

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для проведення практичних занять
**РОЗРАХУНОК ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ.
ПОБУДОВА МАГНІТНИХ КАРТ.**

з дисципліни “ Геофізика з основами астрономії ”

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для проведення практичних занять

з дисципліни МПН 2.05 “Геофізика з основами астрономії”

для студентів зі спеціальності
103 «Науки про Землю»

"Затверджено"
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
Протокол № ____ від _____ 2017 р.

Одеса 2017

Методичні вказівки з дисципліни “ Геофізика з основами астрономії ” для студентів денної форми навчання по спеціальності 103 «Науки про Землю». Укр. мова.

Укладач: ст. викл., Балан Г.К. Одеса, ОДЕКУ, 2017, 17 ст.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	6
1. МАГНІТНЕ ПОЛЕ ЗЕМЛІ.....	7
2. ЕЛЕМЕНТИ ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМУ.....	8
3. МАГНІТНІ КАРТИ.....	10
4. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ.....	12
5. ЗАВДАННЯ.....	12
ЛІТЕРАТУРА.....	17

ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки з дисципліни “Геофізика з основами астрономії” для студентів гідрометеорологічного інституту складені згідно з програмою вказаної дисципліни. Для успішного засвоєння матеріалу практичне заняття повинно допомогти студентам закріпити теоретичний матеріал, викладений на лекціях, та привити практичні навички, необхідні в їх майбутній професії.

Карти магнітного схилення використовуються у практичній роботі навігаторів, геологів, геодезистів всюди на морі, в повітрі, на суші, де треба визначити напрям. Магнітна розвідка стала одним з найдешевших способів пошуків не тільки покладів залізних руд, а й нафти, бокситів, алмазів, золота та інші

Для виконання завдань різної складності з даної теми необхідно знати відповідні програмні та теоретичні викладки. Короткий теоретичний виклад матеріалу, розміщений на початку методичних вказівок, не може замінити підручник або лекції, але сприяє поглибленому розумінню даної теми.

В даній практичній роботі завдання подаються у вигляді запитань, складання схем та карт, що дає змогу студентам творчо осмислити основи геофізики, розібратися в особливостях та взаємодії оболонок Землі, навчитися:

- читати та аналізувати графіки, магнітні карти, складати їх за різними матеріалами працювати з літературою, користуватися атласами та різноманітними картами;
- оцінювати параметри магнітного поля Землі,
- оцінювати роль геофізичних факторів в формуванні й розвитку екологічних ситуацій,
- читати та користуватися географічними та геомагнітними картами при аналізі загальних природних умов територій;
- користуватися геофізичними матеріалами і картами при виконанні комплексних оцінок, природних об'єктів, узагальнень і прогнозів
- використати набуті знання під час розгляду процесів в атмосфері, гідросфері, літосфері, розглядаючи їх в тісному взаємозв'язку,

В кінці теми розміщені контрольні запитання для самоперевірки та підготовки до тестового контролю з даної теми.

1. Магнітне поле Землі

Особливе значення для розуміння процесів і явищ, які відбувалися та відбуваються на Землі і в Космосі, а також для пізнання геологічної будови планети і прогнозування пошуків корисних копалин мають відомості про земний магнетизм.

Наявність рідкої сферичної оболонки зовнішнього ядра та обертання Землі є основою гіпотез виникнення магнітного поля, заснованих на принципі магнітної гідродинаміки. Рух електропровідної залізникелевої речовини всередині ядра, який виникає при обертанні Землі, призводить до формування магнітного поля.

Наявність магнітного поля дуже важлива для появи та розвитку життя на Землі. Магнітне поле захищає земну поверхню та живі організми від жорсткого радіаційного космічного випромінювання та потоків сонячних частинок.

Відомо, що Земля діє як гігантський магніт і володіє потужним силовим полем. Відомості про розподіл магнітного поля Землі на її поверхні та в приземному просторі вчені отримують проводячи наземну, морську та аеромагнітну зйомки, а також з штучних супутників Землі.

Земля є гігантським магнітом з силовим полем навколо. Процеси, що відбуваються в земному ядрі, утворюють поле однорідного намагнічування або стале поле. Вісь диполя на $11,3^\circ$ відхиляється від осі обертання Землі. Магнітні силові лінії такого великого магніту виходять з північного магнітного полюса, розміщеного в південній півкулі та, огинаючи Землю, прямують до південного магнітного полюса, що знаходиться в Північній півкулі.

Точки перетину осі диполя із земною поверхнею називаються *геомагнітними полюсами*, які не співпадають з географічними полюсами і поступово змінюють своє положення.

Лінії, що з'єднують магнітні полюси, називаються *магнітними меридіанами*, вони не співпадають з географічними. Дія магнітного поля виявляється вільно підвішеною стрілкою, що встановлюється в напрямі магнітних меридіанів.

Лінія, вздовж якої магнітна стрілка здатна обертатися навколо горизонтальної осі та займати горизонтальне положення, називається *магнітним екватором*. Оскільки магнітні полюси зміщені відносно географічних, то магнітний екватор також не співпадає з географічним. В Африці та Азії він проходить північніше географічного екватора, а в Америці - південніше.

2. Елементи земного магнетизму

Магнітне поле біля земної поверхні характеризується трьома основними елементами земного магнетизму: *магнітним схиленням, магнітним нахиленням та напруженням земного магнетизму.*

Геомагнітне поле - величина векторна, а це означає, що в будь-якій точці навколоземного простору воно має певну направленість і величину.

Для його сприйняття в певній точці **O** навколоземного простору побудуємо декартову систему координат (рис. 1), зорієнтувавши вісь **X** на географічний полюс.

У цьому разі вісь **X** буде співпадати з географічним меридіаном, вісь **Y** розміщена перпендикулярно до осі **X** та зорієнтована на схід-захід, а вісь **Z** буде перпендикулярною до горизонтальної площини **XOY** та спрямована до центру Землі.

Геомагнітне поле в точці **O** зображено вектором **H_T**. Якщо спроектувати **H_T** на горизонтальну площину **XOY**, а потім на осі **X, Y, Z**, то дістанемо проєкції вектора **H_T**: **H, Z, X, Y** та кути **D, I** (рис.1).

Як бачимо з рис.1, між цими елементами існують такі співвідношення:

$$X = H \cos D; \quad Z = H \operatorname{tg} I;$$

$$Y = H \sin D; \quad H_T^2 = H^2 + Z^2;$$

$$H^2 = X^2 + Y^2; \quad \operatorname{tg} D = Y/X; \quad H_T = H \sec I = Z \operatorname{cosec} I$$

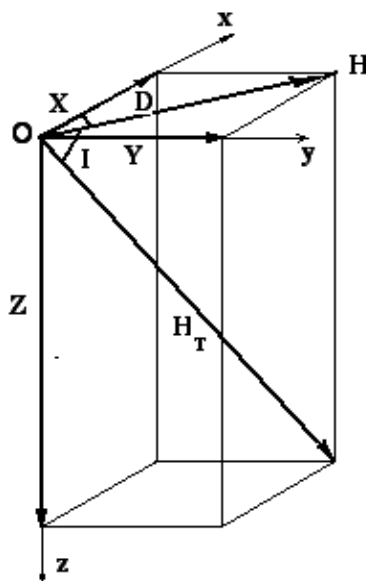


Рис. 1 - Елементи земного магнетизму

Положення вектора H_T можна уявити, якщо магнітну стрілку підвісити на нитці відносно її геометричного центра та надати їй повну свободу просторового орієнтування. Саме таке положення стрілки в просторі визначатиме вектор H_T .

Якщо магнітну стрілку позбавити можливості обертатися у вертикальній площині (приклад магнітного компасу), то вона визначатиме положення в просторі тільки складової H , тобто положення площини магнітної силової лінії, яка проходить через дану точку.

Вектор H_T , змінює своє положення відносно поверхні Землі від вертикального на магнітних полюсах до горизонтального на магнітному екваторі, а також у горизонтальній площині. Отже, змінюються і елементи магнітного поля. Так, горизонтальна складова на магнітних полюсах дорівнює нулю, вертикальна - величині вектора H_T ; на магнітному екваторі картина змінюється на протилежну.

Відповідно змінюється й величина магнітного нахилення (I) від 90° на магнітних полюсах до 0° на магнітному екваторі. *Кут між площиною горизонту та магнітною стрілкою, що вертикально обертається, називається магнітним нахиленням (I).*

У північній півкулі магнітне нахилення вважається додатним або "північним", у південній - від'ємним або "південним".

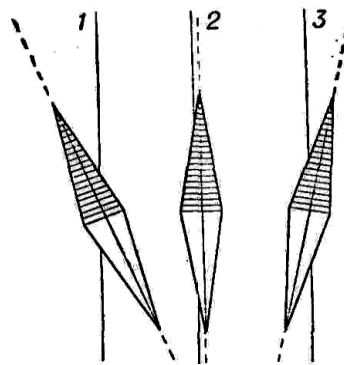
Магнітним схиленням (D) називається кут між магнітним та географічним меридіанами (рис.1).

Магнітне схилення (D) на поверхні Землі змінюється від 0 до десятків градусів, змінюється також і його знак. Якщо вектор H відхиляється від географічного меридіана на схід, то магнітне схилення (D) вважається східним або додатним, якщо воно займає західне положення від географічного меридіана, магнітне схилення буде західним або від'ємним.

Оскільки напрям вектора H завжди фіксується положенням стрілки компаса, то пояснити сказане можна на прикладі, показаному на рис. 2.

Відхилення значень елементів для даного місця називають *магнітними аномаліями*. Серед них є регіональні і локальні аномалії. Регіональні - охоплюють площі до кількох десятків тисяч квадратних кілометрів, вони викликані глибинними процесами, можливо, в самому ядрі Землі. Прикладом є Східно - Сибірська аномалія, де замість східного - західне схилення.

Північ



Південь

Рис. 2 - Магнітне схилення:

1 - західне, 2 - нульове, 3 - східне.

Суцільні лінії - географічні меридіани, пунктирні - магнітні меридіани.

Прикладом локальної (місцевої) магнітної аномалії - є Курська магнітна аномалія, де напруження поля в п'ять разів більше від середнього напруження магнітного поля Землі. Це викликано заляганням у верхніх прошарках земної кори великих покладів залізних руд.

Розглянуті елементи земного магнетизму можна виміряти за допомогою вимірювальної апаратури. Земна куля має густу сітку пунктів, в яких вимірюються елементи земного магнетизму. Дані вимірювань зберігаються в обсерваторіях як у числовому, так і в графічному вигляді.

3. Магнітні карти

У практичній роботі зручніше користуватися графічними матеріалами магнітного поля, що подаються у вигляді *магнітних карт*. В залежності від призначення карти бувають різного масштабу та складаються для кожного елемента окремо.

Викреслюють карти так: на аркуші паперу (ватману) розбивають координатну сітку, на яку за координатами наносять пункти вимірювань земного магнетизму. В кожному з нанесених пунктів виписують виміряне значення елемента магнетизму, а потім проводять лінії, що з'єднують на карті точки рівних значень елементів магнітного поля.

Ці ізолінії мають свої назви:

- ізолінії магнітного схилення D називають *ізогонами*,
- ізолінії рівних значень магнітного нахилення I - *ізоклінами*,
- ізолінії однакових значень H , Z - *ізодинамами горизонтальних та вертикальних складових*,
- ізолінії однакових значень X , Y - *ізодинамами північних та східних складових*.

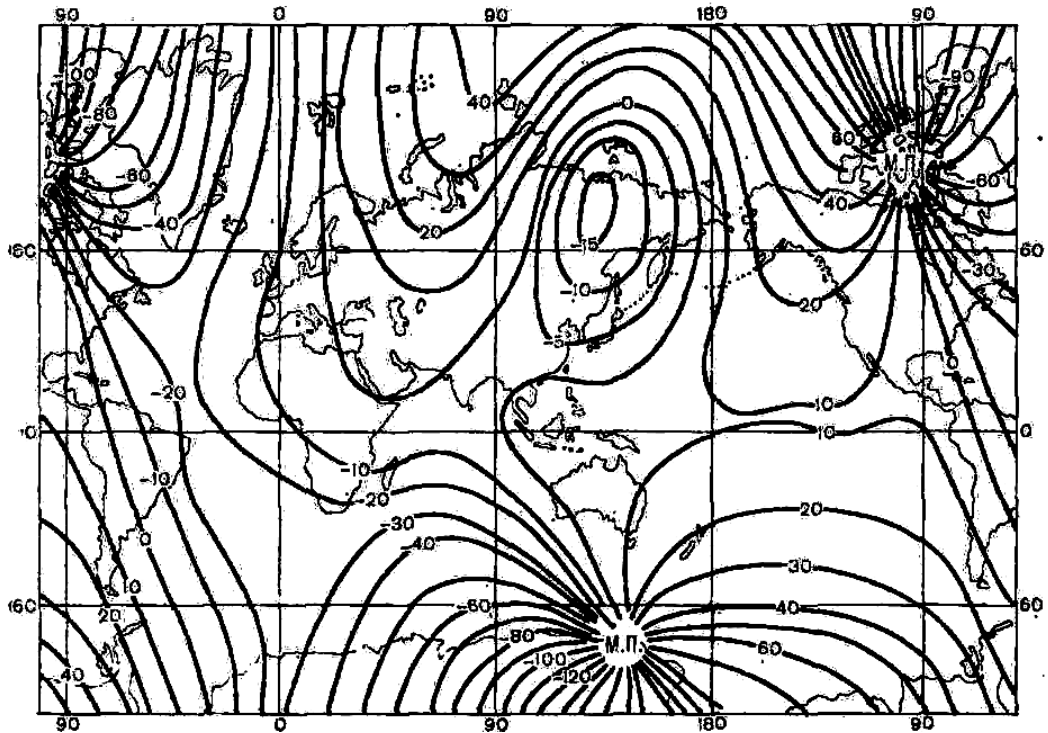


Рис. 3 - Карта магнітного схилення. Епоха 2015 р.

У зв'язку з цим є карти магнітного схилення, магнітного нахилення та горизонтальних і вертикальних складових.

Магнітне поле Землі, а також його елементи, змінюються в часі. А це означає, що величина елементів геомагнітного поля в певному пункті на Землі завжди відрізнятиметься, якщо вона виміряна в різний час.

Отже в процесі вимірювань необхідно фіксувати час. На практиці складання магнітних карт пов'язують з якимось визначеним моментом, наприклад, із серединою року (1 липня 0год, 0хв, 0с) і **складають карти в рік, кратний п'яти**. Це означає, що дані елементи на картах, дійсні за станом на 1 липня 2000, 2005, 2010, 2015 рр. і т.д. (рік зведення вказується на карті).

Момент зведення значень елементів магнітного поля Землі до середини року, кратного 5, називається **магнітною епохою**.

Якщо відомий віковий хід (зміна величин елементів магнітного поля за один рік), то можна легко переходити від однієї епохи до іншої.

Магнітні карти складаються для даного регіону, області, країни або для будь-якої ділянки. Магнітні карти всієї земної кулі називаються **світовими магнітними картами**.

Кarti магнітного схилення використовуються у практичній роботі навігаторів, геологів, геодезистів всюди на морі, в повітрі, на суші, де треба визначити напрям. Магнітна розвідка стала одним з найдешевших способів пошуків не тільки покладів залізних руд, а й нафти, бокситів, алмазів, золота та інші.

Контрольні запитання

1. В якому місці північної півкулі магнітна стрілка компаса своїм північним кінцем показує прямо на південь?
2. Куди будуть спрямовані кінці магнітної стрілки компаса на північному та південному географічних полюсах?
3. Як будуть орієнтовані кінці магнітної стрілки, закріпленої на горизонтальній осі, на північному та південному магнітних полюсах?
4. Чому магнітні полюси на географічних картах зображені колом, а не точкою?
5. Де горизонтальна складова магнітного поля має найбільше значення, а де вона дорівнює нулю?
6. Коли магнітне схилення має додатний знак?
7. Як можна визначити напрямок географічного меридіана на місцевості, якщо відомі дані магнітного схилення?

ЗАВДАННЯ

1. Використовуючи дані таблиць визначення магнітного схилення, вертикальної та горизонтальної складових магнітного поля:
 - а) побудувати карти - схеми ізогон (D), ізодинам (H), ізодинам (Z) для епохи 2015 р.;
 - б) обчислити для перших двох рядків таблиці значення (X, I, H_T).

Вихідними даними є результати спостережень елементів магнітного поля Землі на полігонах 1, II, III розмірами 1x1 км, вибраних в Одеській області.

Спостереження проводились 1 вересня 2014 р. по мережі 100 x 200 м.

Результати спостережень, виконаних введенням даних варіацій на 1 вересня 2014 р., подано в табл. 1-7.

Дані про віковий хід елементів магнітного поля наведені в табл. 1

Таблиця 1 - Значення елементів магнітного поля для двох епох за даними Чорноморської магнітної обсерваторії Одеської області

Епоха	Напруження геомагнітного поля $H \cdot 10^{-3}, \text{A/m}$		Магнітне схилення, °
	<i>H</i>	<i>Z</i>	<i>D</i>
2010	650	425	18,0
2015	600	435	19,0

2. Використовуючи дані табл. 1, обчислити віковий хід елементів земного магнетизму за період 2010-2015 рр.:

а) знайти поправки, які необхідно ввести в значення, що спостерігалися 1 вересня 2014 р., щоб вони були приведені до епохи 2015р.;

б) вибрати табличні дані з врахуванням знайдених поправок, таким чином, можна привести дані до епохи 2015 р.

3. Побудувати на аркуші міліметрівки в масштабі 1:10000 план розташування пунктів спостережень на полігоні (розміри полігону 10×10 км, мережа спостережень 100×200м);

а) нанести на план дані спостережень, зведені до епохи 2015 р.;

б) на плані провести ізолінії (лінії рівних значень елементів) з перетином, рекомендованим викладачем.

СКЛАДОВІ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ КАРТ (СХЕМ)

Варіант 1

Таблиця 2 - Горизонтальна складова ($H \cdot 10^{-3}$, А/м)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	664	660	656	650	646	643
1	658	657	647	643	640	636
2	651	646	642	637	634	631
3	645	640	635	631	626	625
4	637	638	630	625	624	624
5	632	627	625	624	627	630
6	626	622	623	625	632	637
7	620	615	618	626	635	642
8	615	610	619	628	638	648
9	608	610	620	630	642	654
10	604	612	623	633	645	600

Таблиця 3 - Магнітне схилення (D , град)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	17,8	19,1	18,5	17,8	16,9	15,8
1	17,0	18,8	19,4	18,7	17,5	16,3
2	16,0	17,6	19,0	19,3	18,2	17,0
3	15,7	17,7	19,0	20,5	18,9	17,7
4	15,3	16,5	18,7	20,2	20,0	18,9
5	14,0	16,0	18,0	19,5	20,5	19,8
6	13,5	15,5	17,5	18,0	20,0	20,2
7	13,0	15,0	16,7	17,8	19,0	19,5
8	12,3	14,2	16,0	17,0	18,0	18,0
9	11,8	13,7	15,2	16,0	17,0	17,0
10	11,0	13,0	14,2	15,3	16,0	16,2

Варіант 2

Таблиця 4 - Вертикальна складова ($Z \cdot 10^{-3}$, А/м)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	464	460	456	450	446	443
1	458	457	447	443	440	436
2	451	446	442	437	434	431
3	445	440	435	431	426	425
4	437	438	430	425	424	424
5	432	427	425	424	427	430
6	426	422	423	425	432	437
7	420	415	418	426	435	442
8	415	410	419	428	438	448
9	408	410	420	430	442	454
10	404	412	423	433	445	500

Таблиця 5 - Магнітне схилення (D, град)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	10,8	12,2	13,1	14,0	14,4	14,8
1	11,2	13,0	14,5	15,4	16,1	17,2
2	12,0	14,0	15,7	17,0	17,5	18,3
3	12,8	15,0	16,5	17,8	18,1	17,0
4	13,1	15,8	17,2	19,0	17,0	18,8
5	14,0	16,5	17,8	18,9	16,1	14,8
6	14,3	17,0	19,0	17,5	15,4	13,7
7	14,7	17,0	17,8	16,5	14,8	12,7
8	15,0	17,0	17,5	15,8	14,0	12,0
9	15,3	17,1	17,4	15,4	13,5	11,2
10	15,7	17,5	17,6	15,0	13,0	10,4

Варіант 3

Таблиця 6 - Вертикальна складова ($Z \cdot 10^{-3}$, А/м)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	485	505	541	531	510	491
1	482	503	540	528	500	486
2	480	500	540	522	495	481
3	477	497	534	518	490	476
4	473	499	530	515	485	473
5	470	492	520	508	482	467
6	465	490	515	500	476	463
7	460	485	510	495	473	458
8	455	480	498	490	470	455
9	450	475	490	480	465	451
10	448	465	481	471	450	445

Таблиця 7 - Магнітне схилення (D , град)

Номери стовпців	Номер ряду					
	0	1	2	3	4	5
0	11,0	12,5	13,5	13,0	11,2	10,5
1	12,1	13,8	14,8	12,0	10,5	10,2
2	13,0	14,9	13,2	11,0	10,5	10,3
3	13,9	14,0	12,1	10,2	10,8	11,0
4	13,8	12,1	10,9	10,3	11,0	12,5
5	13,0	11,0	10,2	10,3	12,1	14,0
6	12,0	10,5	10,0	11,5	14,1	15,4
7	11,0	10,5	10,1	12,9	15,0	16,8
8	10,4	10,8	11,2	14,0	16,2	17,3
9	10,4	10,9	12,5	15,0	17,1	17,3
10	10,8	11,0	13,5	16,0	16,9	16,8

Рекомендована література

1. Балан Г.К., Селезньова Л.В. Основи геофізики: Конспект лекцій. – Одеса: ТЕС, 2010. – 115 с.
2. Балан Г.К., Селезньова Л.В., Іваненко О.Г. Навчальний посібник «Основи геофізики» для практичних занять з дисципліни «Геофізика», 2006. - 141 с.
3. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів по вивченню дисципліни «Геофізика». - 36 с.;
4. Багров М.В., Боков В.О., Черваньов І.Г. Землезнавство. -К.: Либідь, 2000. – 320 с.
5. Горбачев А.М. Общая геология. - М.: Высш. шк., 1993. - 415 с.
6. Куликов К.А., Сидоренков Н.С. Планета Земля. М.: Мир, 1992. - 120 с.
7. Витинский Ю.Н. Солнечная активность. М.: Наука, 1983. - 160 с.
8. Геренчук К.И., Боков В.А., Черванев И.Г. Общее землеведение. М.: Высшая школа, 1984. – 235 с.
9. Чечкин С.А. Основы геофизики.- Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 320 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для проведення практичних занять

РОЗРАХУНОК ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ.
ПОБУДОВА МАГНІТНИХ КАРТ.

з дисципліни “ Геофізика з основами астрономії ”
для студентів 1 курсу
Спеціальність - 103 «Науки про Землю»

“Затверджено”
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
Протокол №__ від _____ 2017р.
Голова комісії
_____ Чугай А.В.

“Узгоджено”
Голова методичної комісії
Гідрометеорологічного інституту
_____ Овчарук В.А.

“Затверджено”
на засіданні кафедри гідроекології
та водних досліджень
Протокол № від «__» _____ 2017р.
Зав кафедрою
_____ Лобода Н.С

Одеса 2017