

Аналітичні системи інженерного захисту територій як компонента біосферосумісного будівництва

Денис Чернишев

Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський проспект 31, Київ-37, Україна, 03037
taqm@ukr.net, orcid.org/0000-0002-1946-9242

The manuscript was received on 01.11.2017 and was accepted after revision for publication on 28.02.2018
DOI: 10.31493/tit1811.0202

Анотація. Статтю присвячено інтеграції математичних моделей екологічних процесів у геоінформаційні системи моніторингу та еколого-інженерного захисту територій морського та річкового узбережжя при їх забудові. Описано комплекс методів, прийомів, алгоритмів та програмного забезпечення, яке було апробовано та впроваджено на практиці для розв'язання важливих прикладних задач обґрунтування змісту та регламенту організаційно-технологічних заходів забезпечення біосферосумісного будівництва з врахуванням особливостей механічних, гідродинамічних та сейсмічних властивостей ґрунтів та моделювання екологічних процесів у водних екосистемах в Україні. Отримані результати дозволять підвищити ефективність використання математичних моделей екологічних процесів, розширити аналітичні можливості геоінформаційних систем моніторингу та покращити візуалізацію результатів математичних досліджень при моделюванні напружено-деформованого стану системи «основа – захисна споруда» в широкому діапазоні навантажень, як на етапі будівництва так і на етапі експлуатації.

Проаналізовано проектне рішення забезпечення організаційно-технологічної надійності будівництва з позиції можливості реалізації функцій біосферосумісного міста і впровадження інноваційних конструктивних та архітектурно-планувальних рішень.

У разі недостатнього врахування законів взаємодії між суспільством і природою містобудування супроводжується значним негативним (антропогенним і техногенним) впливом на



Денис Чернишев
перший проректор
к.т.н., доцент

природне середовище, що загрожує катастрофічними наслідками для біосфери і людини. За результатами аналізу робиться висновок про принципову необхідність прийняття нової містобудівної політики і впровадження біосферосумісних технологій при будівництві та реконструкції міських споруд.

Ключові слова: біосферосумісна конструкція, зсувна небезпека, організаційно-технологічна надійність.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Захист берегів від розмиву і пов'язаного з ним зсувного руйнування берегових територій – найгостріша соціально-економічна та екологічна проблема, що стримує освоєння рекреаційних та інших ресурсів прибережної смуги України.

Основними причинами недосконалості діяльності в галузі захисту морського узбережжя є: недостатня вивченість природних берегоформувальних процесів та недосконалість засобів спостереження за ними;

здійснення робіт щодо захисту морського узбережжя без достатнього наукового обґрунтування; недостатнє врахування закономірностей природних процесів у прибережній смузі моря при формуванні складу проектних рішень; не комплексність ведення робіт та незавершеність формування берегозахисних та берегорегулювальних споруд у локальні комплекси, що повністю охоплюють берегові природні системи, в яких існує високий рівень взаємозв'язків природних процесів, що не забезпечувало їх проектну ефективність.

У розв'язанні цих питань велике значення мають сучасні теоретичні розробки з регулювання берегових процесів, моделювання напружено-деформованого стану (НДС) морського узбережжя, застосуванню енергоефективного інженерного захисту та ін. Реалізація методики передбачає проведення розрахунків на базі методу скінченних елементів засобами автоматизованої системи наукових досліджень «VESNA».

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Розробка нових теоретичних основ енергоефективних інженерних заходів для захисту прибережних районів від руйнівних геодинамічних процесів шляхом створення та реалізації апарату чисельного моделювання для визначення напружено-деформованого стану ґрунтового масиву при статичних і динамічних навантаженнях.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Основними проблемами екологічного стану української акваторії є руйнування берегів, зумовлених активною дією хвиль і, як наслідок, інтенсифікація негативних геологічних процесів, деградація земель прибережної смуги внаслідок несанкціонованого будівництва. Тому однією з пріоритетних задач державного значення захисту території України є забезпечення стабільності території та надійності інженерного захисту [14 – 20].

Морське узбережжя Чорного і Азовського морів займає значну частину південного

кордону України. Воно охоплює п'ять адміністративних одиниць – Донецьку, Запорізьку, Херсонську, Миколаївську та Одеську області, а також Автономну Республіку Крим. Загальна довжина берегової лінії перевищує 3000 км. Окрім цього значну частину території займають береги штучних морів Київського, Канівського, Кременчуцького, Дніпродзержинського, Каховського водосховищ.

Аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел показує, що на сучасному етапі розвитку науки і техніки недостатньо мати лише кількісну оцінку процесу деформування НДС ґрунтового масиву, а треба ще мати якісний прогноз розвитку небезпечних геодинамічних процесів. Крім цього, особливу увагу приділяється застосуванню екологічних систем інженерного захисту прибережних територій шляхом використання конструкцій та превентивних заходів із забезпечення стабільності узбережжя [2 – 6].

Одним з основних природних факторів, що формують берегову зону, є дія хвиль. Результатом такого впливу є абразія берегів (механічне руйнування берегів в результаті дії хвиль і прибою), що призводить до поширення небезпечних геологічних процесів уздовж усього узбережжя. Слід додати значний вплив наносів і виносів сезонними течіями, що призводить до тотального зменшення пляжів і, таким чином, підсилюють дію хвиль на стабільність прибережних територій. Таким чином, понад 100 га землі втрачається для різного використання щороку. Це призводить до зменшення території для містобудування і розвитку туризму, має згубний вплив на берегову екосистему [7, 8].

Для вирішення даної задачі необхідно мати методику для розв'язку задач взаємодії ґрунтового масиву з конструкціями захисту від небезпечних геологічних процесів.

Використання сучасних розрахункових комплексів дозволяє користуватися новими можливостями проектування інженерних конструкцій для захисту узбереж, яка дозволяє моделювати напружено-деформований стан системи «основа – захисна спо-

руда» в широкому діапазоні навантажень, як на етапі будівництва так і на етапі експлуатації. Таким чином, проектувальник на різних стадіях прогнозує вид небезпечного стану (значення осідання, зсув) або характер “відмови” одного з елементів системи “основа – захисна споруда”. Потім за допомогою інженерних заходів, наприклад, поліпшенням будівельних властивостей ґрунтів або зміною геометричних розмірів інженерних конструкцій, підвищити надійність варіанту [9, 10]. Часто з’являється можливість економії матеріалів або підвищити ефективність інженерних заходів.

Методика чисельного моделювання НДС схилу з урахуванням нелінійного деформування, що пропонується, побудована на застосуванні моментної схеми методу скінчених елементів [6].

Повні деформації ґрунтового середовища представляються у вигляді суми пружних $\partial \varepsilon_{\alpha\beta}^e$ та пластичних $\partial \varepsilon_{\alpha\beta}^p$ деформацій.

$$\varepsilon_{\alpha\beta} = \varepsilon_{\alpha\beta}^e + \varepsilon_{\alpha\beta}^p. \quad (1)$$

Для визначення $\partial \varepsilon_{\alpha\beta}^p$ використовується теорія пластичної течії у формі неасоційованого закону:

$$d\varepsilon^p = d\lambda \frac{F_p}{\mathcal{E}} \varepsilon_{\alpha\beta}^e + \varepsilon_{\alpha\beta}^e, \quad (2)$$

де $d\lambda$ – малий скалярний множник; F_p – пластичний потенціал. За критерій граничного стану приймається модифікований критерій Кулона-Мора:

$$\tau_{\max} - \sigma \operatorname{tg}\varphi_1 - c_1 \leq 0 \quad \text{при} \quad \sigma \leq p_0 \quad (3)$$

де τ_{\max} – максимальні дотичні напруження; σ – нормальні напруження на площадці, де діє τ_{\max} ; φ_1 – розрахункове значення кута внутрішнього тертя для першої групи граничних станів; c_1 – розрахункове значення ґрунту для першої групи граничних станів; p_0 – мінімальний тиск, при якому

ґрунту втрачає свою макроструктуру (структурна міцність ґрунту).

За умову пластичної течії f прийнятий модифікований критерій Мізеса-Губера.

Граничний стан настає по досягненню умови $f = 0$, де f приймає вигляд

$$\begin{cases} f = T + \sigma_m \operatorname{tg}\psi - \tau_s = 0, & \text{при} \quad \sigma_m \geq P_0 \\ f = T + P_0 \operatorname{tg}\psi - \tau_s = 0, & \text{при} \quad \sigma_m < P_0 \end{cases}. \quad (4)$$

Інваріанти σ_m та T тензора напружень σ обчислюються за формулами

$$\begin{aligned} \sigma_m &= \frac{1}{3} \sigma_{ij} g^{ij}; \quad T = \sqrt{\frac{1}{2} s^{ij} s_{ij}}, \\ s^{ij} &= \sigma_{ij} - \frac{1}{3} \sigma_m g^{ij}. \end{aligned} \quad (5)$$

В якості пластичного потенціалу використовується функція F

$$F = T^2 - \Lambda \operatorname{tg}\psi (\sigma_m + H)^2, \quad (6)$$

де g^{ij} – метричний тензор, $\operatorname{tg}\psi$ і τ_s – параметри, які визначаються через механічні властивості ґрунтів; ψ – кут на октаедричній площадці, T – інтенсивність дотичних напружень, σ_m – гідростатичний тиск, P_0 – рівень гідростатичного тиску, що визначає перехід від конічної поверхні до циліндричної ($P_0 = -2$ МПа); Λ – коефіцієнт дилатансії, значення якого визначається різними функціями.

Граничний опір всебічному обтисненню H :

$$H = \frac{\tau_s}{\operatorname{tg}\psi}, \quad (7)$$

де τ_s – константа аналогічна зчепленню в ґрунтового середовищі.

Для побудови розрахункових співвідношень користуємося відомою залежністю

$$d\varepsilon^p = \Lambda(\chi) d\gamma^p, \quad (8)$$

де $d\varepsilon^p$ – приріст об’ємної пластичної деформації; Λ – коефіцієнт дилатансії; $d\gamma^p$ –

приріст інтенсивності пластичних деформацій зсуву; χ – параметр зміцнення, значення якого залежить від співвідношення поточної щільності ρ_i і критичної щільності ρ_{cr} та характеризує розпушення (дилатансія) або ущільнення (контрактансія).

У роботі [12, 13] запропоновано в якості параметра зміцнення використовувати значення залишкової щільності ρ^* .

Замикати співвідношення дилатансійної теорії запропоновано у вигляді

$$\varphi_i = \varphi_{cr} + \arcsin \Lambda \quad (9)$$

$$\Lambda = \sqrt{1 - \left(\frac{\rho_{cr}}{\rho_i}\right)^2} \quad \text{при } \rho_i \geq \rho_{cr} \quad (10)$$

$$\Lambda = \sqrt{1 - \left(\frac{\rho_i}{\rho_{cr}}\right)^2} \quad \text{при } \rho_i < \rho_{cr}, \quad (11)$$

де φ_{cr} – кут внутрішнього тертя при досягненні критичної щільності; ρ_{cr} ; φ_i – поточне значення кута внутрішнього тертя ґрунту.

При чисельному розв'язанні нелінійних задач використовується ітераційний алгоритм методу продовження за параметром. Його особливістю є методика корекції тензора напружень, одержаного з умов лінійної роботи ґрунту на поточному кроці інтегрування. У попередніх працях було показано, що ця методика зводиться до знаходження коефіцієнта корекції для девіатора дійсного тензора напружень (Рис.1).

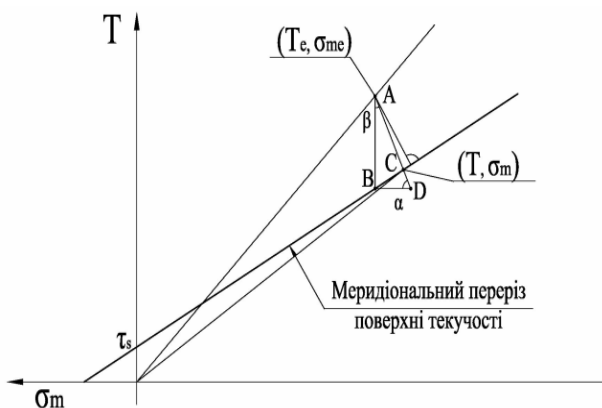


Рис.1. Особливості реалізації підходу до розв'язання нелінійних задач
Fig.1. Features of the implementation of the approach to the solution of nonlinear problems

Таким чином,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{BD} = \frac{G}{K\Lambda}, \quad (12)$$

Цим забезпечується симетрія лінеаризованої матриці жорсткості ансамблю скінчених елементів, що приводить до істотного зменшення потрібних ресурсів пам'яті та часу ЕОМ у порівнянні з випадком використання змінної матриці жорсткості.

При побудові СЕМ ступінь дискретизації приймався шляхом зіставлення результатів за послідовного згущення сітки та зменшені кроку навантаження.

Параметрами реалізованої нами математичної моделі ґрунтового середовища є щільність ρ , коефіцієнт Пуассона ν , зчеплення c_1 , кут внутрішнього тертя φ_1 , модуль деформації ґрунту E , причому для визначення останнього, як правило, використовується гілка розвантаження або його ідентифікація. Вказані параметри мають чітке фізичне значення й визначаються у стандартних приладах за відомими методиками.

Приклад ідентифікації параметрів піщаної основи на березі р. Дніпро проведено за спеціальною методикою. Раніше проблеми випробування ґрунтів в польових умовах полягали в відсутності устаткування та приладів, які визначали однозначно навантаження та переміщення в заданий час. Така методика дозволяє наприклад виявити характер взаємодії конструкцій з ґрунтовим середовищем.

В подальшому, при визначенні напружено-деформованого стану та зсувної стійкості узбережжя (тобто знаходження рівноважного стану схилу в нелінійній постановці з врахуванням переходу ґрунтів через граничний стан) за навантаження приймалась власна вага ґрунтової основи, яка перераховувалася в вузлові сили автоматично по значенням щільності ґрунтів. Для описання напружено-деформованого стану системи «ґрунтовий масив – утримуючі конструкції» рекомендується використовувати параметри ґрунтів, які слід ідентифікувати за експериментальними даними випробування в польових умовах (палями або штампами) (Рис.2).

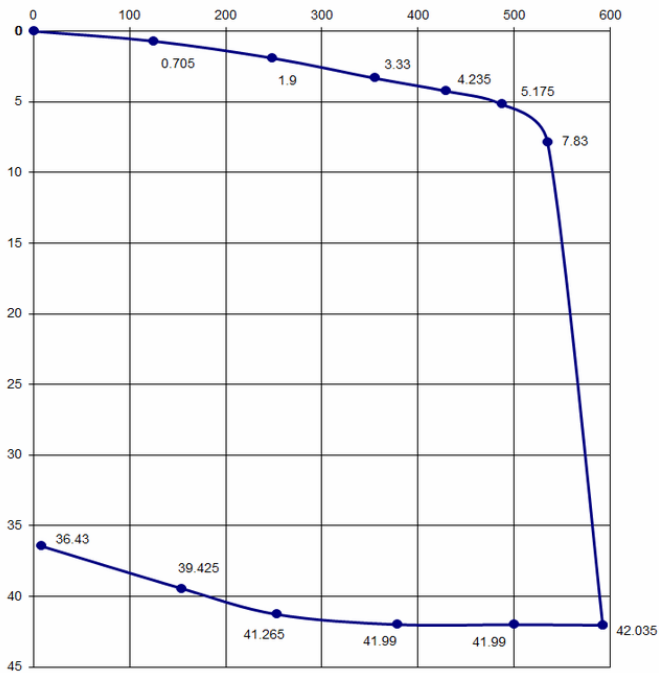


Рис.2. Використання випробування палів для ідентифікації параметрів ґрунту
Fig.2. Use piling tests to identify soil parameters

ВИСНОВКИ

1. Оцінка напружено-деформованого стану системи «ґрунтовий масив – утримуючі конструкції» дозволяє обґрунтувати раціональні утримуючі конструкції для захисту територій узбережжя природних та штучних морів та річок.

2. Чисельне моделювання в геотехніці дозволяє виявити потенційні поверхні ковзання на схилах територій узбережжя морів і річок та виявити найбільш небезпечні комбінації чинників, що викликають зсуви, а також основні прийнятні ефективні інженерні захисні заходи.

ЛІТЕРАТУРА

1. **ДБН В.І.І-3-97, 1998.** Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення. Київ, Держбуд України, 40. Режим доступу <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-293>.
2. **Тугай О.А., Осипова А.О., 2017.** Передумови вдосконалення організаційно-технологічних рішень ревіталізації техноло-

гічних процесів будівельного виробництва. Управління розвитком складних систем, Вип.29, 200-204. Режим доступу <http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-29/28.pdf>.

3. **Крамер Д.А., Неруда М., Тихонова И.О., 2012.** Европейский опыт ревитализации малых рек. Научный диалог, Вып.2, 112-128. Режим доступу <https://cyberleninka.ru/article/n/evropeyskiy-opyt-revitalizatsii-malyh-rek>.
4. **Быстрова Т.Ю., 2013.** Реабилитация промышленных территорий городов: теоретические предпосылки, проектные направления. Ч.1. Академический вестник УралНИИпроект РААСН, Вып.3, 21-24. Режим доступу <http://www.twirpx.com/file/1795259>.
5. **Савйовський В.В., Броневицький А.П., Каржинерова О.Г., 2014.** Ревіталізація – екологічна реконструкція міської забудови. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, Вып.8, 47-52. Режим доступу http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vrabiya_2014_8_10.
6. **Бойко І.П., Арешкович О.О., 2004.** Аналіз причин зсувних процесів та розробка інженерних захисних заходів з їх стабілізації // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник. Київ, НДІБК, Вып.61, Т.2, 279-282. Режим доступу до ресурсу: http://librar.org.ua/sections_load.php?s=buildin&id=668&start=7.
7. **Дубняк С.С., Коробка А.А., 2017.** Динаміка вод як абіотичний фактор функціонування прибережних зон дніпровських водоймищ та засіб управління їх станом. Тези доповідей Другого з'їзду гідроекологічного товариства України, Київ, Т.2, 202-203. Режим доступу до ресурсу <http://geobot.org.ua/news/category/konferentsiji>.
8. **Дубняк С.С., 2006.** Методологія дослідження структурно-функціональних особливостей рівнинних водосховищ. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, Т.10, 20-35. Режим доступу до ресурсу http://irbis-nbuv.gov.ua/cgiirbis_64.exe.
9. **Arzet K., 2010.** The Isar Experience – Urban River Restoration in Munich. Kyiv, Ar-zet, S.Joven, Wasserwirtschaftsamt Munchen. Access mode http://www.wwa-m.bayern.de/projekte_und_programme/isarplan/doc/the_isar_experience.pdf.
10. **Enwama:** environmental water management 2008-2010, M.Neruda [et al.]. Usti nad Labem, Univerzita J.E. Purkyne, 2010, 79. Access mode: <http://aleph.nkp.cz/publ/skc/006/84/30/006843077>.

11. **Reuron** – Revitalization of the Urban River Spaces: Examples of good practice, **2009**. Brno, 104. Access mode <https://www.keep.eu/keep/project-ext/15848/Revitalization%20of%20Urban%20River%20Spaces>.
12. **Revitalization** of Urban River Spaces. Urban Rivers – Vital Spaces. Access mode <http://www.reuris.gig.eu>.
13. **River**, **2014**. Skerne, County Durham. The River Restoration Center. Access mode http://www.irazoo.com/ViewSite.aspx?q=river+skerne&Page=&irp=&Site=http://www.therrc.co.uk/rrc_river_projects1.php?csid=38.
14. **Teviashev A.D., Matvienko O. I., 2014**. About One Approach to Solve the Problem of Management of the Development and Operation of Centralized Water-Supply Systems. ECONTechMOD, Vol.03, 61-76.
15. **Zhuravska N., Malkin E., 2015**. Energy-saving technologies with the use of water treat the magnetic fields. Underwater Technologies, Iss.02, 79-83.
16. **Сукач М., 2015**. Перша міжнародна науково-практична конференція «Підводні технології, 2015». Підводні технології, Вип.01, 1-12.
17. **Осетрін М., Бондар О., 2016**. Містобудівний досвід реалізації кільцевого принципу організації руху транспорту на підходах до мостів. Підводні технології, Вип.03, 75-82.
18. **Bronevitski Sergei, 2015**. Evolution of reforming of the civil construction industry management system in Ukraine. MOTROL, Vol.17-8, 3-12.
19. **Поколенко В.О., Рижаківа Г.М., Приходько Д.О., 2014**. Запровадження інструментарію вибору альтернатив реалізації будівельних проєктів за функціонально-технічною надійністю організацій-виконавців. Управління розвитком складних систем, Вип.19, 104-108.
20. **Чернишев Д.О., 2017**. Методичні засади забезпечення надійності організаційно-технологічних рішень у проєктах біосферосумісного будівництва. Управління розвитком складних систем, Вип.32, 210-215.
- Mode of access <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-293>.
2. **Tugay O., Osipova A., 2017**. Pre-language improvement of organizational and technological decisions of revitalization of technological processes of building production. Managing the development of complex systems. Vyp.29, 200-204. Access mode <http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-29/28.pdf>.
3. **Kramer D, Neruda M., Tikhonova I, 2012**. European experience of revitalization of small rivers. Scientific dialogue. Iss.2, 112-128. Access mode <https://cyberleninka.ru/article/n/evropeyskiy-opyt-revitalizatsii-malyh-rek>.
4. **Bystrov T., 2013**. Rehabilitation of industrial areas of cities: theoretical background, design directions. Part 1 Academic messenger of the UralNIIproject RAASN. Iss.3, 21-24. Access mode <http://www.twirpx.com/file/1795259>.
5. **Savyovsky V, Bronevitsky A, Karginerova O., 2014**. Revitalization - ecological reconstruction of urban development. Bulletin of the Pridniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Iss.8, 47-52. Access Mode http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia_2014_8_10.
6. **Boyko I, Areshkovich O., 2004**. Analysis of the causes of landslide processes and the development of engineering protective measures for their stabilization // Building Constructions: Interdepartmental scientific and technical collection. Kyiv, NIIBK, Vyp.61, T.2, 279-282. Resource access mode: http://librar.org.ua/sections_load.php?s=buildin&id=668&start=7.
7. **Dubnyak S, Koroba A, 2017**. Dynamics of water as an abiotic factor for the functioning of the coastal zones of the Dnieper reservoirs and a means of controlling their condition. Abstracts of the 2nd Congress of the Hydroecological Society of Ukraine, Kyiv, T.2, 202-203. Resource Access Mode <http://geobot.org.ua/news/category/conferences>.
8. **Dubniak S., 2006**. Methodology of research of structural-functional features of plain reservoirs. Hydrology, hydrochemistry and hydroecology, T.10, 20-35. Resource access mode http://irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe.
9. **Arzet K., 2010**. The Isar Experience – Urban River Restoration in Munich. Kyiv, Ar-zet, S.Joven, Wasserwirtschaftsamt Munchen. Access mode <http://www.wwa->

REFERENCES

1. **ДБН В.І.І-3-97, 1998**. Engineering protection of territories, buildings and structures from landslides and landslides. Substantive provisions. Kyiv, State Building of Ukraine, 40.

m.bayern.de/project_und_programme/isarplan/doc/the_isar_experience.pdf.

10. **Enwama:** environmental water management 2008-2010, M.Neruda [et al.]. Usti nad Labem, Univerzita J.E. Purkyne, **2010**, 79. Access mode: <http://aleph.nkp.cz/publ/skc/006/84/30/006843077>.
11. **Reuron** – Revitalization of the Urban River Spaces: Examples of good practice, **2009**. Brno, 104. Access mode <https://www.keep.eu/keep/project-ext/15848/Revitalization%20of%20Urban%20River%20Spaces>.
12. **Revitalization** of Urban River Spaces. Urban Rivers – Vital Spaces. Access mode <http://www.reuris.gig.eu>.
13. **River, 2014**. Skerne, County Durham. The River Restoration Center. Access mode http://www.irazoo.com/ViewSite.aspx?q=river+skerne&Page=&irp=&Site=http://www.therrc.co.uk/trc_river_projects1.php?csid=38.
14. **Teviashev A.D., Matvienko O. I., 2014**. About One Approach to Solve the Problem of Management of the Development and Operation of Centralized Water-Supply Systems. ECONTECHMOD, Vol.03, 61-76.
15. **Zhuravska N., Malkin E. 2015**. Energy-saving technologies with the use of water treat the magnetic fields. Underwater Technologies. Iss.02, 79-83.
16. **Sukach M., 2015**. First international scientifically-practical conference Underwater technologies, 2015. Underwater Technologies, Iss.01, 1-12 (in Ukrainian).
17. **Osetrin M., Bondar O., 2016**. The town planning experience in implementing the principle of roundabouts on the approaches to bridges. Underwater Technologies, Iss.03, 75-82 (in Ukrainian).
18. **Bronevitski Sergej, 2015**. Evolution of reforming of the civil construction industry management system in Ukraine. MOTROL, Vol.17-8, 3-12.
19. **Pokolenko V., Ryzhakova G., Prikhodko D., 2014**. Implementation of the toolkit for selecting alternatives for the implementation of construction projects on the functional and technical reliability of implementing organizations. Management of the development of complex systems, Vol.19, 104-108.
20. **Chernyshev Denys, 2017**. Methodological principles of providing the reliability of organizational and technological solutions in projects of biosphere construction buildings. Management of development of complex system, Vol.32, 210-215 (in Ukrainian).

Analytical systems of engineering protection of territories as a component of biosphere compatible construction

Denys Chernyshev

Abstract. The article is devoted to integration of mathematical models of ecological processes in geoinformation systems of monitoring and ecological-engineering protection of territories of sea and river coasts during their development. The complex of methods, techniques, algorithms and software that has been tested and implemented in practice for solving important applied problems of the substantiation of the content and regulation of organizational and technological measures for the provision of biosferous-compatible construction, taking into account the peculiarities of the mechanical, hydrodynamic and seismic properties of soils and the modeling of ecological processes, is described. in aquatic ecosystems in Ukraine. The obtained results will increase the efficiency of the use of mathematical models of ecological processes, expand the analytical capabilities of geoinformation monitoring systems and improve the visualization of the results of mathematical studies in the simulation of the stress-strain state of the "base - protective structure" system in a wide range of loads, both during the construction phase and at the stage of operation.

The project solution to provide organizational and technological reliability of construction from the point of view of the possibility of realizing the functions of a biosferous city and the implementation of innovative design and architectural and planning solutions is analyzed.

In case of insufficient account of the laws of interaction between society and the nature of urban development, it is accompanied by significant negative (anthropogenic and technogenic) impacts on the natural environment, which threatens catastrophic consequences for the biosphere and human beings. According to the results of the analysis, it is concluded that there is a fundamental need for the adoption of a new urban planning policy and the implementation of biosferous-compatible technologies in the construction and reconstruction of urban structures.

Key words: biosphere-compatible construction, landslide danger, organizational and technological reliability.