

УДК 624.131

Г. С. Педан, асист.

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
кафедра інженерної геології і гідрогеології,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ АБРАЗІЙНО-ЗСУВНИХ СХИЛІВ НА ПРИКЛАДІ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО УЗБЕРЕЖЖЯ ЧОРНОГО МОРЯ

Запропонована функціональна структурна модель розвитку абразійно-зсувних схилів північно-західного узбережжя Чорного моря, яка дає уявлення про загальну структуру берегової геосистеми, показує характер і тип зв'язків її окремих субсистем, а також взаємодію основних факторів розвитку з показниками абразійно-зсувного процесу.

Ключові слова: берегова геосистема, абразійно-зсувні схили, функціональна структурна модель.

Вступ

Берегова зона, з точки зору системного підходу, представляє собою складну систему — єдиний природний комплекс, якому притаманні свої закони розвитку як у просторі, так і в часі. Крім того, ця система — відкрита і є частиною комплексу більш високого рангу, внаслідок чого берегова зона як система може переходити із одного стану в інший в результаті впливу зовнішнього середовища або під впливом господарчої діяльності людини.

В горизонтальній структурі берегової геосистеми можна виділити декілька підсистем [1]. Однією з них є погранична підсистема. Вона включає плато з тріщинами заколу, абразійний схил із зсувними уступами, кліф та пляж, який примикає до конусу осовів або кліфу. Зону мілководдя, на якій відбувається обрушення хвиль і спостерігається хвильовий заплеск, слід виділити в іншу підсистему, основним фактором формування якої є хвилювання. Зона трансформації хвиль та зона початку впливу хвиль на дно є слідуєчими двома підсистемами, між якими відбувається обмін речовини і енергії, в результаті чого розвиток однієї підсистеми регулює розвиток іншої. Усі перераховані вище підсистеми взаємопов'язані і залежать одна від одної. В даній роботі розглядаються закони розвитку в основному першої підсистеми.

В структурі кожної підсистеми виділяються окремі елементи — субсистеми. Для субсистеми схилів, які прилягають до плато, характерні різноманітні екзогенні геологічні процеси, такі, як вивітрювання і денудація, гравітаційні процеси (зсуви, обвали, осови).

Складною субсистемою є кліф, для якого характерні як гравітаційні процеси, так і процеси, пов'язані з дією хвилювання. З нею просторово і функціонально пов'язані субсистеми обвально-зсувних накопичень.

Пляж є самою динамічною субсистемою берегової зони, морфометричні показники якого залежать від багатьох факторів, таких, як літологічний склад порід, рівень моря, параметри хвилювання, сгонно-нагонні явища, тощо.

Як бачимо, берегова зона — складна геосистема. В зв'язку з цим, незважаючи на довгу історію вивчення, причинно-наслідкові зв'язки між процесами переформування берегової геосистеми і факторами, які на неї впливають, залишаються не до кінця оціненими. Метою цієї роботи є вивчення зв'язків між елементами берегової геосистеми та факторами, які беруть участь у переробці берегів, та їх представлення у вигляді структурних схем.

Методика досліджень

Розробку даної теми можна поділити на 3 етапи.

Перший етап полягає у вивченні динаміки абразійно-зсувних берегів. Зв'язки параметрів берегових субсистем між собою, а також із факторами, які їх обумовлюють, потребують аналізу кількісних характеристик, які були отримані в результаті багаторічних спостережень на багатьох типових ділянках узбережжя північно-західної частини Чорного моря. Багатофакторний кореляційно-регресійний аналіз з використанням комп'ютерного пакету "STATISTICA" дозволив виявити важливі закономірності розвитку берегових геосистем і побудувати моделі, адекватні природним аналогам. Ці регресійні багатофакторні моделі дають можливість прогнозувати усі зміни берегових геосистем. Зразок такої обробки представлений у роботі [4].

На **другому** етапі фактори розвитку берегової геосистеми були класифіковані слідуючим чином.

Перша група — глобальні астрофізичні фактори: сонячна активність, яка виражена через числа Вольфа; кутова швидкість обертання Землі.

Друга група — пасивні, які мало змінюються у часі, характеризують морфологічні показники, геологічну будову і фізико-механічні властивості порід, які складають берегові схили, а також властивості порід в зоні хвильового впливу, які визначають опір порід розміву.

Третя група — активні фактори переформування берегів, які включають кліматичні і гідродинамічні характеристики. Фактори цієї групи визначають режим активізації екзогенно-геологічних процесів. Дія їх може відбуватися через похідні фактори. До таких відноситься рівень підземних вод, який відіграє важливу роль у зсувних процесах.

Третій етап полягає в складанні функціональної структурної моделі розвитку системи "абразійно-зсувний берег".

Всі фактори, які обумовлюють розвиток берегової геосистеми взаємопов'язані і взаємообумовлені. В теорії моделювання геологічних

процесів важливим є встановлення визначальних (основних) та другорядних факторів. Складність взаємозв'язків між елементами системи, яка вивчається, та факторами наглядно можна продемонструвати за допомогою структурної схеми. Методика складання структурних схем (діаграм впливу) розроблена У. Ешбі (1959). Структурна схема взаємодій складових змінних величин (факторів), які беруть участь у переробці берегів водосховищ, представлена Л. Б. Розовським [2]. Питаннями класифікації екзогенних геологічних процесів і їх факторів займався А. І. Шеко [5].

Аналіз результатів досліджень

Функціональна модель розвитку абразійно-зсувних берегів для північно-західного узбережжя Чорного моря представлена на рис. 1. Уявлення про стан берегової геосистеми та динаміку абразійно-зсувних процесів дає ряд показників і параметрів. В якості показників абразійного процесу виступають відмиви бровки (L_1 , м), підшви (L_2 , м) абразійного схилу та загальний об'єм відмиву (Q_1 , м³/п.м). Показниками зсувного процесу є кількість нових зсувів за рік та вертикальні і горизонтальні зміщення (м/рік).

Детальне вивчення функціональної структурної схеми дозволяє помітити, що деякі фактори діють однозначно, в один бік і не зазнають зворотного впливу (односторонній зв'язок). Між іншими факторами системи існує зворотній зв'язок, ці пари факторів змінюються згідно один до одного. Слід звернути увагу, що один із базових факторів, який обумовлює швидкість процесів на узбережжі, а саме — геологічна будова в даній роботі не розглядається, тому що це питання окремої статті.

Цілком очевидно, що головним звеном в цьому ланцюгу є енергія, яка надходить від Сонця. Процеси, які відбуваються на ньому, призводять до змін загальної циркуляції атмосфери Землі, перерозподілу її енергії, що є головною причиною змін кліматичних та гідродинамічних факторів, зокрема — температури повітря і рівня Світового океану взагалі та Чорного моря зокрема. Цей процес підсилюється впливом антропогенного фактору, а саме збільшенням в атмосфері концентрації CO_2 внаслідок спалювання великих об'ємів палива [3]. Крім того, не можна не брати до уваги тектонічний фактор [6]. Автором вказаної вище роботи розроблена концепція бінарного тектогенезу, яка припускає залежність водного балансу моря від тектонічного режиму верхньої частини літосфери, яка має блокову структуру з лінійними розмірами від перших десятків метрів до перших кілометрів. Змінення величини тріщинно-розломних зон під впливом змін кутової швидкості обертання Землі призводить до зниження або підвищення рівня моря і змінення рівня підземних вод.

Одним із факторів розвитку кліфів є хвильова енергія. Включення в модель енергетичного показника, підрахованого за Р. Я. Кнапсом, а також у вигляді кількості випадків з висотою звиль більш ніж 1,25 м,

Астрофізичні і глобальні кліматичні фактори

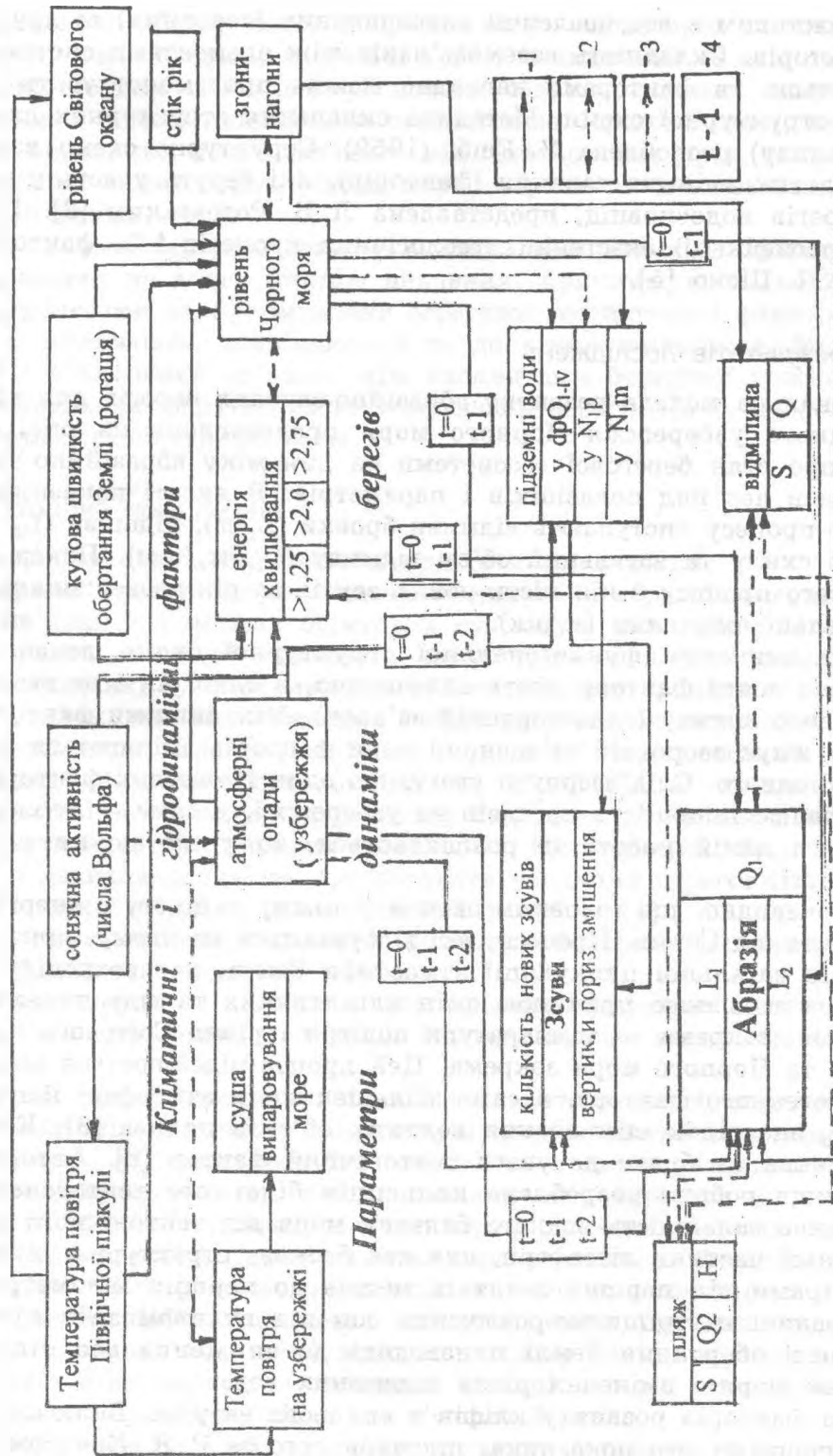


Рис. 1. Функціональна модель системи «абразійно-зсувний берег» для північно-західного узбережжя Чорного моря. Статистично достовірні і тісні зв'язки: 1 – односторонні, 2 – зворотні, 3 – логічні зв'язки (не пудтверджені значущими коефіцієнтами кореляції або не вивчені), 4 – часовий лаг ($t-1$ – 1 рік; $t-2$ – 2 роки).

2,0 м, 2,75 м є підтвердженою дослідженнями на першому етапі роботи. Під час штормів абразія більш інтенсивна, ніж під час низького хвилювання. Особливо це стосується ділянки узбережжя на захід від Одеської затоки, яка характеризується відкритістю для хвиль з необмеженою довжиною розгону. На схід від Одеської затоки вплив цього фактору зменшується, але підвищується роль згонно-нагонних явищ в зв'язку із більшою закритістю акваторії. Роль регулятора хвилю-енергетичного впливу на береговий схил, швидкості абразії та об'єму зсувних зміщень відіграють акумулятивні форми надводного та підводного рельєфу – пляжі та відмілини, які примикають до кліфу, а саме їх ширина (S , м), потужність (H , м) та об'єм наносів (Q , Q_2 , $m_3/п.м$) в них.

Важливим є питання про час реалізації впливу факторів на абразію та зсуви. При аналізі кореляційних функцій було встановлено, що при відносному зрушенні таких факторів, як рівень моря та атмосферні опади відносно абразійно-зсувних показників на 1-2 попередні роки, коефіцієнт кореляції значно підвищується, тобто спостерігається метакронний режим. Фізичний зміст цього явища полягає в інерційності процесів, тобто від початку дії фактора до реакції на цю дію повинен пройти деякий час, величина якого залежить від особливостей фактору та процесу. Так у випадку з атмосферними опадами відбувається повільне поступове змінення вологості схилу і всієї товщі зсувних та абразійних накопичень та під'йом рівня підземних вод, що призводить до активізації процесів.

Таким чином, значення функціональної структурної моделі розвитку абразійно-зсувних берегів полягає в тому, що вона дає уявлення про загальну структуру берегової геосистеми, показує характер і тип зв'язків її окремих субсистем, а також взаємодію основних факторів розвитку з показниками абразійно-зсувного процесу. Функціональні структурні моделі дозволяють вирішувати питання прогнозування розвитку берегових геосистем, вони необхідні при освоєнні узбережжя, при проектуванні берегових гідротехнічних споруд, тощо.

Література

1. Арчиков Е. И., Степанова Л. Е. Структура береговой геоморфологической системы // Теоретические проблемы развития морских берегов. — М.: Наука, 1989. — С. 158–162.
2. Вопросы теории геологического подобия и применения натуральных моделей. (Альбом аналогов для прогноза переработки лессовых берегов водохранилищ (Ред. Л. Б. Розовский). — Одесса, 1962. — 108 с.
3. Гожик П. Ф. Изменения климата Черного моря в прошлом, настоящем и будущем // Геологические проблемы Черного моря. — Киев, 2001. — С. 231–237.
4. Коников Е. Г., Лиходедова О. Г., Педан Г. С. Оценка и прогнозирование динамики береговой зоны северо-западной части Черного моря на основании статистической обработки данных режимных наблюдений // Сб. научн. трудов НГА Украины, № 6. Том 4. — Днепропетровск: РИК НГА Украины, 1999. — С. 183–188.
5. Методы долговременных региональных прогнозов экзогенных геологических процессов / Под ред А. И. Шеко, В. С. Круподерова; ВСЕГИНГЕО. — М.: Недра, 1984. — 167 с.
6. Шмурашко В. И. Гравитационно-резонансный экзотектогенез. — Одесса: Астропринт. — 2001. — 332 с.

Г. С. Педан

Одесский национальный университет,
кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ
РАЗВИТИЯ АБРАЗИОННО-ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ НА
ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ**

Резюме

Предложена функциональная структурная модель развития абразионно-оползневых склонов северо-западной части Черного моря, которая дает представление об общей структуре береговой геосистемы, показывает характер и тип связи ее отдельных субсистем, а также взаимодействие основных факторов развития с показателями абразионно-оползневого процесса.

Ключевые слова: береговая геосистема, абразионно-оползневые склоны, функциональная структурная модель.

G. S. Pedan

Odessa National University,
Department of Engineering Geology and Hydrogeology,
Dvorianskaya st., 2 Odessa, 65026, Ukraine

**ELABORATION OF FUNCTIONAL STRUCTURE MODEL OF
ABRASION SLIDING SLOPES DEVELOPMENT AS AN EXAMPLE
NORTHWESTERN BLACK SEA**

Summary

Functional structure model of Northwestern Black Sea abrasion sliding slopes is offered. This is a coastal geosystem general structure, which demonstrate character and type contact of its single subsystem, and interaction between development basic factors and abrasion sliding process.

Keywords: coastal geosystem, abrasion sliding slopes, functional structure model.