

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи студентів та виконання контрольної роботи
з елементами дистанційного навчання
для студентів заочної форми навчання
з дисципліни

**«МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ
ВИМІРЮВАНЬ»**

для студентів зі спеціальності "Науки про Землю"

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи студентів та виконання контрольної роботи
з елементами дистанційного навчання
для студентів заочної форми навчання
з дисципліни

**«МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ
ВИМІРЮВАНЬ»**

для студентів зі спеціальності "Науки про Землю"

"Узгоджено"

Завідувач навчально-
консультаційного центру

_____ Волошина О.В.

"Затверджено"

на засіданні кафедри АСМНС
протокол №__ від _____ 2017р.
Зав. каф. АСМНС

_____ Перелигін Б. В.

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи студентів та виконання контрольної роботи
з елементами дистанційного навчання
для студентів заочної форми навчання
з дисципліни

**«МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ
ВИМІРЮВАНЬ»**

для студентів зі спеціальності "Науки про Землю"

"Узгоджено"

Завідувач навчально-
консультаційного центру
_____ Волошина О.В.

"Затверджено"

на засіданні кафедри АСМНС
протокол №__ від _____ 2017р.
Зав. каф. АСМНС
_____ Перелигін Б. В.

Одеса 2017

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та виконання контрольної роботи з елементами дистанційного навчання для студентів заочної форми навчання з дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань» зі спеціальності "Наука про Землю"

Укладач: Лавріненко Ю.В. – Одеса ОДЕКУ, 2017р.

ЗМІСТ

	стор.
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	4
1.1 Передмова.....	4
1.2 Зміст дисципліни „Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань».....	5
1.3 Перелік навчальної літератури	5
1.4 Перелік знань, вмінь та компетенцій студентів	5
1.5 Оцінка знань студентів.....	6
2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ.....	9
2.1 Основні теорії вимірювання	10
2.2 Вимірювання температури на метеорологічній мережі.....	11
2.3 Вимірювання атмосферного тиску в метеорології	12
2.4 Вимірювання вологості повітря в метеорології.....	13
2.5 Вимірювання параметрів вітру	14
2.6 Вимірювання опадів та випаровування	15
2.7 Вимірювання висоти нижньої межі хмар	16
2.8 Вимірювання метеорологічної дальності видимості	17
2.9 Вимірювання променевої енергії	18
2.10 Вимірювання вмісту озону в атмосфері	19
2.11 Вимірювання радіоактивності атмосферного повітря, води і снігового покриву	19
2.12 Рекомендації щодо виконання завдання практичного модуля дисципліни.....	20
3 КОНТРОЛЬНА МЕЖСЕСІЙНА РОБОТА	22
3.1 Загальне положення.....	22
3.2 Теоретична частина КМР	22
3.3 Практична частина КМР	25

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Передмова

Дисципліна „Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань” є обов’язковою дисципліною підготовки спеціалістів зі спеціальністю "Наука про Землю" і відноситься до циклу професійної та практичної підготовки (цикл В).

Мета дисципліни – вивчити принцип дії і будову пристроїв для вимірювання гідрометеорологічних параметрів.

Завдання дисципліни полягає у вивченні теоретичних та методичних основ роботи гідрометеорологічних приладів.

Дисципліна „Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань” базується на вивченні таких дисциплін, як „Фізика”, „Вища математика”, «Хімія».

В свою чергу вона забезпечує такі дисципліни як „Фізична гідрологія”, „Фізична океанологія”, „Фізика атмосфери”, „Методи дистанційного зондування навколишнього середовища”, „Синоптична метеорологія”, „Динамічна метеорологія” .

Загальний обсяг навчального часу, що припадає на вивчення дисципліни визначається навчальним планом..

Практика вищої школи переконує в тому, що провідною ланкою сучасного навчального процесу є самостійна робота студентів, яка формує систему знань майбутнього інженера-фахівця з глибокими теоретичними знаннями та високими практичними навичками в застосуванні та експлуатації гідрометеорологічних приладів.

Мета даних методичних вказівок полягає в наданні допомоги студентам заочної форми навчання при самостійному вивченні дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань». В них надається перелік модулів теоретичного та практичного курсів. До кожного модуля надається перелік основних питань до вивчення навчальної літератури і контрольні запитання для перевірки якості засвоєння матеріалу.

1.2 Зміст дисципліни „Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань”

Змістовні модулі	Розділи програми (назва)	Теми
ЗМ-Л1	Основи метеорології, організація спостереження та вимірювання параметрів атмосфери	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет, мета і задачі дисципліни. 2. Структура дисципліни. Практична значимість дисципліни. Зв'язок дисципліни з іншими дисциплінами. Методичне забезпечення дисципліни. 3. Основні поняття метеорології. 4. Загальні відомості про організації метеорологічних спостережень. 5. Прилади для вимірювання температури повітря. 6. Прилади для вимірювання атмосферного тиску. 7. Прилади для визначення вологості повітря.
ЗМ-Л2	Визначення стану повітряного басейну	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вимірювання висоти нижньої межі хмар. 2. Вимірювання метеорологічної дальності видимості. 3. Вимірювання параметрів сонячної радіації. 4. Вимірювання озону в атмосфері. 5. Вимірювання рівня радіації.
ЗМ-П1		<ol style="list-style-type: none"> 1. Вимірювання висоти нижньої межі хмар. 2. Вимірювання метеорологічної дальності видимості. 3. Актинометричні вимірювання.

1.3 Перелік навчальної літератури

1. Ауров В.В. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підручник Одеса, «ТЭС», 2002. 84 с.
2. Корбан В.Х. Методи гідрометеорологічних вимірювань: конспект лекцій Одеса, «ТЭС», 2009. 400 с.
3. Лавріненко Ю.В. Збірник методичних вказівок для виконання лабораторних робіт з дисципліни "Методи гідрометеорологічних вимірювань" Одеса, ОДЕКУ, 2010. 93 с.
4. Інтернет ресурс за темами.

1.4 Перелік знань, вмінь та компетенцій студентів

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- основи метеорології;
- одиниці вимірювання основних метеорологічних параметрів;

- пристрої та принципи дії базових гідрометеорологічних приладів;
- принцип побудови гідрометеорологічної мережі;
- правила проведення та первинної обробка гідрометеорологічних вимірювань.

вміти:

- підготувати до роботи та перевіряти працездатність гідрометеорологічних приладів;
- виконувати основні гідрометеорологічних вимірювання.

Компетенції:

- здатність використання отриманих даних з метою прогнозування погоди.

1.5 Оцінка знань студентів

Поточна та підсумкова оцінка рівня знань студентів здійснюється за модульною накопичувальною системою.

Поточний модульний контроль з дисципліни передбачений за лекційним змістовним модулем, одним практичним змістовним модулем та одним модулем індивідуального завдання програми.

Методично модульний контроль лекційного модуля проводиться в формі письмового тесту. Кожному студенту видається свій варіант контрольного завдання. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші відповідно до наступного зразка:

Контрольна тестова робота
з дисципліни „Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань”
студент групи _____ (прізвище, ім'я, по батькові студента)

Варіант № _____

Номер запитання

Буквений код вибраної відповіді (а, б, в, г)

Дата

Підпис

Методично контроль домашнього завдання проводиться в формі оцінювання правильності відповіді на теоретичні запитання і розв'язання практичних задач контрольного домашнього завдання.

Після виконання контрольного домашнього завдання, вивчення лекційного матеріалу та виконання самостійної роботи зі змістового модуля проводяться модульні тести КР-1, за виконання якого може бути нарахована максимальна кількість балів згідно табл. 1.

Таблиця 1 - Розподіл балів за лекційними тестовими модулями і контрольним домашнім завданням і практичним модулем

Змістовний модуль	Форма контролю	Максимальна сума балів
ЗМ-Л1	КР-1(тест)	20
ЗМ-КМР	КМР	30
ЗМ-П1	Звіт з л/р	50
Всього		100

Критерії оцінювання в балах контрольних тестових робіт в залежності від кількості правильних відповідей на запитання приведено в табл. 2.

Табл.2 - Критерії оцінювання тестів

Визначення	Бали
	КР-1
19 - 20 правильних відповідей з 20	9 – 10
16 - 18 правильних відповідей з 20	8
14 - 15 правильних відповідей з 20	7
12 - 13 правильних відповідей з 20	6
Кількість правильних відповідей менше 11 і менше	< 6

Контрольне домашнє завдання оцінюється за критеріями описаними нижче в підрозділі 3.1

Всі лабораторні роботи входять до змістовного модуля ЗМ–П1 за виконання якого максимально може бути зараховано 50 балів (табл. 1). При виконанні лабораторних робіт кожен студент відповідає на запитання викладача щодо лабораторної роботи. Оцінюється лабораторна робота в рамках виділених на неї балів згідно табл. 3

Таблиця 3 - Розподіл балів за практичними змістовними модулями

Змістовний модуль	Форма занять	Розділи	Максимальна сума балів
ЗМ – П1	лабораторні	1. Вимірювання висоти нижньої межі хмар.	15
		2. Вимірювання метеорологічної дальності видимості.	15
		3. Актинометричні вимірювання.	20
Всього			50

Наприкінці вивчення дисципліни студенти пишуть заліковий контрольний тест. Оцінка за заліковий тест виставляється відповідно критеріям приведенням в табл. 2.

Сума балів, яку одержав студент за всі контрольні тести, контрольне домашнє завдання і за практичний модуль формують інтегральну оцінку студента з навчальної дисципліни.

Для заочної форми навчання накопичена підсумкова оцінка (ПО) за дисципліну розраховується за формулою:

$$ПО = 0,75 \times [0,5 \times (ОЗЕ + ОМ)] + 0,25 \times ОЗКТ,$$

де ОЗЕ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС під час проведення аудиторних занять (тест КР-1, згідно табл. 1 максимальна кількість балів - 20 і звіт л/р, згідно табл. 1 максимальна кількість балів - 50);

ОМ - кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС у міжсесійний період (КМР, згідно табл. 1 максимальна кількість балів – 30).

ОЗКТ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) залікового тесту (заліковий тест, згідно табл. 2 – 10).

Наприкінці сесії студент заочної форми навчання отримує інтегральну оцінку з дисципліни за всіма системами оцінювання наступним чином:

- студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, отримує якісну оцінку (зараховано або не зараховано) залежно від накопиченої підсумкової оцінки згідно з табл. 4 за умови: $ОЗКТ \geq 50\%$ від максимально можливої суми балів за залікову контрольну роботу.

Таблиця 4 - Шкала оцінювання

За шкалою ECTS	За національною системою		Бал успішності
	для іспиту	для заліку	
A	5 (відмінно)	зараховано	90-100
B	4 (добре)	зараховано	82-89,9
C	4 (добре)	зараховано	74-81,9
D	3 (задовільно)	зараховано	64-73,9
E	3 (задовільно)	зараховано	60-63,9
FX	2 (незадовільно)	не зараховано	35-59,9
F	2 (незадовільно)	не зараховано	1-34,9

2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Рекомендується наступний порядок вивчення дисципліни:

- зміст кожної теми курсу вивчається за допомогою навчальної та методичної літератури, що наведена в списку;
- після вивчення змісту кожної теми курсу потрібно відповісти на „запитання самоперевірки”, що наведені у даних методичних вказівках;
- якщо виникли питання при вивченні теоретичного матеріалу, при виконанні контрольної роботи, при підготовці до лабораторних робіт потрібно звернутись до викладача.

В процесі самостійної роботи в міжсесійний період студенту рекомендується дотримуватися термінів наведених нижче в табл. 5

Таблиця - 5 - Графік виконання контрольних завдань.

№	Завдання (теми контрольних робіт)	Термін представлення
1	Тема « Основні теорії вимірювання » По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання	до 1 листопада
2	Тема « Вимірювання температури на метеорологічній мережі » По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання	до 1 грудня
3	Тема « Вимірювання атмосферного тиску в метеорології » По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання.	до 1 січня
4	Тема « Вимірювання вологості повітря в метеорології » По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання.	до 1 лютого
5	Тема « Вимірювання параметрів вітру » По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання.	до 15 лютого
6	Тема « Вимірювання опадів та випаровування » По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання.	до 1 березня
7	Тема « Вимірювання висоти нижньої межі хмар » По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання.	до 15 березня

8	Тема « Вимірювання метеорологічної дальності видимості » По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання.	до 1 квітня
9	Тема « Вимірювання променевої енергії » По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання.	до 15 квітня
10	Тема « Вимірювання вмісту озону в атмосфері » По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання.	до 1 травня
11	Тема " Вимірювання радіоактивності атмосферного повітря, води і снігового покриву " По темі відповісти на теоретичні запитання, та виконати практичне завдання.	до 15 травня

2.1 Основні теорії вимірювання (орієнтовано потрібний час 10 годин).

Загальні відомості про вимірювання фізичних величин. Мета метеорологічних вимірювань та їх організація. Строки вимірювань. Основні метеорологічні величини та вимірювані величини. Види, засоби і методи вимірювань. Вимоги, що пред'являються до метеорологічних приладів. [1, 2]

Запитання для самоперевірки

1. Види вимірювань.
2. Види погрешностей вимірювань.
3. Порядок обліку систематичних погрешностей.
4. Обробка результатів прямих вимірювань.
5. Як повинні бути організовані метеорологічні вимірювання?
6. Хто в Україні керує всіма системами збору первісної метеорологічної інформації?
7. Якими технічними засобами оснащуються метеорологічні станції і пости?
8. Які результати метеорологічних вимірювань включає первісна метеорологічна інформація?
9. Що розуміють під поняттям «метеорологічна величина»?
10. В які строки проводяться метеорологічні вимірювання?
11. На чому засновані метеорологічні вимірювання?
12. Які метеорологічні величини існують в метеорології?
13. Які використовуються вимірювані величини?

14. Які одиниці використовуються при метеорологічних вимірюваннях?
15. Які вимоги ставляться до метеорологічних приладів?
16. В чому полягає єдність метеорологічних вимірювань?

2.2 Вимірювання температури на метеорологічній мережі (орієнтовано потрібний час 10 годин)

Інерція термометрів. Види термометрів для метеорологічних вимірювань. Термометри метеорологічні, скляні і рідинні. Психрометричний термометр. Термометр спиртовий метеорологічний низькоградусний. Термометри ртутні метеорологічні колінчасті (Савінова). Термометр ртутний максимальний. Термометр мінімальний. [1 - 3].

Установки з ґрунтово-витажними термометрами. Термометр-щуп похідний ґрунтовий. Деформаційні термометри. Термографи. Термометри опору. Термоелектричні термометри. Термометри термотранзисторні. Вимірювання і реєстрація температури на метеорологічних станціях.

Запитання для самоперевірки

1. На якому фізичному принципі засновано вимірювання температури середовища?
 2. На якому принципі заснована дія термометра?
 3. Які температурні шкали використовуються для вимірювання температури середовища?
 4. Що являє собою міжнародна практична температурна шкала?
 5. Як визначається інерція термометра?
 6. Які види термометрів використовуються при метеорологічних вимірюваннях?
 7. Як побудовані скляно-рідинні метеорологічні термометри?
 8. Як побудований психометричний термометр ?
 9. Як побудований термометр спиртовий метеорологічний низькоградусний?
 10. Як побудовані термометри Савінова?
 11. Як побудований термометр ртутний максимальний?
 12. В чому полягає відмінність спиртового мінімального термометру від інших?
 13. Для чого призначена установка з ґрунто-витажними термометрами?
 14. Як вимірюється температура похідним ґрунтовим термометром-щупом?
 15. На якому фізичному принципі засноване вимірювання температури деформаційним термометром?

16. Як відбувається реєстрація температури за допомогою термографа?
17. На якому принципі засноване вимірювання температури термометром опору?
18. Яку відмінність має зрівноважений вимірювальний електричний міст від незрівноваженого?
19. На якому принципі засноване вимірювання температури термоелектричними термометрами?
20. Що являє собою термотранзисторний термометр?
21. Як робиться реєстрація температури повітря і ґрунту на метеорологічних станціях і постах ?

2.3 Вимірювання атмосферного тиску в метеорології (орієнтовано потрібний час 10 годин)

Ртутні барометри. Чашкові станційні барометри з компенсованою шкалою. Барометр сифонно-чашковий контрольний. Барометр сифонно-чашковий інспекторський [2, 3]. Барометри деформаційні. Анероїд БАММ. Барометр-анероїд М-67. Барограф. Датчик тиску уніфікований. Гіпсобарометр.

Запитання для самоперевірки

1. Якими одиницями користуються при вимірюванні тиску на метеорологічній станції?
2. Який принцип вимірювання тиску барометром?
3. Чому в барометрах використовується ртуть, а не будь-яка інша речовина?
4. Як вимірюється тиск чашковим барометром з компенсованою шкалою?
5. Яких необхідно дотримуватися правил під час вимірювання тиску?
6. Чим забезпечується задана точність вимірювання тиску ртутними барометрами?
1. Для чого використовується термометр, закріплений в нижній частині барометра?
7. Для чого призначена компенсована шкала в чашковому барометрі?
8. Як здійснюється вимірювання тиску по станційному барометру?
10. Яких необхідно дотримуватись правил під час транспортування барометру?
11. Як побудований барометр сифонно-чашковий контрольний?
12. З якою точністю вимірюється тиск сифонно-чашковим контрольним барометром?

13. Яких правил потрібно додержуватись під час установки сифонно-чашкового контрольного барометра?
10. Як вимірюється тиск сифонно-чашковим контрольним барометром?
14. Який барометр використовується під час інспекцій метеорологічних станцій?
15. Як побудований сифонно-чашковий інспекторський барометр?
16. Чому сифонно-чашковий інспекторський барометр більш зручний для транспортування, ніж інші барометри?
17. Чи можна використовувати сифонно-чашковий інспекторський барометр під час інспекцій високогірних метеорологічних станцій?
18. В якому порядку робиться вимірювання тиску за допомогою сифонно-чашкових барометрів?
19. Які похибки бувають під час вимірювання атмосферного тиску ртутними барометрами?
20. Як побудований деформаційний барометр?
21. Як побудований анероїд БАММ?
22. В чому полягає відмінність барометра анероїда М-67 від анероїда БАММ?
24. Як вимірюється тиск за допомогою барометра анероїда?
25. Який принцип реєстрації змін атмосферного тиску барографом?
26. На чому заснований принцип дії датчика тиску уніфікованого?
27. На чому заснований гіпсометричний метод вимірювання атмосферного тиску?

2.4 Вимірювання вологості повітря в метеорології (орієнтовано потрібний час 20 годин)

Вимірювання вологості повітря за допомогою станційного психрометра. Принцип вимірювання вологості аспіраційними психрометрами. Вимірювання вологості волосними гігрометрами. Безперервна реєстрація змін вологості повітря гігрометрами [2, 3].

Фізичні основи і загальна характеристика методів вимірювання вологості повітря. Теоретичні основи методу. Обладнання та принцип дії психрометрів. Гігрометри точки роси. Електролітичний гігрометр з підігріванням. Кулонометричні гігрометри. Дифузійний амперметричний гігрометр. Сорбційний електро-гігрометр. Гігрометр сорбційний оксидно-алюмінієвий .

Запитання для самоперевірки

1. Якими величинами оцінюється вміст водяного пару в повітрі?
2. Які існуючі методи вимірювання вологості та прилади є більш розповсюдженими?
3. В чому полягає суть психометричного методу?
 1. Як побудований станційний психометр?
 1. Як проводяться вимірювання за допомогою станційного психометра?
 2. Як розраховується вологість за показниками психометра?
 3. Який принцип дії аспіраційного психометра?
 4. Як побудований аспіраційний психометр?
 4. Який порядок вимірювання вологості за допомогою аспіраційного психометра?
10. Як розраховується вологість за допомогою аспіраційного психометра?
11. В чому полягає фізичний принцип вимірювання вологості волосяним гігрометром?
12. Як побудований волосний гігрометр?
13. Як отримати дійсну відносну вологість за допомогою волосяного гігрометра?
14. Як реєструється вологість повітря на метеорологічних станціях?
15. Як побудований гігрограф?
16. В чому полягає принцип дії гігрометра точки роси?
17. З яких основних частин складається гігрометр точки роси?
18. В чому полягає принцип вимірювання вологості електролітичним гігрометром з підігрівом?
19. Як вимірюється вологість за допомогою кулонометричного гігрометра?
20. Як вимірюється вологість дифузійним амперометричним гігрометром?
21. Як вимірюється вологість сорбційним електро-гігрометром?
22. В чому полягає принцип дії сорбційного оксидно-алюмінієвого гігрометра?

2.5 Вимірювання параметрів вітру (орієнтовано потрібний час 10 годин).

Первинні перетворювачі напрямку і швидкості вітру. Флюгер станційний. Анемометр ручний чашковий з лічильним механізмом МС-13. Анеморумбометри М-49. Анемометр ручний індукційний АРІ. Анемометри контактні [2, 3].

Запитання для самоперевірки

1. Що являють собою флюгарки?
2. В чому полягає принцип дії колеса Салейрона?
3. Що відноситься до первісних перетворювачів напрямку вітру?
4. На чому засновані первісні перетворювачі швидкості вітру?
1. Який принцип вимірювання швидкості вітру чашковою вертушкою?
2. На якому принципі засноване вимірювання вітру повітряними гвинтами?
3. Як проводиться установка флюгера на метеорологічній станції?
4. Для чого використовується градуйована таблиця з легкою і важкою дошкою?
5. Як проводиться вимірювання напрямку і швидкості вітру за допомогою флюгера?
6. Як побудований ручний чашковий анемометр з лічильним механізмом?
7. Як вимірюється швидкість вітру за допомогою ручного чашкового анемометра з лічильним механізмом?
8. Як побудований ручний індукційний анемометр?
9. Яка методика вимірювання швидкості за допомогою ручного індукційного анемометра?
10. Як побудований контактний чашковий анемометр?
11. В чому полягає принцип дії реєстратора М-97 до контрактного анемометра?
12. Як вимірюється швидкість вітру за допомогою анемометру М-92?
13. Для чого використовується анеморумбометр М-49?
14. В чому полягає принцип дії анеморумбометра М-49?
15. Який принцип дії ультразвукового анемометра?
16. Який принцип дії теплового анемометра?
17. Який принцип дії ультразвукового румбометра?

2.6 Вимірювання опадів та випаровування (орієнтовано потрібний час 10 годин)

Вимірювання опадів за допомогою опадомірів та дощомірів. Дощомір ґрунтовий. Опадомір сумарний. Реєстрація кількості та інтенсивності опадів за допомогою пльовіографа П-2 [2].

Снігомірне вимірювання. Вимірювання щільності снігу. Вимірювання запасів води в сніговому покриві за допомогою радіоактивних ізотопів.

Вимірювання інтенсивності випадання і осадження ожеледиці, паморозі і роси. Вимірювання випаровування [2].

Запитання для самоперевірки

1. Для чого призначений опадомір?
2. Як установлюється опадомір?
1. Як на метеорологічних станціях проводиться вимірювання опадів?
3. Як вимірюється кількість опадів сумарним опадоміром?
2. В чому полягає реєстрація опадів та кількість випадаючих опадів пловіографом П-2?
4. Як побудований механізм примусового зливання пловіографа?
5. Як робиться обробка записів інтенсивності і кількості опадів?
3. Які методи і прилади використовуються для вимірювання висоти снігового покриву?
6. Як вимірюється щільність снігу?
7. Який принцип вимірювання запасів води в сніговому покриві за допомогою радіоактивних ізотопів?
8. Як вимірюється осадження ожеледиці ожеледковим станком ?
9. Як проводяться спостереження за рососою?
10. Як побудований механізм россографа?
11. Який принцип вимірювання випаровування з ґрунту та водойм?
12. В чому полягає принцип дії випароміра ГГІ-3000?

2.7 Вимірювання висоти нижньої межі хмар (орієнтовано потрібний час 20 годин)

Метод куле-пілотів. Світлолокаційний метод, реалізований в ІВО-1М. Реєстратор висоти нижньої межі хмар РВО-2. Лазерний вимірювач висоти нижньої межі хмар [2]. Тріангуляційний метод [1,2].

Запитання для самоперевірки

1. В чому полягає вимірювання нижньої межі хмар методом куле-пілотів?
2. Як вимірюється висота нижньої межі хмар за допомогою прожекторної установки ПІ-45-1?
3. В чому полягає тріангуляційний метод вимірювання висоти нижньої межі хмар?
4. В чому полягає фізична основа світлолокаційного методу вимірювання висоти нижньої межі хмар?
5. Як вимірюється висота нижньої межі хмар вимірювачем ІВО-1М?
6. Як працює датчик прийому імпульсів ІВО-1М?
7. Як працює пульт керування ІВО-1М?
8. Для чого призначений вимірювальний блок приставки ДВ-1М?
9. В чому полягає принцип роботи лазерного вимірювача висоти нижньої межі хмар?

2.8 Вимірювання метеорологічної дальності видимості (орієнтовано потрібний час 20 годин)

Поляризаційний вимірювач М-53А. Реєстратори дальності видимості ФІ-1. Лазерний вимірювач дальності видимості [2, 3].

Вимірювання метеорологічної дальності видимості нефелометричною установкою М-71. Вимірювач метеорологічної дальності В. О. Гаврилова [2, 3].

Запитання для самоперевірки

1. Як проводиться спостереження за метеорологічною дальністю видимості вдень?
2. Як проводиться спостереження за метеорологічною дальністю видимості в темний час доби?
3. В яких одиницях визначається метеорологічна дальність видимості?
4. В чому полягає принцип дії поляризаційного вимірювача дальності М-53А?
5. З яких основних частин складається поляризаційний вимірювач дальності видимості М-53А?
6. Якими методами на метеорологічних станціях визначають метеорологічну дальність видимості?
7. В чому полягає метод фотометричного порівняння?
8. Як проводиться спостереження за МДВ методом фотометричного порівняння?
9. В чому полягає комплексний метод визначення МДВ?
10. Як проводиться обробка результатів спостережень за МДВ методом відносної яскравості?
11. В чому полягає принцип дії нефелометричної установки М-71?
12. Що розуміють під відсною дальністю видимості?
13. Для чого призначений вимірювач Гаврилова В.А.?
14. Який прилад отримав більш широке застосування для визначення метеорологічної дальності видимості?
15. На чому заснований реєстратор дальності видимості?
16. Для чого призначений реєстратор дальності видимості ФІ-1?
17. Які основні прилади та блоки входять до складу ФІ-1?
18. В чому полягає принцип роботи реєстратора дальності видимості ФІ-1?
19. В чому полягає принцип роботи лазерного вимірювача дальності видимості?
20. З яких основних частин складається лазерний вимірювач дальності видимості?

2.9 Вимірювання променевої енергії (орієнтовано потрібний час 25 годин).

Вимірювання прямої і сонячної радіації за допомогою компенсаційного піргеліометра Ангстрема і термоелектричного актинометра М-3. Вимірювання сумарної, розсіяної і відбитої радіації за допомогою термоелектричного піранометра М-80М і похідного альбедометра. Вимірювання балансу радіації за допомогою балансоміра М-10М [1-3]. Вимірювання тривалості сонячного сьйва за допомогою геліографа [2].

Запитання для самоперевірки

1. Що називається сонячною сталою і чому вона дорівнює?
2. На які види ділиться променева енергія?
3. Що являє собою розсіяна радіація?
4. З чого складається сумарна радіація?
5. Дайте поняття альбедо.
6. Дайте поняття земного випромінювання.
7. Що являє собою довгохвильова інфрачервона радіація?
 1. Для чого призначений компенсаційний піргеліометр Ангстрема?
 2. В чому полягає принцип дії компенсаційного піргеліометра Ангстрема?
10. Як і де установлюється піргеліометр?
11. З чого починається вимірювання прямої сонячної радіації?
12. Для чого призначений термоелектричний актинометр М-3?
13. В чому полягає принцип дії термоелектричного актинометра М-63?
 14. Для чого призначений піранометр?
 14. В чому полягає принцип вимірювання сумарної радіації за допомогою піранометра?
 15. В чому полягає принцип вимірювання розсіяної радіації за допомогою піранометра?
 16. В чому полягає принцип вимірювання відбитої радіації за допомогою піранометра?
 14. В чому полягає принцип роботи піранометра?
 15. Для чого призначений альбедометр?
 16. Як можна визначити чутливість піранометра?
 17. Що являє собою балансомір типу М-10М?
 18. В чому полягає принцип дії балансоміра М-10М?
 19. Як робиться реєстрація показань балансоміра?
 20. Для чого призначений геліограф?

21. Як установлюється геліограф?
22. Як проводиться обробка стрічок геліографа?

2.10 Вимірювання вмісту озону в атмосфері (орієнтовано потрібний час 20 годин).

Вимірювання озону за допомогою універсального озонметра М-83. Озонозонди. Оптичні озонозонди [1,2].
Електрохімічні озонозонди. Хемілюмінесцентні озонозонди .

Запитання для самоперевірки

1. Як вимірюється вміст озону в темний час доби?
2. З яких частин складається універсальний озонметр М-83?
3. Як робиться вимірювання озону за допомогою озонметра М-83?
4. Як робиться обробка даних вимірювань озону?
5. В чому полягає принцип дії оптичного озонозонда?
6. Як робиться вимірювання озону за допомогою озонозонда?
7. В чому полягає принцип дії електрохімічного озонозонда?
8. В чому полягає принцип дії хемілюмінесцентного озонозонда?
9. Що використовується як чутлива речовина в хемілюмінесцентному озонозонді?

2.11 Вимірювання радіоактивності атмосферного повітря, води і снігового покриву (орієнтовано потрібний час 20 годин).

Вимірювання радіоактивності атмосферного повітря, води і снігового покриву. Загальні відомості. Основи теорії радіоактивних вимірювань. Лабораторні методи вимірювання радіоактивного забруднення природних середовищ [2,3].

Запитання для самоперевірки

1. Які властивості має радіоактивне випромінення?
2. Як радіоактивний продукт попадає в атмосферу?
2. Які існують методи відбору проб повітря, води та аерозолів, що випадають?
3. Як робиться відбір проб аерозолів?
4. З яких частин складається фільтровентиляційна установка?
5. Як працює фільтр вентиляційної установки «Гайфун»?
6. З якою метою використовують вертикальний екран?
7. Як робиться відбір проб радіоактивних випадань?

8. З якою метою використовується горизонтальний планшет?
9. Як робиться проб води з водойм?
10. Які існують лабораторні методи вимірювання радіоактивного забруднення природних середовищ?

2.12 Рекомендації щодо виконання завдання практичного модуля дисципліни

При виконанні практичного модуля ЗМ-П1 студент повинен вміти підготувати до роботи прилади та проводити вимірювання основних параметрів атмосфери і повітряного басейну та сонячної радіації.

При підготовці до лабораторної роботи повторити склад та характеристики пристроїв, підготувати та провести попередні розрахунки, заготовити таблиці на бланку звіту з лабораторної роботи.

Під час лабораторної роботи зняти показання за приладами та обробити їх. Після зняття показань студент складає звіт з лабораторної роботи на бланку установленого зразка. У звіті повинні бути таблиці, графіки, розрахунки результатів дослідження.

Після підготовки звіту в ході захисту звіту студент повинен бути готовим відповісти на нижче перелічені запитання:

Лабораторна робота №1 «Вимірювання висоти нижньої межі хмар»

1. За яким принципом визначається висота нижньої межі хмар світлолокаційним методом?
2. З якою точністю вимірюється висота нижньої межі хмар світлолокаційним методом?
3. В яких одиницях вимірюється висота нижньої межі хмар світлолокаційним методом?
4. З яких вузлів складається вимірювач висоти нижньої межі хмар ВВХ-1М?
5. Як розміщується апаратура ВВХ-1М на робочій площадці?
6. В яких межах вимірюється висота НМХ ВВХ-1М?
7. В чому полягає принцип роботи датчика світлових імпульсів ВВХ-1М?
8. Які вузли знаходяться на пульті керування?
9. Опишіть роботу датчика за принциповою схемою.
10. Опишіть роботу приймача за принциповою схемою.
11. Опишіть роботу пульта керування за принциповою схемою.

Лабораторна робота №2

«Вимірювання метеорологічної дальності видимості»

1. З яких основних вузлів складається фотометр ФІ-1?
2. Який діапазон вимірювання МДВ за допомогою ФІ-1?
3. За яких температур навколишнього середовища фотометр зберігає свою працездатність?
4. Для чого призначений фотометр ФІ-1?
5. Який час відводиться на відробку фотометром робочої ділянки шкали?
6. Чому дорівнює відносна інструментальна похибка вимірювання МДВ?
7. Скільки потрібно часу для підготовки фотометра до роботи?
8. Який закон лежить в основі метода вимірювання коефіцієнта пропускання шару атмосфери?
9. Яких потрібно дотримуватися правил техніки безпеки під час роботи з фотометром?

Лабораторна робота №3 *«Актинометричні вимірювання»*

1. Які вимірювання входять до комплексу актинометричних?
2. Що є надчутливим елементом у більшості актинометричних пристроїв і чому?
3. Для чого призначений актинометр і як він улаштований?
4. Для чого призначений піргеліометр і як він улаштований?
5. Як і за допомогою чого виконується вимірювання сумарної сонячної радіації?
6. Як і за допомогою чого виконуються вимірювання розсіяної сонячної радіації?
7. Як і за допомогою чого виконуються вимірювання відбиваної сонячної радіації?
8. Як і за допомогою чого виконуються вимірювання прямої сонячної радіації?
9. Як і за допомогою чого виконуються вимірювання балансу сонячної радіації?
10. За допомогою яких пристроїв висвічується результат вимірювання?
11. Яких потрібно дотримуватися правил техніки безпеки під час проведення вимірювань?

3 КОНТРОЛЬНА МЕЖСЕСІЙНА РОБОТА

3.1 Загальне положення

Контрольна робота виконується самостійно відповідно до індивідуального завдання. Завдання складається з теоретичної і практичної частин. Контрольна робота виконується, реєструється відповідно до вимог Приказу № 93 від 14.03.17. Завдання контрольної роботи складається з шести теоретичних запитань з основних розділів курсу та трьох задач.

Критерії оцінки. Якщо студент правильно відповів на всі шість теоретичних запитань і розв'язав всі три задачі, контрольна робота оцінюється в межах 9-10 балів (**«відмінно»**).

Якщо студент правильно відповів на п'ять теоретичних запитань і розв'язав 3 задачі, робота оцінюється на 7- 8 балів (**«добре»**).

Якщо студент правильно відповів на чотири теоретичних запитань і розв'язав 3 задачі, або на п'ять теоретичних запитань і розв'язав правильно дві задачі, то контрольна робота оцінюється на 5-6 балів (**«задовільно»**).

Один бал може бути знятий за недбалість і не дотримання вимог ДСТУ при оформленні роботи.

Одержавши за контрольну роботу позитивну оцінку студент допускається до складання заліку, якщо студент отримав незадовільну оцінку, то контрольна робота повертається на дороблення. Після виправлення всіх недоліків і зауважень, контрольна робота знову здається для перевірки.

3.2 Теоретична частина КМР

Для теоретичної частини контрольної роботи **варіант завдання визначається за допомогою останньої цифри номера залікової книжки** (нуль означає 10 варіант).

Варіант 1

1. Мінімальний термометр, його будова та призначення.
2. Будова та принцип роботи чашкового станційного барометра з компенсованою шкалою.
3. Психрометричний метод вимірювання вологості повітря і його застосування.
4. Види опадів. Установка опадоміра на метеорологічній станції.
5. Методи вимірювання висоти нижньої межі хмар та їх характеристики.
6. Озонозонди, призначення та їх відмінність.

Варіант 2

1. Основні складові термографа та принцип його роботи.
2. Похибки вимірювання атмосферного тиску за допомогою ртутних барометрів та поправки до їхніх показань.
3. Гігрометричні методи вимірювання вологості повітря.
4. Принцип побудови контактних механічних анемометрів.
5. Вимірювання опадів на метеорологічній станції.
6. Призначення та будова озонметра М-83.

Варіант 3

1. Види термометрів, їх призначення.
1. Принцип дії деформаційних барометрів.
2. Будова та принцип дії волосяного гігрометра МВ-1.
3. Призначення, будова та принцип дії анеморумбометра М-49.
4. Вимірювання щільності снігу.
5. Будова та принцип роботи ІВО-1.

Варіант 4

1. Будова анероїда БАММ та принцип його дії.
2. Призначення, будова та принцип роботи електролітичного гігрометра з підігріванням.
3. Будова та принцип дії інтегратора Х-603.
4. Будова та принцип дії лазерного вимірювача нижньої межі хмар.
5. Призначення і принцип дії актинометра термоелектричного М-3.
6. Види іонізуючого випромінювання, призначення і принцип дії дозиметра.

Варіант 5

1. Будова та принцип роботи гігрографа.
2. Плювіограф, його будова та принцип роботи.
3. Блок-схема вимірювального блоку ДВ-1М.
4. Принцип роботи термоанемометра.
5. Призначення і будова термоелектричного піранометра М-80М.
6. Призначення і принцип дії лічильник Гейгера.

Варіант 6

1. Спиртовий метеорологічний низькоградусний термометр ТМ-9, його будова і призначення.

2. Призначення барографа та його будова.
3. Будова аспіраційного психрометра.
4. Користування приладами ІВО-1М при вимірюванні висоти нижньої межі хмар.
5. Принцип побудови термоанемометра.
6. Призначення і будова дистанційної метеорологічної станції М-49.

Варіант 7

1. Призначення і принцип дії максимального термометра.
2. Вимірювання вологості повітря при низьких температурах на метеостанціях.
3. Призначення росографа та його побудова.
4. Світлолокаційний метод вимірювання висоти нижньої межі хмар.
5. Інструментальні методи вимірювання метеорологічної дальності видимості.
6. Призначення геліографа та його установка на метеоплощадці.

Варіант 8

1. Інерція термометрів.
2. Гіпсометричний метод вимірювання тиску.
1. Будова та принцип роботи дифузійного амперметричного гігрометра.
3. Призначення та будова вимірювача висоти нижньої межі хмар ІВО-1М.
4. Принцип побудови контактних ультразвукових анемометрів.
5. Будова та принцип дії балансоміра типу М-10М.

Варіант 9

1. Температурні шкали.
1. Призначення контрольного сифонно-чашкового барометра та його будова.
2. Принцип роботи гігрометра точки роси.
2. Первинні перетворювачі швидкості вітру, призначення, будова та принцип дії.
3. Визначення висоти нижньої межі хмар тріангуляційним методом.
4. Види променевої енергії та якими приладами вони вимірюються?

Варіант 10

1. Термометри опору, їх види, призначення та будова.

2. Сифонно-чашковий інспекторський барометр, його призначення та будова.
 1. Принцип дії сорбційного оксидно-алюмінієвого гігрометра.
 1. Принцип дії ультразвукового румбомера.
 2. Установка плевріографа на метеорологічній станції.
 3. Призначення, будова та принцип дії компенсаційного піргеліометра Ангстрема.

3.3 Практична частина КМР

Варіант практичного завдання визначається таким чином. Студент бере дві останні цифри із залікової книжки і множить на індекс навчального року (цифра з другої строки табл. А), яка відповідає навчальному року виконання завдання

Після цього до цих двох раніше взятих цифр дописується остання цифра добутку. Тоді під тризначним числом дописуються перші три букви алфавіту. Це і буде означати, які номери задач потрібно розв'язати, скориставшись табл. Б.

Наприклад, якщо у вас останні дві цифри 28 (№ залікової книжки 08128), тоді їх потрібно помножити на коефіцієнт 3 (з табл. А для 2018-2019 року) і отримаєте $28 \times 3 = 84$. Потім до 28 дописуєте 4(остання цифра добутку $28 \times 3 = 84$) і отримаєте число 284.

Далі під цифрами записуються букви 2-а; 8-б; 4- в, це означає, що перша задача виконується під номером 2 з колонки **а**, друга - під номером 8 з колонки **б** і третя – під номером 4 з колонки **в**.

Таблиця А - Індекс навчального року

Навчальний рік	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022
Значення індексу	2	3	4	5	6

Таблиця Б. - Номера задач практичної частини КМР

№	а	б	в
1	1	11	21
2	2	12	22
3	3	13	23
4	4	14	24
5	5	15	25
6	6	16	26
7	7	17	27
8	8	18	28

9	9	19	29
0	10	20	30

Задачі

1. Дійсне значення температури повітря 26°C . Термометр показує значення $24,6^{\circ}\text{C}$. Чому дорівнює відносна похибка вимірювання?

2. Температуру 32°C вимірюють термометром з верхньою межею вимірювань 100°C . Вимірювання склало $31,5^{\circ}\text{C}$. Визначте наведену похибку.

3. Визначте клас точності термометра, який дозволяє вимірювати температуру в межах $0 \dots + 100^{\circ}\text{C}$, якщо абсолютна похибка вимірювання складає $\Delta t = 1,4^{\circ}\text{C}$.

4. Температура повітря складає 31°C . Термометр показує $29,6^{\circ}\text{C}$. Визначте наведену похибку.

5. Термометром класу точності 2,5 з межею вимірювань 100°C визначена температура $T_1 = 20^{\circ}\text{C}$, а термометром класу точності 4,0 з межею вимірювань 150°C визначена температура $T_2 = 14^{\circ}\text{C}$. Визначити відносні похибки вимірювань. Яке вимірювання здійснене більш точно?

6. Температура повітря $24,5^{\circ}\text{C}$. Термометр з межею вимірювання $0 \dots +100^{\circ}\text{C}$ показує $25,2^{\circ}\text{C}$. Визначити наведену похибку термометра.

7. Визначте клас точності термометра, який дозволяє вимірювати температуру в межах $0 \dots + 100^{\circ}\text{C}$, якщо абсолютна похибка вимірювання складає $\Delta t = 2,2^{\circ}\text{C}$.

8. Нехай температура середовища складає 25°C . Нагріємо термометр до температури 55°C і повернемо в середовище. Коли температура термометра знизиться до температури 40°C увімкнемо секундомір і вимкнемо його, коли температура досягне значення 30°C . Знайти чому дорівнює коефіцієнт інерції термометра.

9. Визначити час, який потрібний для того, щоб термометр, що має температуру 28°C , прийняв температуру середовища 15°C (з точністю до $0,1^{\circ}\text{C}$), тобто $t - \theta = 0,1^{\circ}\text{C}$. Коефіцієнт інерції відносно цього середовища дорівнює 100 с.

10. Температура повітря - $28,5^{\circ}\text{C}$. Парціальний тиск водяної пари $0,7$ мб. Визначте відносну вологість.

11. При температурі повітря $21,4^{\circ}\text{C}$ точка роси виявилася рівною $12,8^{\circ}\text{C}$. Визначте тиск насичення і відносну вологість повітря.

12. Нехай температура повітря складає $10,3^{\circ}\text{C}$, температура по змоченому термометру склала $3,6^{\circ}\text{C}$, атмосферний тиск 980 мбар. Знайти, чому буде дорівнювати відносна вологість, точка роси і дефіцит насичення.

13. Якщо висота взятої проби снігу складає 28 см, а об'єм води, після розтоплення, дорівнює 90 поділкам вимірювального стакану. Знайти чому дорівнює щільність снігу.

14. В перший раз була взята проба, висота якої склала 40 см, причому сніговий покрив не був повністю взятий. Після другої проби дійшли по поверхні ґрунту, і висота цієї проби склала 15 см. Вимірювання об'єму води, яка утворилася після танення снігу, робилося три рази. Кількість поділок стакану при цих вимірюваннях показали 95, 95 і 20. Знайдіть щільність снігу.

15. Сніговий стовп вирізаний в три прийоми, взяті проби яких дали такі висоти: 50, 48 і 12 см. Відповідні числа поділок, відрахованих по лінійці терезів - 51, 50 і 22. Знайти щільність снігу.

16. Відлік по анероїду № 392890, виправлений шкаловою поправкою, дорівнює 755, 7 мм. Відлік по термометру при анероїді складає 12,6°C. Температурна поправка, наведена в сертифікаті анероїда - (-0,04). Привести показання анероїда до температури 0°C.

17. Одинадцятого червня опівдні на станції з широтою 65° під час актинометричних вимірювань піранометром отримано: $D = 0,41 \text{ кВт/м}^2$, $Q \text{ відб} = 0,36 \text{ кВт/м}^2$. Чому дорівнює альbedo площадки станції? Середній коефіцієнт прозорості 0,7.

18. Піргеліометром виміряне ефективне випромінення його поверхні, яке дорівнює $0,16 \text{ кВт/м}^2$. Температура приладу склала 21°C. Чому дорівнює зустрічне випромінення атмосфери? Випромінену поверхню піргеліометра можна вважати абсолютно чорною.

19. Ефективне випромінення піргеліометра $0,18 \text{ кВт/м}^2$, температура приладу 21°C. Розрахувати зустрічне випромінення атмосфери.

20. На високогірній ст. Бермалент (широта 43°42', висота 2586 м) показання барометра 725 гПа, термометр при барометрі показує 18,5 °C. Обчислити поправки на температуру, широту і висоту місця над рівнем моря.

21. На високогірній станції Нор-Баязет (широта 40°21', висота 1951 м) відлік по барометру складав 790 гПа, термометр при барометрі показував 20°C, інструментальна поправка дорівнювала -0,2 гПа. Який атмосферний тиск на станції?

22. Відлік по барометру на широті 40° на рівні моря був 1010,5 гПа. При установці цього барометра на широті 70° показання його на рівні моря при тій же температурі не змінилося. Яка різниця тиску в указаних пунктах?

23. Затримка за часом приходу відбиваного від нижньої кромки хмар світлового імпульсу складає $\Delta t = 8 \text{ мкс}$, яка висота нижньої кромки хмар?

24. З якою затримкою за часом прийде відбиваний від хмар світловий імпульс пристрою ІВО-1, якщо висота нижньої кромки хмар складає 750м.

25. Яка висота нижньої кромки хмар , якщо з моменту запуску кулі-зонда до моменту його зникнення в хмарах минуло 75с, швидкість підйому кулі-зонда обґрунтувати.

26. Яка висота нижньої кромки хмар , якщо кут візування світлової плями складає $\epsilon = 63^\circ 21'$, а база $d = 70\text{м}$.

27. Визначити дальність метеорологічної видимості, що визначається приладом ФІ-1 за ближнім відбивачем, якщо прозорість атмосфери складає 70%, прийняв, що коефіцієнт контрастності дорівнює 0,05.

28. Чому дорівнює прозорість атмосфери, виміряна пристроєм ФІ-1 за дальнім відбивачем, якщо метеорологічна дальність видимості складає 3км, коефіцієнт контрастності дорівнює 0,03.

29. На скільки процентів зміниться опір мідного датчика вимірювача температури ґрунту при зміні температури на 10°C , якщо діаметр проводу з якого зроблений датчик $d = 0,03\text{мм}$, довжина проводу $l = 100\text{м}$.