

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В СИСТЕМІ НАУК ПРО ЗЕМЛЮ НАН УКРАЇНИ

М.Г. Демчишин¹, Т.В. Криль²

¹ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: DemchyshynMG@nas.gov.ua
Доктор технічних наук, професор, завідувач відділу.*

² *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: kotkotmag@gmail.com
Кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник.*

Розглянуто основні етапи становлення і розвитку інженерно-геологічних досліджень як складової частини геологічних у системі наук про Землю НАН України, їх значення та основні завдання. На першому етапі (20-30-ті роки ХХ ст.) дослідження виконували як геологічне обґрунтування будівництва і проведення проти-зсувних заходів на міських територіях. На другому етапі (30-40-ті роки ХХ ст.) інженерно-геологічні дослідження проводили для обґрунтування гідротехнічного і гідромеліоративного будівництва (каскад Дніпровських водосховищ та ін.). Починаючи з 1991 р. об'єктом інженерно-геологічних досліджень прийнято геологічне середовище як частину літосфери, що зазнала впливу господарської діяльності. Подано характеристику головних тематичних напрямів відділу за ці роки, детально розглядаються проекти відновлення об'єктів історико-архітектурної спадщини. Запропоновано напрями подальших досліджень та фактори, що їх формують.

Ключові слова: інженерно-геологічні умови; геологічне середовище; тематика відділу інженерної геології; техногенні впливи; небезпечні екзогенні геологічні процеси; інженерний захист територій.

ENGINEERING-GEOLOGICAL INVESTIGATIONS IN THE SYSTEM OF EARTH SCIENCES OF NAS OF UKRAINE

M.G. Demchyshyn¹, T.V. Kriil²

¹ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: DemchyshynMG@nas.gov.ua
Doctor of technical sciences, professor, chief of department.*

² *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: kotkotmag@gmail.com
Candidate of geological sciences, senior researcher.*

The main stages of the formation and development of engineering-geological research as a part of the geological research in the system of the Earth Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, their importance and main tasks are considered. In the first stage (20-30s of XX century), the research was carried out as a geological investigation for the construction and implementation of anti-landslide measures in urban areas. In the second stage (30-40s of XX century), engineering-geological researches were conducted for substantiation of hydrotechnical and hydro-amelioration construction (the cascade of the Dnieper reservoirs, etc.). Since 1991, the object of engineering-geological research adopted the geological environment as part of the lithosphere which was influenced by human activity. The characteristic of the main thematic directions of the Department for these years is given, the projects of restoration of objects of historical and architectural heritage are considered in detail. The directions of further researches and their forming factors are offered.

Key words: engineering-geological conditions; geological environment; topics of the department of engineering geology; technogenic impacts; dangerous exogenous geological processes; engineering protection of territories.

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СИСТЕМЕ НАУК О ЗЕМЛЕ НАН УКРАИНЫ

М.Г. Демчишин¹, Т.В. Криль¹

¹ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: DemchyshynMG@nas.gov.ua
Доктор технічних наук, професор, завідувач відділу.*

² *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: kotkotmag@gmail.com
Кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник.*

Рассмотрены основные этапы становления и развития инженерно-геологических исследований как составной части геологических в системе наук о Земле НАН Украины, их значение и основные задачи. На первом этапе (20-30-е годы XX ст.) исследования выполняли как геологическое обоснование строительства и проведения противооползневых мероприятий на городских территориях. На втором этапе (30-40-е годы XX ст.) инженерно-геологические исследования проводили для обоснования гидротехнического и гидромелиоративного строительства (каскад Днепровских водохранилищ и др.). Начиная с 1991 г. объектом инженерно-геологических исследований принято геологическую среду как часть литосферы, подвергшуюся воздействию хозяйственной деятельности. Дана характеристика основных тематических направлений отдела за эти годы, подробно рассмотрены проекты восстановления объектов историко-архитектурного наследия. Предложены направления дальнейших исследований и факторы, которые их формируют.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия; геологическая среда; тематика отдела инженерной геологии; техногенные воздействия; опасные экзогенные геологические процессы; инженерная защита территорий.

Інженерна геологія як галузь наук про Землю сформувалась у першій половині XX ст. на основі геологічних обґрунтувань будівництва визначних (унікальних) об'єктів та обґрунтування захисних заходів від руйнівних проявів екзогенних геологічних процесів. В Україні геологічне обґрунтування будівництва залізничних ліній виконано у XIX–XX ст. Н.П. Барбот де Марні, П.А. Тутковським. Обґрунтування заходів захисту морських берегів біля Одеси проведено Д.Ф. Жарінцевим, І.Ф. Синцовим. Придніпровські зсуви та обвали у Києві досліджено К.М. Феофілаковим (1881 р.) та П.А. Тутковським (1895 р.). Характерною особливістю зародження інженерної геології є те, що питаннями застосування її в інженерній справі займалися фахівці-будівельники.

В XIX–XX ст. значну увагу геологи приділяли аналізу властивостей четвертинних відкладів, серед них передусім лесових ґрунтів як найбільш поширених на території України і таких, що використовувались як основи споруд, будівельний матеріал, підґрунтя природно-рослинного шару – трофічної бази суспільства.

В системі Академії наук УРСР дослідження інженерно-геологічного плану проводили з моменту її заснування. Започатковані вони головним чином в Інституті геологічних наук (ІГН). Перший директор інституту П.А. Тутковський сам брав участь і очолював дослідження для будівництва залізниці Київ–Ковель [Тутковський, 1902], досліджував умови зсувних руйнувань схилів Дніпра біля м. Київ, генезис і властивості лесів. Результати досліджень П.А. Тутковського викладені у низці публікацій, окремі з яких не втрачають актуальності і сьогодні.

У 20-30-х роках XX ст. інженерно-геологічні дослідження в ІГН проводили у зв'язку з будівництвом великих промислових об'єктів («Запоріжсталь», «Дніпроспецсталь», Криворізькі зба-

гачувальні комбінати), розробкою родовищ корисних копалин, гідротехнічним та меліоративним будівництвом [Личков, 1922; Лічков, 1938; Оппоков, 1934].

У 1940-1950 роки інженерно-геологічні дослідження були сконцентровані у Відділенні гідрогеології ІГН, яке очолював А.С. Бабинець.

У 50-70-ті роки минулого століття відділ інженерної геології як структурний підрозділ ІГН під керівництвом проф. В.Ф. Красва досліджував інженерно-геологічні умови території України у зв'язку з гідроенергетичним (каскад Дніпровських водосховищ) та меліоративним (канали Дніпро-Донбас, Південно-Український, Північно-Кримський) будівництвом, вивчав алювіальні відклади, неогенові, палеогенові та юрські глини, льодовикові відклади Полісся (Б.Г. Єськов, М.Г. Костяний, Л.М. Дорофеев) та вплив гідрогеологічних і гідрологічних чинників на інженерно-геологічні умови території (Г.О. Білявський). Виконували дослідження із встановлення фізико-механічних властивостей докайнозойських відкладів і використання їх як ґрунтових основ споруд (П.Ю. Куц).

У 1979 р. було завершено роботи за темою «**Розроблення фізико-механічних основ та методів попередження зсувних явищ**» під керівництвом М.Г. Демчишина. Було викладено результати аналізу механізмів руйнування схилів в основних інженерно-геологічних та геоморфологічних районах України.

Досліджено умови розвитку гравітаційних процесів на схилах різного генезису та будови, характер прояву на поверхні деформацій та розривних порушень схилів за участю різних за мінеральним і гранулометричним складом та властивостями гірських порід (рис. 1). Виконано теоретичні узагальнення механізмів деформування та руйнування схилів шляхом апроксимації реальних порід на схилах із використанням

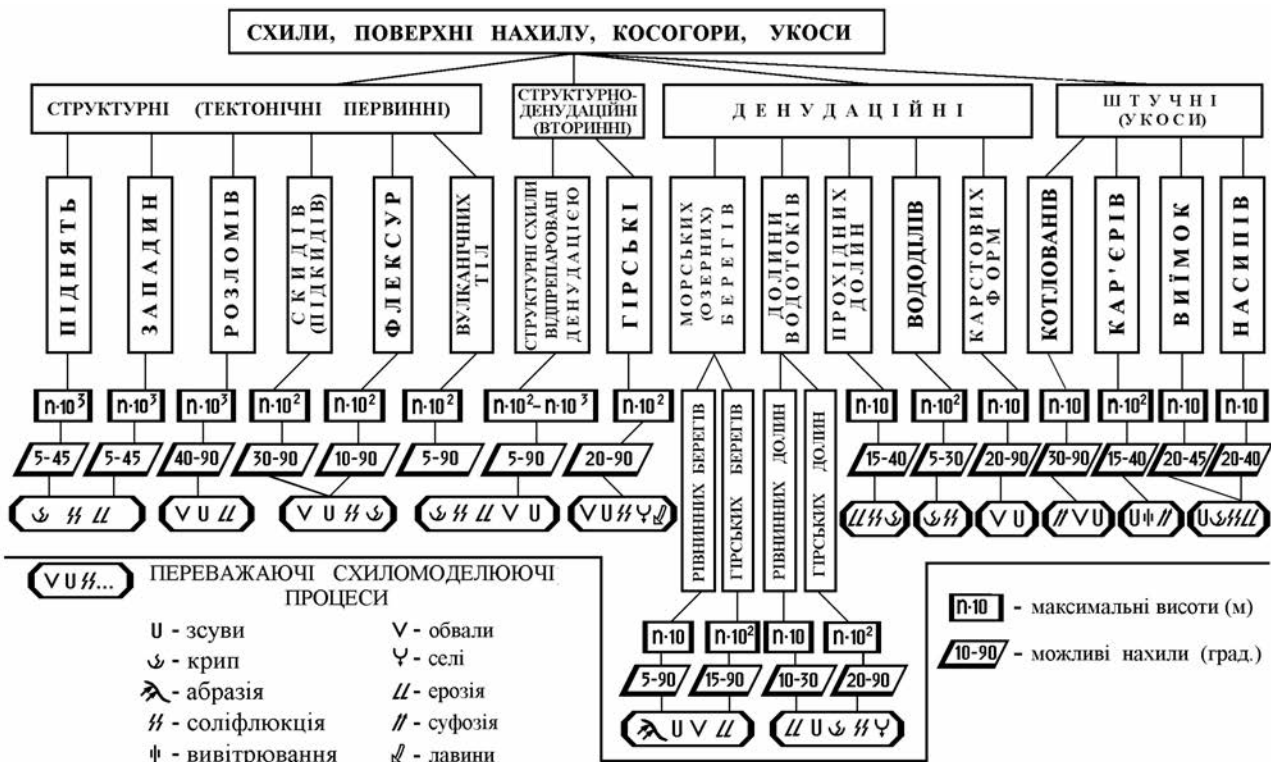


Рис. 1. Схема класифікації схилів
Fig. 1. Slope classification scheme

механічними моделями пружних, пластичних, в'язких тіл і їх сполук. Проаналізовано зв'язки параметрів деформацій та руйнувань схилів із зовнішніми впливами на схили.

Розглянуто питання контролю стану схилів різних типів за проявом деформацій та руйнуванням поверхонь; змін стану порід, якими складений присхильовий масив; змін стану та динаміки вод та вологи у присхильовому масиві [Демчишин, 1980]. Визначено задачі прогнозування та попередження зсувних явищ, інформаційну основу прогнозу, основи методів, шляхи їх вирішення для умов берегових схилів рік басейнів Дніпра, Дністра, Чорного та Азовського морів, гірських схилів Карпат та Криму.

У 80-ті роки минулого століття у відділі інженерної геології було розроблено комплекс рекомендацій щодо використання території України для господарського призначення. У 1982 р. під керівництвом В.Ф. Краєва закінчено дослідження за темою «Характеристика інженерно-геологічних умов платформної частини території Української РСР», де з урахуванням вимог раціонального використання геологічного середовища (ГС) розроблено рекомендації та обґрунтування для будівельної, водогосподарської, промислово-цивільної, гірничо-геологічної

діяльності (М.Г. Демчишин, Л.М. Дорофєєв, Б.Г. Єськов). Одночасно (1983 р.) в роботі «Дослідження стійкості схилів на Карпатській ділянці траси газопроводу Уренгой–Помари–Ужгород, що проектується» на основі проведених досліджень, досвіду будівництва магістральних газопроводів у гірській складчастій області Карпат дано рекомендації щодо забезпечення надійності роботи газопроводу в умовах розвитку схильових гравітаційних процесів на шляху проходження траси, розглянуто екологічні проблеми будівництва лінійних споруд [Демчишин, Гнисарь, 1984; Демчишин, 1985]. Закономірності сучасного стану розвитку силових територій у межах України з урахуванням нових схем оцінки стану схилів, прогнозу та попередження зсувів викладено у монографії [Демчишин, 1992].

Важливою подією 80-х років минулого століття став XXVII Міжнародний геологічний конгрес, що відбувся у Москві в липні-серпні 1984 р. Науковці відділу інженерної геології брали участь у проведенні екскурсій на Південному березі Криму (науковий керівник В.Ф. Краєв, заступник М.Г. Демчишин). У складі учасників були представники США, Канади, Ізраїлю, Чехословаччини.

В тому ж році на засіданні Президії (постанова № 485 від 27 вересня 1984 р.) окремо було розглянуто питання інженерно-геологічних досліджень території України та надано їм загальнодержавне значення. З метою організації в Академії наук досліджень з інженерно-геологічної оцінки території України для вирішення питань розміщення промислових і громадських об'єктів та їх узгодження з державними планами до досліджень, що проводилися в ІГН, було залучено також Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова, Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна, Інститут мінеральних ресурсів Мінгео УРСР.

На XII Конгресі Карпато-Балканської геологічної асоціації (КБГА), вересень 1985 р., учасниками якого були В.Ф. Краєв і М.Г. Демчишин, були підняті сучасні інженерно-геологічні про-

блеми у зв'язку з розвитком транспортного будівництва у гірських умовах Карпат.

Вчені відділу брали активну участь у підготовці і проведенні I Всесоюзного з'їзду інженерів-геологів, гідрогеологів, геокриологів (Київ, 10-14 жовтня 1988 р.).

У 1992 р. під керівництвом М.Г. Демчишина науковці відділу активно працюють над аналізом стану і процесів у ГС як частини літосфери в межах території України, що зазнає прямих та опосередкованих впливів господарської діяльності. У звіті за темою «**Стан і процеси геологічного середовища території України**» визначено границі та компоненти ГС, проведено районування та типізацію. Виділено характерні регіони та типи ГС на території України, подано їх інженерно-геологічну характеристику (див. таблицю).

Типи ГС території України

Types of geological environment in Ukraine

Типи	Підтипи	Компоненти	Глибина поширення, м
Аграрний	Рослинництво, тваринництво	Ґрунти, підґрунтя (пісок, суглинок, глина)	1-10
Забудованих територій	Сільський, міський, промисловий	Породи всіх формацій в зоні впливу забудови	10-100
Гірничий I (кар'єри)	За видом корисних копалин та умов їх залягання	Те ж	0-500
Гірничий II (шахти)	Те ж	»	100-1500
Гірничий III (свердловини)	За видом флюїдів, газів та умов їх залягання	Літолого-генетичні комплекси в зонах залягання та транспорту	100-7500
Змішаний	За переважанням виду господарської діяльності і геологічних умов	Всі компоненти, охоплені діяльністю людини	10-100
Бедленд (девастанція)	За видом сплюндрування землі	Те ж	10-100

Виконано комплексну оцінку впливу господарської діяльності на геологічні тіла в межах окремих геологічних структур і визначено масштаби охоплення певних літолого-стратиграфічних комплексів порід господарською діяльністю. Дано характеристику впливів на геологічні тіла окремих видів господарської діяльності (рис. 2). Із використанням отриманих результатів видано монографію [Демчишин, 2004].

Розроблено рекомендації з прогнозування розвитку ГС, оптимізації структури та раціонального розміщення об'єктів народного господарства України. Підготовлено проект методичних рекомендацій щодо складання атласу ГС території України (М.Г. Демчишин, В.Ф. Краєв).

В 1998 р. у роботі «**Закономірності зміни інженерно-геологічних умов в зоні впливу Дніпровських водосховищ**» проведено оцінку,

вивчено прями та опосередковані впливи створених водосховищ на умови господарської діяльності, насамперед на умови будівництва та експлуатації інженерних споруд та характер перетікання екзогенних геологічних процесів. Підпір води та створення водосховищ приховує в собі потенційну небезпеку проривів гребель, дамб та інших захисних споруд [Демчишин, 1998]. Особливу увагу було приділено взаємовпливам водосховищ і розташованих на їх берегах міст і міських агломерацій, визначено межі зон впливу та зміни рельєфу, ландшафтів, гідрогеологічних умов у них. Результати цих досліджень можуть бути використані при розробці нових проектів будівництва та реконструкції гідровузлів, схем вдосконалення захисту берегів водосховищ, заходів щодо охорони природи, схем районного планування та генеральних планів населених пунктів, що розташовані на берегах водосховищ (М.Г. Демчишин, В.М. Єлін, О.М. Беспалова).

Впродовж 1998-2000 рр. виконано дослідження стійкості бортів на доломітових кар'єрах при буро-вибухових роботах м. Докучаєв на Донбасі (М.Г. Демчишин, С.Б. Шехунова).

В 1990-ті роки проведено дослідження з інженерно-геологічного обґрунтування проектів відбудови **Михайлівського Золотоверхого та Успенського соборів**, де М.Г. Демчишин – член комісії з відновлення об'єктів культурної спадщини при Президентові України. Виконано моніторингові роботи на території Києво-Печерської Лаври та Софії Київської (В.Ф. Рибін, І.А. Черевко, В.О. Куциба, О.С. Скльський, В.Ю. Саприкін).

У 2001 р. у співпраці з ДП «НДПІ Містобудування» Держбуду України проведено дослідження за темою «**Аналіз активності зсувних процесів в містах і селищах міського типу України і розробка інформаційно-аналітичної системи «Зсуви»**». Метою досліджень було виявлення, врахування, оцінка територій та об'єктів, що зазнають зсувних руйнувань в містах і селищах міського типу, систематизація інформації про зсуви, розробка основних засад побудови інформаційно-аналітичної системи «Зсуви».

Систему «Зсуви» розроблено відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 96 від 16 січня 1996 р. «Про Програму створення Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань

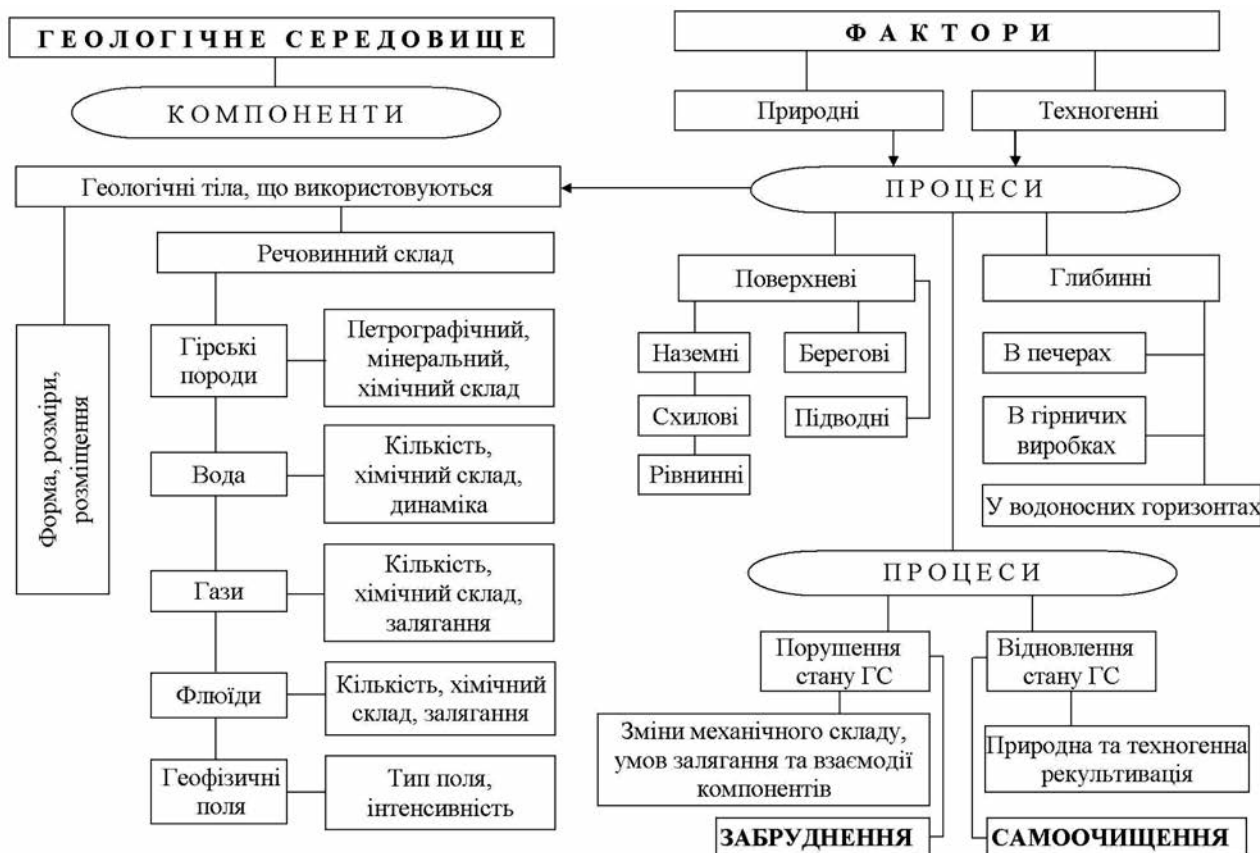


Рис. 2. Загальна структура ГС

Fig. 2. The General structure of the geological environment

надзвичайних ситуацій на 1996 рік» як складову частину відомчої інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій Держбуду України, що виступає як функціональна підсистема Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій. Метою останньої є забезпечення інформування та підготовки рішень на всіх рівнях управління щодо запобігання, локалізації та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Виконано роботи з виявлення, обліку й оцінки стану територій та об'єктів, що зазнають руйнувань або знаходяться під загрозою руйнувань (пошкоджень) від зсувів, аналіз зсувонебезпечної ситуації на територіях міст і селищ міського типу України, що розташовані на берегах Чорного та Азовського морів, в долинах рівнинних рік – Дніпра, Дністра, Сіверського Донця, Південного Бугу, в гірських районах Криму, схили яких не виходять до моря, в гірських районах Карпат і Криму [Демчишин, 2001]. Уточнено перелік міст та селищ міського типу України, на територіях яких відбувались, відбуваються або можливі прояви зсувів. Визначено найбільш характерні в зсувонебезпечному відношенні типи населених пунктів. Вивчено інженерно-геологічні умови забудованих схилів за кожним типом населених пунктів. Висвітлено характер, масштаби і причини зсувів, їх руйнівний ефект на територіях окремих міст. Виконано також аналіз ефективності заходів щодо інженерного захисту від зсувів, проведених на територіях міст. Розроблено структуру бази даних та технічне завдання інформаційно-аналітичної системи «Зсуви» (керівник М.Г. Демчишин).

Опрацьовано **«Комплексну програму протизсувних заходів»**, концепцію якої схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 травня 2002 р. Програма затверджена Постановою Кабінету Міністрів України № 1256 від 22 вересня 2004 р. (М.Г. Демчишин, Г.І. Рудько).

М.Г. Демчишин брав участь в розробленні Загальнодержавної програми укріплення берегів водних об'єктів і узбережжя морів та їх інженерного захисту (Доручення Прем'єр-міністра України № 16553 від 26.03.2003 р.; Постанова Верховної Ради України № 609-IV від 06.03.2003 р.).

В 2005 р. згідно з розпорядженням Київської міської державної адміністрації № 989 від 10.06.2005 р. виконано наукове обґрунтування проектно-кошторисної документації з

укріплення схилу над Парковою дорогою на ділянці від Паркового мосту до Музичної естради.

З 2000 р. розпочато цикл досліджень, пов'язаних з визначенням та обґрунтуванням заходів щодо охорони об'єктів культурної та природної спадщини, захистом територій від руйнівних впливів небезпечних геологічних процесів.

У 2006 р. такі роботи було проведено у межах території м. Київ – **«Геологічне середовище території центральної історичної частини м. Києва (інженерно-геологічні аспекти)»**. Виконано системний аналіз ГС центральної історичної частини м. Київ з опрацюванням рекомендацій щодо інженерно-геологічного обґрунтування заходів охорони та збереження об'єктів культурної та природної спадщини. Досліджено інженерно-геологічні умови, фізико-механічні властивості порід, що використовуються як основи та середовище об'єктів історичної забудови, інженерних споруд. Виконано типізацію ГС, вивчено та систематизовано матеріали про розвиток екзогенних геологічних процесів [Демчишин та ін., 2005].

Розроблено теоретичну концепцію бази інженерно-геологічних даних для території м. Київ. На цій основі створено ГС-моделі ГС, складовою частиною якого в цій частині міста є також історичне середовище. В результаті проведення досліджень встановлено зміни, що відбулися в ГС. Вивчено характер змін ГС у просторі і часі, спричинений природними і техногенними чинниками. Встановлено особливості розвитку екзогенних геологічних процесів у місцях, де вони створюють загрозу для стійкості об'єктів історичної забудови [Демчишин, Колтунов, 2005; Демчишин та ін., 2007]. Опрацьовано схему інформаційно-аналітичної системи «Спадщина», а також інженерно-геологічне обґрунтування заходів щодо охорони та збереження історико-архітектурних пам'яток та історичного середовища м. Київ (керівник – М.Г. Демчишин, виконавці – В.М. Єлін, О.М. Беспалова, Т.В. Кріль).

У 2007 р. виконано аналіз змін інженерно-геологічних умов території в межах вул. Садова, провулок Музейний, вул. М. Грушевського, вул. Інститутська в м. Київ у рамках програми **«Інженерно-геологічне обґрунтування капітального ремонту Будинку Уряду, будівництва прибудови до нього, службово-офісного будинку та інженерного впорядкування прилеглої території»**. Визначено сучасний стан

грунтів основ споруд та стійкість прилеглих територій. Прогнозовано зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів та режиму підземних вод, дано рекомендації щодо заходів зі зміцнення ґрунтових основ та протизсувних заходів, необхідних для проведення реконструкції (М.Г. Демчишин, С.Б. Шехунова).

В 2008 р. виконано дослідження інженерно-геологічного обґрунтування протизсувних та протиселевих заходів у системах протипаводкового захисту в басейнах рік Дністер, Прут та Серет за темою **«Інженерно-геологічне обґрунтування протизсувних та протиселевих заходів в системах протипаводкового захисту в басейнах рік Дністер, Прут, Серет»**. Проаналізовано інженерно-геологічне обґрунтування протизсувних та протиселевих заходів у системах протипаводкового захисту в басейнах рік Дністер, Прут, Серет, в якому враховано особливості прояву руйнівних зсувів внаслідок повеней у липні-серпні 2008 р. Були враховані також основні положення законодавства України із захисту природного середовища та захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, «Програми запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру на 2000-2005 рр.», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України № 1313 від 22 серпня 2000 р. Визначено надзвичайні ситуації, спричинені проявами зсувів відповідно до територіального поширення та обсягів технічних та матеріальних ресурсів, необхідних для їх ліквідації згідно з визначеннями «Класифікатора надзвичайних ситуацій в Україні» (керівник – М.Г. Демчишин, виконавці – В.М. Єлін, О.М. Беспалова, Т.В. Кріль).

У 2012 р. до об'єктів історико-архітектурної спадщини було включено *об'єкти природної спадщини*, а межі досліджень розширено до територіальних меж України в цілому. При виконанні науково-дослідної роботи **«Інженерно-геологічні засади охорони об'єктів культурної та природної спадщини України»** встановлено інженерно-геологічні умови в місцях розташування на території України об'єктів світової і національної культурної та природної спадщини, виявлено причини їх незадовільного стану (ослаблення ґрунтових основ споруд, руйнівні впливи небезпечних геологічних процесів природного та техногенного походження), опрацьовано заходи щодо зміцнення основ споруд,

інженерного захисту території [Демчишин та ін., 2011]. Виконано аналіз інженерно-геологічних умов розташування об'єктів культурної та природної спадщини, проведено натурні дослідження безпосередньо на об'єктах, моделювання та розрахунки, опрацьовано заходи щодо моніторингу стану ГС, закріплення основ об'єктів культурної спадщини, інженерного захисту територій їх розташування [Гожик та ін., 2012]. Важливим запропонованим заходом є підвищення їх охоронного статусу. Зокрема, крім чотирьох українських об'єктів світової культурної спадщини (Софія Київська, Києво-Печерська Лавра, Центр Львова, будівля Національного університету в Чернівцях) визначено ще додатково об'єкти культурної спадщини, які при певній підготовці можуть бути занесені в списки ЮНЕСКО. Зокрема, було підготовлено матеріали про історико-культурний заповідник «Херсонес Таврійський». Розроблено рекомендації щодо створення в Україні геологічних парків (керівник – М.Г. Демчишин, виконавці – В.М. Єлін, О.М. Беспалова, Т.В. Кріль).

У 2012 р. науковці відділу були залучені до виконання досліджень з розроблення Плану організації території Національного Києво-Печерського історико-культурного заповідника за розділом **«Інженерний захист та інженерна підготовка території»** у співпраці з ДП «НДПІ містобудування». Було проведено уточнення інженерно-геологічних умов у межах території Заповідника та його буферної зони. Визначено ефективність існуючих споруд інженерного захисту та досліджено стан ГС території Лаври [Демчишин та ін., 2013]. Опрацьовано рекомендації щодо підвищення ефективності споруд інженерного захисту, а також використання підземного простору (М.Г. Демчишин, Т.В. Кріль).

У 2013 р. проведено організацію і методичне забезпечення моніторингу взаємодії суходолу і моря на ділянках узбережжя Південного берега Криму в рамках проекту **«Моніторингові дослідження стану прибережних екосистем при використанні Чорноморського експериментального підсупутникового полігону»** у співпраці із Морським гідрофізичним інститутом НАН України. На основі аналізу геологічних та геофізичних матеріалів, даних натурних спостережень, проведених у вересні 2013 р., встановлено особливості розвитку берегових процесів на Південно-Західному узбережжі Чорного моря

з врахуванням впливів аномальних синоптичних ситуацій, порушень підземного та поверхневого стоків внаслідок техногенезу [Шестопапов и др., 2014]. Зокрема, встановлено, що зміна типів берегів від акумулятивних до абразійних, абразійно-обвальних та абразійно-зсувних визначається тектонікою, геологічною будовою, а також певною мірою портовим гідротехнічним будівництвом та берегоукріплювальними роботами, видобуванням піску з детритусом з пляжів і з прилеглих до них підводних частин схилу. Проведені роботи дозволили створити геоінформаційну базу даних про активність гравітаційних, ерозійних і абразійних процесів у межах берегових ділянок Чорного моря (за станом на 2005-2013 рр.) для цілей її подальшого використання у вирішенні завдань моніторингу і прогнозу розвитку небезпечних екзогенних геологічних процесів; уточнити інформацію про активність екзогенних геологічних процесів (ЕГП) в береговій зоні Чорного моря на ділянці Балаклавська бухта – мис Фіолент; провести експериментальні георадарні дослідження на ділянках з

різною геологічною будовою та оцінити їх придатність для вирішення широкого кола інженерно-геологічних і гідрогеологічних завдань [Демчишин та ін., 2013].

У зв'язку з широким розвитком всіх видів територіальної діяльності у 2016 р. завершено дослідження ГС нерухомих об'єктів культурної спадщини в межах історичних ареалів надзвичайних і значних міст, що знаходяться під впливом різних видів техногенних навантажень. Ці дослідження проведено за темою «Техногенні впливи на геологічне середовище історичних ареалів надзвичайних і значних міст України». Встановлено зміни інженерно-геологічних умов у межах історичних ареалів надзвичайних і значних міст України під впливом техногенезу (будівельні роботи, прокладання та експлуатація інженерних мереж, динамічні навантаження від роботи механізмів, руху транспорту), розроблено рекомендації щодо охорони об'єктів культурної спадщини, моніторингу ГС у межах історичних ареалів, заходів щодо інженерного захисту територій (рис. 3).

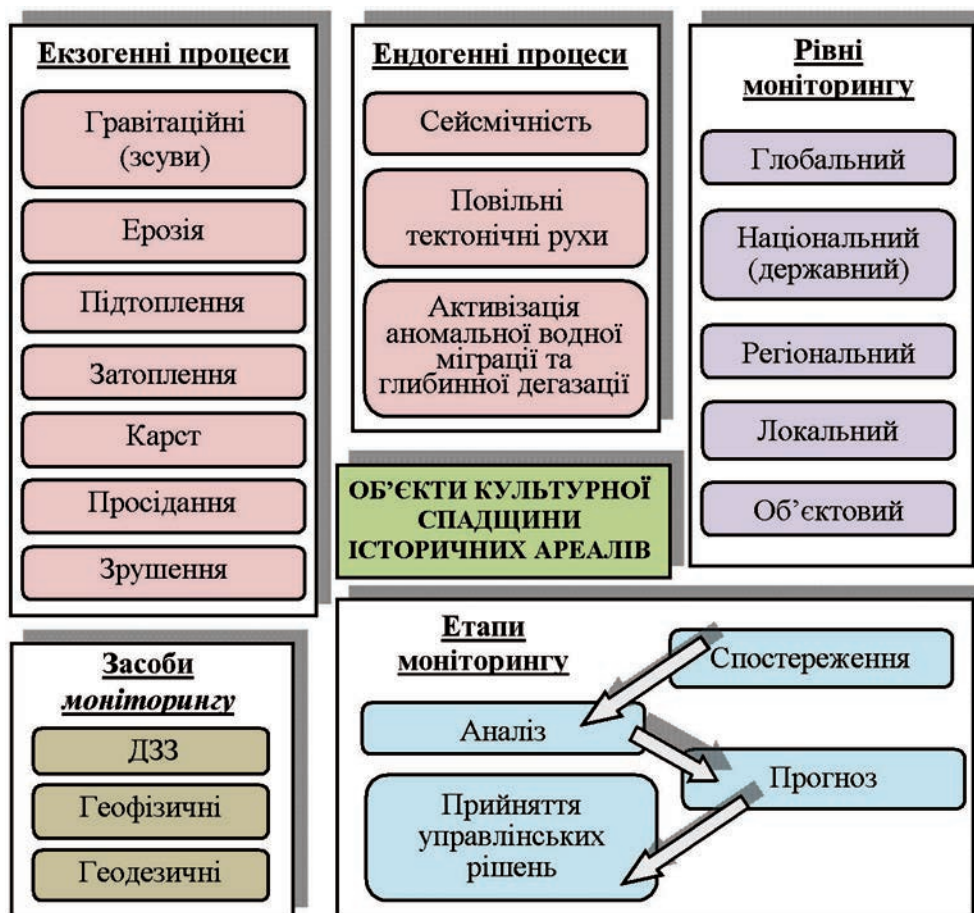


Рис. 3. Схема моніторингу процесів, що впливають на об'єкти культурної спадщини

Fig. 3. Monitoring scheme of processes affecting cultural heritage objects

Виконано аналіз інженерно-геологічного стану в межах історичних ареалів надзвичайних (Київ, Харків, Дніпро, Одеса, Донецьк) і значних (Запоріжжя, Львів, Миколаїв) міст, проведено натурні дослідження безпосередньо на окремих об'єктах, дано оцінку загроз об'єктам від розвитку небезпечних геологічних процесів, розроблено заходи щодо моніторингу стану ГС, закріплення основ, інженерного захисту історичних ландшафтів, об'єктів культурної та природної спадщини [Демчишин та ін., 2016; Демчишин М.Г., 2015]. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні заходів щодо охорони об'єктів культурної спадщини та захисту історичних ареалів, проведенні робіт з реставрації, реконструкції та відновлення об'єктів культурної спадщини (М.Г. Демчишин, О.М. Беспалова, Т.В. Кріль).

З метою удосконалення систем інженерного захисту території «Києво-Печерської Лаври» для охорони і збереження об'єктів культурної спадщини світового рівня та запобігання надзвичайних ситуацій проведено дослідження за темою **«Вдосконалення систем інженерного захисту території Національного історико-культурного заповідника «Києво-Печерська Лавра»**, поставленою за конкурсом науково-технічних проектів установ НАН України, відповідно до розпорядження Президії НАН України № 229 від 29 березня 2017 р. (М.Г. Демчишин, Т.В. Кріль). Виконано аналіз територіального планування заповідника з урахуванням інженерно-геологічних умов. Показано тісний зв'язок об'єктів культурної спадщини з ландшафтом та ГС, залежність стану цих споруд і їх збереження від стану і процесів у ГС [Kri1, 2017]. На основі натурних спостережень безпосередньо на об'єктах інженерного захисту (підпірні та дренажні споруди) та розрахунків стійкості схилових ділянок у зоні найактивніших деформацій породного масиву простежено роль штольневого дренажу у процесі зміщення ґрунтових мас на схилах. Опрацьовано рекомендації щодо вдосконалення систем інженерного захисту об'єктів культурної спадщини на території заповідника та в його буферній зоні, зміцнення основ та фундаментів споруд, профілактичних заходів щодо озеленення та благоустрою цієї території. Отримані результати, висновки та рекомендації щодо вдосконалення роботи дренажних та утримуючих споруд інженерного захисту впроваджені «Національним Києво-Печерським

історико-культурним заповідником» та використовуються у роботі ДП «НДП містобудування».

Після 2006 р. набули розвитку дослідження техногенних **динамічних навантажень** на ГС міст, які мають широке практичне значення для ефективного розвитку містобудування, оптимального вибору планувальних рішень та у рамках програм зі збереження історичних і архітектурних пам'яток.

Вперше для території м. Київ отримано схему розподілу динамічних навантажень за значеннями питомого рівня вібрації та щільності мереж магістралей з різною інтенсивністю руху. Значна частина території міста (74%) не зазнає високого рівня впливу. Сильний вібраційний вплив спостерігається на 26% від загальної площі території. На основі комплексної оцінки стійкості ГС складено картосхему районування території міста з виділенням найбільш вразливих до динамічних навантажень ділянок. На території м. Київ виділено: стійкі до впливу динамічних навантажень зони, що по площі займають 28%; території, які характеризуються відносно помірною вібраційною небезпекою – 48%; зони із нестійкими ділянками – 24%. Виконано типізацію ґрунтових відкладів на території м. Київ за вразливістю до вібраційного впливу із використанням даних про їх реакцію на вплив динамічних навантажень та за показниками фізико-механічних властивостей (розрахунковий опір зрушенню, кут внутрішнього тертя, питоме зчеплення та модуль деформації) [Кріль, 2015].

У 2015 р. проведено дослідження за темою **«Інженерно-геологічні умови як один з факторів надійної експлуатації доріг міста при інтенсифікації руху транспорту»**, яке було виконано на прикладі м. Київ відповідно до постанови Президії НАН України № 290 від 24 грудня 2014 р. Створено електронний банк даних для елементів транспортної мережі міста, який включає інформацію про ґрунтові основи, їх генетичний тип та літологічний склад, рівні ґрунтових вод, місця вірогідного підтоплення, ухили рельєфу, точки перетину з розломами та лінеаментами різного типу. Визначено умови, за яких можливі деформації і різного роду пошкодження дорожніх конструкцій вулиць і магістралей [Kri1, 2016]. Опрацьовано схему імовірних пошкоджень і деформацій на вулицях та магістралях міста для умов м. Київ (керівник Т.В. Кріль).

Науковці відділу інженерної геології є учасниками розробки **Національного атласу України** (2008 р.) за розділом **«Інженерно-геологічні умови»**. Розроблено карти інженерно-геологічних процесів – зсуви, карст, підтоплення.

Разом з організаціями Держбуду України вчені відділу беруть активну участь у розробці та обґрунтуванні **Державних будівельних норм** (ДБН В.1.1-46:2017 «Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів»).

Колектив авторів, до якого увійшли М.Г. Демчишин, О.Б. Климчук та ін., за роботу **«Оцінка інженерно-геологічних умов території України (наукової основи сталого господарського використання територій)»** було відзначено Державною премією України в галузі науки і техніки у 2010 р.

Відділ інженерної геології ІГН НАН України активно співпрацює з такими науково-дослідними, виробничими та державними організаціями, як НДІ «ПІДЗЕМСПЕЦБУД», КП «Спеціалізоване управління протизсувними підземними роботами», «Національний Києво-Печерський історико-культурний заповідник», ДП «НДПІ містобудування» та ін.

З 1991 р. і до сьогодні у відділі інженерної геології було підготовлено та захищено докторську та сім кандидатських робіт. Розроблено програму для студентів геологічного напрямку «Моніторинг геологічного середовища» (М.Г. Демчишин, Т.В. Кріль).

З 2017 р. рішенням дирекції ІГН НАН України до складу відділу була залучена лабораторія, що розробляє проблеми моніторингу ГС (С.П. Джепо, Д.О. Бугай, В.Ю. Саприкін та ін.).

Наразі у відділі розпочато дослідження за темою **«Інженерно-геологічне обґрунтування функціонального зонування територій промислово-міських агломерацій (для запобігання надзвичайних ситуацій)»**. Метою роботи є інженерно-геологічне обґрунтування містобудівної документації для формування повноцінного життєвого середовища, забезпечення надійності об'єктів та запобігання надзвичайних ситуацій, гармонізації системи «людина – оточуюче середовище» та покращення якості життя (керівник М.Г. Демчишин, Т.В. Кріль, О.М. Беспалова).

Інженерно-геологічні умови є одним із головних чинників, що визначають характер освоєння території, особливості розташування населених пунктів, функціонального зонування в

містах і міських агломераціях, надійність та довговічність окремих будівель та споруд. Виконано аналіз територіального планування великих міст з урахуванням інженерно-геологічних умов, проведено натурні дослідження безпосередньо на об'єктах, моделювання та розрахунки, розроблено заходи щодо моніторингу стану ГС, закріплення основ, інженерного захисту об'єктів промислово-міських агломерацій від небезпечних геологічних процесів [Демчишин та ін., 2017; Kril, 2017].

Науково-технічний прогрес, зростання інтенсивності господарської діяльності, урбанізація, необхідність впровадження вимог збалансованого сталого розвитку розширюють і ускладнюють завдання інженерно-геологічних досліджень, вимагають раціонального використання природних ресурсів. Важливе значення це має для урбанізованих територій, де поряд з природними небезпеками, широко розповсюджені природно-техногенні небезпечні процеси, що виникають в результаті містобудівної та господарської діяльності: улаштування набережних; зведення житлових будівель, транспортних, культурних та спортивних споруд; прокладання комунікацій; насадження або знищення рослинності. Зниження природних та природно-техногенних ризиків надзвичайних ситуацій урбанізованих територій є однією із стратегічних задач сучасного суспільства, до вирішення якої мають бути обов'язково залучені інженери-геологи.

Проблема вивчення та попередження розвитку небезпечних геологічних процесів і можливого виникнення надзвичайних ситуацій у великих містах має свою специфіку, пов'язану з природоохоронними, містобудівними, соціальними, екологічними, технологічними та іншими особливостями існування та зміни ГС у часі. Нові технології будівництва, зростання поверховості будівель, освоєння підземного простору, підвищення вимог до екологічних умов у містах, щільності розташування споруд – все це формує нові завдання функціонального зонування міських територій, вимагає розроблення вимог до інженерно-геологічного обґрунтування містобудівної документації (ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій»), перш за все Генеральних планів міст, уточнення, впровадження існуючих нормативних документів для забезпечення безпечних умов життєдіяльності людей на урбанізованих територіях.

Список літератури

- Гожик П.Ф., Демчишин М.Г., Кріль Т.В.** Геотехнічні проблеми використання схилів на урбанізованих територіях. *Світ геотехніки*. 2012. № 4. С. 10-13.
- Демчишин М.Г.** Геолого-екологические аспекты строительства и эксплуатации газо-, нефтепроводов в горах. *Проблемы трубопроводного транспорта нефти и газа*. Ивано-Франковск, 1985. С. 271-273.
- Демчишин М.Г.** Инженерно-геологические проблемы устойчивости склонов. Киев, 1980. 24 с.
- Демчишин М.Г.** Особливості розвитку абразійно-зсувних морських берегів. *Екзогенні процеси та проблеми інженерного захисту берегів морів і водосховищ*: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф., Ялта, 4-8 червня 2001. Київ: Знання, 2001. С. 93-95.
- Демчишин М.Г.** Ризик катастроф в зв'язку зі створенням водосховищ. *Фундаментальные и прикладные проблемы мониторинга и прогноза стихийных бедствий*: Матеріали междунар. науч.-техн. семинара, 14-18 сентября 1998. Севастополь, 1998. Ч. 2. С. 112-115.
- Демчишин М.Г.** Современная динамика склонов на территории Украины. Киев: Наук. думка, 1992. 252 с.
- Демчишин М.Г.** Техногенні впливи на геологічне середовище території України. Київ, 2004. 156 с.
- Демчишин М.Г., Беспалова О.М., Анацький О.М., Кріль Т.В.** Охорона та збереження об'єктів культурної та природної спадщини в контексті збалансованого (сталого) розвитку. *Екол. вісн.* 2007. № 6. С. 19-20.
- Демчишин М.Г., Гинсарь А.С.** Оползневая опасность при прокладке газопроводов в горах. *Газовая пром-сть*. 1984. № 5. С. 36-37.
- Демчишин М.Г., Колтунов І.І.** Спостереження передзсувних деформацій і прогноз стійкості схилів. *Геол. журн.* 2005. № 3 (313). С. 23-29.
- Демчишин М.Г., Кріль Т.В.** Виділення історичних ареалів на території надзвичайних міст. *Сучасні технології землеустрою, кадастру та управління земельними ресурсами*: Матеріали 2-ї Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих учених, Київ, 14-15 березня, 2016. Київ, 2016. С. 32-35.
- Демчишин М.Г., Кріль Т.В., Анацький О.М.** Геологічне середовище урбанізованих територій. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво*: Матеріали міжнар. геол. форуму (19-24 червня 2017 р., м. Одеса, Україна). Київ: УкрДГРІ, 2017. С. 84-87.
- Демчишин М.Г., Кріль Т.В.** Інженерно-геологічні умови долини Дніпра на ділянці Дніпровського водосховища. *Геол. журн.* 2015. № 1 (350). С. 57-68.
- Демчишин М.Г., Пилипчук Є.Н., Самойленко Л.В., Єлін В.М., Назаренко В.В., Дубицька А.В.** Інженерно-геологічні фактори збереження геологічних пам'яток України. *Геол. журн.* 2011. № 3 (336). С. 74-77.
- Демчишин М.Г., Самойленко Л.В., Черевко І.А.** Інженерно-геологічні умови як фактор сучасного стану історико-архітектурних пам'яток Києва. *Геол. журн.* 2005. № 4 (314). С. 48-54.
- Демчишин М.Г., Соковнина Н.Х., Вдовиченко С.В., Криль Т.В., Анацький О.М.** Инженерная защита территории Киево-Печерского заповедника и его буферной зоны. *Проблеми та досвід інженерного захисту урбанізованих територій і збереження спадщини в умовах геоecологічного ризику*: В.М. Шестопалов, М.Г. Демчишин, О.В. Кендзера, Ю.О. Маслов (ред.). Київ: Фенікс, 2013. С. 92-103.
- Демчишин М.Г., Соковнина Н.Х., Вдовиченко С.В., Поломаний С.В., Криль Т.В.** Моніторинг морських узбереж на основі дистанційного зондування Землі. *Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях*: Матеріали XII Міжнар. наук.-практ. конф., Київ – Харків – АР Крим, 2013. Київ, 2013. С. 222-228.
- Кріль Т.В.** Техногенні динамічні впливи на геологічне середовище міста (на прикладі м. Києва). Київ: Наук. думка, 2015. 160 с.
- Лічков Л.С.** До питання про режим зсувних явищ в районі розташування м. Києва і його околиць. *Геол. журн.* 1938. Т. 5, вип. 4 (12). С. 145-194.
- Личков Б.Л.** Геологический очерк Киевской губернии. Киев, 1922. 8 с.
- Оппоков Є.** Київські берегові осуви та боротьба з ними. *Геол. журн.* 1934. Т. 1, вип. 1 (1). С. 40-60.
- Тутковский П.А.** О геологических исследованиях 1900-1901 гг. вдоль Киево-Ковельской железной дороги. *Ежегодн. по геологии и минералогии России*. 1902. Т. 5. С. 122-126.
- Шестопалов В.М., Демчишин М.Г., Криль Т.В., Фесенко А.В.** Мониторинг склоновых гравитационных процессов морских побережий с использованием материалов Черноморского подспутникового полигона. *Мониторинг*

прибрежной зоны на Черноморском экспериментальном подспутниковом полигоне: Иванов В.А., Дулов В.А. (ред.). Севастополь: НЦП «ЭКОСИ-ГИДРОФИЗИКА», 2014. С. 503-512.

Kril T. Causes of some hazardous engineering geological processes on urban territories. *3rd International Conference on Applied Geophysics E3S Web of Conferences*. 2017. Vol. 24. doi: 10.1051/e3sconf/20172401009.

References

Demchyshyn M.G., 1980. Engineering and geological problems of slope stability. Kiev, 24 p. (in Russian).

Demchyshyn M.G., 1985. Geological and ecological aspects of construction and operation of gas and oil pipelines in the mountains. In: *Problems of pipeline transport of oil and gas*. Ivano-Frankivsk, p. 271-273 (in Ukrainian).

Demchyshyn M.G., 1998. The risk of disasters due to the creation of reservoirs. *Fundamental and applied problems of monitoring and forecasting natural disasters*: Proceeding of the International Scientific and Technical Seminar, September 14-18, 1998. Sevastopol, pt. 2, p. 121-115 (in Ukrainian).

Demchyshyn M.G., 2001. Features of the development of abrasive-shifting sea shores. *Exogenous processes and problems of engineering protection of the shores of the seas and reservoirs*: Proceeding of the International Sci.-Practic. Conf., Yalta 4-8 June 2001. Kyiv: Znannya, p. 93-95 (in Ukrainian).

Demchyshyn M.G., 2004. Technogenic impacts on the geological environment of Ukraine. Kyiv, 156 p. (in Ukrainian).

Demchyshyn M.G., 1992. The current dynamics of slopes on the territory of Ukraine (engineering and geological aspects). Kiev: Naukova Dumka, 255 p. (in Russian).

Demchyshyn M.G., Bespalova O.M., Anatskii O.M., Kril T.V., 2007. Protection and preservation of cultural and natural heritage objects in the context of balanced (sustainable) development. *Ekologichnyy visnyk*, № 6, p. 19-20 (in Ukrainian).

Demchyshyn M.G., Ginsar A.S., 1984. Landslide danger when laying gas pipelines in the mountains. *Gazovaya promyshlennost'*, № 5, p. 36-37 (in Russian).

Demchyshyn M.G., Koltunov I.I., 2005. Observation of outburst deformations and prognosis of stability of slopes. *Geologichnyy zhurnal*, № 3 (313), p. 23-29 (in Ukrainian).

Demchishin M.G., Kril T.V., 2015. Engineering-geological conditions of Dnieper valley on area of Dnieper water-storage basin. *Geologichnyy zhurnal*, № 1 (350), p. 57-68 (in Ukrainian).

Kril T. Engineering protection of the territory Kiev-Pechersk Reserve and it's buffer zone. *XVIII Warsztaty Górnicze, Górnictwo: człowiek-środowisko-zrównoważony rozwój*, June 21-23, 2017. Gniew, Poland, 2017. P. 8.

Kril T. Influence of engineering-geological conditions on safety working of a transport network at the traffic intensification *36. nauk. pr. Ін-ту геол. наук*. 2016. Т. 9. С. 67-74.

Demchyshyn M.G., Kril T.V., 2016. Isolation of historical areas in the territory of sub-major cities. *Modern Land Management, Cadastre and Land Management Technologies*: Proceeding of the 2nd Ukrainian Sci.-Practic. Conf. of Students, Postgraduates and Young Scientists, Kyiv, March 14-15. Kyiv, p. 32-35 (in Ukrainian).

Demchyshyn M.G., Kril T.V., Anatsky O.M., 2017. Geological environment of urbanized territories. *Actual problems and prospects for the development of geology: science and production*: Proceedings of the International Geological Forum (June 19-24, 2017, Odesa, Ukraine). Kyiv: UkrDGRI, p. 84-87 (in Ukrainian).

Demchyshyn M.G., Pilipchuk E.N., Samoylenko L.V., Yelin V.N., Nazarenko V.V., Dubytskaya A.V., 2011. Engineering-geological preservation factors of geological monuments of Ukraine. *Geologichnyy zhurnal*, № 3 (336), p. 74-77 (in Ukrainian).

Demchyshyn M.G., Samoilenko L.V., Cherevko I.A., 2005. Engineering and geological conditions as a factor of the current state of historical and architectural monuments of Kyiv. *Geologichnyy zhurnal*, № 4 (314), p. 48-54 (in Ukrainian).

Demchyshyn M.G., Sokovnina N.Kh., Vdovichenko S.V., Polomany S.V., Kril T.V., 2013. Coastal monitoring based on remote sensing of the Earth. *Modern Information Technologies for Environmental Safety Management, Nature Use, Emergency Measures*: Proceeding of the XII Int. Sci.-Practic. Conf., Kyiv-Kharkiv-Crimea. Kyiv, p. 222-228 (in Ukrainian).

Demchyshyn M.G., Sokovnina N.Kh., Vdovichenko S.V., Kril T.V., Anatskii O.M., 2013. Engineering protection of the territory of the Kiev-Pechersk Reserve and its buffer zone. In: *Problems and experience of engineering protection of urbanized territories and preservation of the heritage in conditions of geoecological risk*. (Eds. Shestopalov V.M., Demchyshyn M.G., Kendzer O.V., Maslov Yu.O.). Kyiv: Feniks, p. 92-103 (in Russian).

Gozhik P.F., Demchyshyn M.G., Kril T.V., 2012. Geotechnical problems of using slopes in urban areas. *Svit geotekhniki*, № 4, p. 10-13 (in Ukrainian).

Kril T., 2017. Causes of some hazardous engineering geological processes on urban territories. *3rd International Conference on Applied Geophysics E3S Web of Conferences*, vol. 24. doi: 10.1051/e3sconf/20172401009 (in English).

Kril T., 2017. Engineering protection of the territory Kiev-Pechersk Reserve and it's buffer zone. *XVIII Warsztaty Górnicze, Górnictwo: człowiek-środowisko-zrównoważony rozwój*, June 21-23, 2017, Gniez, Poland, p. 8 (in English).

Kril T., 2016. Influence of engineering-geological conditions on safety working of a transport network at the traffic intensification. *Zbirnyk naukovykh prats' Instytutu Geologichnykh Nauk NAN Ukrainy*, vol. 9, p. 67-74 (in English).

Kril T.V., 2015. Technogenic dynamic influences on the geological environment of city (on an example of Kyiv). Kyiv: Naukova Dumka, 160 p. (in Ukrainian).

Lichkov B.L., 1922. Geological sketch of the Kiev province. Kiev, 8 p. (in Russian).

Lichkov L.S., 1938. On the question of the regime of landslides in the vicinity of the city of Kyiv and its environs. *Geologichnyy zhurnal*, vol. 5, № 4 (12), p. 145-194 (in Ukrainian).

Oppokov Y.E., 1934. Kyiv coastal drafts and struggle with them. *Geologichnyy zhurnal*, vol. 1, № 1 (1), p. 40-60 (in Ukrainian).

Tutkovsky P.A., 1902. The geological investigations of 1900-1901 along the Kiev-Kovel Railway. *Ezhegodnik po geologii i mineralogii Rossii*, vol. 5, p. 122-126 (in Russian).

Shestopalov V.M., Demchishin M.G., Kril T.V., Fesenko A.V., 2014. Monitoring of slope gravitational processes of sea coasts with the use of materials of the Black Sea sub-satellite range. In: *Monitoring of the coastal zone at the Black Sea experimental sub-satellite range*. (Eds. Ivanov V.A., Dulov V.A.). Sevastopol: NTsP "EKOSY-HYDROFYZYKA", p. 503-512 (in Russian).

Стаття надійшла
18.06.2018