

УДК 556.3,624.131

**Є. Г. Коніков**, д-р геол.-мін. наук, проф., **Є. А. Черкез**, д-р геол.-мін. наук, проф., **М. Ф. Ротар**, канд. геол.-мін. наук, доц., **Є. С. Штенгелов**, канд. геол. наук, доц.

Одеський національний університет,  
кафедра інженерної геології та гідрогеології,  
Шампанський пров., 2, Одеса, 65058, Україна

## СТАНОВЛЕННЯ, РОЗВИТОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОДЕСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

У статті розглянуто історію становлення гідрогеологічних та інженерно-геологічних досліджень в Одеському університеті за період із XIX століття до сьогодення. Наведено відомості про досягнення в розробці теоретичних та методологічних основ у різних наукових напрямках гідрогеології та інженерної геології, а також перспективи подальшого розвитку досліджень.

**Ключові слова:** гідрогеологія, інженерна геологія, історія, досягнення, перспективи.

### Короткий історичний нарис

Початок систематичних інженерно-геологічних і гідрогеологічних досліджень на території м. Одеси, її околиць і колишнього Новоросійського краю у цілому було закладено професорами Новоросійського імператорського університету Сінцовим Іваном Федоровичем і Головінським Миколою Олексійовичем. За дорученням міської управи проф. Сінцов І. Ф. склав першу геологічну карту Одеського уїзду і карту основних колодязів Одеського градоначальства [46], вивчав зсуви і обвали узбережжя моря [47]. Влітку 1914 р. за участю приват-доцента Алексєєва Олексія Карповича і Гапонова Юхима Антоновича було здійснено гідрогеологічні дослідження у Тираспільському уїзді, а також у долині р. Інгулець. В 1928 р. Ю. А. Гапоновим була опублікована перша гідрогеологічна карта межиріччя Дністер-Південний Буг, а також детальний каталог гідрогеологічних свердловин цього регіону [5].

У 30-і роки створена Одеська зсувна станція, керівником якої стає Яцько Іван Якович, пізніше — професор, завідувач кафедри загальної і морської геології ОДУ. В ці ж роки Аксентьевим Г. М. і Хренниковим М. А. почалось вивчення абразійної діяльності Чорного моря на узбережжі м. Одеси [1, 49]. Кінець 30-х років пов'язаний з ім'ям доц. Мальованого Євгена Тарасовича, яким опублікована серія наукових робіт з гідрогеології Одеської області, м. Херсону і східної частини Дніпропетровської області [36].

У 1951 р. науково-дослідна експедиція Одеського університету розпочала роботи на Дніпрі в зв'язку з проектуванням і будівництвом Каховської ГЕС. Керівником експедиції був Розовський Лев Борисович.

З 1955 р. започатковано підготовку фахівців з гідрогеології та інженерної геології, у 1971 р. була створена кафедра інженерної геології і гідрогеології, керівником якої до 1978 р. був проф. Л. Б. Розовський, до 1997 р. проф. І. П. Зелінський. З 1997 р. кафедрою керує проф. Є. А. Черкез.

У 1959 році постановою уряду України була створена Проблемна науково-дослідна лабораторія узбережжя моря, водосховищ і гірських схилів, напрямком наукових досліджень якої була оцінка і прогнозування динаміки берегів морів і водосховищ, моделювання і оцінка стійкості схилів в різних регіонах України і за кордоном. Її науковими керівниками були професора Л. Б. Розовський, В. М. Воскобойніков, а з 1995 року — проф. Є. Г. Коніков.

Таким чином, на початку 70-х років минулого сторіччя в університеті сформувався науково-навчальний комплекс "Кафедра інженерної геології і гідрогеології — Проблемна лабораторія інженерної геології", за час існування якого було розроблено теорії геологічної подібності і натурного моделювання (Л. Б. Розовський, В. М. Воскобойніков, І. М. Крижанівська), геодинамічного поля (І. П. Зелінський), методи оцінки і прогнозу стійкості масивів гірських порід (І. П. Зелінський, Є. А. Черкез). Колектив вчених науково-навчального комплексу прийняв активну участь в проектуванні, будівництві і оцінці ефективності протизсувних споруд на узбережжі Одеси, ввійшов до складу авторського колективу по розробці Генеральної схеми протизсувних і берегозахисних заходів на узбережжі Чорного моря у межах України, розробив рекомендації щодо експлуатації водосховищ. В 1996 році професори кафедри І. П. Зелінський, О. А. Ханонкін і Є. А. Черкез були удостоєні Державної премії України в галузі науки і техніки.

## **Результати наукових досліджень в галузях гідрогеології**

### **Дослідження закономірностей формування, розповсюдженості та динаміки комплексів водоносних горизонтів на півдні України та в Криму**

Гідрогеологічні дослідження в межах північного Причорномор'я проводились ще в кінці позаминулого століття. На початковій стадії вони носили локальний характер і здійснювались при вирішенні конкретних і в той же час важливих задач. Яскравим прикладом цього були дослідження професора Одеського (Новоросійського) університету Синцова І. Ф. щодо з'ясування причин формування на частині території міста Одеси нового водоносного горизонту в лесових породах та характеристика підземних вод Одеси й околиць [46, 47]. Пізніше дослідження набули більш широкого регіонального характеру. Зокрема, проф. Гапонов Ю. А. видав друком такі роботи, як "Рельеф и под-

земные воды юга Украины", "Гидрогеологический разрез через Тирасполь, Николаев и Качкарровку", "Каталог буровых скважин и гидрогеологическую карту юго-западной части Украины" [5, 6, 7, 8].

Перед Вітчизняною війною суттєвий внесок в вивчення гідрогеології регіону набули результати досліджень Є. Т. Мальованого та Г. Я. Гончара [35, 10], щодо гідрогеологічних умов Херсонської області та використання підземних вод для питного водопостачання й зрошення.

По війні вчені університету продовжили численні гідрогеологічні дослідження у регіоні. Є. Т. Мальований проводив гідрогеологічні дослідження на узбережжі Дніпра у зв'язку з проектуванням Каховського водосховища й однойменної гідроелектростанції. Значні за обсягом роботи виконав Г. Я. Гончар [9, 10], який самостійно і у співдружності з фахівцями Причорноморської геологорозвідувальної експедиції працював над вивченням підземних вод у межиріччі Дунай-Дністер з метою їх, пошуків і оцінки придатності для водопостачання й зрошення. Однією з важливих задач, над вирішенням яких працював учений, було також вивчення гідрогеологічних закономірностей як основи прогнозування режиму підземних вод у районах водогосподарчого будівництва.

Умови формування ґрунтових вод у межах північно-західної частини Причорномор'я вивчала канд. геол.-мін. наук М. В. Комарова.

З наведеного короткого огляду витікає, що зусиллями численних дослідників, так чи інакше пов'язаних із кафедрою інженерної геології й гідрогеології, створено досить повну карту гідрогеологічних умов регіону щодо формування, розповсюдження, кількісних і якісних характеристик підземних вод.

Значний обсяг гідрогеологічних досліджень виконано кафедрою інженерної геології та гідрогеології та ПНДЛ-1 при комплексному вивченні факторів зсувних процесів як в Одеському, так і в інших зсувонебезпечних районах України (Крим, Приазов'я, Передкарпаття, Закарпаття). Отримані дані враховані при проектуванні, будівництві та експлуатації протизсувних споруд. Вивчення підземних вод здійснювалось також при проведенні інженерно-геологічних досліджень в районах Тербля-Рикської ГЕС та Дністровської ГАЕС.

В 1981–1992 рр. співробітниками кафедри інженерної геології та гідрогеології за тематикою ВСЕГИНГЕО (Всесоюзний інститут гідрогеології та інженерної геології, м. Москва) проведено збір, систематизацію і аналіз фактичного матеріалу про режим гідродинамічних і гідрогеохімічних процесів в сейсмонебезпечних регіонах (Крим, Східні та Південні Карпати) із метою визначення надійних гідрогеологічних провісників землетрусів.

Керівництвом кафедри, зокрема, професором І. П. Зелінським неодноразово ставилась та опрацьовувалась проблема удосконалення системи водопостачання м. Одеси. Вивчались та прораховувались варіанти підземного очищення дністровської води (система ін'єкційних та водозабірних свердловин), але перевага віддавалась варіанту облаш-

тування розвинутої мережі бюветного водопостачання з використанням водоносного горизонту верхньосарматських відкладів.

### **Фактори й закономірності формування гідродинамічного та гідрохімічного режимів підземних вод в прибережній частині Чорного моря**

Останнім часом наукового та прикладного значення набули дослідження чинників формування гідродинамічного та гідрохімічного режимів підземних вод верхньосарматського водоносного комплексу. Це значною мірою обумовлено поширенням використання вод верхньосарматського комплексу з метою водопостачання та в якості лікувальних-столових вод.

Унаслідок проведених досліджень було встановлено, що режими мінливості статичного рівня та мінералізації і хімічного складу характеризується яскраво вираженою періодичністю (у міжрічному та внутрішньорічному часовому розрізі) незалежно від обсягів та умов водовідбору, тобто вона обумовлена впливом зовнішніх природних факторів. Серед чинників, що впливають на динаміку та хімічний склад верхньосарматських підземних вод за даними статистичної обробки, слід виділити: атмосферні опади, атмосферний тиск, кутова швидкість обертання Землі, наявність подекуди гідрогеодинамічних вікон дрен в перекриваючих водоупорних горизонтах.

Вплив цих факторів нерівнозначний та проявляється неоднаково на дослідній території, але доведено, що атмосферні опади й атмосферний тиск в цілому обумовлюють періодичність режимів водоносних горизонтів із чітко визначеним лагом [30].

Механізм впливу кожного окремо з перелічених чинників та комплексного прояву ще до кінця не з'ясовано, але вже намітилась в цілому структура гідродинамічної моделі та з'ясовано деякі причинно-наслідкові зв'язки між ними.

Дослідження гідродинаміки ґрунтових (з вільною поверхністю) вод на території м. Одеси дозволили також установити особливості між річної та внутрішньорічної їх мінливості, що обумовлена як зовнішніми, так і внутрішніми чинниками, подібними за механізмом свого впливу, на описані вище [56].

Результати цих досліджень дозволили сформулювати гіпотезу структурно-тектонічного дренажу: диз'юнктиви післясарматського структурно-геофізичного ярусу утворюють природну постійно діючу систему каналів перетіку ґрунтових вод у нижчезалягаючі водоносні горизонти, систему структурно-тектонічних "дрен". Ця система забезпечує квазіперіодичний дренаж ґрунтових вод на території міста, і тим самим керує їх динамікою за законами просторово-часової симетрії екзотектогенезу [56].

Беззаперечним фактом формування гідрогеологічних умов Північно-західного Причорномор'я є наявність регіонального рівня дренування водоносних горизонтів, яким є рівень Чорного моря та Причор-

номорських лиманів. В берегових схилах дренуються підземні води неогену (від сармата до верхнього пліоцену) та четвертинної системи.

До певного часу висловлювались також гіпотези про можливість дренування водоносних горизонтів на дні моря в межах шельфу та континентального схилу. На початку 60-х років ХХ століття в Одеському університеті та Інституті геологічних наук НАН України було розпочато дослідження субмаринного розвантаження підземних вод.

Унаслідок проведення пошуково-експедиційних досліджень були виявлені зони й ділянки зосередженого розвантаження підземних вод на морському дні. Осередки субмаринного розвантаження підземних вод концентруються як правило поблизу берегової лінії (карстові печери та порожнини) та в місцях виходу на поверхню дна моря неогенових та четвертинних континентальних порід. Ці ділянки зосередженого розвантаження були виявлені по гідродинамічним і фізичним характеристикам (потік вод, відмінних за фізичними властивостями від морської води, спрямований доверху) та по хімічному складу вод, що дренуються. Хімічний склад дренажних вод суттєво відрізняється від хімічного складу морської води (вони, як правило, більш прісні, в їх складі переважають іони гідрокарбонату, кальцію, сульфату, іноді зустрічаються карбонат кальцію та  $\text{CO}_2$ ).

Розосереджене розвантаження підземних вод удалося встановити за результатами вивчення хімічного складу порових вод донних відкладів. Ділянки розосередженого розвантаження характеризуються перекриттям корених порід (виходів водоносних горизонтів) морськими голоценовими осадами. На локальних ділянках шельфу хімічний склад і тип метаморфізації порових вод кардинально відрізняється від складу, притаманного морським відкладам, що стало підставою для висновків про наявність розвантаження підземних вод не тільки в прибережній зоні шельфу [25].

Таким чином, ділянки зосередженого та розосередженого субмаринного розвантаження є досить надійною пошуковою ознакою наявності водоносних горизонтів у континентальних відкладах на північно-західному шельфі.

#### **Дослідження стану техногенного забруднення підземних вод та його вплив на здоров'я населення регіону**

Підземні води на території Причорномор'я є на значних територіях чи не єдиним джерелом господарського й питного водопостачання населення. Тому їх якість набуває вирішального значення як один із головних чинників впливу здоров'я населення.

Обмаль мереж централізованого водопостачання на тлі повної відсутності систем каналізації у сільській місцевості зумовили поступове забруднення підземних джерел питного водопостачання. Широке використання агрохімікатів після 1955 р. створило значну додаткову загрозу забруднення підземних вод. Саме у зв'язку з цим виникла необхідність проведення регіональних досліджень впливу використан-

ня агрохімікатів на забрудненість підземних вод, ресурси яких у регіоні вкрай обмежені, а їх розподіл вкрай нерівномірний.

Виконані кафедрою дослідження показують наступне.

Забруднення азотистими сполуками ґрунтових вод в Одеській області за даними більше 1 тис. хімічних аналізів сягає значних масштабів: в середньому вода кожного з двох колодязів із п'яти перевищує діючі нормативи за вмістом нітратів в 2-30 разів і більше. В деяких районах така вода знаходиться у кожному другому колодязі [61]. При цьому суттєвий внесок у забруднення ґрунтових вод належить азотним добривам.

Дослідження забрудненості основних водоносних горизонтів в межах Одеської й Миколаївської областей теж виявили значну розповсюдженість залишкових кількостей пестицидів — біля 90% проб води вміщують отрутохімікати. При цьому перевищення діючих нормативів щодо вмісту токсикантів зареєстровано тільки в 11% проб [61].

У структурі приблизно 300 тис. т. пестицидів, що з 1949 р. було використано на території Одеської області значна частина володіла біологічною активністю щодо організму людини. Так, за період 1977–1993 рр. на території області для обробки сільськогосподарських угідь було використано (у перерахунку на 100% діючої речовини) 12057 т (362 кг на 1 км<sup>2</sup>) пестицидів, що володіють цитогенетичною активністю, 24639 т канцерогенних (740 кг на 1 км<sup>2</sup>), 33114 т (448 кг на км<sup>2</sup>) ембріотоксичних та 14905 т (448 кг на 1 км<sup>2</sup>) гонадотоксичних.

Таке значне навантаження на територію області чистої отрути відобразилось на динаміці захворюваності по низці класів хвороб. Докази цього отримано шляхом аналізу динаміки двох рядів по кожному з адміністративних районів, а саме динаміки навантаження канцерогенних і тератогенних пестицидів, з одного боку, й динаміки захворюваності злоякісними новоутвореннями, уродженими вадами розвитку і деякими іншими хворобами — із другого.

Часові ряди показників загальної онкозахворюваності, що включали постійну складову були приведені до стаціонарного вигляду шляхом виключення тренду. Використання крос кореляційного аналізу дозволило виявити не тільки річний зв'язок (по окремих районах коефіцієнт кореляції склав 0,89 при  $P = 0,001$ ), але й визначити відставання захворюваності від впливу отрути на 5–9 років. Аналогічні дані щодо впливу тератогенних пестицидів одержано відносно уроджених вад розвитку. Різниця полягає лише в тому, що зміщення у часі для цього класу захворюваності складає 9–14 років [43, 44].

Основним джерелом токсикантів є забруднене геологічне середовище, із якого пестициди потрапляють до істивних продуктів та питної води переважно з підземних джерел водопостачання.

В останні роки кафедрою проводиться ще одне дослідження з регіональної гідрогеології — порайонна оцінка якості природних підземних вод із точки зору їх відповідності сучасним вимогам діючих ґатунків щодо питної води.



## **Наукові напрями та основні досягнення в галузях інженерної геології та охорони геологічного середовища**

### **Теорія геологічної подібності і методологічні основи моделювання й прогнозування берегових процесів**

Визначною подією для інженерно-геологічної науки стала розробка наприкінці 60-х — початку 70-х років теорії геологічної подібності та методологічних основ моделювання і прогнозування геологічних процесів, перш за все, стосовно найбільш небезпечних і поширених: абразії морських берегів, переробки берегів водосховищ, акумуляції та зсувних явищ. Загально визнано, що пріоритет в розробці цієї проблеми належить відомим ученим Одеської школи інженерної геології професором Л. Б. Розовському, І. П. Зелінському, В. М. Воскобойникову [38, 41, 42]. Наукові здобутки Одеської школи в цьому напрямку інженерної геології знайшли відбиток в чисельних публікаціях науковців кафедри та колишнього Радянського Союзу, в довідниках та методичних рекомендаціях з прогнозуванню інженерно-геологічних процесів, а також підручників з інженерної геології [21, 34].

Основною парадигмою теорії геологічної подібності є доведене твердження: "Подобными называются те геологические процессы, явления и образования, у которых сходство существенных, осредненных и обобщенных качеств сопровождается приближенно пропорциональными изменениями этих качеств или их соотношений" [38, с. 32]. В теоремах подібності сформульовано принципи необхідності, достатності та однозначності. Виходячи з цього принципу було сформульовано при теоремі подібності, які стали підґрунтям розробки методів натурного (природного) моделювання. Створені моделі процесів є евристичними та прогностичними.

Вагомим внеском в теорію та методологію натурного моделювання і прогнозування є адаптовані в геологічну науку гіпотези і розробки теорії розпізнання образів, які дозволяють на математичному рівні визначати міру подібності природного об'єкту та природного аналога. Узагалі методи натурного моделювання відносяться до групи методів аналогій, які і зараз не втратили своєї актуальності і прикладного значення.

Першим кроком у реалізації теорії геологічної подібності та загальних підстав методології натурного моделювання стала розробка методу натурного (природно-аналогового) прогнозування переробки берегів рівнинних водосховищ. На той час ця проблема була дуже актуальною у зв'язку із створенням у 50-х роках крупних водосховищ на нижньому Дніпрі та чисельних водосховищ на малих річках по всій території України. Порядок створення прогностичної моделі полягав в інженерно-геологічній типізації берегових систем, у виборі параметрів, що характеризують ці геосистеми та процес, у використанні аналізу розмірностей та виводу узагальнених безрозмірних комплексів (критеріїв подібності). На цій підставі було створено альбом

природних аналогів для прогнозування переробки берегів, складених лесовими породами в зоні хвильового впливу [40].

В подальшому цей метод був удосконалений та формалізований (виведення критеріальних рівнянь узагальнюючого виду) та пристосований для прогнозування переробки берегів водосховищ, складених різними типами гірських порід. Ця модифікація методу природних аналогій отримала назву "метод узагальнених змінних" [3].

Суттєвою позитивною відмінністю методу узагальнених змінних є принципова можливість його застосування для моделювання будь-яких інженерно-геологічних систем та прогнозування більшості відомих інженерно-геологічних процесів, що реалізувалося в створенні методу оцінки і прогнозування стійкості зсувів на морських берегах [4], методу прогнозування процесу розсолення водонасичених лиманно-морських ґрунтів [39], методів оцінки стану і прогнозування консолідації ґрунтових масивів, складених водонасиченими лиманно-морськими утвореннями [28].

Останнім часом науковці ПНДЛ-1 працюють над створенням прогностичних моделей розмиву морських берегів абразійного та абразійно-зсувного типу [31, 32, 33], а також розробляють питання удосконалення природно-аналогового моделювання, зокрема, методу узагальнених змінних, доведення їх модельності, достовірності й точності. Для вирішення цих проблемних питань проводяться дослідження розвитку цього процесу в просторі та часі й обумовлюючих його природних і техногенних факторів: астрономічних, кліматичних, гідродинамічних, техногенних тощо.

#### **Методологія оцінки стійкості схилів та укосів і оцінка ефективності берегозахисних споруд на узбережжі Чорного моря та водосховищ**

Природні умови території Північного Причорномор'я визначили широкий розвиток та різноманітність екзогенних геологічних процесів. Серед них зсуви відносяться до одних із самих небезпечних процесів, що викликають руйнування споруд, втрати цінних сільськогосподарських земель, ускладнюють засвоєння територій і вимагають значних коштів на захисні та ліквідаційні заходи. Вивченню проблеми зсувів північно-західного узбережжя Чорного моря і території області присвячені численні публікації співробітників кафедри і Проблемної лабораторії [4, 13, 16]. В межах Одеської області площа зсувних і зсувонебезпечних ділянок складає 18% площі території області, а кількість зсувів досягає 6000, що сформувались з початку 70-х років. Співробітниками кафедри і ДРГП "Причорноморгеологія" створено комп'ютерну базу даних, що містить відомості про параметри і характеристики зсувних схилів і зсувів, дані спостережень за їх активністю. За результатами обробки даних побудовані електронні карти просторового розповсюдження зсувів і їх типів, районування території за питомою враженістю зсувами, середньою швидкістю збільшення кількості зсувів в залежності від факторів [55, 60]. Встановлено,



що зсувні процеси розповсюджуються за тектонічною мережею, а їх динаміка залежить від земних, планетарних і космічних факторів [22, 23, 59].

Головні труднощі вивчення і прогнозу зсувів в будь якому регіоні полягають в тому, що вони формуються під впливом багатьох факторів, розповсюдженні на значних територіях, діють протягом тривалого часу, кожний зсувний район і окремі його ділянки відрізняються неоднорідністю складу і будови масивів порід, а також особливостями прояву зсувів. Усі ці складності призвели до необхідності удосконалення методичних основ моделювання зсувів для вирішення задач про напружений стан порід і стійкість зсувних схилів та укосів складної геологічної будови з урахуванням наявності міцних і слабких шарів порід, впливу різного роду природних і штучних факторів.

Значним досягненням в напрямку вирішення задач напруженого стану масивів порід складної геологічної будови було розроблення І.П.Зелинським теорії геодинамічного поля і методу електрогеодинамічних аналогій (ЕГА) [11, 12, 42]. В методі ЕГА використовується аналогія гравітаційного і електричного полів, що дозволяє вивчати геодинамічне поле методами електростатики при дотриманні вимог теорії подібності і умов однозначності. Геодинамічне поле виникає в масивах порід при наявності градієнту ваги і описується системою ізопотенційних і силових ліній, що деформуються на межі різних за фізико-механічними властивостями шарів. Результати моделювання дозволяють за деформаціями геодинамічної сітки оцінити вплив неоднорідності будови масиву на напружений стан порід, встановити місцезнаходження можливих зон зрушення, отримати уявлення о формі поверхні зсуву і обґрунтувати рівень інженерно-геологічної схематизації схилів і укосів складної геологічної будови.

Велике значення для вивчення зсувних процесів має методичне удосконалення методу еквівалентних матеріалів, який дозволяє моделювати умови руйнування масивів порід і тому має перевагу при вирішенні таких задач: встановлення загального характеру деформування масивів порід складної геологічної структури, вивчення їх механізму руйнування, оцінка впливу факторів і сил різної природи, оцінка можливостей використання розрахункових методів і визначення умов їх застосування. Методичне і технологічне удосконалення методу відбувалося у таких напрямках: підбір еквівалентних матеріалів, що відповідають вимогам умов подібності по визначним параметрам зсувного процесу, розробка методики відтворювання на моделях силової дії підземних вод, розробка методики виміру деформацій і розрахунку напруг для кількісної оцінки змін коефіцієнту стійкості схилу в процесі експерименту в залежності від дії факторів [19, 50, 51]. За результатами моделювання зсувів випору (Одеське узбережжя) методом еквівалентних матеріалів було виявлено вплив глибини розташування слабого шару та прошарків, що містять напірні води, на напружений стан порід схилів та їх стійкість, були отримані нові уявлення про механізм зсувного процесу: поверхня зсувного зміщен-

ня приурочена до слабого шару основного деформуємого горизонту, зміщення відбуваються за лінійними та хвильовими траєкторіями, а покрівля перем'ятих меотичних глин набуває хвильовий рельєф [50]. В натурних умовах складчастий рельєф покрівлі глин обумовлено їх пластичними властивостями, що проявляються як в період тривалої підготовки зсуву, так і в стадію основного зрушення. Власно зсувний процес (стадія основного зміщення) являє собою переміщення фронту геодинамічної хвилі, параметри якої (амплітуда і довжина) визначаються морфометричними характеристиками схилів і структурно-тектонічними особливостями масивів порід [16].

Найбільш перспективним для вирішення задач оцінки і прогнозу стійкості зсувних схилів була розробка методу зіставлення полів діючих напруг, що отриманні за результатами моделювання, і показників міцності порід [17, 18, 61]. Напружений стан визначається за допомогою методів фізичного, аналогового або чисельного моделювання, а потенційне поле міцності — в відповідності з критерієм Кулона-Мора.

Вирішення проблеми прогнозу зсувів і стійкості зсувних схилів неможливо без встановлення кількісних характеристик і оцінки відносної ролі великої кількості факторів, що визначають закономірності формування і розвитку зсувів. Відносно більшості факторів зсувів, таких як структурно-геологічні умови, абразія, роль підземних вод та інших, існували якісні і кількісні оцінки їх впливу. Разом з тим, існує група найменш вивчених факторів, до яких можуть бути віднесені структурно-тектонічні особливості масивів порід, параметри блокової структури території, просторовий розподіл систем розривів і тріщин, сучасні розломно-блокові рухи.

Дослідження, що проводились в цьому напрямку, підрозділяються на фундаментальні і прикладні. До фундаментальних досліджень відносяться теоретичне обґрунтування розчленування поверхні Українського щиту, встановлення ієрархії розломів і лінійних розмірів блоків і системи співвідпорядкованих структур, що відповідає ієрархічному кроку кратному двох [14]. На основі узагальнення теоретичних і емпіричних досягнень наук про Землю В. І. Шмуратко розроблена і сформульована концепція гравітаційно-резонансного екзотектогенезу, що дозволило виявити вплив структурно-тектонічного фактору на будову та динаміку берегової зони, а й залежність гідродинаміки ґрунтових вод [56].

Прикладні дослідження були спрямовані на вивчення інженерно-геологічних процесів (зсуви, підтоплення, карст, деформації споруд) і розробку проблеми зв'язку проявів ендегенних процесів з ектогенними. Їх обумовленість сучасними тектонічними рухами і притаманність до структурних елементів виявляється на різномасштабних рівнях. За результатами аналізу даних морфометричних параметрів зсувних блоків і зсувів [13, 50], що розповсюдженні на території Північного Причорномор'я, багаторічних режимних спостережень за деформаціями земної поверхні території міста Одеси, лінійних споруд значної

довжини (дренажні і гідротехнічні споруди, що входять до складу протизсувних м. Одеси) установленні аналогічні (кратні двох) співвідношення ділення лінійних розмірів тектонічних блоків [20, 22, 24, 53]. Доведена сучасна тектонічна активність блоків і її вплив на морфометричні й кінематичні параметри зсувів, довготривалу стійкість схилів, режим підземних вод і розвиток екзогенних геологічних процесів [37].

В сучасний період інженерна геодинаміка вивчає складні прямі і зворотні зв'язки системи "комплекс споруд — геологічне середовище" при мінливості у просторі і за часом геологічних умов. Аналіз змін геологічного середовища, в тому числі характеру зсувних процесів на ділянках здійснення комплексу протизсувних заходів має велике значення для теорії й практики. Для теорії — тому, що узагальнення натурних спостережень відповідає найбільш важливим задачам інженерної геології — раціональному використанню й прогнозу змін геологічного середовища. Для практики — тому, що досвід багаторічних спостережень за стійкістю схилів після здійснення зсувних заходів дозволяє оцінити їх інженерно-геологічну ефективність і об'єктивно перевірити відповідність теоретичних уявлень, що покладені в основу проекту, фактичним результатам. Це обумовило необхідність розробки методичних основ і встановлення критеріїв оцінки інженерно-геологічної ефективності як окремих видів протизсувних заходів, так і комплексу в цілому.

За даними багаторічних (1964–1992) геодезичних спостережень у штольнях (входять до складу дренажних споруд протизсувного комплексу м. Одеси) встановлено, що розподіл уздовж них величин і знаку вертикальних переміщень реперів, зон стиснення й розтягу відрізняється просторовою періодичністю (60–120 м), що обумовлена блочною будовою не тільки зсувних схилів, але і корінного масиву порід. В багаторічному розрізі рухи блоків (підйоми, опускання, нахили) мають хвильовий характер [58].

Найбільш об'єктивним критерієм, що інтегрально враховує як сумарній інженерно-геологічний ефект роботи усього комплексу протизсувних заходів Одеського узбережжя, так і зміну природних умов, є швидкість, величина рухів і деформацій порід схилів. Відповідно до цього розроблена методика оцінки інженерно-геологічної ефективності протизсувних заходів, що полягає в зіставленні величин деформацій корінного масиву і зсувних накопичень за часом [52]. Відповідно до цього критерію комплекс протизсувних заходів забезпечує довготривалу стійкість схилів, деформації яких носять загасаючий характер. Зсувний схил і корінний масив поводять себе як кінематично єдина система, що свідчить про високу інженерно-геологічну ефективність комплексу протизсувних заходів. Але, необхідно враховувати, що протизсувні заходи на деяких ділянках Одеського узбережжя були здійсненні майже 40 років тому і за цей час можливо зниження їх ефективності як внаслідок негативних змін природних умов і впливу техногенних факторів (ріст рівнів підземних і ґрунтових вод, підвищення

сейсмічності території, неупорядкована забудова схилів і таке інше), так і за рахунок погіршення роботи окремих різновидів споруд (ймовірно зниження технічної ефективності дренажних споруд, значне скорочення об'ємів пляжів, руйнування гідротехнічних берегозахисних споруд). Також потребує вирішення питання підвищення екологічної ефективності протизсувного комплексу.

Дослідження в напрямку вирішення проблем інженерної геодинаміки були започатковані Проблемною лабораторією інженерної геології і кафедрою інженерної геології й гідрогеології з 60-х років минулого століття у відповідності з науковим планом і тематикою Мінвузу України і здійснювались під керівництвом професорів Л. Б. Розовського, І. П. Зелінського, В. М. Воскобойнікова, Є. Г. Конікова, Є. А. Черкеза. Результати цих досліджень широко використовуються в практиці учбових, наукових і виробничих організацій України. За цією тематикою були опубліковані статі, монографії і підручники й учбові посібники [13, 56 та ін.]. Підручник по інженерно-геологічним прогнозам і моделюванню 1975 року видання [41] був включено ВАК СРСР в перелік обов'язкової літератури для складання кандидатського мінімуму за спеціальністю "інженерна геологія, ґрунтознавство і мерзлотознавство", а підручник 1987 року видання з грифом Мінвузу України [42] був єдиним у межах колишнього СРСР.

#### **Інженерно-геологічна типізація та розробка методології районування прибережної зони, шельфу та міських територій**

Загально відомо, що створення прогностичних моделей будь-яких інженерно-геологічних процесів, особливо методів аналогій, базуються на інженерно-геологічній типізації територій та їх районуванні. Загальні принципи типізації й районування сформульовані в роботах відомих вчених інженер-геологів Є. М. Сергєєва, Г. С. Золотарьова, Г. А. Голодковської, В. Т. Трофимова. Вагомий внесок у розробці цього напрямку регіональної інженерної геології вчених Одеського університету Л. Б. Розовського, І. П. Зелінського, В. М. Воскобойнікова.

Особливість підходу до побудови схем інженерно-геологічної типізації та районування територій, які розроблялися представниками Одеської наукової школи, обумовлена специфікою будови геологічного середовища (прибережно-морські геосистеми, водосховища, морський шельфі) та спеціалізацією застосування. Були розроблені принципи схематизації інженерно-геологічних умов та побудовано схеми районування берегів водосховищ Дніпровського каскаду, прибережної зони моря та шельфу та Азовського моря, окремих ділянок півдня України в різних масштабах (від 1:500000 до 1:25000). Створювалися карти, побудовані як на принципах регіонального, так і типологічного інженерно-геологічного районування [13, 26, 54 та ін.].

Особливим об'єктом інженерно-геологічного районування є території міських агломерацій та населених пунктів. Розробка цих схем районування мала на меті комплексну оцінку інженерно-геологічних умов для будівництва, реконструкції споруд та сейсмічного мікрорайо-

нування м. Одеси та області, а також раціонального використання територій і охорони оточуючого середовища. Розроблені в Одеському університеті методологічні основи інженерно-геологічного районування широко використовуються фахівцями різних виробничих організацій (Причорномор ДРГП, ЧорноморНДІпроект, Укрпівденпроект та ін.).

### **Становлення й досягнення морської інженерної геології**

Історично обумовлено, що в Одеському університеті ще на початку 70-х років минулого століття почали бурхливо розвиватися морські інженерно-геологічні дослідження. Ці дослідження проводились не тільки на акваторії Азово-Чорноморського басейну, але й в Атлантичному та Індійському океанах на науково-дослідних суднах "Одеський університет", "Мечников", "Антарес".

Як це і належить, наукові дослідження проводилися в трьох основних напрямках інженерно-геологічної науки: морського ґрунтознавства, морської регіональної інженерної геології та інженерної геодинаміки.

Ґрунтознавчі дослідження проводилися на підґрунті генетичного підходу до вивчення та інтерпретації складу, стану й фізико-механічних властивостей морських та лиманно-морських відкладів. Численні дані інженерно-геологічних випробувань морських ґрунтів дозволили науковцям Одеського університету на підставі узагальнень виявити основні закономірності формування властивостей морських грантів, розробити їх інженерно-геологічні класифікації та встановити стани і зони літогенезу [2, 26, 27, 57].

Унаслідок регіональних інженерно-геологічних досліджень були встановлені основні регіональні та локальні закономірності просторової мінливості фізичних та механічних властивостей донних відкладів, розроблено підходи і принципові схеми інженерно-геологічного картування та районування шельфової зони та окремих ділянок глибоководних рівнин Світового океану.

У процесі морських інженерно-геологічних досліджень значна увага приділялась вивченню геологічних та інженерно-геологічних процесів і не тільки в береговій зоні, про що вже згадувалось раніш, але й на шельфі та глибоководі. Вивчалася динаміка переносу та акумуляції наносів на морському дні, внаслідок чого встановлено границі зон різної гідродинамічної активності. Виявлено закономірності та розроблено методику досліджень гідро геодинамічних процесів, що супроводжують розробку морських кар'єрів будівельних пісків та залізо марганцевих конкрецій, розроблено методику оцінки стійкості схилів підводних кар'єрів.

Значним внеском у теорію морської інженерної геології є розробка методу геодинамічного аналізу формування інженерно-геологічних властивостей берегової зони і геодинамічної моделі приплатформеного шельфу [4, 26, 37, 56].

Наукові здобутки Одеської школи морської інженерної геології знайшли достойне місце в черзі монографій: Геологія шельфу УРСР.

Лимани (1984); Геологія шельфу УРСР. Літологія (1985); Інженерна геологія СРСР. Шельфи СРСР (1990) та інших публікаціях.

**Дослідження сейсмічності регіону. Інженерно-геологічні основи сейсмічного мікрорайонування м. Одеси**

Основні напрямки цього напрямку досліджень включають: вивчення регіональних сейсмічних умов по територіях Північно-Західного Причорномор'я, Східних і Південних Карпат та прилеглих регіонів; аналіз інженерно-геологічних умов і оцінка ступеня локальної сейсмічної небезпеки Одеського регіону.

З 1960 по 2003 рік Причорноморським регіональним геологічним підприємством та спеціалістами ОНУ ім. І. І. Мечникова по території Одеського регіону проведено комплексне вивчення регіональних геологічних, гідрогеологічних і інженерно-геологічних та інженерно-сейсмологічних умов (М. А. Кюган, І. П. Зелінський, В. С. Бруяко, М. Ф. Ротар, Є. А. Черкез, Є. Г. Коніков, Л. С. Арбузова, В. Г. Іванов, В. Г. Тюремина, А. І. Караван, О. В. Фесенко).

У результаті виконаних досліджень отримані нові дані про сейсмічну небезпеку зон виникнення вогнищ землетрусів (ВВЗ) у Східних Карпатах та їх характеристики. Рівень сейсмічної небезпеки Одеського регіону складає 6–7 балів (за даними загального сейсмічного районування 1981 і 1997 рр.) і визначається наявністю більш ніж 10 великих зон виникнення вогнищ землетрусів (зон ВВЗ) у Східно-Карпатському регіоні.. Виділені та охарактеризовані 53-и сейсмічні зони, із них 22 зони ВВЗ. Як найбільш небезпечні для Одеського регіону визначені зони ВВЗ — Вранча, Бузау, Іаломіта, Сату Марє з максимальними магнітудами ( $M_{max}$ ) — 6,5–7,7 і середньою періодичністю землетрусів — 35–50, 100 та 200 років. Установлено, що для землетрусів зони Вранча з магнітудами 6,5–7,5, максимальна інтенсивність землетрусів в Одесі, розрахована по рівнянням макросейсмічного поля для середніх ґрунтових умов, складає 5–6 балів, а з урахуванням середньої величини приросту сейсмічного бала — 6,5–7 балів.

У напрямку вивчення локального сейсмічного ефекту землетрусів уточнено й дороблено методику створення інженерно-геологічних основ сейсмічного мікрорайонування (СМР) для території м. Одеси, що дозволяє оптимізувати комплекс інженерно-сейсмо-геологічних досліджень для цілей СМР за рахунок найбільш повного обліку інженерно-геологічних умов: розробка карт інженерно-геологічних умов на імовірнісній основі, виконання спеціального комплексного інженерно-геологічного районування, виконання інженерно-геологічної оцінки ступеня локальної сейсмічної небезпеки. Уперше побудована серія інженерно-геологічних карт території Одеси для цілей комплексної оцінки ступеня сейсмічної небезпеки, у т. ч. уперше виконано спеціальне інженерно-геологічне районування території міста у масштабі 1:25 000. Ці карти можуть бути використані науковими й виробничими організаціями з метою попередньої оцінки сейсмічної небезпеки й рішення широкого кола інженерно-геологічних задач та будівництва.



Установлено, що територія м. Одеси має високий ступінь локальної сейсмічної небезпеки. Уперше виконана оцінка просторової мінливості ймовірних значень величини приросту сейсмічної інтенсивності (DI) по території міста геостатистичними методами. Так, за даними О. В. Фесенко просторова мінливість величини DI складає  $-1$  —  $(+1,75)$  бали, при середньому значенні —  $0.9$  бала [48]. Виповнена оцінка значимості, за теоретичними й емпіричними даними, окремих інженерно-геологічних факторів, що впливають на приріст сейсмічної інтенсивності на території міста. На  $87,7\%$  території сумарне збільшення сейсмічної інтенсивності перевищує  $1$  бал, а на  $5\%$  території сейсмічний бал може бути знижений до  $(-0,5)$  —  $(-1)$ . Вихідний бал збережеться на  $13\%$  території. На  $39,9\%$  території приріст сейсмічного балу перевищує  $1,5$ . Як найбільш сейсмонезбезпечні, із даної точки зору, виділені такі історичні райони міста як: центр міста, Аркадія, Слобідка, сел. Котовського, Сахалинчик, Воронцовка, Ближні Млини, Молдаванка (півн. частина), Чорноморка, Більшовик, Куяльник, де середня величина приросту сейсмічної інтенсивності перевищує  $1$  бал.

Методологія обробки інформації передбачає широке використання сучасних інформаційних технологій (ГІС, цифрового просторового моделювання і геостатистики).

#### **Нетрадиційні методи провіщення землетрусів**

Південно-західний регіон України, як доведено [14, 15, 48 та ін.], знаходиться в зоні підвищеної небезпеки. Тому вчені кафедри інженерної геології та гідрогеології і ПНДЛ-1 не могли залишити поза увагою такі актуальні питання, як оцінка сейсмічності регіону, сейсомомоніторинг і провіщення землетрусів. Наукові дослідження в цьому напрямку були започатковані в ОНУ лауреатами Держпремії України професорами І. П. Зелінським і О. М. Ханонкіним.

До сьогодення науці невідомі достатньо надійні методи і засоби прогнозування такого небезпечного явища як землетруси. Це явище має настільки складну та непередбачену природу, що створення таких методів прогнозування очевидно справа майбутнього. В цьому сенсі значну зацікавленість, на нашу думку, викликають розробки у сфері так званих нетрадиційних методів провіщення землетрусів.

Запропоновані методи базуються на фізіологічних реакціях гідробіонтів (риб) та мікроорганізмів (бактерій деструкторів) на збудження геофізичних полів (електромагнітного, теплового, акустичного), що мають коливальну природу, які передують землетрусу. Математично доведена подібність природних геофізичних полів і механічного електромагнітного та акустичного полів, що модулюються в біосенсорних моделях [15, 29].

Експериментальна перевірка підтвердила теоретичні викладки. На технічних біосенсорних моделях було показано, що низькочастотні механічні коливання, пов'язані з пластичними деформаціями в земній корі, які передують землетрусу, викликають певну реакцію в поведінці гідробіонтів. Низькочастотні акустичні та електромагнітні коливання,

які не реєструються сейсмографами, також суттєво впливають на стан бактерій-деструкторів. Цей процес наочно проявляється в зміні стану живильного середовища бактерій-деструкторів по зміні кольору індикаторів.

Таким чином, на даному етапі досліджень було теоретично та експериментально підтверджено ідеї І. П. Зелінського та О. А. Ханонкіна про сенсорні можливості біооб'єктів як передвісників землетрусів.

## **Перспективи розвитку та головні завдання наукових досліджень у галузях гідрогеології, інженерної геології та геоecології регіону**

### **Проблеми та задачі регіональних гідрогеологічних досліджень**

Деякі напрямки регіональних гідрогеологічних досліджень, що наведено вище, не втратили своєї актуальності й до сього часу. Обумовлено це постійно зростаючими потребами господарства південного регіону України в питній та технічній воді. У водогосподарчому комплексі підземні води, придатні для споживання населенням та у виробництві продукції, посідають чинне місце [38]. При цьому слід враховувати, що не всі водоносні комплекси підземних вод характеризуються достатніми запасами, однаково доброю якістю, природною захищеністю й придатністю до споживання.

В аспекті цієї проблеми вкрай необхідним представляється вирішення наступних задач:

- вивчення геолого-гідрогеологічних умов регіону в цілому й окремих територій зі значною нестачею питної води, а також родовищ лікувально-столових вод;
- визначення особливостей гідродинамічного режиму ґрунтових і напірних вод сарматського та палеогенового комплексів та природних й техногенних факторів, що обумовлюють їхній режим;
- оцінка якості підземних вод та розробка рекомендацій щодо використання їх у як питних або лікувально-столових;
- оцінка ресурсів та запасів водоносних комплексів за вищими категоріями запасів;
- визначення перспектив використання підземних вод регіону в народному господарстві, розроблення рекомендацій та нових нормативних документів щодо раціонального використання та охорони від техногенного забруднення.

Не дивлячись на значні здобутки в напрямку вивчення основних закономірностей формування гідродинамічного та гідрохімічного режимів деяких водоносних комплексів (ґрунтових вод четвертинного водоносного горизонту на території м. Одеси та верхньосарматського водоносного комплексу) не можна стверджувати, що ця проблема повністю вичерпана. Крім уже створеної функціональної моделі, що на півякісному рівні відтворює зв'язки між показниками гідродинамічного та гідрогеохімічного режимів, з одного боку, та зовнішніми факторами, які впливають на них, з іншого, вважаємо за необхідне подаль-

шу кількісну оцінку цих зв'язків та побудову кількісної гідродинамічної моделі неоген-четвертинного водоносного комплексу в прибережній зоні.

### **Проблеми, перспективи й задачі інженерно-геологічних досліджень**

Не дивлячись на вагомі здобутки в теорії та методології дослідження, моделювання і прогнозування динаміки берегових геосистем, ця проблема має достатньо не вирішених питань.

Перше з них — неповнота (фрагментарність), недосконалість та невідповідність сучасним вимогам системи натурних режимних спостережень за береговими процесами та факторами, що їх обумовлюють. Ці недоліки перешкоджають створенню повноцінних натурно-аналогових моделей за методом узагальнених змінних.

Друге. Існують певні проблеми з урахуванням у моделях деяких атрибутивних зовнішніх чинників, що контролюють руйнування берегів. Важливим також представляється перехід від напівякісної натурної моделі до математичної моделі у вигляді критеріального рівняння і доказ найбільш повної відповідності моделі натурі (доказ модельності).

Третє. Актуальним є також створення на підставі методу узагальнених змінних прогностичної моделі динаміки акумулятивних берегів північно-західного узбережжя Чорного моря.

При вирішенні проблеми прогнозу зсувів і стійкості зсувних схилів є певні питання, пов'язані із установленням закономірностей впливу тектонічних, астрофізичних та кліматичних факторів, які, як загалом відомо, характеризуються періодичністю змін у часі. Це обумовлює аналогічний характер часової мінливості гідродинамічних процесів, абразії берегів, режиму підземних вод зсувних схилів тощо, і в решті-решт, ймовірно, знаходить відбиток у зміні зсувних процесів у часі.

На підставі оцінок ефективності протизсувних заходів було встановлено, що на окремих ділянках захищених берегів відбулось зменшення стійкості схилів унаслідок змін природних умов і дії техногенних факторів. У зв'язку з цим виникає задача розроблення рекомендацій щодо заходів по реконструкції берегозахисних та протизсувних споруд першої й другої черг на Одеському узбережжі. Також потребує вирішення питання підвищення екологічної ефективності протизсувного комплексу.

Вирішення перелічених завдань стане підґрунтям для розробки методичних рекомендацій щодо проведення берегозахисних заходів та раціонального інженерно-господарчого освоєння узбережних зон.

### **Основні завдання еколого-геологічних досліджень**

За широко відомим висловленням академіка Є. М. Сергєєва інженерна геологія — "наука о геологической среде, ее рациональном использовании и охране у связи с возможностью возникновения вредных для человека геологических процессов" [45, с. 8]. І дійсно, будь-

які інженерно-геологічні дослідження і роботи набувають екологічного забарвлення, в деяких випадках, наприклад, при вивченні наслідків прояву небезпечних природних геологічних та інженерно-геологічних процесів включаються до сфери завдань геоекології. Крім того, значне місце в геоекологічних дослідженнях посідає вивчення властивостей геосередовища (гірських порід і ґрунтів та штучних ґрунтів) як середовища, де відбуваються процеси переносу та накопичення забруднювачів і отруйних речовин. В цьому сенсі не меншу екологічну значущість мають дослідження гідродинамічних та гідрохімічних особливостей ґрунтових і напірних вод.

Узбережжя моря та прибережна частина шельфу Чорного й Азовського морів є одним із найбільш техногенно навантажених регіонів в Україні. З іншого боку, прибережні зони мають певну рекреаційну й бальнеологічну привабливість. Зараз рекреаційно-бальнеологічний потенціал прибережної зони моря подекуди суттєво знижений завдяки історично складеній екологічній політиці та господарчої структури за часів СРСР, які не суттєво змінилися в роки незалежності України. З усіх приморських регіонів України порівняно "чистим" є берег Південного Криму, а найбільш напружена, майже катастрофічна екологічна ситуація, склалася в північній прибережній зоні й акваторії Азовського моря.

Саме по собі господарче освоєння узбережжя й акваторії, розвиток морегосподарчого комплексу, портове, громадянське та промислове будівництво не є основною перешкодою для раціонального та екологічно небезпечного їх освоєння. Про це свідчить позитивний досвід таких індустріально розвинутих країн як Нідерланди, Норвегія, Швеція та інших, хоча гострота екологічних проблем і для них повністю не знята. Основною перешкодою є неповнота наших знань про структуру геосистем та процеси, які їх формують, з одного боку, та порушення відомих законів природи, із другого.

В ракурсі цієї проблеми, нам здається, що головною задачею раціонального використання та охорони оточуючого (у т. ч. геологічного) середовища є удосконалення менеджменту берегових та аквальних прибережних систем. Для розв'язання цієї задачі, з огляду на викладене вище, потрібне вирішення черги інженерно-екологічних і суто інженерно-геологічних завдань:

- розроблення та удосконалення існуючих методик моніторингу небезпечних природних, інженерно-геологічних, геохімічних і гідро-геохімічних процесів;
- розроблення системи методів оцінювання техногенного навантаження на геологічне середовище та припустимих норм навантаження з урахуванням адапційної здібності довкілля;
- розроблення засобів оцінювання ризиків на підставі результатів прогнозування небезпечних процесів;
- розроблення методів запобігання розвитку небезпечних процесів, охорони довкілля та схем раціонального господарчого освоєння територій на регіональному і локальному рівнях;

— розробка нормативних та методичних документів, регламентуючих проведення наукових, пошукових робіт та будівництва в узбережній зоні та на шельфі моря.

З позицій оцінки еколого-геологічної ситуації регіону вельми актуальними, на нашу думку, є продовження досліджень у напрямку розроблення методологічних основ сейсмічного мікрорайонування території Одеської області, створення сейсмологічного моніторингу та нормативних документів, що регламентують будівництво в сейсмонебезпечних регіонах України.

Не менш актуальним представляється нам продовження експериментальних досліджень по створенню нетрадиційних методів провіщення землетрусів, які є важливим елементом сейсмомоніторингу.

Перспективними та практично значущими слід вважати започатковані на кафедрі інженерної геології та гідрогеології й ПНДЛ-1 дослідження ступеня забрудненості підземних вод отрутохімікатами та їх вплив на стан захворюваності населення в місцевостях, де підземні води є майже єдиним джерелом водоспоживання.

## Література

1. *Аксентьев Г. Н.* Результаты наблюдений за абразионной деятельностью Черного моря у берегов Одессы. Труды ОГУ. Сер. Геология и география. Материалы по изучению Одесских оползней. — 1960. — Т. 150. — Вып. 7. — С. 131–136.
2. *Баландин Ю. Г., Богуненко О. Д.* Новые данные о литолого-геохимическом преобразовании лессов в условиях материковой отмели северо-западной части Черного моря // Литолого-геохимические условия формирования донных отложений. — Киев: Наук. думка, 1979. — С. 145–154.
3. *Воскобойников В. М., Лиходедова О. Г.* Изучение и прогнозирование геологических процессов на основе метода обобщенных переменных (на примере переработки берегов водохранилищ) // Инженерная геология, 1984. — № 1. — С. 23–36.
4. *Воскобойников В. М., Козлова Т. В.* Применение геодинамического анализа и метода обобщенных переменных для оценки и прогноза устойчивости оползневых склонов (на примере Северного Причерноморья) // Инженерная геология, 1992. — № 6. — С. 34–49.
5. *Гапонов Е. А.* Рельеф и подземные воды юга Украины // Труды Южной областной мелиоративной организации (ЮОМО). — Вып. 1. — 1922. — С. 64.
6. *Гапонов Е. А.* Гидрогеологический разрез через Тирасполь, Николаев и Качкаровску // Тр. ЮОМО. Вып. 2. — 1923. — С. 111.
7. *Гапонов Е. А.* Каталог буровых скважин и гидрогеологическая карта юго-западной части Украины. // Тр. ЮОМО. — Вып. 13. — 1928. — С. 151.
8. *Гапонов Е. А., Малеваный Е. Т.* О минерализации воды палеогеновых горизонтов Причерноморской впадины // Орошение и водоснабжение артезианскими водами. Изд. УкрНИИГиМ. — Одесса, 1940. — 115–121 с.
9. *Гончар Г. Я.* К определению устойчивости химического состава подземных вод // Тр. ОГУ. — Сб. ГГФ, Т. II, 1954. — С. 49–53.
10. *Гончар Г. Я.* Про роль геоморфологічних елементів у формуванні артезіанських вод південних районів Причерномор'я // Праці ОДУ. Т. 14. Серія геологічних та географічних наук. Вип. 4. Одеса, 1957. — С. 111–114.
11. *Зелинский И. П.* Теоретические и методические основы моделирования оползней / Автореф. дис. докт. геол.-мин. наук. М. 1979. — 43 с.
12. *Зелинский И. П.* Вопросы теории геодинамического поля в связи с решением инженерно-геологических задач // Инженерная геология, 1987. — № 6. — С. 28–35.

13. Зелинский И. П., Корженевский Б. А., Черкез Е. А. и др. Оползни северо-западного побережья Черного моря, их изучение и прогноз. — Киев: Наукова думка, 1993. — 228 с.
14. Зелинский И. П., Кузьменко Г. И. О разломах и блочной структуре земной коры // ДАН Украины, 1994. — № 12. — С. 93–96.
15. Зелінський І. П., Мелконян Д. В., Астрова Н. Г., Романов Ю. С. К проблеме прогнозирования землетрясения (моделирование на основе биоиндикаторов) // Доповіді НАН України, 2002. — № 7. — С. 161–164.
16. Зелинский И. П., Моисеев Л. М., Ханонкин А. А. О природе пластической деформации глинистых пород оползневых склонов Одесского побережья // Геоэкология. — Инж. геол. Гидрогеология. Геокриология, 1993. — № 2. — С. 55–65.
17. Зелінський І. П., Черкез Є. А. Прогноз стійкості зсувних схилів на ділянці третьої черги будівництва протизсувних споруд у м.Одесі // Геологія узбережжя і дна Чорного та Азовського морів у межах УРСР: Міжвід. респ. наук. зб. — Київ: Вид. КГУ, 1974. — Вип. 7. — С. 77–82.
18. Зелинский И. П., Черкез Е. А., Гузенко А. В. Инженерно-геологические прогнозы и моделирование // Учебное пособие. — Одесса: Изд-во ОГУ, 1983. — 126 с.
19. Зелінський І. П., Черкез Є. А., Ібрагімзаде Д. Д. Изучение напряженного состояния и устойчивости оползневых склонов Одесского побережья методом эквивалентных материалов. Тез. доп. Всесоюз. з'їзду інж.-геол., гідрогеол., геокриол. Часть 2. — Киев, 1988. — С. 59–61.
20. Зелінський І. П., Черкез Є. А., Шмуратко В. І. Роль тектонической разблоченности в формировании инженерно-геологических и сейсмических процессов на территории Одессы // Сб. наук.праць НГА України №6, т. 1. Буріння свердловин, гідрогеологія і екологія. Дніпропетровськ: НГА України, 1999. — С. 188–192.
21. Золотарев Г. С. Методика инженерно-геологических исследований. — М.: Изд-во МГУ, 1990. — 426 с.
22. Инженерные сооружения как инструмент изучения тектонической дискретности и активности геологической среды / Зелинский И. П., Козлова Т. В., Черкез Е. А., Шмуратко В. И // Материалы третьей украинской научно-технической конференции по механике грунтов и фундаментостроению. — Одесса, 1997. — Том. 1. — С. 53–57.
23. Козлова Т. В. Влияние высокочастотного волнового тектогенеза на развитие оползневых процессов // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — Київ, 2002. — № 2. — С. 10–18.
24. Козлова Т. В., Черкез Є. А., Шмуратко В. І. Современный тектогенез и проблемы инженерной геологии // Вісник Українського Будинку економічних та науково-технічних знань Науково-технічний журнал, 1998. — № 1. — С. 28–31.
25. Коніков Є. Г. Гидрогеохимическая типизация поровых растворов верхнеплейстоцен-голоценовых отложений Черного моря // Геол. журнал, 1992. — № 3. — С. 100–107.
26. Коніков Є. Г. Типизация геологических тел шельфа Азово-Черноморского бассейна как основа структурных моделей геологической среды // Геоэкология, 1995. — № 6. — С. 78–86.
27. Коніков Є. Г. Вплив умов осадконакопичення і літогенезу на фізико-механічні властивості морських і лагунно-лиманних відкладів Азово-Черноморського басейну // Автореферат докт. дисертації. — Одеса, 1995. — 32 с.
28. Коніков Є. Г., Главацький А. Б. Приближенное решение задачи консолидации грунтового массива на основе метода обобщенных переменных // Геоэкология. Инж.-геология. Гидрогеология. Геокриология, 2001. — № 2. — С. 179–183.
29. Коніков Є. Г., Кременчуцька М. В., Пангаев В. Ю. Моніторинг і біопрогнозування сейсмічних процесів // Мат-ли VII Міжнародної науково-практичної конференції "Наука і освіта 2004". Дніпропетровськ, 10–25 лютого 2004 р. — Дніпропетровськ, 2004. — Т. 57. — С. 42–44.
30. Коніков Є. Г., Лиходедова О. Г. Внутригодовая изменчивость минерализации воды Куяльницкого месторождения минеральных вод верхнего сармата и факторы ее обуславливающие // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2004. — № 2. — С. 48–52.
31. Коніков Є. Г., Лиходедова О. Г., Педан Г. С. Оценка и прогнозирование динамики береговой зоны Северо-Западного Причерноморья на основании статической обработки данных



- режимных наблюдений / Сб. науч. тр. Национальной горной академии Украины. — Днепропетровск, 1999. — Т. 4. — № 6. — С. 183–188.
32. *Коніков Є. Г., Педан Г. С.* Вивчення, моделювання і прогнозування розвитку абразійно-обвальних та абразійно-зсувних берегів за методом узагальнених змінних // Вісник ОНУ, 2003. — Т. 8. — Вип. 5. — С. 141–149.
33. *Коніков Є. Г., Стровенец Л. В., Чикаленко Г. М.* Приклад використання методу узагальнених змінних для оцінки стійкості ерозійно-зсувених схилів // Вісник ОДУ, 1999. — Т. 4. — Вип. 5. — С. 34–40.
34. *Ломтадзе В. Д.* Инженерная геология. Специальная инженерная геология. — Л.: Недра, 1978. — 496 с.
35. *Малеваный Е. Т., Гончар Г. Я., Гребенников П. С.* и др. К использованию артезианских вод левобережья Нижнего Днепра для орошения хлопчатника // Орошение и водоснабжение артезианскими водами. Изд. УкрНИИГиМ, Одесса, 1940. — С. 7–59.
36. *Мальований Є. Т.* Підземні води м. Херсона та перспективи використання їх для потреб водопостачання соціалістичного сільського господарства // Орошення і водоснабження артезианськими водами. Изд. УкрНИИГиМ, Одесса, 1940. — С. 135–148.
37. *Микробоковое* строение геосреды и деформационные процессы в береговой зоне (на примере припортового участка г. Одессы) / Будкін Б. В., Черкез Є. А., Козлова Т. В., Шмуратко В. І. // Вісник Українського Будинку економічних та науково-технічних знань. Науково-технічний жур-нал, 1998. — № 2. — С. 25–27.
38. *Розовский Л. Б.* Введение в теорию геологического подобия и моделирования. — М.: Наука, 1969.
39. *Розовский Л. Б.* Методика інженерно-геологічного прогнозування розсолоння лиманів, озер, естуаріїв (на прикладі оз. Сасик) // Геологія узбережжя і дна Чорного та Азовського морів у межах УРСР. — Київ: Наук. думка, 1974. — Вип. 7. — С. 50–53.
40. *Розовский Л. Б., Воскобойников В. М., Крыжановская И. Н.* Альбом аналогов для прогноза переработки морских берегов водохранилищ. Одесса: Тр. Одесского ун-та, 1962. — Т. 152. — Вип. 2.
41. *Розовский Л. Б., Зелинский И. П.* Инженерно-геологические прогнозы и моделирование: учебное пособие. — Одесса: Вища шк., 1975. — 115 с.
42. *Розовский Л. Б., Зелинский И. П., Воскобойников В. М.* Инженерно-геологические прогнозы и моделирование. — Киев: Вища шк., 1987. — 208 с.
43. *Ротарь Е. М.* Некоторые методические аспекты выявления связи между нагрузкой пестицидов и онкозаболеваемости населения // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2004. — № 1. — С. 50–57.
44. *Ротарь М. Ф., Лихозодова О. Г., Ротарь Е. М.* Пестициды в геологической среде и эпидемиология злокачественных новообразований в Украине // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2003. — № 4. — С. 44–49.
45. *Сергеев Е. М.* Инженерная геология — наука о геологической среде // Инженерная геология, 1979. — № 1. — С. 3–19.
46. *Синцов И. Ф.* Гидрогеологическое описание Одесского градоначальства // Зап. Новороссийского общества естествоиспытателей. — Одесса, 1894. — Т. XVIII. — Вип. 2. — С. 1–120.
47. *Синцов И. Ф.* Об одесских оползнях и о причинах их происхождения // Зап. Новороссийского общества естествоиспытателей. — Одесса, 1898. — Т. XXII. — Вип. 1. — С. 187–233.
48. *Фесенко О. В.* Сейсмічні умови Одеського регіону, інженерно-геологічні та геолого-геоморфологічні основи сейсмічного мікрорайонування м. Одеси // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова, 2001. — Т. 6. — Вип. 9. — географічні та геологічні науки. — С. 132–138.
49. *Хреников Н. А.* Особенности оползневых склона отдельных участков Одесского побережья // Тр. ОГУ. Сер. Геология и география. Материалы по изучению Одесских оползней, 1960. — Т. 150. — Вип. 7. — С. 81–116.
50. *Черкез Е. А.* Оползни северо-западного побережья Черного моря (моделирование, прогноз устойчивости склонов и оценка эффективности противооползневых мероприятий) // Автореф. дис. докт. геол.-мин. наук. Одесса, 1994. — 36 с.

51. Черкез Є. А. Оценка устойчивости склонов и прогноз скорости оползневых смещений по результатам моделирования методом эквивалентных материалов // Мат. конф. "Проблеми гідрогеомеханіки в гірничій справі та будівництві" 8–10 жовтня 1996 р. в м. Києві. Ч. 1, Київ, 1996. — С. 81–83.
52. Черкез Е. А. Кинематический критерий оценки и прогноза инженерно-геологической эффективности противооползневых мероприятий г.Одессы // "Проблеми техноприродних аварій і катастроф у зв'язку з розвитком небезпечних геол. процесів" Матеріали наук.-техн. конф., 28–30 жовтня 1997 р., Ч. 2, Київ 1997. — С. 15–17.
53. Черкез Е. А., Гутковский В. Н., Пилипенко М. М. Изучение геодинамических явлений на территории г.Одессы с помощью комплекса геофизических и инженерно-геологических режимных наблюдений // Геофізичні дослідження в гідрогеології і інж. геології. Труды ГІДРОІНГЕО, Вид-во САПГМС, Ташкент, 1991. — С. 137–142.
54. Чуйко О. Е. Инженерно-геодинамічне обґрунтування типизації абразійно-зсувних схилів Малого Аджаликаського лиману // Вісник ОНУ, 2003. — Т. 8. — Вип. 5. — С. 174–177.
55. Шаталін С. Н., Черкез Е. А., Фесенко А. В. Влияние сейсмического воздействия на активизацию оползней (на примере оползней северо-западных районов Одесской и Николаевской областей) // Мат-ли II науково-практичної конф. "Сучасні геологічні процеси. Вплив на довкілля. Нови технології прогнозування та захисту. Алушта, 27.09–1.10.2004". — Київ. — 2004. — С. 61–64.
56. Шмуратко В. И. Гравитационно-резонансный экзотектогенез: Монография. — Одесса: Астропринт, 2001. — 332 с.
57. Шпиков О. Б. Инженерно-геологическая классификация илов // Инженерная геология, 1986. — № 6. — С. 23–33.
58. Budkin V. V., Cherkez E. A., Analysis of engineering-geological efficiency of anti-landslide measures complex in Odessa, Ukraine / Теорія і практика дослідження зсувів / Мат-ли 8-го Міжнар. симпозіуму по зсувам. Кардіф, 26–30 червня 2000. Лондон: Телфорд, 2000. — Т. 1. — С. 189–194.
59. Cherkez E. A. Geological and Structural-tectonic Factors of Landslides Formation and Development of the North-Western Black Sea Coast. Proc. 7th Int. Symp. of landslides, Trondheim, 17–21 June 1996: 509–513 pp. Rotterdam: Balkema.
60. Cherkez E. A., Kozlova T. V., Shmouratko V. I., Kharitonov V. N., Karavan A. I. Landslides in the North-Western Black Sea Region. — Proc. 8th Int. Symp. of landslides, Cardiff, 26–30 June 2000. London: Telford, 2000. Vol 1. 251–254 pp.
61. Rotar M. F. Changes of the Geological Environment of the Black Sea Region in the Chemicalization of Agriculture Production / Geo Journal. Dordrecht – Boston – London, 1992. — Vol. 27. — № 2. — 185 – 199 pp.
62. Zelinsky I. P., Cherkez E. A. Model Test of Strained State and Stability of Landslide Slopes / In Proceedings the III International Congress IAEG. Madrid, 1978. — Vol. 1. — 316–318 pp.

**Є. Г. Коніков, Є. А. Черкез, М. Ф. Ротар, Є. С. Штенгелов**

Одесский национальный университет,  
кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,  
Шампанский пер., 2, Одесса, 65058, Украина

## **СТАНОВЛЕНИЕ, РАЗВИТИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ В ОДЕССКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

### **Резюме**

В статье рассмотрены этапы становления гидрогеологических и инженерно-геологических исследований в Одесском университете за период с последней четверти XIX столетия до настоящего времени. Приведены сведения о достижениях в разработке теоретических и методологических основ в различных научных направле-

ниях гидрогеологии и инженерной геологии, а также перспективы дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** гидрогеология, инженерная геология, история, достижения, перспективы

**E. G. Konikov, E. A. Cherkez, M. F. Rotar, E. S. Shtengelov**

The Odessa national university,  
faculty of engineering geology and hydrogeology,  
Sparkling St., 2, Odessa, 65058, Ukraine

**BECOMING, DEVELOPMENT BOTH PERSPECTIVES OF  
HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING GEOLOGY AT THE ODESSA  
UNIVERSITY**

**Summary**

In the article the stages of becoming of hydro-geological and engineering-geological researches at the Odessa university for period from the last quarter XIX of century up to the present time are considered. The informations about reachings in development of theoretical and methodological bases in various scientific directions of hydrogeology and engineering geology, and also perspective of further researches are indicated.

**Keyword:** hydrogeology, engineering geology, history, reaching, perspective.