

---

## МОДЕЛЬ ВЕБ-СИСТЕМИ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В УМОВАХ УРБАНІЗАЦІЇ

---

**В.А. НАЗАРЕНКО,**

*асистент кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки*

*E-mail: volodnz@nubip.edu.ua*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Анотація.** На сьогодні більша численність населення світу проживає у великих та малих містах. Тому, визначальними факторами, які впливають на якість життя людей є рівень економічного розвитку міст та стан екології міст та прилеглих до них територій. Для проведення дослідження та побудови моделей еколого-економічного моніторингу та прогнозування розвитку міст та стану екології у них необхідно зібрати, обробити та проаналізувати величезні масиви різноманітних даних. На основі результатів таких досліджень виникає потреба у побудові комп'ютерних систем для збору та обробки значних за обсягом інформації - баз та сховищ даних, аналогів яких на сьогодні практично не існує.

Головним завданням даної роботи є розробка альфа-версії веб-сервісу для проведення еколого-економічного моніторингу за базами даних. На етапі розробки альфа-версії програмного продукту було опрацьовано та згруповано основні економічні показники стосовно розвитку міста та екологічні фактори, які впливають на нього. Автором змодельована програмна модель для окремих сервісів еколого-економічного моніторингу, які є частиною майбутнього прикладного програмного продукту. У подальшому автором планується продовжити дослідження за даною тематикою, зібравши емпіричні дані щодо обраних для вивчення міст, та розробити подальші програмно-технічні модулі представленого веб-сервісу.

**Ключові слова:** урбанізація, економіка, еколого-економічний моніторинг, веб сервіси, розподілені системи, бази даних.

---

### Актуальність

Тренд який почався в 20 столітті і перейшов в 21е - це розвиток та переселення людей в міста, які стали грати визначну роль у формуванні рівня економічного розвитку тери-

торій і розбудови держав, а також їх відновлення у післявоєнний період в Україні. Водночас вони представляють багато викликів і породжують безліч різнопланових викликів. Процес дослідження урбанізації є дуже важливим, адже від нього залежить

темпи розвитку та напрямки розвитку міст та прилеглих територій. Залучення ресурсів є ключовим фактором впливу на розвиток міста та рівня урбанізації, серед важливих факторів слід виділити - грошові ресурси, робочу силу та наявні території. Крім того, щоб місто постачало себе різноманітними ресурсами, таким як різні джерела енергії (електрична, теплова тощо) та продуктами харчування і щоденного вжитку, необхідно використовувати все нові території, які є сусідніми з великими містами, для планування та розташування на них сучасних енергетичних об'єктів, залучати нові земельні ділянки до обробки та вирощування аграрної продукції, а також будувати нові підприємства з переробки відходів та сміття. Усі дії, необхідні для життєдіяльності міст в процесі урбанізації, та зазначені вище, призводять до значних наслідків для екології і навколишнього середовища, як у короткотерміновій перспективі (з терміном на 1-5 років), так і у довготривалій (з терміном понад 20+ років).

### ***Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій***

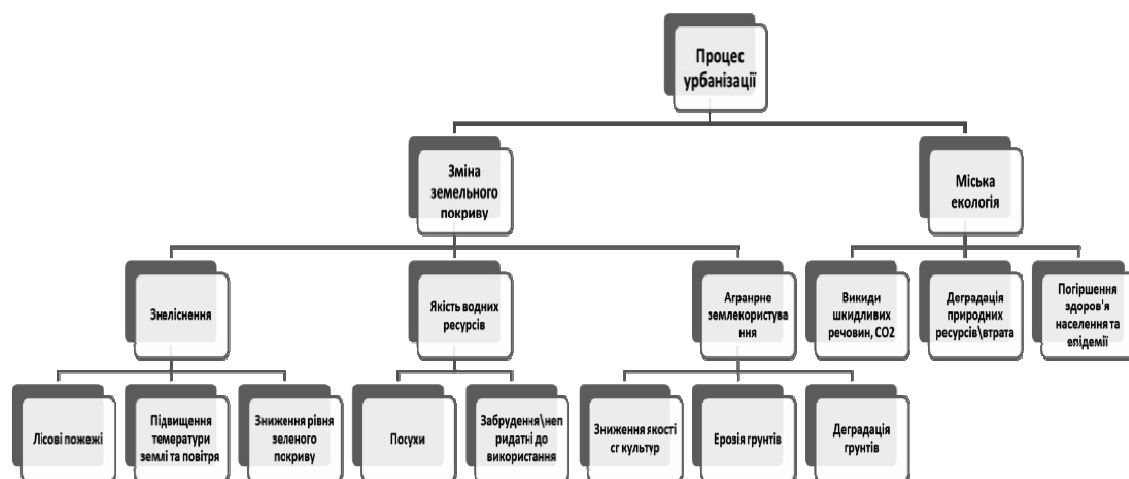
Для збору, систематизації та аналізу еколого-економічних даних автором проведено короткий огляд існуючих наукових видань, публікацій та монографій. Автором було проведено загальний аналіз стану екології в різноманітних містах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Для аналізу було обрано найпоширеніші параметри та загальнодоступні дані, що стосуються викидів, сміття та стану зелених насаджень тощо. Базуючись на проведеному дослідженні можна стверджувати, що

розмір (площа) та кількість населення у містах мають вплив на екологічний стан: чим більший розмір міста, тим його вплив на екологію значніший. Подібна ситуація має місце при значній концентрації виробничих територій (заводів тощо) та розгалуженій транспортній інфраструктурі. Шкідливі викиди особливо небезпечно впливають на довкілля та екологію. Саме для цього в містах існують моніторингові служби, які збирають та передають відповідну інформацію по екологічним факторам - рівні викидів, забруднення повітря чи водою та інших.

**Мета дослідження.** Метою проведеного дослідження є систематизація попередньо проведених автором досліджень щодо екологічного та економічного моніторингу впливу процесів урбанізації на розвиток міст та приміських територій, та розробка моделі веб-сервісу еколого-економічного моніторингу в умовах урбанізації. Запропонований сервіс є частиною загальних програмних продуктів і рішень для впровадження системи "Розумне місто". Варто зазначити, що однією з важливих галузей застосування у сфері еколого-економічного моніторингу наслідків процесу урбанізації.

### ***Матеріали і методи дослідження***

За результатами проведених автором досліджень та детального аналізу їх результатів на рис. 1 зображено Модель впливу урбанізації, як комплексного процесу на стан та варіанти використання земельних ресурсів та територій. Наслідки впливів урбанізації та пов'язаних з нею процесів



**Рис. 1. Модель впливу урбанізації, як комплексного процесу на стан та варіанти використання земельних ресурсів та територій**

на екологічну ситуацію в місті та земельні ресурси можна поділити на дві категорії [1-5] - ті що стосуються напряму міста та ті що стосуються впливу на загальний стан земельного покриття.

Для подільшого дослідження та системного моделювання, було проведено аналіз та систематизацію екологічних процесів, на котрі здійснює вплив урбанізація. У таблиці 1 автором наведено результати класифікації екологічних процесів, які взаємопов'язані з процесом урбанізації. Було виділено шість факторів у результаті класифікації - рівень лісового покриття, стан якості водних ресурсів, шкід-

ливі викиди у повітря, відходи, громадське здоров'я.

### Результати дослідження та їх обговорення

Проводячи дослідження, ми зосередилися на аспектах управління міськими ресурсами (а саме земельними) та визначенню параметрів сталого розвитку територій (зон міста, прилеглих територій та навколишнього регіону). Залежність варіантів сталого розвитку територій від типів об'єктів землекористування змодельовано на рисунку 2. У результаті дослідження виділено важливі ком-



**Рис. 2. Залежність варіантів сталого розвитку територій від типів об'єктів землекористування [9, 10]**

**1. Класифікація екологічних процесів, на які впливає урбанізація\***

| <b>Фактор</b>               | <b>Дані</b>                                                                                                                                                                                  | <b>Фактор діє на</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>Діють на фактор</b>                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень лісового покриву     | Темп знеліснення, км <sup>2</sup> /рік<br>Площа (зміна), га<br>Cross-border-індекс, очок<br>Площа оновлення лісу, км <sup>2</sup> /рік<br>Відновлення, грн/га                                | Викиди вуглекислого газу<br>Ерозія ґрунту<br>Повінь/Посуха<br>Зміни кругообігу води<br>Шкода екосистемі та природному середовищу існування                                                                               | Розширення та будівництво міста<br>Землекористування сільськогосподарських земель<br>Деревообробна промисловість                                                                        |
| Стан якості водних ресурсів | Співвідношення потреби до поставки, %<br>Індекс інтенсивності посухи, очок<br>Забруднення води, тон/кубічних м<br>Індекс якості питної води, очок                                            | Питне водопостачання населення та худоби<br>Вирощування сільськогосподарських культур і використання ґрунтів<br>Стан прісної води та вплив на здоров'я                                                                   | Використання сільськогосподарських підземних вод<br>Споживання об'єктів енергії<br>Промислове, особисте неспоживане використання                                                        |
| Шкідливі викиди у повітря   | Обсяг викидів, на 1 населення та на 1 площі, км <sup>2</sup> /тон <sup>3</sup> в рік<br>Вартість 1 тону викидів за н-часу, грн<br>Видатки на зниження рівня викидів, грн за тону, % від ВВП  | Загальний стан здоров'я населення<br>Зміни температури повітря та земельного покриву<br>Зміна якості водних ресурсів та ґрунту                                                                                           | Транспорт<br>Сільськогосподарське тваринництво<br>Зберігання відходів<br>Виробництво електроенергії<br>Промисловість                                                                    |
| Відходи                     | Вартість перевезення, грн за тону або м <sup>3</sup> )<br>Питома вага відходів, кг на душу населення<br>Вартість утримання відходів, грн за тону<br>Вартість переробки відходів, грн за тону | Стан родючості та відновлення ґрунту<br>Стан повітря та показники його забрудненості<br>Стан води у відкритих та закритих водоймах та морях<br>Викиди парникових газів<br>Стан здоров'я населення міст та приміських зон | Промисловість<br>Торгівля<br>Загальне публічне сільське господарство                                                                                                                    |
| Громадське здоров'я         | Національні або міські видатки на охорону здоров'я, грн на душу населення, % від ВВП<br>Інвестиції в програми сталого розвитку, грн інвестицій, % від ВВП                                    | Видатки міського бюджету<br>Рівень здоров'я та добробут населення<br>Соціальна ситуація та демографічні дані<br>Рівень економічного розвитку                                                                             | Наявність вуглецю в повітрі та його кількість<br>Стан води питної та технічної<br>Забрудненість повітря<br>Якість харчових продуктів<br>Розповсюдження вірусів, епідемії, пандемії тощо |

\*матеріали підготовлені на на основі матеріалів власної дисертації та даних досліджень [5, 6, 7, 8, 11].

поненти сталого управління земельними ресурсами. Важливими серед них, є ті, що впливають на загальний рівень якості життя урбанізованого населення, рівень відновленням природних ресурсів та доцільні варіанти використання за призначенням об'єктів землекористування.

Слід зазначити, що в сучасному

світі відбувається наступний етап у розвитку урбанізованих поселень, він залежний від екологічного стану. “У зв’язку з цим постійно вживаються різноманітні заходи з боку міжнародних громадських організацій, профспілок та міжмуніципальних самітів, а також ухвалюються відповідні документи, такі як Кіотський

## 2. Екологічні складові урбанізації\*

| Основні Фактори                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Тип                                       | Приклад                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Підписані кліматичні договори                                                                                                                                                                                                                                                                      | Правове регулювання                       | План сталого розвитку урбанізованих територій та загальних                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Екологічні податки<br>Зелені податки<br>Розподіл сучасних джерел енергії, їх наявність та розподіл за регіонами, технічні показники<br>Витрати на запровадження сучасних новітніх “ноу-хау” або технологій<br>Фіскальні збори на різні види відновлювальних джерел енергії                         | Фінансові дані<br>Правове регулювання     | Відновлення природних ресурсів<br>Покращення екології<br>Планування (включно з фінансовим) впровадження відновлювальних джерел енергії                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Управління відходами (транспортування та зберігання)<br>Переробка та утилізація відходів                                                                                                                                                                                                           | Відходи                                   | Національне або міське правове регулювання управ. відходами<br>Закон(акт), щодо сортування сміття<br>Розробка технологій для збору/переробки відходів                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Загальні шкідливі викиди у повітря                                                                                                                                                                                                                                                                 | Шкідливі викиди<br>Викиди CO <sub>2</sub> | Дослідження якості повітря<br>Дослідження міських об'єктів та потенційних джерел забруднення<br>Правове регулювання подолання та мінімізації наслідків забруднення                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Якість питної та технічної води, її очистка, доочистка та переміщення до споживача<br>Грунт: його родючість, якість та ступінь забруднення та виснаження<br>Зелені зони, лісо-паркові території, ліси, зелені насадження: їх кількість, щільність насаджень та питома частка у загальній території | Різні типи природних ресурсів             | Постачання населення та забезпечення організації і підприємств<br>Економічні показники життєдіяльності міст, їх аналіз та на майбутнє - планування забезпечення, постачання, переробка тощо<br>Моніторинг різноманітних показників та їх регулювання<br>Збір економічних даних для розрахунків, планування та відновлення джерел постачання і ресурсів<br>Показники якості життя населення<br>Збір інформації, обробка та регулювання |
| Стан біосистеми та біологічних видів                                                                                                                                                                                                                                                               | Екосистема                                | Моніторинг стану біосистем<br>Політика та регулювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Географічне розташування<br>Територіальне розміщення<br>Територіальне зонування                                                                                                                                                                                                                    | Просторова інформація                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

\*матеріали підготовлені на основі матеріалів власної дисертації та даних досліджень [11].

протокол, Паризька угода тощо” [11]. У таблиці 2 наведені окремі головні дані, що стосуються екологічної складові урбанізації. Визначено, що для аналізу слід використовувати такі дані, як кліматичні угоди, екологічні збори, зелені податки, використовувані джерела енергії, системи

управління відходами, існуючі підприємства з переробки та утилізації відходів тощо. Щодо категорій екологічних складових урбанізації слід віднести системи правового регулювання, фінансові показники, екосистеми, наявність та кількість відходів у містах, природні ресурси тощо. На



**Рис. 3. Схематичне представлення концепції екологічного моніторингу у місті**

основі збору та аналізу даних та їх розподілу на категорії проводиться систематизація характеристик екологічних складових процесу урбанізації та їх впливу та подальший розвиток міст. До таких характеристик слід віднести плани сталого розвитку територій та міст, відновлення природних ресурсів, системи та заходи для покращення екології, планування та впровадження відновлювальних джерел енергії, нові підходи та політику щодо управління відходами, наявність систем сортування та переробки сміття, а також систему заходів щодо покращення якості життя міського населення.

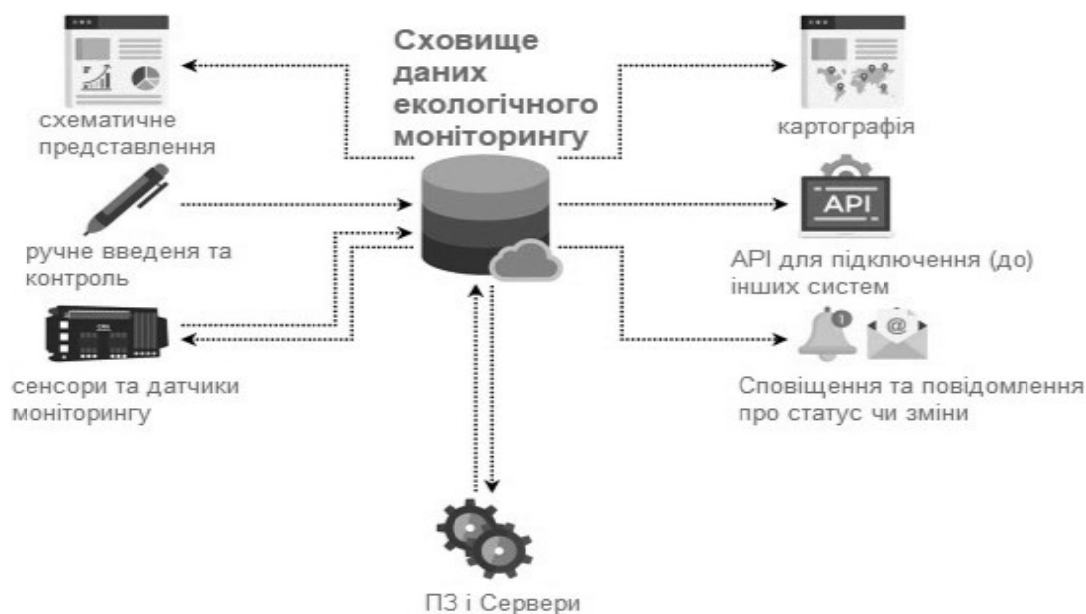
У подальшому планується провести оцінку та аналіз варіантів розвитку екологічних ситуацій з її подальшим прогнозом на майбутнє, а також виділити позитивні тренди екологіч-

них ситуацій у великих містах і на-впаки.

На рисунку 3 схематично зображено представлення концепції екологічного моніторингу у місті; на рисунку 4 представлено модель веб-сервісу та його компонентів еколого-економічного моніторингу у місті. На рисунках представлено головні компоненти кожної із систем та їх взаємозв'язок. Компоненти включають в себе, сховища даних, дані із пристроїв моніторингу, статистичні дані, підключення до зовнішніх програмних систем та інтерфейси користувача для управління системами.

### ***Висновки і перспективи***

Представлена модель опису процесів, пов'язаних з урбанізацією, побудована на основі системного мо-



**Рис. 4. Модель веб-сервісу та його компонентів еколого-економічного моніторингу у місті**

делювання прикладного програмного забезпечення та обробки даних досліджень. Серед основних джерел даних були використані ключові економічні та екологічні показники. Було зібрано, проаналізовано, оброблено та структуровано основні фактори, які стали передумовою розробки моделі веб-сервісу, який призначений для систематизації та прогнозування змін екологічного стану територій, які знаходяться під впливом урбанізації. На основі побудованого веб-сервісу та з використанням основних методів еколого-економічних моделювання автором було представлено загальну концепцію екологічного моніторингу в місті. У подальшому для апробації представлених моделей та перевірки отриманих результатів, а також побудови еколого-економічних моделей розрахунку вартості наслідків розвитку великих міст доцільно обрати декілька міст для аналізу та побудувати програмну частину концепту-

альної системи еколого-економічного моніторингу.

#### Список використаної літератури

1. European Investment Bank. On Water. 2020. URL: <https://www.eib.org/en/essays/on-1water>.
2. United Nations Statistics Division. Environment Statistics. 2017. URL: <http://unstats.un.org/unsd/environmentgl>.
3. Giusti, L. (2009). A review of waste management practices and their impact on human health. Waste management, 29(8), 2227-2239. doi:10.1016/j.wasman.2009.03.028.
4. Alley, R., Berntsen, T., Bindoff, N. L., Chen, Z., Chidthaisong, A., Friedlingstein, P., ... & Zwiers, F. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. Summary for policymakers, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva..
5. Nazarenko V.A. (2020). Economic principles and ecological consequences of land use in urban and suburban areas. Land

- management, cadastre and land monitoring, 2-3, 98-110.
6. WW. Deforestation and Threats. 2016. URL: <http://www.worldwildlife.org/threats/deforestation>.
  7. Nazarenko V.A. (2019). Determining economic aspect of contemporary urbanization: the case of Kyiv. Land management, cadastre and land monitoring, 3, 969-80.
  8. Glaeser, E. L., & Ward, B. A. (2009). The causes and consequences of land use regulation: Evidence from Greater Boston. Journal of urban Economics, 65(3), 265-278.
  9. Третяк, А. М. (2013). Концептуальні засади землеустрою-2030. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель, (1-2), 4-12.
  10. Гончаренко, М. В. (2014). Теоретичні засади сталого розвитку територій. Теорія та практика державного управління, (1), 190-198.
  11. Назаренко В. А. Еколого-економічне прогнозування змін у землекористуванні під впливом урбанізаційних процесів: дис. ... д-ра філософії: ДФ 26.004.052 / Національний університет біоресурсів і природокористування України Київ, 2021. 325 с.
  - 29(8), 2227-2239. doi:10.1016/j.wasman.2009.03.028.
  4. Alley, R., Berntsen, T., Bindoff, N. L., Chen, Z., Chidthaisong, A., Friedlingstein, P., ... & Zwiers, F. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. Summary for policymakers, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva..
  5. Nazarenko, V. A. (2020). Economic principles and ecological consequences of land use in urban and suburban areas. Land management, cadastre and land monitoring, 2-3, 98-110.
  6. WW. Deforestation and Threats. (2016). Available at: <http://www.worldwildlife.org/threats/deforestation>.
  7. Nazarenko, V.A. (2019). Determining economic aspect of contemporary urbanization: the case of Kyiv. Land management, cadastre and land monitoring, 3, 969-80.
  8. Glaeser, E. L., & Ward, B. A. (2009). The causes and consequences of land use regulation: Evidence from Greater Boston. Journal of urban Economics, 65(3), 265-278.
  9. Tretyak, A. M. (2013). Conceptual principles of land management-2030. Land management, cadastre and land monitoring, (1-2), 4-12.
  10. Honcharenko, M. V. (2014). Theoretical principles of sustainable development of territories. Theory and practice of public administration, (1), 190-198.
  11. Nazarenko, V. A. (2021) Ekoloho-ekonomichne prohozuvannia zmin u zemlekorystuvanni pid vplyvom urbanizatsiinykh protsesiv [Ecological and economic forecasting of changes in land use under the influence of urbanization processes: dissertation]. Kyiv, 325.

---

### References

1. European Investment Bank. On Water. (2020). Available at: <https://www.eib.org/en/essays/on-1water>.
2. United Nations Statistics Division. Environment Statistics. (2017). Available at: <http://unstats.un.org/unsd/environmentgl>.
3. Giusti, L. (2009). A review of waste management practices and their impact on human health. Waste management,

**Nazarenko V.**

**WEB SERVICE SYSTEM MODEL FOR ECOLOGICAL AND ECONOMIC MONITORING UNDER URBANIZATION**

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 4'23: 31-39.

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2023.04.03>

**Abstract.** Today, most of the world's population lives in cities and towns. Therefore, the determining factors that affect the quality of life of people are the level of economic development of cities and the state of ecology of cities and adjacent territories. To conduct research and build models of ecological and economic monitoring and forecasting the development of cities and the state of ecology, it is necessary to collect, process and analyze huge amounts of various data. Based on the results of such studies, there is a need to build computer systems for collecting and processing significant amounts of information - databases and data repositories, which have practically no analogues today.

The main task of this work is to develop an alpha version of the web service for environmental and economic monitoring of databases. At the stage of development of the alpha version of the software product, the main economic indicators regarding the development of the city and environmental factors that affect it were worked out and grouped. The author has modeled a software model for individual services of ecological and economic monitoring, which are part of the future applied software product. In the future, the author plans to continue research on this topic, collecting empirical data on the cities selected for study, and to develop further software and hardware modules of the presented web service.

**Keywords:** urbanization, economics, environmental and economic monitoring, web services, distributed systems, databases