

Ниже излагаются методы прогнозов урожайности культур, имеющих наибольшее продовольственное и промышленное значение, а также возделываемых на больших площадях.

Прогнозы урожайности пшеницы. Методика составления прогноза урожайности яровой пшеницы для юга Западной Сибири и Северного Казахстана разработана А.В.Процеровым и К.В. Кириличевой. На основании исследований получены расчётные формулы прогноза урожайности в зависимости от влагообеспеченности периодов посев – колошение.

$$Y = 0,1 \cdot (0,26V - 4,8), \text{ где}$$

Y — ожидаемая урожайность, т/га; V — влагообеспеченность посевов.

Влагообеспеченность определяем по формуле

$$V = \frac{W_1 - W_2 + \Gamma}{K \cdot \text{сумма } d} \cdot 100, \text{ где}$$

W_2 и W_1 – запасы продуктивной влаги в почве в слое 0 – 100см в начале и в конце периода, мм.

Γ – количество осадков за период от посева до колошения, мм,

сумма d – сумма дефицитов насыщения, мм.

K – коэффициент пропорциональности при выражении суммарного испарения пшеничного поля через сумму дефицитов (для степной зоны принят 0,6).

Задание. Рассчитать ожидаемую урожайность яровой пшеницы (табл.11).

Таблица 11. Исходные данные для прогноза урожайности яр. пшеницы.

Показатели	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Запасы прод. влаги в почве в слое 0-100см во время сева, мм (W_1)	80	100	140	110	151	105	98	125
Запасы влаги в период колошения в слое 0-100см, мм (W_2)	75	97	85	100	140	77	70	105

Количество осадков от сева до колошения,мм (r)	100	132	92	120	130	85	95	60
Сумма дефицитов(d) насыщения,мм	280	304	300	307	314	308	280	370

Литература: ОЛ.1. Ю.И.Чирков. Агрометеорология. Л. 1986. С.263-272;
ДЛ.2.Г.С.Лазоренко. Методическое пособие по спецкурсу
«Биоклиматический потенциал Сев.Казахстана".Кокшетау. 1999. С 21-23.

Литература:

1. Агроклиматические ресурсы Казахстана, А-Ата, 1982.
2. Агроклиматические ресурсы Кокчетавской области. А-А, 1979.
3. Агromетeоролoгичeские бюллeтeни. Кокшeтaуcкoгo гидрoмeтбурo зa 1933-1996 г.г.
4. Бакаев Н.М. Почвенная влага и урожай, Алма-Ата. Кайнар.1975 г.
5. Бараев А.И. Почвозащитное земледелие. Москва. «Колос», 1975.
6. Дубина И.Е. Влагонакопление и урожай в Северном Казахстане. Чаг-лы. 2004.
7. Лазоренко Г.С., Винокуров В.А., Ермакова В.И. Агromетeоролoгия, Кокшeтaу, 2003.
8. Лазоренко Г.С., Хусаинов А.Т. Результаты статистического анализа урожайности яровой пшеницы и количества осадков в Кокшeтaуcкoй oблacти зa 64 гoдa (1933-1996 г.г.). Сб. науч. трудов «Валихановские чтения - 4», Кокшeтaу, 1998.
9. Лекции по сельскохозяйственной метеорологии. Под ред. М.С. Кулика и В.В. Синельникова. Л., 1968.
10. Лосев А.П., Журина Л.Л. Агromетeоролoгия. М. «Колос», 2003.
11. Макарова Л.А., Минкевич И.И. Погода и болезни культурных растений. Гидрометеоиздат, 1977.
12. Павлова М.Д. Практикум по агromетeоролoгии. Л., 1984.
13. Рекомендации по учету агromетeоролoгичeских условий при возделываний зерновых культур М. Гидрометеоиздат. 1976. Родигин М.Н. Общая фитопатология. М., 1978.,
14. Федосеев П.А. Агротехника и погода. Л., Гидрометиздат,1979.
15. Чирков Ю.И. Агromетeоролoгия. Л., Гидрометиздат, 1986.
16. Шатилов И.С., Чудновский А.Ф. Агрофизические агromетeоролoгичeские oснoвы программирования урожая. Л. Гидрометиздат. 1980.