ВСТУП

Синтетична апертура радара (SAR – Synthetic Aperture Radar) є одним із найважливіших засобів сучасного дистанційного зондування Землі. Радіолокаційні методи забезпечують отримання інформації про поверхню планети незалежно від освітлення та погодних умов, що робить їх незамінними для моніторингу природних процесів і змін довкілля. Принцип дії SAR ґрунтується на активному випромінюванні мікрохвильових сигналів і вимірюванні часу їхнього повернення після відбиття від земної поверхні. В радіолокаційних системах із синтетичною апертурою рух антени супутника вздовж орбіти використовують для штучного збільшення ефективної довжини антени, що забезпечує високу просторову роздільну здатність. Отримане зображення має амплітудну та фазову складові, що дає змогу аналізувати як властивості відбиття поверхні, так і геометричні зміни рельєфу. Інтерферометрія синтетичної апертури (InSAR – Interferometric SAR) – це метод порівняння фазових сигналів двох або більше SAR-знімків, отриманих тією самою радарною системою у близькі проміжки часу. Аналіз різниць фаз дає змогу визначати зміни відстаней між супутником і земною поверхнею з точністю до кількох міліметрів. Цей підхід широко застосовують для виявлення осідань, зсувів, проявів вулканічної активності, землетрусів і техногенних деформацій. Завдяки розвитку космічних місій програми Copernicus, зокрема супутників Sentinel-1, SAR-дані стали відкритими для наукового та освітнього використання. Дані Sentinel-1 відзначаються високою просторовою та часовою роздільною здатністю, двома поляризаціями (VV, VH) і можливістю опрацювання у спеціалізованому програмному середовищі SNAP (Sentinel Application Platform). Це створює передумови для широкого впровадження SAR-технологій у геодезії, геології, екологічному моніторингу та природокористуванні.

Метою практикуму є формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок щодо застосування SAR-технологій для аналізу змін земної поверхні.

Виконуючи завдання практикуму, студенти послідовно опановують увесь цикл опрацювання радарних супутникових даних. Спочатку вони вивчають принципи формування SAR-зображень і структуру їхніх амплітудної та фазової складових, що відображають властивості земної поверхні. Потім виконують попереднє опрацювання SAR-знімків, яке передбачає калібрування, застосування орбітальних параметрів і фільтрацію шумів для покращення якості даних. Наступним кроком є співреєстрація радарних зображень (coregistration) – процес, що забезпечує просторове узгодження двох або більше сцен, отриманих

у різний час. На основі таких даних формується інтерферограма, яка передбачає різницю фаз між знімками. Після цього студенти видаляють топографічну фазу, щоб усунути вплив рельєфу, здійснюють фазове розгортання (phase unwrapping) та перетворюють фазові значення на зміщення (phase to displacement), виражені у фізичних одиницях. Завершальним етапом є створення карт деформацій земної поверхні, що відображають навіть незначні вертикальні зміни рельєфу. Отримані результати аналізують з урахуванням природних і техногенних умов досліджуваної території, що дає підстави зробити висновки про види і масштаби деформацій.

Практикум призначений для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю Е4 “Науки про Землю”. Його рекомендовано використовувати у навчальному процесі як для денної, так і для заочної форми навчання. Зміст практикуму охоплює повний цикл SAR-опрацювання – від завантаження супутникових даних до отримання кінцевих продуктів. Для виконання завдань застосовують відкриті SAR-дані місії Sentinel-1, завантажені з платформи Copernicus Open Access Hub, які опрацьовують у середовищі SNAP.

Виконання цих процедур у межах практикуму забезпечує засвоєння методології сучасного супутникового моніторингу, необхідної для подальшого використання SAR-даних у геодезичних, геофізичних та природоохоронних дослідженнях. Запропонований практикум є логічним доповненням до теоретичного курсу “SAR-технології в природокористуванні” і спрямований на підготовку студентів до професійного застосування радарних супутникових даних у наукових і прикладних завданнях.