

## **Designing Eco-Monitoring Information System for the Black Sea Coastline Based on Modern Digital Technologies**

**Givi Gavardashvili<sup>\*</sup>, Gia Surguladze<sup>\*\*</sup>, Lily Petriashvili<sup>\*\*</sup>,  
Nino Topuria<sup>\*\*</sup>**

*<sup>\*</sup>Academy Member, Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia*

*<sup>\*\*</sup>Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia*

The oil terminals located in the port cities of the Black Sea region of Georgia significantly export oil between Europe and Asia, mainly transporting Azerbaijani and Kazakh oil. Several million tons of cargo is handled annually on the territory of Georgia, both by land and sea. The presented article discusses the results of the project, which are related to the design and development of an information system for environmental monitoring of seaports, oil terminals, and river estuaries in the southeastern region of the Black Sea using the latest digital technologies. Multimodal transportation of oil products (railroad, road, sea, and pipelines), which connects Europe with Eastern countries through Georgia, is often accompanied by the generation of hazardous waste, which consequently causes changes in the chemical and biological elements of the Black Sea coastline. The latter has a negative effect on human health and ecology as a whole. Periodic information about the condition of the Black Sea coast is obtained from stationary and non-stationary devices. The mentioned information is provided in real-time to the data processing centers and relevant servers, which enables the implementation of analytical works, preventive measures and active liquidation works. Object- and process-oriented methods, service-oriented architecture, machine learning methods and algorithms of big data processing are used in this study. Hybrid programming technologies. The novelty is the designed Black Sea eco monitoring information system, the configuration of which is built by the integration of the Internet of Things and data science directions, using the latest resources of multimodal transportation of oil products and cloud technologies. As a result, a web portal is obtained, where machine learning is presented in the form of web services. They are available to eco-monitoring system experts and all interested parties. A mobile application has been designed for manual data entry, through which data can be entered into the database. In this way, the information system of ecological monitoring of the Black Sea is built on the basis of new digital technologies and artificial intelligence methods of data processing. The presented information monitoring system provides real-time detection of deviation from the limit norm related to the quantitative indicators of the chemical and biological elements of the Black Sea coastline. The mentioned system also ensures the determination of the direction and coverage area of the spilled oil, information about which is provided in real time to the relevant services, which helps to take various measures and mitigate the processes of environmental damage. Thus, the presented monitoring system is a decision-making support information system created for operational response. © 2022 Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.

The oil terminals located in the port cities of the Black Sea region of Georgia significantly export oil between Europe and Asia, mainly transporting Azerbaijani and Kazakh oil. These ports are an important link in the Europe-Caucasus-Asia corridor, which originates in Europe and passes through Bulgaria, Romania, Ukraine, then the Black Sea countries of the Caspian region – Azerbaijan, Kazakhstan, Turkmenistan, etc. Several million tons of cargo is handled annually on the territory of Georgia, both by land and sea.

The digital transformation of the world economy today, and the dynamics of colossal growth in the volume of information flows, have made relevant the use of digital technologies in the management of business processes. Technologies supporting data analysis, risk assessment, and decision-making enable countries to adapt to modern challenges. The geographical location of coastal countries has a significant impact on increasing their economic and investment potential.

Shipping and transportation of oil and oil products by tankers is directly related to the high risk of marine pollution. Such pollution poses a threat to recreational areas, sensitive environments, marine birds, marine life, coastal facilities and fisheries.

Responding to emergency and operational spills of oil and other harmful substances requires careful and precise planning to reduce the damage caused by oil spills [1,2].

## Main Part

As a result of our research, we have developed a digital information monitoring system for sensitive areas along with the coastline and oil spill response, which will provide real-time information to the relevant service on oil spills and their spread, which will help prevent the negative consequences of the oil spill and enable taking prompt action to carry out liquidation activities [3,4].

At the first stage of the research, we defined the methods of data collection, which is very important for the proper functioning of the monitoring system. Data collection can be done in two ways:

1) Operational data entry should be done directly from the research point, territorially remote computer or mobile phone directly by an expert, necessitating: design a web portal where web pages are created for each country, display and measure the coordinates of estuaries; and create an appropriate mobile application, which will be able to automatically display the relevant information according to the control coordinates.

Office 365 SharePoint online was used to design the web portal. SharePoint lists can contain columns that store the geographic location of each item as latitude and longitude. In order to geocode such lists so that they display on the ArcGIS Maps Web Part, you add and configure a new ArcGIS Location type column in the list; you can then add the list to the ArcGIS Maps Web Part.

2) With the mobile application created on the basis of Power App, it is possible to enter the necessary information.

3) The second way of data collection may use IoT (Internet of Things) sensors, and for real-time data monitoring, the following steps must be performed:

- Add devices to Azure IoT Central Application with stimulating real-time data. Attach the selected sensor to the Azure IoT Central Application, where the data will be displayed in real-time;
- In Azure IoT Central using Continuous Data Export, push the telemetry data to Azure EventHub. Export telemetry data to Azure EventHub;
- Using Azure Stream Analytics, push the real-time to PowerBI Dataset from Azure Event Hub
- Transfer data to PowerBI Dataset from Azure Event Hub through Azure Stream Analytics;
- Embed a Power BI dashboard on SharePoint site.

Let us discuss each stage in detail.

➤ Data export to Azure IoT Central

IoT Central is an IoT application platform that reduces the burden and cost of developing, managing, and maintaining enterprise-grade IoT solutions. Choosing to build with IoT Central gives you the opportunity to focus time, money, and energy on transforming your business with IoT data, rather than just maintaining and updating a complex and continually evolving IoT infrastructure [5,6].

➤ Data export to Azure Event Hub

To export data to Azure Event Hub, we first need to create an EventHub Namespace and Event Hub. The Azure Event Hubs is a big data streaming platform and event ingestion service. It can receive and process millions of events per second. Data sent to an event hub can be transformed and stored by using any real-time analytics provider or batching/storage adapters [7,8].

An Event Hubs namespace provides DNS integrated network endpoints and a range of access control and network integration management features such as IP filtering, virtual network service endpoint, and Private Link and is the management container for one of multiple Event Hub instances [9-11].

Data export can be done with the Data export (legacy) command, where Azure Event Hubs are selected.

➤ Data transfer to PowerBI Dataset

Transferring data to Power BI Dataset requires configuring the stream analytics job where you need to write Input and Output settings.

Azure Stream Analytics is real-time analytics and complex event-processing engine that is designed to analyze and process high volumes of fast streaming data from multiple sources simultaneously. These patterns can be used to trigger actions and initiate workflows such as creating alerts, feeding information to a reporting tool, or storing transformed data for later use. Also, Stream Analytics is available on Azure IoT Edge runtime, enabling to process of data on IoT devices.

In our case Input – Event Hub, and Output – Power BI. Also a query, which looks as follows: `SELECT-> INTO [outputblacksea] -> FROM [inputblackseaIoT]`.

Stream Analytics Job is displayed in the figure below, it is activated using the Start button:

We can now visualize data through Power BI. We presented the data from our research using the Power BI DataModeler, which helped us to logically link the data together for further multidimensional analysis. An illustrative example is given in the image below:

Visual presentation of the results of our research allows us to present the relationship between the parameters in different analytical contexts and also to see the location of the anomalous deviation according to the coordinates:

After processing the telemetry data, it is possible to predict pollution of the Black Sea basin in various critical situations through machine learning.

Data analysis, risk assessment technologies and decision support systems enable us to adapt to modern challenges [12-17].

## Conclusion

Our information monitoring system ensures that a deviation from the threshold norm related to the quantitative indicators of the chemical and biological elements of the Black Sea coastline is detected in real-time. The monitoring system also ensures to determine the direction and coverage area of the spilled oil, about which information is provided in real-time to the relevant services, facilitating various measures to be taken and mitigate the processes of environmental damage.

This system is integrated with the Azure platform, allowing us to conduct various types of experiments, where machine learning can be presented as a web service that will be accessible to experts and all stakeholders.

## ეკოლოგია

# შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ეკომონიტორინგის საინფორმაციო სისტემის დაპროექტება თანამედროვე ციფრული ტექნოლოგიების ბაზაზე

გ. გავარდაშვილი\*, გ. სურგულაძე\*\*, ლ. პეტრიაშვილი\*\*, ნ. თოფურია\*\*

\*აკადემიის წევრი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ცოტნე მირცხულავას სახ. წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

\*\*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი, მართვის ავტომატიზებული სისტემების დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო

საქართველოს შავი ზღვის რეგიონის საპორტო ქალაქებში მდებარე ნავთობტერმინალები მნიშვნელოვნად ახორციელებს ნავთობის ექსპორტს ევროპასა და აზიას შორის, ძირითადად ხდება აზერბაიჯანული და ყაზახური ნავთობის ტრანსპორტირება. საქართველოს ტერიტორიაზე ყოველწლიურად რამდენიმე მილიონი ტონა ტვირთის გადატანა ხდება როგორც სახმელეთო, ისე საზღვაო გზით. წარმოდგენილ სტატიაში განხილულია პროექტის შედეგები, რომლებიც დაკავშირებულია შავი ზღვის სამხრეთ-აღმოსავლეთ რეგიონში საზღვაო პორტების, ნავთობტერმინალების და მდინარის შესართავების ეკოლოგიური მონიტორინგის საინფორმაციო სისტემის დაპროექტებასა და განვითარებასთან უახლესი ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენებით. ნავთობპროდუქტების მულტიმოდალურ გადაზიდვებს (რკინიგზის, საავტომობილო, საზღვაო და მილსადენების), რომლებიც საქართველოს გავლით, ევროპას აკავშირებს აღმოსავლეთის ქვეყნებთან, ხშირად თან ახლავს საშიში ნარჩენების წარმოშობა, რაც შესაბამისად იწვევს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ქიმიური და ბიოლოგიური ელემენტების ცვლილებას. ეს უკანასკნელი უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობასა და მთლიანად ეკოლოგიაზე. პერიოდული ინფორმაციის მიღება ხდება შავი ზღვის სანაპიროს მდგომარეობის შესახებ სტაციონარული და არასტაციონარული მოწყობილობებიდან. აღნიშნული ინფორმაცია რეალურ დროში მიეწოდება მონაცემთა დამუშავების ცენტრებს და შესაბამის სერვერებს, რაც ანალიტიკური სამუშაოების, პრევენციული ღონისძიებების და აქტიური სალიკვიდაციო სამუშაოების განხორციელების შესაძლებლობას იძლევა. აღნიშნულ კვლევაში გამოყენებულია ზღვის ეკომონიტორინგის სისტემის ობიექტ- და პროცეს-ორიენტირებული მეთოდები, სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურა, დიდი მონაცემების დამუშავების მანქანური სწავლების მეთოდები და ალგორითმები, დაპროგრამების ჰიბრიდული ტექნოლოგიები. სიახლეს წარმოადგენს დაპროექტებული შავი ზღვის ეკომონიტორინგის საინფორმაციო სისტემა, რომლის კონფიგურაცია აგებულია საგნების, ინტერნეტისა და მონაცემთა მეცნიერების მიმართულებათა ინტეგრაციით, ნავთობპროდუქტების მულტიმოდალური გადაზიდვებისა და ღრუბლოვანი ტექნოლოგიების უახლესი რესურსების გამოყენებით. შედეგად მიღებულია ვებ-პორტალი, სადაც მანქანური სწავლება წარმოდგენილია ვებ-სერვისების სახით. ისინი ხელმისაწვდომია ეკომონიტორინგის სისტემის ექსპერტებისა და ყველა დაინტერესებული მხარისთვის. მონაცემების ხელით შესატანად დაპროექტებულია მობილური აპლი-

კაცია, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია მონაცემების შეტანა მონაცემთა ბაზაში. ამგვარად, აგებულია შავი ზღვის ეკოლოგიური მონიტორინგის საინფორმაციო სისტემა ახალი ციფრული ტექნოლოგიების და მონაცემთა დამუშავების ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების საფუძველზე. წარმოდგენილი საინფორმაციო მონიტორინგის სისტემა უზრუნველყოფს რეალურ დროში გამოვლინდეს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ქიმიური და ბიოლოგიური ელემენტების რაოდენობრივ მაჩვენებლებთან დაკავშირებული ზღვრული ნორმიდან გადახრა. აღნიშნული სისტემა ასევე უზრუნველყოფს დაღვრილი ზეთის მიმართულებისა და დაფარვის არეალის განსაზღვრას, რის შესახებაც ინფორმაცია რეალურ დროში მიეწოდება შესაბამის სამსახურებს, რაც ხელს უწყობს სხვადასხვა ზომების მიღებას და გარემოსდაცვითი ზიანის პროცესების შერბილებას. ამგვარად, წარმოდგენილი მონიტორინგის სისტემა არის ოპერატიული რეაგირებისთვის შექმნილი, გადაწყვეტილების მიღების მხარდაჭერილი საინფორმაციო სისტემა.

## REFERENCES

1. Chogovadze G., Surguladze G., Topuria N., Gavardashvili A., Namchevadze T. (2018) Computer-aided design of the information ecosystem for monitoring of the Black Sea water resources. *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.* **12**, 2: 10-26.
2. Surguladze G., Turkia E., Topuria N., Gavardashvili A. (2017) Construction of multimedia databases and user interfaces for a computer system to support ecological research in Georgian aquatory of the Black Sea. *Information and Computer Technology, Modeling and Control: Proceedings of the International Scientific Conference Devoted to the 85<sup>th</sup> Anniversary of Academician I. V. Prangishvili.*
3. Lominadze T., Topuria N. (2017) Database realization for the corporation web-portal. *Information and Computer Technology, Modeling and Control. Proceedings of the International Scientific Conference Devoted to the 85<sup>th</sup> Anniversary of Academician I. V. Prangishvili, Chapter 21: 227-234.*
4. Surguladze G., Topuria N., Gavardashvili A. (2018) Automation of Web-Portal Construction Processes with SQL Server for the Black Sea Ecosystem Monitoring, *Conference World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Computer and Information Engineering*, **12**(2): 169-174.
5. Gogichaishvili G., Surguladze G., Topuria N., Urushadze B. (2013) Construction of management information systems of distributed business processes based on petri networks and object-role modeling, *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.*, **8** (1): 58-62.
6. Surguladze G., Turkia E., Topuria N., Lominadze T., Giutashvili M. (2012) Towards an integration of process-modeling: From business-content to the software implantation, *IV International Conference Problems of Cybernetics and Informatics (PCI)*, pp.1-4. DOI: 10.1109/ICPCI.2012.6486265, Baku, Azerbaijan.
7. Petriashvili L., Topuria N., Namchevadze T., Surguladze G. (2018) Information system for supporting business processes of multimodal freight forwarding, *ICRST VIIIth International Conference on Researches in Science & Technology*, 9. Rome, Italy.
8. Surguladze G., Petriashvili L., Topuria N., Surguladze G. (2015) Modelling of designing a conceptual schema for multimodal freight transportation information system, *International Journal of Computer and Information Engineering*, **9**(11): 2320-2323.
9. Surguladze G., Burchuladze A., Topuria N., Bulia I. (2012) Modelling and automation of monitoring and control processes for transporting oil products, *Information and Computer Technologies - Theory and Practice: Proceedings of the International Scientific Conference ICTMC-2010 Devoted to the 80th Anniversary of I.V. Prangishvili*, pp.82-83.
10. Surguladze G., Turkia E., Topuria N., Lominadze T., Giutashvili M. (2012) Towards an integration of process-modeling: From business-content to the software implantation, *IV International Conference Problems of Cybernetics and Informatics (PCI)*, pp.1-4, DOI: 10.1109/ICPCI.2012.6486265, Baku, Azerbaijan.
11. Chogovadze G., Surguladze G., Topuria N., Archvadze N., (2020) Implementation of a prediction model with cloud services”, *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.*, **3** (14): 29-35.
12. Doborjginidze G., Petriashvili L. (2020) Improve efficiency and reliability of supply chains using smart contracts, *International Academy Journal Web of Scholar*, Issue 8 (50), DOI: [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_wos/30122020/7261](https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30122020/7261)
13. Doborjginidze G., Petriashvili L. (2020) Improving efficiency of inventory identification system, *European Science Review*, ISSN: 2310-5577, DOI: <https://doi.org/10.29013/ESR-20-1.2-84-88>.

14. Dobarjginidze G., Petriashvili L., Inaishvili M. (2021) Optimization of inventory management in the supply chain. *Communication and Computer*, **16**: 1-5.
15. Petriashvili L., Gogilidze E. (2021) Managing models of knowledge management using information technology. *International Journal of Modern Engineering Research*, **11**, Issue 1: 38-42.
16. Dobarjginidze G., Petriashvili L. (2020) Inter. Conf. Implementing Blockchain in Supply Chain Management Scientific Collection «Interconf», 2(38) .
17. Petriashvili L., Zhvania T. Kapanadze D. (2017) Process management in warehousing logistics by means of RFID automated system, *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS)*, ISSN: 2458-925X, **3**, Issue 3.

*Received July, 2022*