

**Розробка он-лайн платформи аналізу і сценарного планування сталого розвитку регіонів України в контексті якості та безпеки життя людей**

**Разработка онлайн платформы анализа и сценарного планирования устойчивого развития регионов Украины в контексте качества и безопасности жизни людей**

**Development of on-line platform for analysis and scenario planning of sustainable development of Ukrainian regions in the context of quality and security of people's life**

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0117U002476,**
- 2. Науковий керівник – д.т.н., проф., акад. НАН України Згуровський М.З.,**  
Згуровский М.З., Zgurovsky Michael Z.

**3. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Метою роботи є підвищення повноти та ефективності аналітичної та інформаційної підтримки процесу прийняття управлінських рішень (у формі середньотермінових і довготермінових стратегій та послідовностей дій влади), спрямованих на забезпечення сталого розвитку окремих регіонів і України в цілому, як складних соціально-економічних об'єктів за рахунок розробки нових і удосконалення існуючих методів системного аналізу, інтелектуального аналізу великих даних, методів передбачення, сценарного планування та управління та он-лайн платформи для їх застосування в режимі ситуаційного центру.

Розроблено комплекс методів для усунення невизначеності при моделюванні та комплексному оцінюванні складних динамічних систем. Вдосконалено методичні розробки для узгодження даних різної природи та алгоритми їх застосування при побудові індикаторних моделей для динамічних систем різної природи. Новою стала можливість сумісного використання при побудові індикаторних моделей результатів експертного оцінювання, результатів прямого вимірювання властивостей системи, а також результатів опосередкованого оцінювання в разі відсутності інших можливостей вимірювання властивостей системи. На основі цього було розраховано індекс сталого розвитку, побудовано сценарії розвитку адміністративно-територіальних одиниць України та оцінено взаємозв'язок дій влади і соціальної активності суспільства.

Розроблено базову мікросервісну архітектуру, яка використовується як основа для розгортання різнопланового інструментарію і представлена у вигляді сучасного кросплатформеного програмного комплексу. В результаті створено он-лайн платформу у вигляді розподіленої системи для підтримки прийняття рішень з позицій сталого розвитку.

Протягом виконання дослідження було створено та реалізовано низку прикладних моделей для аналізу різних предметних областей, для чого, зокрема, було створено базу даних тематичних показників. Дані результати лягли в основу Інформаційно-аналітичного ситуаційного центру КПІ ім. Ігоря Сікорського.

**(рос.)**

Целью работы является повышение полноты и эффективности аналитической и информационной поддержки процесса принятия управленческих решений (в форме среднесрочных и долгосрочных стратегий и последовательностей действий власти), направленных на обеспечение устойчивого развития отдельных регионов и Украины в целом, как сложных социально-экономических объектов за счет разработки новых и совершенствования существующих методов системного анализа, интеллектуального анализа больших данных, методов предвидения, сценарного планирования и управления и онлайн платформы для их применения в режиме ситуационного центра.

Разработан комплекс методов для устранения неопределенности при моделировании и комплексном оценке сложных динамических систем. Усовершенствованы методические разработки для согласования данных различной природы и алгоритмы их применения при

построении индикаторных моделей для динамических систем различной природы. Новой стала возможность совместного использования при построении индикаторных моделей результатов экспертного оценивания, результатов прямого измерения свойств системы, а также результатов опосредованного оценивания в случае отсутствия других возможностей измерения свойств системы. На основе этого был рассчитан индекс устойчивого развития, построены сценарии развития административно-территориальных единиц Украины и оценена взаимосвязь действий власти и социальной активности общества.

Разработана базовая микросервисная архитектура, которая используется как основа для развертывания разнопланового инструментария и представлена в виде современного кросс-платформенного программного комплекса. В результате создано онлайн-платформу в виде распределенной системы для поддержки принятия решений с позиций устойчивого развития.

В ходе выполнения исследования было создано и реализовано ряд прикладных моделей для анализа различных предметных областей, для чего, в частности, была создана база данных тематических показателей. Данные результаты легли в основу Информационно-аналитического ситуационного центра КПИ им. Игрия Сикорского.

**(англ.)**

The purpose of the work is to increase the completeness and effectiveness of analytical and information support of the management decision-making process (in the form of mid-term and long-term strategies and sequences of government actions) aimed at ensuring the sustainable development of regions and Ukraine, as complex socio-economic objects, expense of developing new and improving existing systems analysis, big data mining, foresight, scenario planning and management and online platform for their application in situation center mode.

A set of methods for eliminating uncertainty in modeling and estimation of complex dynamic systems is developed. Methodical developments for harmonization of data of different nature and algorithms for their application in the construction of indicator models for dynamic systems of different nature have been improved. New result was the possibility of joint use in the construction of indicator models of the results of expert evaluation, the results of direct measurement of system properties, as well as the results of indirect evaluation in the absence of other options for measuring system properties. Based on this, the Sustainable Development Index has been calculated, scenarios for the development of administrative and territorial units of Ukraine have been developed, and the relationship between government actions and social activity of society has been evaluated.

The basic microservice architecture has been developed, which is used as a basis for the deployment of diverse tools and is presented as a modern cross-platform software complex. As a result, an on-line platform was created as a distributed system to support sustainable development decision-making.

During the course of the study, a number of application models were created and implemented for the analysis of different subject areas, including, in particular, a database of thematic indicators. These results formed the basis of the Information and Analytical Situation Center of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute.

#### **4. Порівняння зі світовими аналогами.**

Результати відповідають світовому рівню. Пропоновані підходи, методи, моделі та процедури оцінювання економіко-еколого-соціальної сталості об'єктів різної природи є універсальними за методологічною основою і національно-орієнтованими за прикладними аспектами. На відміну від існуючих підходів вони надають можливість досліджувати специфічні національні проблеми з огляду на необхідність забезпечення сталого розвитку регіонів України за умов впливу на них множинних загроз та ризиків. На відміну від відомих методів побудови інтегрованих показників, що ґрунтуються на використанні моделі «чорної скриньки», розроблені методи моделювання та комплексного оцінювання складних динамічних систем засновані на аналізі структури системи та її компонентів.

Відмінність микросервісної архітектури платформи від відомих рішень, полягає у розгортанні багатьох примірників микросервісів в розподіленому середовищі та використанні засобів планування виконання сценаріїв, заданих в паралельно-послідовній

формі, та засобів динамічної реконфігурації системи з використанням статистичних даних про потік запитів до системи. Створена високорівнева мова опису сценаріїв опрацювання даних на відміну від аналогів дозволяє використовувати команди, інтуїтивно зрозумілі експерту в своїй предметній області, організувати потрібний йому потік обробки інформації.

На відміну від інших систем та рішень створена платформа: містить підсистеми, що реалізують однаковий інтерфейс доступу до їх ресурсів, тому існують передумови як горизонтального, так і вертикального масштабування окремих вузлів системи; формує реєстр метаданих доступних підсистем (ресурсів), на множині яких визначаються альтернативні конфігурації системи; реалізує гнучку схему організації взаємодії різних ресурсів, в тому числі і гетерогенних, як на стороні сервера, так і на стороні клієнта; дозволяє швидко налаштувати прикладний додаток для будь-якої предметної області; дозволяє інтегрувати додатковий зовнішній інструментарій та ПЗ.

#### **5. Економічна привабливість для просування на ринок**

Створена під час виконання НДР он-лайн платформа при впровадженні у роботу органів місцевої, обласної та державної влади забезпечить можливість прийняття оперативних та стратегічних управлінських рішень для конкретних територіальних утворень. Завдяки мікросервісній архітектурі створюваного інструментарію спрощується процес адаптування он-лайн платформи до специфічних вимог функціонування певної адміністративно-територіальної одиниці, саме тому он-лайн платформа є універсальною для будь-якої території з різними цілями та особливостями розвитку.

#### **6. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Крім державних управлінців різного рівня, потенційними споживачами можуть бути аналітичні та консалтингові компанії, транснаціональні корпорації, компанії фінансової сфери, міжнародні організації. Перспективним напрямком є співпраця з компаніями Deloitte, PricewaterhouseCoopers, Ernst & Young, KPMG, NSF, Світовою системою даних, Державним управлінням статистики України, органами державного управління, які відповідають за національну безпеку України.

#### **7. Стан готовності розробки.**

Розроблено програмне забезпечення та створені прикладні додатки.

#### **8. Існуючі результати впровадження.**

Результати роботи впроваджено в Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Всеукраїнський благодійний Фонд сприяння розвитку геоінформаційних технологій та послуг "ГІС-Асоціація України", Київська міська галузева організація роботодавців «Центр ресурсоефективного та чистого виробництва», Науковий парк «Київська політехніка». Також зацікавленість у використанні результатів виразили Рада з національної безпеки та оборони України та Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України.

#### **9. Форма участі інвестора.**

Частка в проекті, замовлення НДР на основі створеного програмно-апаратного комплексу.

#### **10. Обсяг інвестицій.**

Загальний обсяг 300000 \$

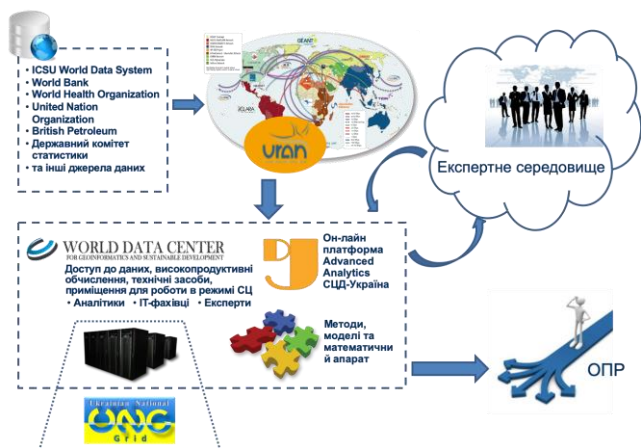
#### **11. Мета інвестицій.**

Покращення апаратної складової, розробка додаткових алгоритмів та модулів системи.

#### **12. Назва організації, телефон, E-mail**

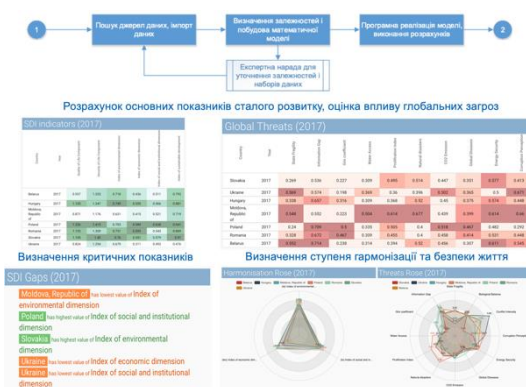
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку , (044) 204-80-14, [wdc@kpi.ua](mailto:wdc@kpi.ua)

### 13. Фото розробки



Концепція створеного Інформаційно-аналітичного ситуаційного центру

Приклад бізнес-процесу роботи створеного Інформаційно-аналітичного ситуаційного центру



### 14. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Аналіз сталого розвитку — глобальний і регіональний контексти / Міжнар. рада з науки (ISC) та ін.; наук. кер. проекту М. З. Згуровський. — К. : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. — Ч. 2. Україна в індикаторах сталого розвитку (2019). — 112 с.
2. Аналіз сталого розвитку — глобальний і регіональний контексти / Міжнар. А64 рада з науки (ISC) та ін.; наук. кер. проекту М. З. Згуровський. — К. : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. — Ч. 1. Глобальний аналіз якості і безпеки життя (2019). — 216 с.
3. Foresight 2018: systemic world conflicts and global forecast for XXI century / International Council for Science etc.; Scientific Supervisor M. Zgurovsky. — К. : NTUU «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», 2018. — 226 p. <http://wdc.org.ua/sites/default/files/WDC-IASA-FORESIGHT-2018-EN.pdf>
4. Zgurovsky, M.Z., Kasyanov, P.O. Qualitative methods for classes of nonlinear systems: constructive existence results // Studies in Systems, Decision and Control. - v. 111. - 2018. - p. 3-45
5. Michael Zgurovsky, Andrii Boldak, Kostiantyn Yefremov, Ivan Pyshnograiev Modeling and Investigating the Behavior of Complex Socio-economic Systems // Conference proceedings of 2017 IEEE First Ukraine Conference on ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING (UKRCON). — 2017. — pp. 1113 – 1116.
6. Michael Z. Zgurovsky, Pavlo O. Kasyanov, Nataliia V. Gorban, and Liliia S. Paliichuk Asymptotic Translation Uniform Integrability and Multivalued Dynamics of Solutions for Non-autonomous Reaction-diffusion // The Fundamentals of Modern Mathematics and Mechanics. - 2018. - pp.413-423
7. Kapustyan V.O., Pyshnograiev I.O. Divided Optimal Control for Parabolic-hyperbolic Equation with Non-local Pointed Boundary Conditions and Quadratic

- Quality Criterion // Modern mathematics and mechanics: fundamentals, problems and challenges. / A. Sadovnichiy, M. Zgurovsky. - Springer International Publishing, 2018. - pp. 334-344 [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-96755-4\\_25](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-96755-4_25)
8. Basovsky V.G., Gorban I.M., Khomenko O.V. Modification of hydrodynamic and acoustic fields generated by a cavity with fluid suction // The Fundamentals of Modern Mathematics and Mechanics. - 2018. - pp.137-158
  9. Zgurovsky, M.Z., Kasyanov, P.O. Indirect lyapunov method for autonomous dynamical systems // Studies in Systems, Decision and Control 111. - 2018. - p. 211-237
  10. Michael Zgurovsky, Viktor Putrenko, Iryna Dzhygyrey, Andrey Boldak, Kostiantyn Yefremov, Nataliia Pashynska, Ivan Pyshnograiev and Sergiy Nazarenko Parameterization of Sustainable Development Components Using Nightlight Indicators in Ukraine // Proceedings of the 2018 IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC), October 08-12, 2018, Kyiv, Ukraine
  11. Putrenko, V., Pashynska, N. Risk modeling of accidents in the power system of Ukraine with using bayesian network. Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 754, 2019. p. 13-22. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-91008-6\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-91008-6_2)
  12. Telenyk, S., Nowakowski, G., Yefremov, K., Khmeliuk, V. Logics based application integration for interdisciplinary scientific investigations // Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2017 2,8095241, c. 1026-1031 <https://ieeexplore.ieee.org/document/8095241>
  13. Putrenko V., Pashynska N., Nazarenko, S. Data Mining of Network Events with Space-Time Cube Application // Proceedings of the 2018 IEEE 2nd International Conference on Data Stream Mining and Processing, DSMP 2018, pp. 79-83 <https://ieeexplore.ieee.org/document/8478437>
  14. Zgurovsky M.Z., Pavlov A.A. The four-level model of planning and decision making. Studies in Systems, Decision and Control 173, pp. 347-406 [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-98977-8\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-98977-8_8)

**15. Надати ключові слова до розробки:**

сталий розвиток, метрика вимірювання, індекс, міждисциплінарні дослідження, дані різної природи, інструментарій, форсайт, ситуаційний центр, невизначеність.