

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ФІТОФАРМАКОЛОГІЇ



«МЕТЕОРОЛОГІЯ І КЛІМАТОЛОГІЯ»

КУРС ЛЕКЦІЙ ДЛЯ СТУДЕНТІВ

Суми, 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ФІТОФАРМАКОЛОГІЇ

Курс лекцій з метеорології та кліматології для студентів 1 курсу денної та заочної форми навчання за спеціальністю 242- «Туризм» , ОС «бакалавр»

«МЕТЕОРОЛОГІЯ І КЛІМАТОЛОГІЯ »

Курс лекцій
для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання
освітній ступінь «Бакалавр»

напрямок підготовки:

242- «Туризм»

Суми, 2020

УДК 378.6:63(630.35)

Укладачі: Подгаєцький А.А., д.с.-г.н., професор кафедри біотехнології та фітофармакології

Кравченко Н.В., к.с.-г.н., доцент кафедри біотехнології та фіто фармакології,

Гнітецький М.О., асистент кафедри біотехнології та фіто фармакології,

Метеорологія і кліматологія. Курс лекцій для студентів денної та заочної форм навчання освітній ступінь «Бакалавр» напрям підготовки 242 – «Туризм» - денної і заочної форми навчання. - Суми: СНАУ, 2020 . – 72 с.

Рецензенти: *Троценко В.І., доктор с.-г.н. наук, професор,*

завідувач кафедри рослинництва Сумського НАУ,

Власенко В. А., д.с.-г.н., професор кафедри захисту рослин Сумського НАУ

Відповідальний за випуск: Кравченко Н.В. к.с.- г.н., доцент, кафедри кафедри біотехнології та фітофармакології Сумського НАУ

Рекомендовано до видання вченою радою факультету агротехнологій та природокористування Сумського національного аграрного університету. Протокол № ___ від „___” _____2020 року.

© Подгаєцький А.А., Кравченко Н.В. - 2020

ВСТУП

*Світ – це книжка і той, хто не подорожує,
читає лише одну сторінку.*

Св. Аугустин

Туризм, на даний час активно розвивається і є перспективною, як вид людської діяльності та галузі економіки. Здійснюють подорожі по світу з туристичними цілями перш за все мешканці індустріально розвинутих країн. Основні споживачі закордонних готельно-туристичних послуг у Європі – громадяни Німеччини, Великобританії, Італії, Франції, Нідерландів і Фінляндії; в Америці – США, Канади і Мексики; в Азії – Японії, та ін. Туризм – складова життя людського соціуму. У деяких країнах мандрівки краще здійснювати у певну пору року, адже погодні умови відіграють важливу роль у туристичному бізнесі, без вивчення кліматології та метеорології буде важко задовольнити бажання туристів здійснити заплановану подорож.

Метеорологія і кліматологія – фундаментальні науки.

Метеорологія вивчає стан нижнього шару атмосфери (тропосфери), природні процеси, які впливають на її стан, а також зміни, що відбуваються в ній під впливом антропогенного чинника.

Кліматологія вивчає загальні закономірності формування клімату різних регіонів та Землі в цілому.

Метою вивчення дисципліни «Метеорологія і кліматологія» є одержання знань про фізичні процеси та явища в атмосфері Землі та їх взаємодії із земною поверхнею;

- ✓ **формуванн** у студентів знань та навичок із методики метеорологічних спостережень,
- ✓ ознайомлення з механізмами процесів поглинання та розподілу тепла і вологи у приземному шарі атмосфери, закономірностей зміни погоди та впливу цих процесів;
- ✓ формування у студентів здатності творчо мислити, вирішувати складні проблеми інноваційного характеру й приймати продуктивні рішення у сфері метеорології і кліматології з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності випускників, а також досягнень науково-технічного прогресу.

Завдання: надати майбутнім спеціалістам з туризму необхідних знань та навичок, щоб вони на практиці правильно могли оцінювати і використовувати метеорологічні та кліматичні умови у проведенні туристичних екскурсій, розробки туристичних маршрутів.

- забезпечити на належному рівні підготовку студентів до розуміння фізичних процесів в атмосфері Землі, фізичних основ теоретичних та прикладних досліджень формування і розвитку кліматичних та метеорологічних процесів
- вивчення будови і загальних особливостей атмосфери Землі, основних фізичних процесів, що в ній відбуваються, фізичного і математичного моделювання атмосферних процесів, зв'язків між характером атмосферних явищ та процесів, що відбуваються на поверхні Землі;
- фізичних процесів і географічних чинників, які формують клімат Землі, а також фізичної суті процесів, що впливають на клімат у конкретних природних умовах з урахуванням антропогенних чинників;
- методів дослідження атмосфери, моніторингу, картографування і прогнозу атмосферних процесів і кліматичних змін;
- причин формування погодних умов, прогнозування погоди.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- ✓ загальні особливості атмосфери Землі ,
- ✓ закономірності формування і просторово-часового розподілу основних метеорологічних чинників (сонячної радіації, термічного режиму повітря і ґрунту, вологості повітря, опадів, снігового покриву, вологості ґрунту тощо)
- ✓ умови формування несприятливих явищ погоди, метеорологічні критерії оцінювання їх шкоди, способи послаблення негативного впливу;
- ✓ принципи оцінювання ресурсів клімату, основні характеристики кліматичних ресурсів
- ✓ основні види метеорологічних оцінювань прогнозів, засади їх розробки та напрями використання;
- ✓ принципи і методи забезпечення метеорологічною інформацією

уміти:

- ✓ володіти методикою і правилами організації метеорологічних спостережень;
- ✓ володіти методикою проведення вимірювань за допомогою основних метеорологічних приладів;
- ✓ користуючись методами первинного опрацювання, аналізу і узагальнення отриманих результатів вимірювань, отримувати кількісні та якісні характеристики погодних і кліматичних умов;
- ✓ використовувати оперативну, режимну і прогностичну інформацію для вирішення проектних і виробничих завдань туризму,
- ✓ вплив на стан атмосфери забруднюючих речовин стаціонарних та мобільних джерел забруднення.

- ✓ самостійно поповнювати, систематизувати і застосовувати знання з метеорології і кліматології;
- ✓ користуватися навчальною і довідковою літературою; розв'язуватиметеорологічні задачі;
- ✓ користуватися спеціальною літературою, спеціальними метеорологічними таблицями та кліматичними довідниками.
- ✓ Зміст курсу "Метеорологія і кліматологія" базується на знаннях
- ✓ отриманих студентами під час шкільних дисциплін, як географії, біології, фізики, хімії, основи екології.

Зміст

№ з/п	Назви тем	сторінки
1	2	3
1	Тема 1.Метеорологія і кліматологія, як наука.	
2.	Тема 2.Сонячна радіація.	
3	Тема 3.Атмосфера, її характеристика, циркуляція	
4	Тема 4.Вода в атмосфері	
5	Тема 5.Повітряні маси в атмосфері	
6	Тема 6.Погода і клімат	
	Список використаної літератури	

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

Тема 1. Метеорологія, кліматологія, як наука.

*Метеорологія: наукове обґрунтування невірних прогнозів.
- Ален Шеффілд*

1. Предмет, завдання, методи вивчення метеорології.

Метеорологія та кліматологія - науки природничого циклу, що вивчають одну з географічних оболонок - атмосферу.

Метеорологія (від гр. „метеор” – той, що парить у повітрі) – це наука про земну атмосферу та процеси, що відбуваються у ній.

Метеорологія - наука, яка вивчає будову, хімічні та фізичні властивості атмосфери, закономірності виникнення і протікання атмосферних процесів і явищ, займається прогнозуванням розвитку атмосферних процесів та розробляє методи впливу на них.

Об'єктом метеорології є сукупність атмосферних процесів і явищ. **Предмет метеорології** - вивчення закономірностей розвитку і протікання фізичних процесів в атмосфері, їх зв'язок з природними процесами інших геосфер та близьким космосом.

На основі розвитку метеорологічних спостережень виникла кліматологія. **Кліматологія** - це наука, яка вивчає закономірності формування клімату Землі та окремих її регіонів, описує основні типи кліматів та закономірності їх розподілу в межах географічної оболонки. Кліматологія вивчає стан атмосфери за тривалий період часу, враховує вплив на атмосферу інших геосфер.

Складність предмету досліджень метеорології та потреби різних галузей економіки привели до необхідності виникнення різних галузевих дисциплін.

На основі поділу предмету дослідження в метеорології виділяють такі підгалузі:

- *синоптична метеорологія (прогнозування погоди);*
- *динамічна метеорологія (теоретичні основи науки);*
- *актинометрія (вивчення режимів надходження потоків сонячної радіації);*
- *кліматологія.*

Синоптична метеорологія (від гр. „синоптик” – здатний бачити все) – це розділ метеорології, що вивчає процеси формування погоди з метою її прогнозування.

Погода – це стан нижнього шару атмосфери в даний час у даному місці.

Стан погоди спеціалісти визначають за 6 її основними показниками:

- ✓ температурою повітря,
- ✓ величиною атмосферного тиску,
- ✓ швидкістю, силою і напрямком вітру,
- ✓ вологістю повітря,
- ✓ хмарністю, якісними та
- ✓ кількісними параметрами опадів.

Усі ці показники тісно пов'язані один з одним і можуть змінюватися у часі та у просторі.

Метеоумови надзвичайно мінливі.

2. Історичні етапи розвитку.

*Просто мандрувати – це нудно.
А от мандрувати з метою – це захоплює і корисно.
Сарджент Шрайвер*

Сучасна наукова метеорологія бере початок з XVII століття, коли були закладені основи фізики, частиною якої спочатку була і метеорологія.

Тоді ж були винайдені перші метеорологічні прилади та з'явилася можливість інструментальних спостережень.

Перші спроби передбачення погоди, засновані на місцевих ознаках, відносяться до глибокої стародавності. Звичайно, такою «вигідною» справою займалися чаклуни, шамани, знахарі, жерці, тобто люди у своєму оточенні талановиті і спостережливі. Передаючи знання і досвід своїм послідовникам, вони помічали які місцеві ознаки (вітер з боку дерева, вкритого мохом - до похолодання, не випала зранку роса на траву - до утворення туману, зміна вітру - перед сильним дощем і т.д.) означають той чи інший стан погоди. Були в їхніх пророкуваннях і помилки, але їх списували на волю богів, яким поклонявся даний народ. У 350 р. до н.е. давньогрецький філософ і вчений Аристотель одним з перших науково обґрунтував і написав логічний трактат «Метеорологіка». Він першим спробував пояснити зміни погоди, пов'язував їх з напрямками вітру.

Вважають, що метеорологія як наука народилася в 1643 році (бо саме у 1643 р. італійський вчений Е. Торрічеллі винайшов ртутний барометр, а ще раніше, у 1597 році, італійський вчений Г. Галілей винайшов термометр), а тому з'явилася можливість вимірювати температуру і атмосферний тиск як найважливіші параметри для прогнозування погоди.

Інструментальні спостереження почалися у другій половині XVII століття і в першій половині XVIII століття. Вони проводились в деяких пунктах Європи, а також під час морських подорожей. В той же час з'явилися перші метеорологічні теорії.

У Росії регулярні метеорологічні спостереження були започатковані, згідно з Указом Петра I у 1722 році. З 1725 року „ проведення усюди метеорологічних спостережень ” доручено Петербурзькій академії наук. Величезний внесок у розвиток вітчизняної метеорології належить М.В. Ломоносову, який у 1753 році

підготував видатну наукову працю „Про явища у повітряному океані та атмосферну електрику”. М.В. Ломоносов перший в світі винайшов самописний компас , а згодом анемометр (прилад для вимірювання сили вітру) та нечутливий до хвилювання моря барометр. Особливу увагу М.В. Ломоносов приділяв прогнозуванню погоди: **„Людам нічого не оставалось бы требовать от Бога, если б они научились перемены погоды правильно предвидеть”**. Він вважав метеорологію самостійною наукою зі своїми задачами та методами. Він створив першу теорію атмосферного електричного струму, розробив метеорологічні прилади, висловив низку важливих міркувань про клімат та про можливості наукового прогнозування погоди.

У другій половині XVIII століття була організована міжнародна мережа метеорологічних станцій у Європі (більше 30), що функціонувала 12 років. На початку XIX століття виникають перші державні мережі станцій і завдяки працям А.Гумбольдта та Г.В.Дове в Німеччині закладаються основи метеорології та кліматології. У 1820 році Г.В. Брандес склав перші синоптичні карти, а після винайдення телеграфу з 50-их років за ініціативою

відомого астронома У.Левєр'є у Франції та Фіцроя в Англії синоптичний метод дослідження атмосферних процесів швидко став загальноживаним. На його основі виникли служба погоди та нова галузь метеорологічної науки - синоптична метеорологія.

Після винаходу в XVII столітті барометра, робилися спроби передбачення погоди по зміні атмосферного тиску в даному пункті, але одиничні дані не давали загальної картини для аналізу процесів, що протікають в атмосфері. Першу спробу створення прогнозних карт почав у 1826 р. німецький учений Г.В. Брандес. Але тільки винахід телеграфу створив передумови для широкого розвитку синоптичного методу і дозволив створити службу погоди. Практичним поштовхом до цього послужила бура 14 лютого 1854 р., під час якої в Балаклавській бухті загинуло багато кораблів англо-французького флоту, що діяв на Чорному морі в період Кримської війни (1853-1856р.).

Французький учений Урбен Жан Жозеф Левєр'є астроном, член Паризької АН, який усе життя займався небесною механікою, питаннями стійкості Сонячної системи. Будучи до цього моменту директором Паризької обсерваторії, простежив переміщення цієї бурі в Європі за даними спостережень, що малися, і прийшов до висновку, що її можна було вчасно передбачити за умови обміну даними спостережень між різними країнами.

У Головну фізичну обсерваторію в Петербурзі метеорологічні телеграми почали надходити в 1856 р., а в 1872 р. у Росії під керівництвом М.А. Рикачова почалось видання щоденного бюлетеня погоди. Перше штормове попередження по Балтійському морю було дано 10 жовтня 1874 р.

Ще до організації служби погоди Г.В. Дове (1837) у Німеччині прийшов до висновку, що зміни погоди в помірних широтах пояснюються послідовною зміною полярних і екваторіальних потоків повітря і що усі атмосферні рухи мають вихровий характер.

До середини XIX століття відноситься організація перших метеорологічних інститутів, зокрема Головної фізичної (тепер - геофізичної) обсерваторії у Петербурзі.

У 1849 році в Росії створено перший у світі науковий метеорологічний заклад – Головну фізичну обсерваторію, яка з 1 січня 1872 року почала випускати „Щоденний метеорологічний бюлетень”.

У 60-х рр. англійський учений віце-адмірал Р. Фіцрой, той самий що очолював океанографічну експедицію на кораблі «Бігль», у якій брав участь Ч. Дарвін; під час цієї експедиції були зроблені зйомки берегів Патагонії, Вогненної Землі і Магелланової протоки. Розвиваючи погляди Дове, Фіцрой довів, що, в атмосфері помірних широт завжди виявляються перемешані течії полярного і тропічного повітря, на межах між якими виникають циклони.

У 20-і роки XX в. Норвезькі учені В. Беркнес, Т. Бержерон і ін. більш точно сформулювали уявлення про повітряні маси й атмосферні фронти, запропонували схеми еволюції циклонів і антициклонів і розвинули хвильову теорію циклогенезу. Циклогенез - це процес виникнення і розвитку циклона. Антициклогенез - це процес виникнення і розвитку антициклона.

Подальший розвиток синоптичної метеорології відбувався під знаком впровадження в синоптику аналізу аерологічних спостережень, що стали можливими після винаходу радіозонда, перша конструкція якого була запропонована П.А. Молчановим у 1930 р. Наприкінці 40 - початку 50-х рр. зростання аерологічної мережі і збільшення висоти підйому радіозондів дозволили збагатити синоптичну метеорологію новими уявленнями, зокрема про струменеві течії. З 50-х рр. також інтенсивно розвивалися методи опису і прогнозу атмосферних процесів за допомогою складання і чисельного рішення рівнянь атмосферної гідротермодинаміки.

З 1 січня 1966 року у СРСР встановлені єдині кліматологічні щодобові терміни спостережень на усіх метеорологічних станціях (у 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 і 24 години за декретним часом).

Розвиток метеорології у ХХ столітті йшов бурхливими темпами. Успіхи динамічної метеорології були пов'язані у ХХ столітті з працями Б'єркнеса, Маргулеса, Непір-Шоу, Фрідмана тощо. Сьогодні яскраво виражена тенденція до зближення динамічної та синоптичної метеорології. Великих успіхів досягнуто з початку ХХ століття у галузі аерологічних досліджень. У багатьох країнах висувались чудові організатори та дослідники цього нового напрямку, зокрема Тейсеран-де-Бор у Франції, Ассман у Німеччині, що відкрили існування стратосфери. Пізніше стало відоме ім'я винахідника першого радіозонду - Б.А.Молчанова. Відбувся прогрес в актинометрії, розвиток радіометеорології, біометеорології.

У 60-і рр. почався новий етап розвитку синоптичної метеорології - 28 лютого 1967 р. запущено першого метеорологічного супутника. На базі гідродинамічної теорії і чисельних методів аналізу, прогнозу полів тиску, температури і вітри виявилось можливим перейти до розгляду атмосферних процесів у цілому, у масштабі всієї планети (Дж.Смагоринський і ін., США) і чисельному короткостроковому а також довгостроковому прогнозу загального характеру погоди для великих територій.

І нарешті 90-і рр. подарували синоптичній метеорології персональні комп'ютери з їхньою мобільністю і світовою метеорологічною мережею. Це дозволяє сучасним метеорологічним службам значно підвищити наочність, якість і оперативність прогнозів погоди.

Лекція 2

Тема 2. Атмосфера, її склад, будова та основні властивості.

Людина без їжі може прожити 30 днів, води - 3 дні, повітря – 3 хвилини.

1. Атмосфера Землі

Земна атмосфера відрізняється за своїм складом від Всесвіту, у якій поширені водень і гелій, вміст яких в земному повітрі, відповідно 0,00006 і 0,0007 %. Атмосфера формувалася разом з розвитком Землі в умовах гравітаційного поля, магнітосфери і обертання планети. Первинна газова оболонка, яку захопило гравітаційне поле Землі з протопланетної хмари,

складалась переважно з молекул водню і аміаку з домішками метану. На початку геологічної історії утворилася власно вторинна вуглекисла атмосфера.

Вуглекислий газ виділявся з надр в зв'язку з інтенсивним вулканізмом і орогенезом, а вміст аміаку, метану та водню знижувався. З виникненням близько 3 млрд. років тому та прогресивним розвитком живих організмів - зелених рослин - починається найважливіший природний процес - фотосинтез. Відбувається витягнення рослинами з атмосфери вуглекислого газу і виділення вільного кисню. У фотосинтезі беруть участь вуглекислий газ і вода. Частина води розкладається, водень засвоюється, а кисень виділяється в атмосферу. О.П.Виноградов /1962/ показав, що в атмосфері панує ізотоп кисню з атомною вагою 16, який утворюється при розкладі води рослинами в процесі фотосинтезу. 70% кисню; виробляють водорості Світового океану і 30% - зелені рослини на суші. Основні джерела азоту - це окислення аміаку, вулканічні гази, електричні розряди і живі організми.

Американський геохімік Л. Кальп довів, що інертний газ аргон, якого порівняно багато в атмосфері та гідросфері, утворився з радіоактивного ізотопу калію з атомною вагою 40 і виділився з надр.

Атмосфера містить приблизно 1×10^{15} т кисню, стільки ж його проходить через живі організми, який необхідний для дихання живим організмам. При цьому одержують енергію для фізіологічних функцій, та входить до складу білків, жирів, вуглеводів.

Кисень в атмосфері представлений також озоном, який утворюється в результаті розщеплення молекул кисню ультрафіолетовими променями і електричними розрядами на атоми та приєднання атомів до молекул.

Озон нестійкий і дуже активний газ, головна його маса міститься на висоті від 10 до 60 км. Якби його зібрати в приземній атмосфері з її щільністю, утворився б шар озону товщиною лише в 2-5 мм, але він поглинає всі ультрафіолетові хвилі до 0.29 мк, які згубно діють на живі організми.

Атмосфера - це динамічна субстанція. В результаті різноманітних внутрішніх та зовнішніх процесів відбувається коливання вмісту газів. Кожного року до 1 млн. тонн газів виділяється з надр, водень і гелій зверху вислизують від Землі. Коливається вміст водяної пари, озону, вуглекислого газу, які поглинають довгохвильове інфрачервоне випромінювання земної поверхні та зумовлюють тепличний ефект атмосфери. Збільшується кількість аерозолів, концентрація яких змінна в просторі та в часі і які проникають з тропосфери в стратосферу.

Частину атмосфери, яка має постійний склад переважаючих газів, приблизно до висоти 90 - 100 км, називають гомосферою. Вище 90 - 100 км, де під дією ультрафіолетової та корпускулярної сонячної радіації і гравітаційної диференціації газовий оклад атмосфери змінюється, її називають гетеросферою.

2.Будова атмосфери

Атмосфера – газоподібна оболонка Землі, яка є середовищем для існування всіх живих організмів, крім анаеробних бактерій. Аероби (також аеробні організми; від грец. $\alpha\pi\rho$ — повітря і грец. $\beta\iota\omicron\varsigma$ — життя) — організми, які існують лише при наявності кисню. Вона сформувалася при зародженні життя на Землі і з дуже невеликими змінами існує до сьогодні. У процесі еволюції між атмосферою і біосферою (біосфера - оболонка Землі, яку населяють живі організми - частину земної кори, атмосферу і гідросферу) створилася динамічна рівновага, що обумовлює життя живих організмів на Землі.

Як людина впливає на атмосферу? – викиди промислових підприємств, автомобілів, фреон і т.д., як, наслідок, пилові бурі, катаклізми

За характером зміни температури повітря, особливостей його складу, функцій атмосфера складається з:

1. **Тропосфери** – нижнього шару атмосфери, який поширюється від земної поверхні до висоти 7-8 км у полярній зоні і до 17-18 км на екваторі. Зниження температури повітря відбувається у середньому на $0,5-0,6^{\circ}\text{C}$ на кожні 100м висоти. А тому, на межі верхньої границі тропосфери температура повітря близько мінус 70°C , незалежно від широти. У тропосфері густина повітря знаходиться біля 80% повітря і майже, вся водяна пара. Тут відбуваються основні процеси, які впливають на сільськогосподарське виробництво:

- 1)Обмін теплом і вологою між земною поверхнею і тропосферою;
- 2)Утворення хмар;
- 3)Випадання дощів;
- 4)Виникнення ураганів, пилових бур, суховіїв тощо.

Нижній шар тропосфери товщиною декілька 10 метрів називають приземним. Саме він є середовищем існування людей, тварин, рослин і має найбільше значення для с.-г. виробництва. Мікроклімат поля, лісу.

Біосфера - оболонка живого на Землі, яку створюють живі організми, що заселяють частину земної кори: атмосферу, гідросферу.

2. **Стратосфера** - розміщується над тропосферою до висоти 50-55 км. Радіозонди до 30 км. До висоти 35 км температура майже не змінюється з висотою, а потім підвищується і на верхній межі у середньому за рік складає 0°C . Це пояснюється інтенсивним поглинанням сонячної радіації озоном. Як правило, в стратосфері відсутні висхідні потоки повітря, а тому тут не утворюються хмари.

3. **Мезосфера**. Має верхню межу 80-90км. Температура в ній знижується до $-70-80^{\circ}\text{C}$.

4.Термосфера (іоносфера) поширюється до висоти 800км – 1000км. Повітря сильно іонізовано, а тому електропровідність тут вища, ніж у тропосфері у мільярди разів. Це має велике значення для радіозв'язку. Від іоносфери відбиваються короткі радіохвилі. Температура на верхній границі сягає приблизно 2000°C, але ця температура характеризує лише кінетичну енергію руху молекул газів. Космічні кораблі не відчувають впливу високої температури через високу розрідженість повітря. У термосфері спостерігається полярне сяйво, а також люмінесценція повітря, що створює синювате світіння нічного неба. У цій частині атмосфери згорають метеорити.

5. Екзосфера (це сфера розсіювання) - верхній шар атмосфери (до 3000 км), який переходить у космічний простір. Молекули найбільш легких газів (водню, гелію) утворюють легку земну корону, яка поширюється до 20 000км.

Між згаданими сферами знаходяться проміжні шари, які називаються паузами: тропопауза, стратопауза і мезопауза.

3.Газовий склад ґрунтового повітря та приземного шару атмосфери і його роль у життєдіяльності рослин.

Повітря - це суміш газів, які складають атмосферу. Основні з них: азот (N_2) - приблизно 78% за об'ємом, кисень (O_2) - 21%, аргон (Ar) - 0,93%, вуглекислий газ (CO_2) - 0,03%, водяна пара (H_2O), озон (O_3).

Інертний азот (Азот) - основний елемент ґрунтового живлення рослин. Над площею 1га знаходиться 80 тис. т азоту. Проте, у вільному стані він рослинам недоступний (крім бобових, які засвоюють його за допомогою ґрунтових бульбочкових бактерій). Щорічно мікроорганізми зв'язують приблизно 100 млн.т N_2 , а промисловість виробляє приблизно 40 млн.т. У незначній кількості азот у т- формі аміаку надходить у приземний шар у результаті гниття і розкладання органічних решток ($2mg/100m^3$). Оксиди азоту утворюються під час грози із опадами і потрапляють у ґрунт (3-5кг/га).

Кисень необхідний для дихання, життя, горіння. При реакції його з органічною речовиною відбувається процес окислення. У результаті цього виділяється енергія, яка підтримує життя. У ґрунті кисень стимулює діяльність ґрунтових бактерій, росту кореневої системи, прискорює розкладання та гниття органічних речовин.

Вуглекислий газ - джерело повітряного живлення рослин. З допомогою сонячної енергії рослини з вуглекислого газу і води утворюють органічну речовину. Він надходить у повітря внаслідок дихання людей, тварин, рослин, під час гниття, згорання палива, виверження вулканів. Майже 40-50% сухої маси рослин складає вуглець, який синтезується з CO_2 . Уміст і концентрація CO_2 у приземному шарі періодично змінюється, залежно від пори року, освітлення, періоду доби, погоди. У промислових центрах, парниках, теплицях концентрація CO_2 збільшується. Біля поверхні ґрунту вона у 2-3 рази вища, ніж над рослинами. Збільшення концентрації CO_2

підвищує інтенсивність органічних добрив, а потоки повітря фотосинтез. CO₂ має також велике значення для теплового балансу Землі, затримуючи 17-20% земного випромінювання, зменшуючи її охолодження (димові завіси). Концентрація його у повітрі на 0,2-0,7% шкідлива для людини. CO₂ недостатньо пропускає довгі сонячні хвилі і променисту сонячну енергію. За останнє сторіччя частка CO₂ збільшилася на 10-12%.

Водяна пара - найбільш нестійка складова повітря. Вона є важливою ланкою кругообігу води в природі, випаровування, перенесення на віддаль, конденсація, випадання дощів і сприяє утворенню хмар, випаровування рослинного покриву, ґрунту. Поглинаючи теплоту, яку випромінює земна поверхня, вона сприяє її збереженню. Уміст водяної пари в атмосфері називається вологістю повітря.

Озон - алотропічна видозміна кисню (O₃). Його концентрація становить 0-0,07 x 10⁻⁴ біля поверхні Землі і 1-3x 10⁻⁴ на висоті 20-30км. Утворюється при дисоціації молекул кисню ультрафіолетового випромінювання у високих шарах атмосфери та під час грози. Уміст його приблизно 2-3мг/100м³. Озоновий шар складає у атмосфері до 20-60 км. Максимальна насиченість його на висоті 20-25км. Поглинаючи ультрафіолетове випромінювання довжиною хвилі 200-290 мкм(мікромметра) озон захищає флору і фауну від шкідливого впливу сонячного випромінювання, а пропускаючи хвилі довжиною 290-400мкм сприяє фотосинтезу. У атмосфері виявлені, так звані, «озонові дири», що обумовлені негативною дією аерозолів (фреонів), запуск супутників.

До складу повітря входять отруйні димові гази, як результат функціонування промисловості: сірчаний і сірчистий ангідриди, кам'яновугільна смола. Навіть, при концентрації їх 0,0001% може спричинити повне або часткове отруєння багатьох рослин. У повітрі постійно знаходиться велика кількість пилу.

Лекція 3

Тема 3. Сонячна радіація та її значення для сільського виробництва.

Сонце гріє, сонце сяє — вся природа воскресає.

1. Види радіаційних потоків в атмосфері

На поверхні Сонця температура дорівнює ~ +6000⁰С. Молекули розпадаються на атоми, ядра яких дуже швидко рухаються. Ядра Н₂ з силою стикаючись з ядрами інших елементів спричиняють їх руйнування і перетворення. Відбуваються ядерні реакції - Н₂ перетворюється в гелій з виділенням великої кількості енергії, за рахунок зменшення маси ядер.

До Землі надходить ~ 1/млрд частина цієї енергії, що складає 3,3 x 10⁸ Вт/1км²/рік.

Сонячна радіація має в своєму спектрі різні електромагнітні хвилі. Довжина їх (λ) вимірюється в мікрометрах (мікро 10⁻⁶).

Спектр сонячного світла складається з: ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного випромінювання. На дифракційній решітці видимий розпадається (червоний – найдовший).

Сонячна радіація – джерело життя на Землі:

- фотосинтез з виділенням O_2 ;
- тепло (світлолюбні рослини – соняшник, буряки, картопля; тіньовитривалі – горох, однорічні та багаторічні трави; нейтральні – гречка, зернові).

Сонячна радіація впливає на якість (хімічний склад) продукції: крохмаль, жир. Найактивніше поглинається рослинами короткохвильова радіація, яка розділяється:

- ультрафіолет (до 4% - ріст і розвиток рослин);
- фотосинтетично активну радіацію (ФАР) (0,39-0,71 – тепло і фотосинтез);
- ближню (0,71-4 – значний тепловий і фотосинтетичний ефект);
- дальню інфрачервону (тільки тепловий) >4 мкм.

Для інтенсивного нагромадження органічної маси рослин необхідно, щоб освітленість перевищувала значення компенсаційної точки. В Україні – 20-35 Вт/м². Збільшення приросту – до 200-280 Вт/м².

Проходження сонячних променів крізь атмосферу.

Не вся сонячна радіація доходить до Землі. Поглинається O_2, O_3, CO_2 , пара. CO_2 пропускає ультрафіолетове випромінювання і поглинає інфрачервоне теплове від нагрітої землі (парниковий ефект).

До Землі надходить 27% прямої сонячної радіації і 16% розсіяної.

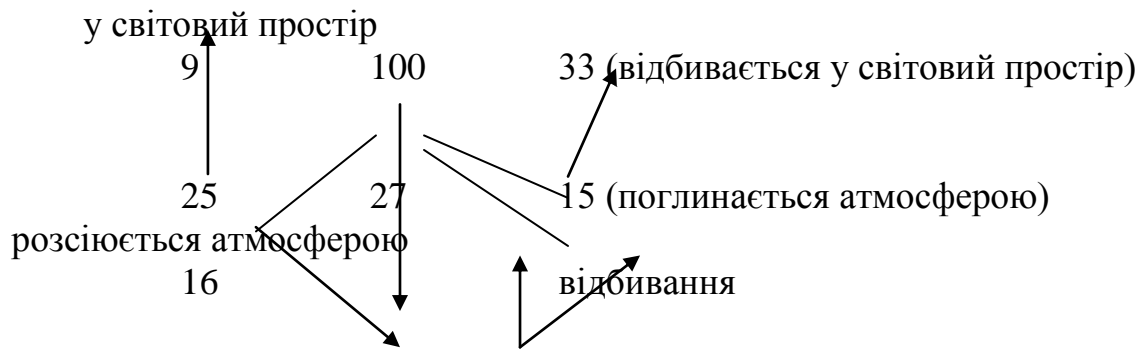


рис. 1 Баланс сонячної радіації

Висота сонцестояння: 90^0 – 1 маса атмосфери, то 30^0 – 2-і, на горизонті 35 разу + різне розсіювання: чим менша висота(довший шлях проходження променів), тим більше розсіюється коротко хвильової радіації (сині, голубі, фіолетові) і зростає кількість довгих (червоних, оранжевих), тому Сонце біля горизонту червоне.

Коефіцієнт прозорості – яка частка променів, що дійшла до верхньої межі атмосфери доходить до поверхні Землі у вигляді прямої радіації при положенні Сонця в зеніті. У середньому – 0,6-0,8.

У системі СІ за одиницю сонячної енергії прийнято канделу (кд), а енергетичної випромінювальної здатності – Вт/м².

Інтенсивність сонячної радіації визначається за величиною сонячної сталої. Це кількість тепла, що поглинається перпендикулярною до сонячного випромінювання поверхнею 1 см²/за хв.. Сонячна стала = 1377 Вт/м².

Явища, які супроводжуються розсіюванням:

- голубе небо;
- червоне сонце;
- веселка;
- вітер (неоднаково нагріваються суша і вода).

Серед найрізноманітніших природних багатств вагоме місце посідають кліматичні ресурси. Від того, як вони використовуються, значною мірою залежать результати господарської діяльності людини. Одержувати високі врожаї, як свідчить досвід, можливо лише при використанні сільськогосподарських культур на належному агротехнічному рівні з урахуванням особливостей погоди та клімату.

2. Сонячна радіація та фотосинтез, фотосинтетично - активна радіація (ФАР).

Якби не було хмар, то ми б не знали ціни сонцю. (Нар.афоризм).

Лекція 4

Тема 4. Вода в атмосфері та ґрунті.

1. Вологість повітря, її характеристика та значення.
2. Конденсація, сублімація водяної пари.
3. Оподи, їх класифікація.
4. Гідрометеори.
5. Хмари, їх утворення, класифікація і методи спостережень

1. Вологість повітря, її характеристика та значення для с. г. виробництва.

: «А без води і не туди, і не сюди». Життя спочатку виникло у воді.

Вода існує в твердому (лід), рідкому (в звичайних умовах) і газоподібному стані (пара). Перехід з одного в інший супроводжується виділенням, або поглинанням теплоти. Певну роль відіграє вода стосовно надходження і складу сонячної інсоляції.

В основному, надходження води з повітря відбувається шляхом випаровування її з водної поверхні (океани, моря, річки, озера, ставки), з вологого ґрунту, рослин.

Найбільше водяної пари знаходиться в нижніх шарах атмосфери. Через меншу щільність, ніж у сухого повітря, водяна пара піднімається вгору. На певній висоті вона конденсується і випадає в вигляді дощу або снігу. Вміст її в повітрі залежить:

- 1) від пори року;
- 2) сили вітру;
- 3) тиску;
- 4) температури.

Наприклад, при температурі -40°C маса водяної пари в 1 м^3 повітря складає $0,1\text{ г}$, а при температурі $+40^{\circ}\text{C}$ – **51,1**. Звідси, вміст водяної пари в атмосфері взимку складає $3,0\text{ г/ м}^3$, а влітку – **10,2**. Із збільшенням висоти до **4 км** над рівнем моря це, відповідно, складає **0,4 і 1,4 г/ м}^3**.

Як і всі компоненти погоди вологість повітря дуже динамічна. Кількість водяної пари в повітрі вказує на його вологість. Вона виражається в абсолютних і відносних величинах. Вимірювання тиску водяної пари проводиться в паскалях, мілібарах або мм рт. стовпа. Максимальна насиченість водяної пари повітря - це верхня межа тиску, при якому вона не конденсується.

Основні характеристики вологості повітря

1. Абсолютна вологість повітря (a):

кількість водяної пари в г/ м^3 повітря $a = 0,81e / 1 + \alpha t$,
в мілібарах $a = 1,06e / 1 + \alpha t$,
в мм рт. ст. $a = 81e / 1 + \alpha t$,

де, α – коефіцієнт об'ємного розширення газів ($0,004$), t – температура повітря; e – насиченість водяної пари.

2. Фактична насиченість водяної пари (e) – це парціальний тиск її в повітрі. Вимірюється в гектопаскалях (гПа):

$$e = E_1 - A p(t - t_1), \text{ де}$$

E_1 – максимальна насиченість водяної пари за спеціальною таблицею, де зазначена температура змоченого термометра,

t – температура за сухим термометром,

t_1 – за змоченим,

p – атмосферний тиск (Па).

A – психрометричний коефіцієнт, що залежить від швидкості вітру становить $0,8\text{ м/с}$ ($A=0,0008$).

3. Відносна вологість повітря (f) – це відношення фактичної насиченості водяної пари в повітрі (e) до максимальної (E) при даній температурі в %

$$f = e/E * 100, \text{ де}$$

E – визначають за таблицею за значенням сухого термометра.

Якщо водяна пара максимально насичує повітря ($e=E$), то відносна вологість дорівнює 100% .

4. Дефіцит насиченості водяної пари d – різниця між максимальною (E) і фактичною насиченістю (e). Виражається в гектопаскалях (гПа).

$$d = E - e$$

5. Точка роси – температура (в $^{\circ}\text{C}$), за якої повітря досягає максимального насичення водяною парою при незмінному тиску. Визначається за таблицею через фактичну насиченість водяної пари.

Температура нижче точки роси спричиняє перехід з газоподібного в рідкий (твердий).

Добовий хід **абсолютної** вологості повітря над сушею має **два максимуми: 8-9 і 20-21 год., і два мінімуми: при сході сонця і о 15-16 год.** Річна – максимальна в липні, мінімальна – в січні.

Висока температура збільшує транспірацію і випаровування, це спричиняє дефіцит вологи і припинення приросту органічної маси. Рослини не висихають, бо беруть вологу з нижніх горизонтів, але мінеральних солей там мінімум.

За рухомістю в ґрунті вологу поділяють на легкорухому, середньорухому, малорухому і нерухому.

2. Конденсація, сублімація водяної пари.

Випарування води – процес переходу води з рідкого стану в газоподібний. Водна поверхня Землі займає 86% поверхні і є основним джерелом надходження пари. Щороку випаровується шар води товщиною в 2 м. Лише 14% надходить при випаровуванні з поверхні ґрунту, рослин, льоду та снігу. Для цього потрібно значна кількість тепла. На випарування 1 г води потрібно 2520 Дж теплової енергії. Таким чином випаровування поверхня охолоджується.

Випарування характеризується інтенсивністю (швидкістю) з горизонтальної поверхні в одиницю часу (мм/с). Залежить від: виду підстилаючої поверхні, її температури, дефіциту вологи, атмосферного тиску, швидкості вітру.

Закон Дальбана: $W = A \cdot (E_1 - e) / p$, де

W – швидкість випаровування,

A – коефіцієнт пропорційності, який залежить від швидкості вітру

($E_1 - e$) – дефіцити насиченості водяної пари

p – атмосферний тиск.

Пилувата структура поверхні (частинки менше 0,25 мм) утворює кірку, що посилює випаровування з поверхні та нижніх шарів. Оптимальною є дрібногрудочкова структура (0,25 – 10 мм), бо ускладнює підняття води з ґрунту (пори значних розмірів, а не капіляри). Якщо при пилуватому прийняти швидкість випаровування за 100%, то при дрібногрудочковому вона складає 30%, а з розмірами 1-2 мм – 20-22%.

Рослинний покрив знижує нагрівання, зменшує швидкість вітру та дефіцит вологи повітря, підвищує вологість в орному шарі. В степу ділянка під вівсом менше випаровувала води в 1,5-2 рази, ніж чистий пар.

Транспірація води рослинами залежить від: вологості ґрунту, температури, дефіциту вологості повітря, швидкості вітру, сонячної радіації (розсіяна посилює транспірацію на 20-40%, а пряма – у кілька разів – інтенсивний фотосинтез).

Потребу рослин у воді визначають через коефіцієнт транспірації – кількість води, яка потрібна для утворення одиниці сухої маси речовини.

Транспірація і випаровування з поверхні ґрунту – є сумарним випаровуванням. Вночі інтенсивність транспірації знижується в 10-20 разів. Подальше зниження температури після [точки роси](#) веде до ущільнення пари і сублімації зразу у тверду фазу. Інша важлива умова конденсації наявність ядер конденсації. Це аерозолі, інші дрібні гігроскопічні кристалики. В нижніх шарах повітря вміст їх сягає 5-8 тис/см³ (промислові викиди).

Продукти конденсації водяної пари на підстилаючу поверхню або наземні предмети **називаються гідрометеорами** (іній, роса, паморозь, ожеледь).

Іній і роса – одна група за типом утворення (у тихі, безхмарні ночі при від'ємному радіаційному балансі та охолодженні підстилаючої поверхні, прилеглого шару повітря). Іноді іній утворюється уранці, коли температура нижче точки роси, але при сильному вітрі здувається з поверхні. За одну ніч шар роси не менший 0,5 мм, а впродовж року може скласти 20-40 мм. При цьому виділяється теплота, через що не виникають заморозки.

[Тумани](#) – охолодження водяної пари під дією холодної поверхні землі, але у повітряному просторі. При утворенні туманів виділяється тепло. Крім цього вони перешкоджають радіаційному випроміненню земної поверхні.

3. Опади, їх класифікація

При збільшенні крапель і кристалів води в хмарах до такого розміру, що вони можуть подолати опір висхідних повітряних струмків, починають випадати опади. З хмар випадають дощ, сніг, крупи льоду і снігу, льодяний дощ, град, мряка. Опади характеризується розміром шару в міліметрах, розподілом за сезонами, тривалістю випадання, інтенсивністю, ймовірністю. Сніговий покрав характеризується щільністю, тривалістю залягання в днях, висотою, розподілом за орографічними елементами рельєфу, запасом води. На метеостанції опади вимірюють за допомогою дощоміра або самописного приладу - плевіографа. Дощомір - це циліндричне відро, спеціально захищене від вітру. Висоту снігового покриву визначають за допомогою рейки /дошка з нафарбованою шкалою в сантиметрах/.

Види опадів залежать від умов походження /генезису/. За генезисом виділяються обложні, зливові опади і мряка. Обложні опади пов'язані з атмосферними фронтами і хмарами висхідного ковзким /шарувато-дощовими і високошаруватими/. Це тривалі опади середньої інтенсивності, вони випадають на велику площу порівняно рівномірно і переважають у помірному поясі.

Зливові опади короткочасні, але інтенсивні, випадають на порівняно меншій площі з купчасто-дощових хмар конвективного походження.

Зливи - це основний вид опадів у тропіко - екваторіальних широтах.

Мряка - це опади дуже слабкої інтенсивності, з дуже дрібненьких краплин або дрібнесеньких сніжинок. Вони випадають з шаруватих і шарувато-купчастих хмар, які належать до хвилястих і утворюються в межах однієї стійкої повітряної маси.

Дощ складається з крапель діаметром понад 5 мм, а мряка - від 0,5 до 0.05 мм, отже, мряка падає повільно і переноситься вітром. Сніг складений

із скупчення кристалів, форма всіх сніжинок шестипроменева, розміри - кілька міліметрів. При підвищенні температури сніжинки злипаються в пластівці, а при 0 °С випадає мокрий сніг або сніг з дощем. Крупи снігу і льоду випадають при від'ємних температурах з шарувато-дощових або купчасто-дощових хмар і мають діаметр близько 1 мм. Під час сильного морозу з хмар нижнього ярусу можуть випадати голки льоду - кристали у вигляді шестикутних призм. При інверсії температури краплі дощу замерзають у повітрі й на земну поверхню падають прозорі кульки льоду діаметром 1...3 мм. Влітку в жарку погоду з купчасто-дощових хмар іноді випадає град у вигляді порівняно великих кусочків льоду неправильної форми, шаруватої будови внаслідок багатократного піднесення і опускання. коли в нижній частині хмари на частинку осідала вода. а наверху хмари цей шар води замерзав.

З хмарами і опадами пов'язані різноманітні електричні процеси і оптичні явища, більшість з яких ще достатньо не вивчена. Наприклад з купчасто-дощовими хмарами пов'язані грози, коли злива супроводжується електричними розрядами /блискавками/ і громом, а також міцними шквалами вітру. З атмосферною електрикою зв'язують появу кулястої блискавки у вигляді кулі діаметром у кілька десятків сантиметрів, яка рухається в повітрі й може вибухати або спокійно зникати. Коли з загострених предметів в атмосферу витікають розряди, це явище називають вогнем Святого Ельма. В тонких високих хмарах навколо Місяця і Сонця можуть виникати кольорові або жовті й білі круги, стовпи. В купчасто-дощових хмарах після зливи виникає веселка, або райдуга.

Конденсація і сублімація можливі й на земній поверхні, за рахунок чого утворюються такі опади, як роса, іній, твердий і рідкий наліт, паморозь. Роса та іній виникають в ясну тиху погоду вночі, коли поверхня вихолоджується внаслідок випромінювання теплоти. При зниженні температури до точки роси випадає роса. а при від'ємних температурах - іній.

Наліт формується на навітряному боці холодних предметів при адвекції теплого повітря. При додатних температурах буде рідкий наліт, а при від'ємних температурах охолодженої поверхні - твердий наліт.

Паморозь - це пухкі білі кристали, які є на деревах, проводах тощо в морозну тиху погоду, коли в повітрі плавають кристали льоду, що є при доторкуванні до предметів.

Ожеледь - це наліт льоду на земній поверхні й на предметах при випаданні мряки, дощу або сильного туману. Необхідною умовою є випадання переохолоджених крапель при від'ємних температурах від 0 до -15 °С. Товстий шар ожеледі може зламати і обірвати проводи. Небезпечним є намерзання льоду на літаках, яке відбувається в шарувато-дощових хмарах, складених з крапель, переохолоджених до -10 °С.

Атмосферні опади за фазовим станом бувають рідкі, змішані, а за характером випадання – обложні, зливні, мрячні.

Умови випадання – збільшення продуктів конденсації до розмірів, які не можуть утримати висхідні потоки повітря. Узимку це сніг, крупа, а влітку – дощ, мряка. Опади несуть хмари: високошаруваті (обложні дощі), шарувато-дощові, купчасто-дощові (зливи).

У змішаних хмарах знаходяться як сніжинки, так і переохолоджені кристалики води, які потрапляють на сніжинки, замерзають і виходить крупа (до 5 мм).

Град – конденсація водяної пари в купчасто-дощових хмарах на висоті 9 км. Наявні кристалики льоду збільшуються в масі, до них приєднуються переохолоджені краплі, льодові ядра зростають і виходять градини до 1 см, а іноді і до 0,5 кг.

Опади – основні джерела поповнення вологи в ґрунті. В липні-серпні лише один тиждень без дощу створює дефіцит вологи в ґрунті, та надмірна волога також шкодить рослинам. Зливи приводять до ерозії ґрунту, під час цвітіння перешкоджають запиленню. Ефективні обложні дощі невеликої інтенсивності.

Можна штучно викликати опади, вводячи в переохолоджені шаруваті хмари тверду вуглекислоту або йодид срібла.

4. Сніговий покрив, характеристика його стану.

Існування крижаної і сніжної області у біосфері з її прямим і непрямим наслідків є одним із найважливіших чорт будівлі області життя» — так писав 20-х роках уже минулого століття основоположник вчення про біосфері У І. Вернадський.

Нині величезна роль снігу та криги у житті земної кулі до цілому й країни зокрема стає дедалі очевидною і багатогранною.

Гляціологія — наука про природні системи, властивості і динаміка яких визначається в основному льодом. Об'єкти її дослідження — це атмосферне лід, сніжний покрив крейдяних гір і рівнин, покривні й гірські льодовики, морські і прісні водойми, підземні льоди і полою.

«Область снігу та криги» (по сучасної термінології «гляціосфера» включає до свого складу всі види природних льодів у атмосфері, лежить на поверхні суші та океану, в земної корі. Загальна маса визначається астрономічної цифрою — 2,243 1016 т. Майже 99% цієї маси посідає льодовики, що займають 11 % всієї поверхні суші. На сніг і лід у атмосфері і тимчасовий сніжний покрив, разом узяті, припадає лише 0,05 % загальної маси льоду, та їх територіальне поширення — найбільше, і тому їх вплив на стан довкілля людини, його життя про діяльність особливо велике.

Гляціосфера грає величезну роль еволюції Землі. Вона, у значною мірою визначає сучасну широтну зональність, посилює між широтний обмін повітряних мас, впливає рівень Світового океану.

Гляціосфера є самостійну частина планетарної системи атмосфера — океан — зледеніння. Вона має важливими специфічними властивостями. Її властиво наявність води у твердій фазі, уповільнений обмін, висока відбивна здатність, величезні витрати тепла на фазові переходи, особливий

механізм на суходіл і земну кору. На відміну з інших земних оболонок сфера снігу та криги дуже мінлива.

У Північній півкулі в холодну пору року сезонний сніжний покрив встановлюється площею 59 млн. км². Територія нашої країни укрита сніжним покровом завтовшки і від кількох десятків сантиметрів до 1 метрів і більш протягом терміну від 2—3 міс. на рік Півдні країни до 8 — 9 міс.

"Подорож як найбільша наука і серйозна наука допомагає нам знову набути себе". Альбер Камю

Тема 5. Повітряні маси в атмосфері.

План.

1. Причини виникнення вітру. Переважаючі повітряні потоки та місцеві вітри, способи їх врахування у с. г. виробництві.
2. Роза вітрів, її побудова та практичне значення.
3. Повітряні маси. Атмосферні фронти.
4. Циклони і антициклони.

1. Причини виникнення вітру. Переважаючі повітряні потоки та місцеві вітри.

Зміну тиску на одиницю відстані в горизонтальному напрямку називають горизонтальним баричним градієнтом. Фактично це вектор, напрям якого збігається з напрямом нормалі до ізобари в сторону падіння тиску, а величина зворотно пропорційна відстані між ізобарами. Напрямок горизонтального баричного градієнта відповідає нахилу ізобаричної поверхні.

Різниця атмосферного тиску між двома точками спричинює горизонтальний рух повітря відносно земної поверхні, який називають вітром.

Вітер характеризують швидкістю і напрямом. Швидкість вітру прямо пропорційна горизонтальному баричному градієнту і вимірюється в метрах за секунду або в милях за годину /вузлах/. Швидкість вітру в балах оцінюють за шкалою Бофорта, яка включає 12 балів, а також зв'язує силу вітру з хвилюванням моря, з гоїданням гілок і дерев, поширенням диму тощо. Згідно зі шкалою Бофорта, 0 балів відповідає штилю. 1, 2 і 3 бали - відповідно тихому, легкому і слабкому вітрам, швидкість яких зростає від 0,5 до 5,2 м/с, 4 бали - це помірний. 5 балів - свіжий, 6, 7 і 8 балів - міцний, сильний і дуже міцний вітри /9,9 - 18,2 м/с/, 9, 10 і 11 балів - шторм, сильний шторм і жорстокий шторм /від 18,3 до 29 м/с/, 12 балів - це ураган, коли швидкість більша за 29 м/с. Потік вітру завжди турбулентний,

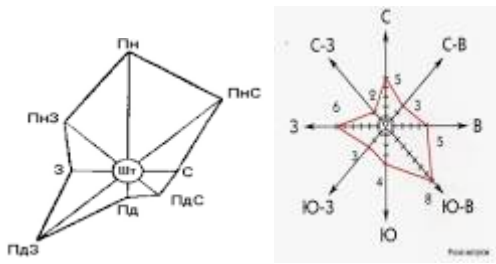
постійно коливаються швидкість і напрям, тому на практиці за допомогою анемометрів визначають згладжену швидкість вітру за кілька хвилин. При окремих поривах урагану швидкість зростає до 65 м/с або до 100 м/с /тропічні урагани/. На швидкість вітру впливає сила тертя, тобто різні нерівності й перепони на земній поверхні, тому прилади для спостереження за вітром встановлюють на висоті 10 - 15 м над землею поверхнею.

Крім баричного градієнта і тертя, на вітер впливають обертання Землі або сила Коріоліса і відцентрова сила. Завдяки [силі Коріоліса](#) вітер в північній півкулі відхиляється праворуч, а в південній - ліворуч від напрямку баричного градієнта. Кут відхилення збільшується з широтою і в середньому дорівнює 45 - 50° над сушею і 70 - 80° над морем. Відцентрова сила виникає в замкнених баричних системах /[циклонах](#) і [антициклонах](#)/ і спрямована від центра до периферії. Сила тертя обернена відносно сили баричного градієнта. Тертя впливає на вітер приблизно до висоти 1000 м - цей шар атмосфери називають шаром тертя. Вище за 1 км діють в основному тільки баричний градієнт та сила Коріоліса і вітер називають геострофічним, він дме вздовж ізобар, залишаючи низький тиск ліворуч. Рівномірний рух повітря за дуговою траєкторією залежно від [сили Коріоліса](#), відцентрової сили і баричного градієнта і незалежно від тертя, називають градієнтним вітром. В зв'язку з дією означених сил спостерігається відповідний розподіл вітрів в циклонах (Н) і антициклонах (В). Напрямок вітру визначають за сторонами горизонту, звідки він дме: Пн, ПнПнСх, ПнСх, СхПнСх, Сх, СхПдСх, ПдСх, ПдПдСх, Пд, ПдПдЗх, ПдЗх, ЗхПдЗх, Зх, ЗхПнЗх, ПнЗх, ПнПнЗх.

Вітри бувають залежно від напрямку постійні, пануючі, сезонні, середньомісячні, річні та ін. За результатами спостережень будують графіки розподілу вітрів за місяцями, сезонами і за рік, на яких відображають повторюваність напрямку вітру по основних румбах. Такі графіки називають розами вітрів.

2. [Роза вітрів](#), її побудова та практичне значення

Роза вітрів являє собою векторну діаграму, яка характеризує напрямки вітру в досліджуваному місці на основі багаторічних спостережень. Довжини променів, що розходяться від центру діаграми у різних напрямках, пропорційні повторюваності вітрів цих напрямків. Розу вітрів враховують при плануванні населених місць (доцільній орієнтації будівель).



За 8 (або 16) румбами відкладають у вибраному масштабі у вигляді векторів значення повторюваності напрямів (у % від загального числа спостережень) або значення середніх (максимальних) швидкостей вітру, які відповідають кожному румбу. Кінці векторів з'єднують ламаною лінією. Роза вітрів враховується при будівництві підприємств гірничої промисловості, організації провітрювання кар'єрів, а найчастіше роза вітрів використовується в географії

3. Повітряні маси

Атмосфера складається з окремих повітряних мас. В певних умовах радіації над однорідною підстилаючою поверхнею формуються повітряні маси із певними властивостями: температурою, вологістю, тиском, прозорістю тощо. Ці властивості швидко змінюються на межі двох різних повітряних мас. Відповідно бувають теплі й холодні, сухі та вологі, морські й континентальні повітряні маси. На земній поверхні розрізняють основні географічні типи повітряних мас та їх морські та континентальні відміни.

А. Арктичне повітря /АП/. Континентальне арктичне повітря /КАП/ формується над крижаною Арктикою, Таймиром, басейном Колими, Чукоткою і північною Канадою - взимку, а континентальне Антарктичне повітря /КАнП/ - над Антарктидою. Це повітря характеризується низькими температурами, малою вологістю, великою прозорістю, стійкістю. Взимку воно приносить в помірні широти сильні морози, а навесні та восени заморозки. Морське арктичне повітря /МАП/ формується в основному в Європейській Арктиці, над вільними від криги морями і океаном й відрізняється більшою вологістю і дещо вищою температурою, при надходженні на охолоджений материк узимку воно викликає невелике короткочасне потепління.

Б. Помірне повітря /ПП/. Континентальне помірне повітря /КПП/ формується над материками помірних широт, узимку - сильно охолоджене і стійке з ясною морозною погодою, влітку сильно прогрівається. Морське помірне повітря /МПП/ формується над океанами в середніх широтах і

переноситься західними вітрами та циклонами на материки; відрізняється великою вологістю й помірними температурами; взимку приносить відлигу, а влітку прохолодну похмуру погоду.

В. Тропічне повітря /ТП/. Континентальне тропічне повітря /КТП/ формується над материками в тропічних широтах /пустелі Сахара, Аравії, Тар, Калахари/, а влітку в субтропіках і на півдні помірних широт /південь Європи. Середня Азія і Казахстан, Монголія, Північний Китай/; воно сухе, запилене і має високу температуру. Морське тропічне повітря /МТП/ утворюється над тропічними акваторіями океанів і характеризується високими температурами і високою вологістю, хоча відносна вологість знижена.

Г. Екваторіальне повітря /ЕП/. формується в екваторіальних широтах, характеризується високою температурою та великим вмістом вологи як над сушею, так і над морями.

Теплий і холодний фронти

Часто дві сусідні повітряні маси мають різну температуру. Поверхня, що межує між холодною і теплою масами називається фронтальною (фронтом). Пересічення фронтальної поверхні із землею називається лінією фронту.

Фронтальна поверхня – перехідна сфера шириною 0,5-60 км. Вона буває теплою і холодною.

Теплий фронт формується, коли тепла маса повітря насувається на холодну і по похилій площині піднімається вгору. В результаті цього вона охолоджується. У точці роси водяна пара конденсується, що обумовлює формування хмар нижнього ярусу. Відбувається входження одних хмар в інші, в результаті чого випадають дощі. Довжина горизонту сягає 1000 км. Облогові дощі випадають біля лінії шириною 100-300 км. При наближенні теплового фронту знижується атмосферний тиск, температура зростає, вітер сильнішає і стає поривчастим.

Холодний фронт формується, коли холодне повітря насувається на тепле. Будучи щільнішим, воно під тупим кутом підтікає під теплу масу і піднімає її вгору. Відрізняють два типи холодного фронту. *Перший*, коли холодна маса повітря просувається нешвидко, тепле повітря піднімається уповільнено і конденсація пара проходить плавно, спокійно. Влітку перед холодним фронтом утворюються купчасто-дощові хмари, з яких випадають зливові грозові дощі. Перед фронтом атмосферний тиск знижується, а за ним зростає. Збільшується швидкість і поривчастість вітру. *Другий тип*. Дуже швидко просувається холодне повітря. Кут нахилу холодного повітря до підстилаючої поверхні значний. Холодне повітря інтенсивно витісняє тепле. Напередодні проходження холодного фронту температура повітря підвищується, тиск падає. Вітер стає сильнішим, іноді переходить в бурю. Перед фронтом рухаються перисто-купчасті,

висококупчасті, високошаруваті хмари, а за ними – купчасто-дощові. З останніх випадають грозові зливи, або дощ з градом. Після проходження холодного фронту температура знижується, тиск підвищується, а хмарність зменшується.

Лекція 6

Тема 6. Погода і клімат.

1. Поняття про погоду, клімат та агрометеорологічні чинники.
2. Методи досліджень в агрометеорології.
3. Взаємодія факторів середовища та життєдіяльність рослин.

Погана погода - неминучий супутник туристів і мандрівників, особливо в міжсезоння. Однак подорож, навіть в негоду, несе масу позитивних емоцій. Тому не варто від нього відмовлятися - головне бути готовим до примхам погоди.

У статті «50 відтінків сірого» Кері Девіс (інструктор і гід ВМС) дає поради, як зробити подорож безпечним і приємним в будь-яку погоду.

*Подорожі множать всі людські емоції.
Пітер Хьог*

Погода. Фізичний стан нижньої атмосфери у даному місці на певний час називається погодою. Фізичні властивості атмосфери (температура, тиск, вологість, вітер) та атмосферні явища (туман, сніговий покрив, грози, зливи, ожеледиця тощо) є елементами погоди. Людина сприймає погоду не за окремими елементами, а в комплексі, в якому ті чи інші елементи можуть бути переважаючими. Наприклад, живі організми по-різному сприймають погоду жарку суху і жарку вологу, з вітром і без вітру. Погоди дуже різноманітні і ніколи не повторюються, оскільки їх визначають різноманітні фактори: повітряні маси, фронтальні процеси, циклони й антициклони. Погоди — це зовнішній прояв радіаційних та циркуляційних процесів і умов підстильної поверхні.

Класифікації погод. Погоди класифікують за різними ознаками, проте головними є класифікації за радіаційним балансом і за характером атмосферних процесів, які враховують вплив погоди на життя і діяльність людей. За радіаційним балансом погоди поділяють на безморозні, з переходом через 0 °С і морозні. Кожен з цих типів поділяють на класи.

I. Безморозні погоди відповідають умовам додатного радіаційного балансу. В цій групі розрізняють такі погоди:

1. Посушливі суховійні. Середня добова температура t° вища за 22 °С, відносна вологість r - менша за 40 %.
2. Помірні посушливі - $t^{\circ} > 22$ °С, r - від 40 до 60 %.
3. Мало хмарні.

Ці три класи пов'язані з антициклонами

4. Хмарна вдень. Виникає під час проходження фронтів або нагрівання повітря над теплою поверхнею.

5. Хмарна вночі. Виникає під час проходження фронтів уночі або над теплішою порівняно з суходолом поверхнею моря.

6. Хмарна без опадів.

7. Хмарна з опадами (дощова), зв'язана з фронтами.

8. Волога тропічна - t° понад 22°C , r - понад 80 %.

II. Погоди з переходом через 0 характерні для перехідних сезонів, коли середня добова температура може бути вищою за 0°C , а мінімальна — нижчою, або середня добова температура нижча, а максимальна вища за 0°C . В цьому типі виділяють два класи:

9. Хмарна вдень. Пов'язана з фронтами, супроводжується опадами.

10. Ясна вдень. Зумовлена антициклонами.

III. Морозні погоди, відповідають умовам негативного радіаційного балансу. Виділять такі класи:

11. Слабо і помірно морозна - t° від 0°C до $-12,4^{\circ}\text{C}$.

12. Значно морозна - t° від $-12,5^{\circ}\text{C}$ до $-22,4^{\circ}\text{C}$.

13. Дуже морозна - t° від $-22,5^{\circ}\text{C}$ до $-32,4^{\circ}\text{C}$.

14. Люті морози - t° від $-32,5^{\circ}\text{C}$ до $-42,4^{\circ}\text{C}$.

15. Тріскучі морози - t° нижче $-42,5^{\circ}\text{C}$.

З класифікації випливає, що погоди залежать не тільки від радіаційного балансу, а й від атмосферних процесів - фронтальних чи внутрішньомасових. Внутрішньомасові процеси зв'язані з нагріванням або охолодженням повітря від земної поверхні. Під час нагрівання розвивається конвекція, що супроводжується утворенням купчастих хмар, можливі опади, під час охолодженні виникає типова інверсія, погода прояснюється. Фронтальні процеси у всіх випадках супроводжуються поганою погодою, однак погода теплового фронту відмінна від погоди холодного фронту.

За характером атмосферних процесів погоди поділяють на такі типи:

I тип - ясна або малохмарна, що формується в антициклонах.

II тип - хмарна з проясненнями і короткочасними зливами. Типова для холодних фронтів.

III тип - хмарна. Висота і потужність хмар незначні. Часто з них випадає мжичка. Характерна для зимового періоду і пов'язана з розмитими фронтами.

IV тип - обложні опади (сльота). Погода типова для циклонів з системою фронтів. Додаткові ознаки - сильні пориви вітру, взимку хуртовини.

Значні зміни в погоді відбуваються під час переміщенні серії циклонів та антициклонів. Коли наближається циклон, падає атмосферний тиск, підсилюється вітер, змінюється його напрям, на заході появляються перисті хмари, що рухаються паралельними смугами на схід. За ними появляються високо-шаруваті хмари, потім шарувато-дощові, з яких випадає дощ або сніг.

Для антициклонів характерні тихі безхмарні погоди: влітку жаркі, взимку морозні, можливі тумани.

Погода - стан атмосфери в даному пункті, в певний момент часу, який характеризується сукупністю значень метеовеличин. Звернути увагу на певний момент часу і даний пункт.

Метеорологічні величини - характеристики стану повітря і деяких атмосферних процесів (тиск, температура повітря, вологість повітря, хмарність, опади, вітер)

Метеорологічні умови - характеристика значення **метеорологічних величин** на певний проміжок часу на даній території.

Таким чином, атмосферний тиск це метеовеличина, а метеоумови характеризуються значенням тиску 760 мм рт. ст.

Метеоумови дуже різні в одному пункті в один проміжок часу. Наприклад, у посіві та над ним різна вологість повітря, температура, освітленість. У таких випадках говорять про мікроклімат. У широких масштабах для точності та об'єктивності інформації користуються стандартними величинами. Їх отримують у стандартних умовах на метеостанціях, де використовуються певні стандарти вимірювань. Такі дані можна порівнювати і співставляти.

Агрометеофактори – метео- та гідрологічні величини, що визначають стан і продуктивність с.-г об'єктів.

Агрометеоумови – аналог метеоумов.

Агрокліматичні умови - багаторічні характеристики агрометеоумов у даній місцевості. Йдеться про середні багаторічні дати настання весни, вегетації, середньорічні та подекадні кількості опадів. Ці величини середні, і не є абсолютними, а постійно змінюються. Коливаються навколо середньої величини. Це статистична величина. Характеризується дисперсією. Тому вказують порівняно з середньорічними також дати самого пізнього та самого раннього переходу до весни, наприклад.

Список використаної літератури

1. Васильев А. А. Прогноз погоди / А. А. Васильев, Р. М. Вильфанд. – М., 2008. – 60 с.
2. Захаровская Н. Н. Метеорология и климатология : учеб. пособ. / Н. Н. Захаровская, В. В. Ильинич. – М. : Колос, 2005. – 127 с.
3. Хромов С. П. Метеорология и климатология : учеб. / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. – М. : Изд-во Моск. ун-та „Наука”, 2006. – 582 с.
4. Моргунов В. К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений : учеб. – Ростов : Феникс, 2005. – 331 с.
5. Проценко Г. Д. Метеорологія і кліматологія : навч. посіб. / Г. Д. Проценко. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – 266 с.

6. Антонов В. С. Короткий курс загальної метеорології / В. С. Антонов. – Чернівці : Рута, 2004. – 356 с.
7. Галік О. І. Метеорологічні прилади і методи спостережень. Практикум: навч. посіб. / О. І. Галік. – Рівне : НУВГП, 2008. – 134 с.
8. Дати переходу температури повітря в Україні за сучасних умов клімату ; за ред. В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко. – УНД гідрометеорологічний ін-т. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 304 с.
9. Дмитренко В. П. Зміни клімату і проблеми сталого розвитку України / В. П. Дмитренко // Проблеми сталого розвитку України. – К. : БМТ, 2001, С. 371–383.
10. Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур / В. П. Дмитренко. – УНД гідрометеорологічний ін-т. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 620 с.
11. Долгілевич М. Й. Метеорологія та кліматологія / М. Й. Долгілевич. – 2-ге вид., перероб. і доповн. – Житомир : Житомирський держ. техн. ун.-т., 2005. – 324 с.
12. Долгілевич М. Й. Практикум з метеорології та кліматології : навч. посіб. / М. Й. Долгілевич, Т. М. Радіонова. – Житомир : Житомир. інж.-технол. ін-т, 2002. – 201 с.
13. Клімат України ; за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
13. Кнорр Н. В. Основи метеорології та кліматології : навч. посіб. / Н. В. Кнорр. – Херсон, 2003. – 120 с.
14. Лосев А. П. Сборник задач и вопросов по метеорологии / А. П. Лосев. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 144 с.
15. Моргунов В. К. Основы метеорологии и климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений / В. К. Моргунов. – Ростов на Дону : Феникс, 2005. – 331 с.
16. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Агрометеорологічні спостереження. – К. : Державна гідрометеорологічна служба України, 2007. – Вип. 11. – 357 с.
17. Науково-прикладний довідник з агрокліматичних ресурсів України (засушливі явища). – К. : УкрГМЦ Держгідромету України, 1995. – Сер. 2. – Ч. 4. – 206 с.

Інформаційні ресурси.

1. Міністерство освіти і науки України <http://www.mon.gov.ua>,
www.osvita.com.
2. Міністерство енергетики та захисту довкілля України
<http://www.menr.gov.ua/>.
3. Державна служба України з надзвичайних ситуацій
<http://www.mns.gov.ua/>.
4. Рада національної безпеки і оборони України <http://www.rainbow.gov.ua/>.
<http://kl06.khai.edu/ru/site/uchebniki-i-posobiva.html>
5. Л.С., Кашарин Д.В. Метеорологія і кліматологія. - Новочеркасск, 2017. - 107 с.
6. <http://aviationweather.gov/obs/sat/intl/ir.shtml> - поточні знімки хмарності по регіонам Землі (англ.)
7. <http://cirrus.meteo.noa.gr/forecast/lightning.gif> - поточна грозова активність над Європою (англ.)
8. <http://cliware.meteo.ru/inter/data.html> - добові дані по температурі повітря і опадам по містах колишнього СРСР за всю історію метеоспостережень
9. <http://data.oceaninfo.ru/applications/indexes/index.jsp> - Глобальні кліматичні індекси, що відображають взаємозв'язок атмосфери й океану в конкретних регіонах Землі
10. <http://ice-halo.net/> - детальна інформація про гало та інші оптичних явища в атмосфері
11. <http://maps.wunderground.com/tropical> - моніторинг ураганів і тайфунів на земній кулі, а також архів всіх тропічних циклонів у Північній Атлантиці за період з 1851 по 2009 рр. (англ.)
12. <http://meteocenter.net/maps/> & <http://meteocenter.net/fact/> - представлений великий набір фактичних і прогностичних карт погоди
13. <http://meteoinfo.by/maps> - якісні прогностичні карти температури, опадів, хмарності та ін. по території Європи та європейської території Росії
14. <http://meteorologist.ru/> - словник метеорологічних термінів і понять.
15. <http://meteovlab.meteorf.ru/> - навчання супутникової гідрометеорології в режимі он-лайн.
16. <http://meteoweb.ru> - на сайті зібрано велику кількість статей про погоду, різні карти погоди від провідних погодних центрів Європи та багато іншого.
17. <http://pogoda.ru.net> - сайт присвячений в основному кліматичним показникам по містам колишнього СРСР і далекого зарубіжжя, а також моніторингу клімату.
18. <http://weather.unisys.com/hurricane/index.html> - архіви тропічних циклонів у Тихому, Індійському і Атлантичному океанах за різні часові інтервали. (англ.)
19. <http://weatherchasers.ucoz.ru> - Ігор Кибальчич / Посилання на метеорологічні сайти.

20. <http://webflash.ess.washington.edu> - моніторинг грозової активності по земній кулі (англ.)
21. <http://www.antarctica.ac.uk/met/READER/data.html> - середньомісячні метеорологічні дані по всіх станціях Антарктиди за всі роки спостережень
22. <http://www.at.dundee.ac.uk> - безліч супутникових знімків хмарності в різних діапазонах, а також архів знімків з 1978 року. Вимагає реєстрації. (англ.)
23. <http://www.essl.org/ESWD/> - моніторинг стихійних погодних явищ в Європі (англ.)
24. http://www.fvalk.com/images/Day_image/ - знімки хмарності, отримані з геостаціонарних супутників Землі з високою роздільною здатністю
25. <http://www.hobitus.com/noaa/preview/> - галерея поточних супутникових знімків хмарності в різних діапазонах над ЄТР і східною Європою
26. <http://www.meteo.com.ua/> - Український Гідрометцентр, поточна погода в містах України та офіційний прогноз на 5 діб.
27. <http://www.meteoblue.com/en/weather/weather-maps/europe/> - безліч прогностичних карт по регіонах Землі і аерологічні діаграми (англ.)
28. <http://www.sat24.com/images.php?country=eu&sat=ir&type=large> - поточний якісний знімок хмарності в інфрачервоному діапазоні над Європою. Інформація оновлюється кожні 15 хв.
29. http://www.thesis.lebedev.ru/active_areas.html - поточна сонячна активність
30. <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/tkfaxbraar.htm> - архів приземних баричних утворень над Європою з 1998 року по сьогодні

Подгаєцький Анатолій Адамович
Кравченко Наталія Володимирівна
Гнітецький Максим Олегович

«МЕТЕОРОЛОГІЯ І КЛІМАТОЛОГІЯ»

Курс лекцій
для студентів – ОС « бакалавр»
1 курсу денної і заочної форм навчання

напря́м підготовки:
242- «Туризм»,

Редакційно-видавничий відділ Сумського національного аграрного університету, м.Суми, вул. Г. Кондратьєва 160.

Підписано до друку: _____ 2020. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж: 30 примірників. Замовлення _____ Ум. друк. арк. 2