

# ПРОГРАМА

вступного іспиту в аспірантуру із спеціальності 103 "Науки про Землю"

## Вступ

Основна програма включає питання, що відносяться до наступних професійних та спеціальних дисциплін: космічний моніторинг Землі, геодезія, геодинаміка, супутникова геодезія та сферична астрономія, фігура Землі та її зовнішнє гравітаційне поле, ГНСС-метеорологія, математичне опрацювання геодезичних вимірювань та математична статистика, картографія, картографічне моделювання, цифрова картографія, ГІС, банки та бази картографічних даних.

### 1. Загальні відомості.

Предмет та задачі космічного моніторингу Землі, картографії та геотехнічного інжинірингу. Поділ космічного моніторингу Землі, картографії та геотехнічного інжинірингу на наукові дисципліни. Зв'язок космічного моніторингу Землі, картографії та геотехнічного інжинірингу з іншими науками. Роль космічного моніторингу Землі, картографії та геотехнічного інжинірингу на сучасному етапі у вивченні Землі як планети, освоєнні космічного простору, розв'язуванні фундаментальних та прикладних задач, перспективи подальшого розвитку.

### 2. Космічний моніторинг Землі.

Основні ознаки та підходи до класифікації моніторингу. Принципи організації систем космічного моніторингу. Технічні засоби приймання і опрацювання даних моніторингових спостережень. Оцінка аналіз, як складові системи моніторингу. Типова схема проведення моніторингу. Поняття про моделювання в системі моніторингу. Класифікація моделей та методів прогнозування. Огляд моделей прогнозування часових рядів. Математичні моделі для моніторингу іоносфери Землі. Математичні моделі для моніторингу параметрів тропосфери Землі. Математичні моделі для моніторингу гравітаційного поля Землі. Математичні моделі для моніторингу поверхні Світового океану. Математичні моделі для моніторингу параметрів орієнтації Землі. Сучасні засоби космічного моніторингу Землі. Дистанційні методи вивчення навколишнього середовища. Стандартизовані формати GNSS спостережень і продуктів та їх використання. Інформаційні бази та їх використання при опрацюванні GNSS вимірювань. Поняття про IGS продукти та їхні формати. Сучасна GNSS інфраструктура та її інформаційні ресурси. Інформаційні ресурси при роботі від реальних та віртуальних референтних GNSS станцій. Інформаційні ресурси при роботі в режимі реального часу від мережі активних референтних станцій.

### 3. Фігура Землі та її зовнішнє гравітаційне поле.

Основні поняття про фігуру Землі та методи її вивчення. Нормальне гравітаційне поле Землі і принципи його моделювання. Збурюючий потенціал Землі і його представлення через ряди по кульових функціях. Основні моделі і принципи

вивчення фігури Землі. Метод супутникової альтиметрії для вивчення топографічної поверхні Світового океану. Принципова схема рішення задачі визначення фігури фізичної поверхні та гравітаційного поля Землі. Теорія М.С. Молоденького. Нормальна Земля. Параметри Нормальної Землі та їх зв'язок з фундаментальними геодезичними і астрономічними сталими. Метод визначення і уточнення фундаментальних геодезичних сталих. Міжнародна геодезична референц-система 1980 (GRS80).

Астрономо-геодезичні та гравіметричні відхилення прямовисних ліній. Інтерполювання астрономо-геодезичних відхилень прямовисних ліній з використанням гравіметричних даних. Висоти геоїда / квазігеоїда та принципи їх визначення. Обчислювальні аспекти визначення відхилень прямовисних ліній та висот квазігеоїда. Використання висот квазігеоїда та відхилень прямовисних ліній при розв'язуванні фундаментальних і прикладних задач.

#### **4. Системи відліку, що використовуються в геодезії та картографії.**

Міжнародна небесна референцна система координат ICRS.

Системи вимірювання часу. Системи часу, що базуються на використанні осьового обертання і орбітального руху Землі. Атомний час. Динамічні системи вимірювання часу. Зв'язок між різними системами вимірювання часу.

Земні системи координат. Параметри обертання Землі та зв'язок земних і небесних систем координат. Геодезичні референцні системи координат. Система координат WGS84 та ITRF. Національні геодезичні референцні системи координат. Система координат УСК2000.

Встановлення зв'язку між різними системами координат. Теоретичні і практичні аспекти проблеми.

Використання в геодезії і картографії плоских систем координат. Конформні системи плоских прямокутних координат. Проекції Гауса-Крюгера та UTM. Алгоритми перетворення геодезичних координат в плоскі прямокутні для різних проекцій.

Застосування плоских систем координат в геодезичних та картографічних роботах.

#### **5. Космічна і супутникова геодезія та сферична астрономія.**

Методи космічної геодезії. Основне рівняння супутникової геодезії. Інерціальна система координат (вказати напрямки осей). Земна система координат (вказати напрямки осей). Моделі руху ШСЗ (незбурений і збурений). Елементи орбіт GNSS - супутників. GNSS – системи та їх застосування. Супутникові віддалемірні системи. GPS – нівелювання. Методи визначення абсолютних і відносних координат пунктів GNSS - технологіями. Застосування GNSS для вивчення фігури та зовнішнього гравітаційного поля Землі. Структура глобальних навігаційних систем GPSNAVSTAR I ГЛОНАСС. Активні GNSS – станції. Побудова геодезичних мереж за допомогою GNSS - технологій. Джерела похибок GNSS - вимірювань.

Системи небесних сферичних координат. Системи вимірювання часу (Всесвітнього-сонячного і зоряного; земного – ефемеридного, атомного). Прецесія. Нутація. Рух полюсів Землі.

#### **6. ГНСС – метеорологія.**

Сутність ГНСС – метеорології. Рівняння стану газів. Основні характеристики вологості повітря. Вертикальна будова атмосфери за термічною стратифікацією. Основне рівняння статки атмосфери. Однорідна атмосфера. Ізотермічна атмосфера. Політропна атмосфера.

Нейтральна атмосфера. Показник заломлення повітря. Тропосферна затримка. Гідростатична і волога складові тропосферної затримки. Зенітна тропосферна затримка, функції відображення. Методи визначення тропосферної затримки. Сутність фізики ГНСС-метеорології. Основне рівняння псевдовідстані із ГНСС – спостережень. Тропосферна затримка із ГНСС – спостережень. Інтегрована та осаджувана водяна пара.

## **7. Математичне опрацювання геодезичних вимірювань та математична статистика**

Основні поняття і постулати теорії похибок вимірів. Випадкові та систематичні похибки вимірів. Рівноточні та нерівноточні вимірювання. Ваги вимірів. Поняття про функцію виміряних величин та оцінка її точності. Залежні та незалежні виміри. Поняття про методи дисперсійного та кореляційного аналізу. Ймовірно-статистичні методи аналізу та опрацювання вимірів. Поняття про теорію випадкових величин та її застосування для опрацювання результатів вимірів. Метод найменших квадратів. Вирівнювання вимірів, обмежених умовами. Параметричний спосіб вирівнювання. Застосування методу найменших квадратів для вирівнювання залежних вимірів. Методи оцінки точності функцій вирівняних величин. Методи розв'язування великих систем лінійних рівнянь. Методи вирівнювання планових і висотних геодезичних мереж.

Основні поняття математичної статистики. Статистичні форми законів розподілу, числові характеристики (оцінки). Властивості оцінок. Стандартні розподіли деяких статистик. Особливості опрацювання малих вибірок. Довірчі інтервали. Побудова довірчих інтервалів для різних оцінок. Вирівнювання статистичних рядів. Критерії узгодження. Статистичні гіпотези. Постановка задачі, помилки 1-го та 2-го роду. Статистичні методи опрацювання результатів вимірів.

Дискретні і безперервні випадкові величини, їх опис. Моделювання випадкових величин із заданим законом розподілу. Основні поняття математичної статистики при оцінюванні випадкових величин. Методики перевірки статистичних гіпотез. Опис і моделі випадкових процесів і їх основні характеристики. Кореляційна функція, спектральна щільність, алгоритми і їх визначення. Аналіз на ергодичність випадкового процесу. Тимчасові ряди, їх класифікація та виявлення випадковості часових рядів. Метод змінного середнього. Багатовимірні ряди. Методи прогнозування на основі аналізу часових рядів.

## **8. Картографія**

Картографія. Складові її дисципліни і зв'язки з іншими науками. Карта її суть та значення. Класифікація карт. Картографічні твори. Елементи карти. Задачі і перспективи розвитку картографії. Математична основа карти (масштаб, проекція, геодезичне обґрунтування). Математична поверхня Землі. Системи координат на еліпсоїді (кулі) і на площині. Картографічна проекція, її суть, картографічна сітка. Масштаби довжин ліній. Умова ортогональності сітки. Екстремальні масштаби довжин. Еліпс спотворень. Масштаб площ. Максимальне спотворення кутів. Умови рівнокутового та рівновеликого відображення поверхні еліпсоїда (кулі) на площині. Класифікація картографічних проекцій. Теорія картографічних проекцій (циліндричних, конічних, азимутальних). Перспективні проекції. Ортодромія,

локсодромія, лінії рівних віддалень. Проекція Гауса-Крюгера і її застосування для топографічних карт. Розграфка і номенклатура топографічних карт. Принципи вибору картографічних проекцій і їх розпізнання. Картографічні знаки та їх функції. Побудова знаків і знакових систем. Способи картографічного зображення. Шкали умовних знаків. Сумісне застосування різних способів зображення та їх видозміни. Системи та стандартизація знаків. Способи зображення рельєфу. Написи на картах. Картографічні шрифти. Картографічна топоніміка. Суть картографічної генералізації та її фактори. Види генералізації та шляхи її здійснення. Оцінка точності генералізації. Генералізація об'єктів різної локалізації. Методи створення карт. Проектування карт. Складання карт. Підготовка до видання і видання карт. Оновлення карт. Карта, як засіб пізнання дійсності, картографічний метод дослідження. Прийми і способи картографічних досліджень. Сумісне використання і перетворення карт при картографічному методі дослідження. Оцінка надійності досліджень за картами.

## **9. Картографічне моделювання**

Поняття системи та моделі. Класифікація моделей. Методи побудови моделей. Технологія моделювання. Загальні відомості з картографічного моделювання. Карта як модель. Система принципів картографічного моделювання. Серії карт та атласів як моделі геосистем. Відображення взаємозв'язків між елементами геосистем. Теоретико-картографічне моделювання. Математико-картографічне моделювання. Поєднання математичних та картографічних моделей для створення карт. Функції карт при математико-картографічному картографуванні. Експериментально-картографічне моделювання. Застосування ДЗЗ при створенні карт різного призначення. Аерокосмічне та картографічне моделювання. Аерокосмічні моделі. Створення та кількісний аналіз моделей на основі дистанційної інформації. Картографічне моделювання. Створення інформаційної бази для картографічного моделювання. Картографічне моделювання в різних галузях господарювання.

## **10. Цифрова картографія**

Зміст цифрових карт та вимоги до них. Основні теорії інформації в цифровій картографії. Кількісна оцінка умовно-знакової цифрової картографічної інформації. Принципи класифікації та кодування картографічної інформації. Технологічні основи створення цифрових карт та планів. Технічні засоби цифрування карт та опрацювання цифрової картографічної інформації. Методи та алгоритми перетворення картографічної інформації. Автоматизоване опрацювання цифрової картографічної інформації та формування цифрових карт. Візуалізація цифрової картографічної інформації комп'ютерними засобами. Контроль якості цифрових картографічних матеріалів. Технічні засоби автоматизації процесів створення цифрових карт.

## **11. ГІС, банки та бази картографічних даних**

Поняття геоінформаційних систем. Системний аналіз ГІС, побудова схеми узагальненої ГІС, місце ГІС серед інших автоматизованих систем. Основні поняття моделей даних ГІС. Базові моделі даних, що використовуються у ГІС. Інфологічна, ієрархічна, квадратомічне дерево, реляційна моделі даних. Загальні принципи побудови базових моделей даних ГІС. Рівні організації даних у ГІС. Принципи

організації даних у ГІС . Види моделей організації даних в ГІС. Географічні координати, положення точок на поверхні землі. Координатні дані, основні типи координатних моделей, взаємозв'язок між координатними моделями, номенклатура й графіка топографічних карт, векторні й растрові моделі, топографічна модель, тривимірні моделі. Системи керування базами даних. Реляційні СУБД. СУБД, які застосовуються в ГІС. Інструментальні засоби ГІС. Класичні ГІС професійного рівня. Картографічний банк даних, як комплекс технічних, програмних, інформаційних і організаційних засобів зберігання, обробки й використання цифрових картографічних даних. Картографічні бази даних. Основні елементи бази даних. Вимоги до бази даних. Редагування баз даних. Системи управління базами даних.

Створення і розвиток геоінформаційних систем в науках про Землю, в географії, картографії, геології, геодезії, природокористуванні, екології, океанології, геофізиці. Принципи побудови моделей даних в ГІС. Основні поняття і визначення моделей даних. Класифікація як засіб аналізу даних. Векторні і растрові моделі. Топологічні моделі і характеристики.

Організація і моделі процесів збору, передачі, обробки, фіксації, накопичення, подання геоінформації та знань. Геоінформаційні системи і їх місце в проблемі вивчення природних і соціально-економічних геосистем, їх взаємодії і розвитку за допомогою комп'ютерного моделювання та аналізу геопросторових даних

## **12. Фізика Землі**

Внутрішня будова Землі і методи її вивчення. Земна кора, літосфера і астеносфера, мантія і ядро.

Динамічна і гідростатична фігура планети . Момент інерції Землі. Фігура гідростатичної рівноваги Землі і відхилення Землі від гідростатичної рівноваги. Гравітаційні аномалії. Поняття ізостазії та ізостатичні, схеми. Можливі механізми вертикальних рухів земної кори. Опис рельєфу поверхні Землі: геоморфологічний, топографічний, ландшафтний, геодинамічний підходи. Моделі поверхні Землі, їх уявлення і картографування. Методи апроксимації та інтерполяції для опису поверхні Землі.

Елементи теорії поля. Класифікація фізичних полів Землі. Основні диференціальні і інтегральні характеристики поля. Скалярні і векторні поля. Обернені задачі. Поняття коректно і некоректно поставлених задач. Обумовленість лінійних операторних рівнянь.

## **13. Геодинаміка**

Предмет геодинаміки. Роль і місце геодинаміки в науках про Землю. Масштаби геодинамічних процесів. Будова, склад оболонки Землі, глобальна геодинаміка. Використання геодезичних даних для вирішення геодинамічних задач. Отримання висновків, необхідних для прогнозування землетрусів та інших природних і техногенних катастроф. Вивчення деформацій земної кори. Визначення параметрів дрейфу літосферних плит. Геолого-геофізичні та експериментальні докази переміщення літосферних плит. Виявлення варіацій геопотенціалу. Методи геодезії у вивчені планетарних геодинамічних явищ.

Геодезичні спостереження за деформаціями земної поверхні та інженерних споруд. Точність і періодичність спостережень за деформаціями інженерних споруд. Способи обробки деформаційних мереж, особливості їх зрівнювання.

Сучасні тектонічні рухи, вертикальні та горизонтальні. Методи їх вивчення, в тому числі лазерна геодезія, метод лазерних відбивачів на супутниках, радіоінтерферометрія, GPS. Вивчення сучасного напруженого стану земної кори.

Моделі природних утворень та явищ. Роль і місце моделювання при моніторингу навколишнього середовища. Методи моделювання. Спектральні характеристики відображення і випромінювання природних утворень. Дискримінаційний аналіз природних утворень за їхніми спектральними відбивними характеристиками.

Призначення і принципи організації моніторингу навколишнього середовища. Технічне забезпечення глобальних, регіональних і локальних систем моніторингу. Дистанційні методи зондування і їх роль в зборі геопросторових даних. Аерокосмічні засоби і технології збору топографічних даних про місцевість. Картографічні методи збору інформації. Геофізичний моніторинг. Моніторинг геологічного середовища. Використання геодезичних і аерокосмічних зйомок для збору даних про тектонічні об'єкти і процеси.

### Література

1. Атлас вчителя під ред. Молочко В.В., Бонк Ж.Є., Дрогушевська І.Л. та ін.- К: ДНВП "Картографія", 2010. – 328 с.
2. Берлянт А.М. Картографія: Учебник для вузов.- М.: Аспект Пресс, 2002.- 336 с.
3. Берлянт А.М., Востокова А.В., Кравцова В.И., Лурье И.К., Сваткова Т.Г., Серапинас Б.Б. Картоведение: Учебник для вузов.- М.: Аспект Пресс, 2003.- 477 с.
4. Божок А.П., Молочко А.М., Остроух В.І. Картографія: підручник.- К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008.- 271 с.
5. Бугаевский Л.М. Математическая картография. М.:Златоуст - 1998 - 400с.
6. Бугаевский Л.М.,Вахрамеева Л.А. Картографические проекции: Справочное пособие.М., 1992.
7. Бурштинська Х.В. Аерознімальні системи. Львів, „Львівська політехніка 1999-356с.
8. Вахрамеева А.А.,Бугаевский Л.М, Казакова З.Л. Математическая картография. М., 1986.
9. Войтенко С.Г. Математична обробка геодезичних вимірів. Київ - 2003 - 205с.
10. Геодезія, ч.І. Під редакцією Могильного С.Г., Войтенко С.П. - Чернігів, 2002-407с.
11. Геодезичний енциклопедичний словник. Львів, Євро світ, 2001 - 666с.
12. Гофман-Вельгенгоф Б., Ліхтенеггер Г., Колінз Д. Глобальна система визначення місцеположення (GPS): теорія і практика. Під редакцією академіка НАЛУ Я.С. Яцківа. Київ, Наукова думка. 1996 - 387с.
13. Двудіт П.Д. Гравіметрія. Львів, 1998 - 195с.
14. Двудіт П.Д. Фізична геодезія. Львів, 2008 - с.
15. ДеМерс Майкл Н. Географические информационные системы Основы Пер. с англ. М: Дата+, 1999, 491 с.
16. Заблоцький Ф.Д. ГНСС – метеорологія. Вид-тво Львівської політехніки.- Львів.-2013.-96 с.
17. Зазуляк П.М., Гавриш В.І., Євсєєва Є.М., Йосипчук М.Д. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань. Львів, 2007.
18. Іщук О.О., Корнев М.М., Кошляков О.Є. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: Навчальний посібник /За ред. акад. Д.М. Гродзинського.-К.:Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2003.–200с.
19. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. и др. Основы геоинформатики. М.: Академия, 2004. Т. 1. 352 с.

20. Краак М.Я., Ормелинг Ф. Картография: визуализация геопространственных данных/ Пер. под редакцией В.С. Тику нова.–М.: Науч. Мир, 2005.–325с.
21. Ляшенко Д.О. Картографія з основами топографії: навчальний посібник для студентів педагогічних університетів.- К, 2006.- 109 с.
22. Машимов М.М. Теоретическая геодезия. - М.: Недра, 1991. - 268 с.
23. Савчук С.Г. Вища геодезія, Житомир, 2005 - 315с.
24. Серапинас Б.Б. Математическая картография: Учебник для вузов.- М.: Изд. центр «Академия», 2005.- 336 с.
25. Халупин Е.И., Жалковский Е.А., Жданов Н.Д. Цифровые карты.–М.:Недра, 1992.
26. Шипулин В.Д. - Основные принципы геоинформационных систем - Харьков, ХНАГХ – 2010.