



SCIENCE  
JOURNAL

# MODERN

ENGINEERING AND  
INNOVATIVE  
TECHNOLOGIES

2021

ISSUE №17  
Part №3



*International periodic scientific journal*

ONLINE

*www.moderntechno.de*

Indexed in  
INDEX COPERNICUS  
(ICV: 99.95)



**M**ODERN ENGINEERING AND  
INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und  
innovative Technologien

**Issue №17**

**Part 3**

October 2021

*Published by:*  
**Sergeieva&Co**  
*Karlsruhe, Germany*

ISSN 2567-5273  
DOI 10.30890/2567-5273

**Editor:** Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*  
**Scientific Secretary:** Kuprienko Sergey, *PhD in technical sciences*

**Editorial board:** More than 230 doctors of science. Full list on pages 4

UDC 08  
LBC 94  
DOI: 10.30890/2567-5273.2021-17-03

**Published by:**  
Sergeieva&Co  
Lußstr. 13  
76227 Karlsruhe, Germany  
e-mail: [editor@moderntechno.de](mailto:editor@moderntechno.de)  
site: [www.moderntechno.de](http://www.moderntechno.de)

Copyright  
© Authors, 2021

---



## About the journal

The International Scientific Periodical Journal "Modern Technology and Innovative Technologies" has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Periodicity of publication: Quarterly

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English. The journal is registered in INDEX COPERNICUS.

Sections of the Journal:

Library of Congress Classification Outline	Sections
Subclass TK / TK1-6971	Mechanical engineering and machinery
Subclass TK / TK1-6971	Electrical engineering
Subclass TA / TA165	Engineering instruments, meters, etc. Industrial instrumentation
Subclass TK / TK3101-6710	Telecommunication
Subclass TK / TK1-6971	Electrical engineering, Electronics, Nuclear engineering
Subclass TN / TN-697	Mining engineering, Metallurgy
Subclass TS / TS1956-1981, TS2110-2119	Animal products, Cereals and grain, Milling industry
Subclass TS / TS1900-1965	Textile industries
Subclass TK / TK7800-8160	Electronics
Subclass T / TS4-60.8	Industrial engineering, Management engineering
Subclass T / TS1-385	Mechanical drawing, Engineering graphics
Subclass TA / TA1001-1180, Subclass TL / TL1-484, Subclass TE / TE1-450, Subclass TF / TF1-1620	Transportation engineering, Motor vehicles, Cycles, Highway engineering, Roads and pavements, Railroad engineering and operation
Subclass TH / TH1-9745	Building construction
Subclass T / TS5-55.3	Industrial safety, Industrial accident prevention
	Innovative economics and management, Innovations in pedagogy, Innovative approaches in jurisprudence, Innovative philosophical views

Additional sections

## Requirements for articles

Articles should correspond to the thematic profile of the journal, meet international standards of scientific publications and be formalized in accordance with established rules. They should also be a presentation of the results of the original author's scientific research, be inscribed in the context of domestic and foreign research on this topic, reflect the author's ability to freely navigate in the existing bibliographic context on the problems involved and adequately apply the generally accepted methodology of setting and solving scientific problems.

All texts should be written in literary language, edited and conform to the scientific style of speech. Incorrect selection and unreliability of the facts, quotations, statistical and sociological data, names of own, geographical names and other information cited by the authors can cause the rejection of the submitted material (including at the registration stage).

All tables and figures in the article should be numbered, have headings and links in the text. If the data is borrowed from another source, a bibliographic reference should be given to it in the form of a note.

The title of the article, the full names of authors, educational institutions (except the main text language) should be presented in English.

Articles should be accompanied by an annotation and key words in the language of the main text and must be in English. The abstract should be made in the form of a short text that reveals the purpose and objectives of the work, its structure and main findings. The abstract is an independent analytical text and should give an adequate idea of the research conducted without the need to refer to the article. Abstract in English (Abstract) should be written in a competent academic language.

The presence of UDC, BBK

Acceptance of the material for consideration is not a guarantee of its publication. Registered articles are reviewed by the editorial staff and, when formally and in substance, the requirements of the journal are sent to peer review, including through an open discussion using the web resource [www.mti.edu.pl](http://www.mti.edu.pl)

Only previously unpublished materials can be posted in the journal.

## Regulations on the ethics of publication of scientific data and its violations

The editors of the journal are aware of the fact that in the academic community there are quite widespread cases of violation of the ethics of the publication of scientific research. As the most notable and egregious, one can single out plagiarism, the posting of previously published materials, the misappropriation of the results of foreign scientific research, and falsification of data. We oppose such practices.

The editors are convinced that violations of copyrights and moral norms are not only ethically unacceptable, but also serve as a barrier to the development of scientific knowledge. Therefore, we believe that the fight against these phenomena should become the goal and the result of joint efforts of our authors, editors, reviewers, readers and the entire academic community. We encourage all stakeholders to cooperate and participate in the exchange of information in order to combat the violation of the ethics of publication of scientific research.

For its part, the editors are ready to make every effort to identify and suppress such unacceptable practices. We promise to take appropriate measures, as well as pay close attention to any information provided to us, which will indicate unethical behavior of one or another author.

Detection of ethical violations entails refusal to publish. If it is revealed that the article contains outright slander, violates the law or copyright rules, the editorial board considers itself obliged to remove it from the web resource and from the citation bases. Such extreme measures can be applied only with maximum openness and publicity.



Editorial board

Andriyenko Vladimir Ivanovich, Center of Technical Sciences, Professor, Dnepropetrovsk State Technical University, Russia  
 Anisimova Polya Georgiyevna, Center of Economic Sciences, Professor, Economic Academy D. A. Tsvetkov, Dnepropetrovsk, Ukraine  
 Anisimov Sergey Georgiyevich, Center of Geographical Sciences, Professor, Ural State University of Geosciences, Russia  
 Anisov Valery Mikhailovich, Center of Technical Sciences, Professor, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Institute", Ukraine  
 Anisovskaya Oksana Nikolaevna, Center of Chemical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine  
 Anisovskiy Gennadiy Vladimirovich, Center of Veterinary Sciences, Professor, Kazan (V.Ignatyev) Federal University, Russia  
 Anisovskiy Denis Vladimirovich, Center of Chemical Sciences, Professor, Kaliningrad-Golubinskiy State University named after G. U. Shchegolev, Russia  
 Anisovskiy Vladimir Vladimirovich, Center of Law, Research Institute for the Study of Civil Problems named after assistant-prof. V. V. Babitskiy NISPP of Ukraine, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Ivanovna, Center of Economic Sciences, Professor, St. Petersburg State University of Economics, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Volgograd State University of Telecommunications and Informatics, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, Professor, Mordovia State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Pharmaceutical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Education, Professor, International State Pedagogical University named after Vladimir Vainovskiy, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Medical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Integrated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Candidate of Historical Sciences, assistant professor, Perm State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Pharmaceutical Sciences, Professor, A.A. National Medical University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biology, Professor, South State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Education, assistant professor, Peoples Friendship University of Russia, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Pharmaceutical Sciences, senior scientific employee, IC "Ukrainian Scientific Pharmaceutical Center for the Quality of Medicines", Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Law, Professor, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Education, Professor, Moscow State Industrial University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Kazan State Agrarian University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Chemical Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Chemical Sciences, Professor, IC "Ukrainian Scientific Center for the Quality of Medicines", Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, assistant professor, Ural State University of Veterinary Medicine, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Pharmaceutical Sciences, Professor, Lugansk State Medical University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, assistant professor, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, South State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Education, assistant professor, South State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, assistant professor, O.V. Russian University of Economics and Business, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Chemical Sciences, Professor, Director of the Institute for Applied Chemistry, Institute of Chemical Sciences, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Institute", Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological and Microbiological Sciences, Professor, FSUE - T. S. D. University, St. Petersburg, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Candidate of Historical Sciences, assistant professor, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Institute", Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Education, Professor, South Federal University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Education, assistant professor, South State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Law, Professor, Director of Science Center of Ukrainian Constitutionality, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, assistant professor, Omsk National Maritime University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Law, Professor, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, assistant professor, South State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of philosophical sciences, Professor, South Federal University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Historical Sciences, Professor, AIF "Kazakh Scientific National University, Kazakhstan  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Physical and Mathematical Sciences, assistant professor, Russian Academy of National Security and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Dnepropetrovsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, assistant professor, Inverse State University of Chemical Technology, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, assistant professor, St. Petersburg State Polytechnic University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, Professor, Academy of the State System Service, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, FSU named after I. Teyeguzova, Kazakhstan  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, Professor, Ural State Pedagogical University named after Pavel Tyutchev, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, assistant professor, South State University 3 Belgorod, Kazakhstan  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, Professor, Omsk National Maritime University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Kiev National University of Trade and Economics, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Dnepropetrovsk State Agrarian University, Russia

Andriyenko Vladimir Ivanovich, Candidate of philosophical sciences, assistant professor, Dnepropetrovsk State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of philosophical sciences, assistant professor, Dnepropetrovsk State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Philosophy, assistant professor, Russian Academy of National Security and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of philosophical sciences, assistant professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Kazan (V.Ignatyev) Federal University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Chemical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Perm National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, Professor, Ural State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, assistant professor, Kiev National University of Technology and Design, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, Professor, South Technological Institute (South), Ural State Technical University named after I.I. Polzunov, head of the department of business economics, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Education, Professor, Kyrgyz State Pedagogical University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Candidate of pedagogical sciences, Professor, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, Professor, Kaliningrad State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, National Scientific Center Institute of Agriculture of NISPP, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Federal National Technical University "Ural State University", Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Moscow State Technical University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, National Scientific Center Institute of Agriculture of NISPP, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, National Scientific Center Institute of Agriculture of NISPP, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Vinnitsa National Technical University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, South State Technical University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, Moscow State Agrarian University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Applied Chemistry, Institute of Chemical Sciences, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Institute", Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, South State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, assistant professor, Moscow State Technological University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Institute", Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, PhD in Economics, Professor, Omsk National Maritime University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, Professor, South State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Philosophy, Senior Lecturer, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of philosophical sciences, Professor, Petersburg State University of Railway Engineering, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, Dnepropetrovsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Academy of Physical Culture, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Education, Professor, Kherson State University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, State University of Aerospace Instrumentation, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Education, Professor, Yaroslavl State Pedagogical University named after G. D. Lukatskiy, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, assistant professor, Inverse State Technical University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biology, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Law, assistant professor, Pacific State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Philosophy, assistant professor, Omsk National Maritime University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Candidate of Philosophy, assistant professor, Omsk National Maritime University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Economic Sciences, assistant professor, South State University Technical University (STU), Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, assistant professor, Orenburg State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biology, Professor, South Federal University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, Professor, Tomsk State Agrarian University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Candidate of Medical Sciences, assistant professor, Medical Institute NISPP, Moscow State University named after G.G. Sklyarov, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Candidate of technical sciences, assistant professor, Dnepropetrovsk State Agrarian University, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Law, Professor, Law Institute of the National Research University "Higher School of Economics", Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Historical Sciences, Professor, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, Professor, Kazakh National Pedagogical University named after Sholpan Kazakhbayeva  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Technical Sciences, assistant professor, Mordovia State University named after V. D. Babitskiy, Ukraine  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological Sciences, Professor, Tyumen State University, Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Education, assistant professor, South State University (Belgorod), Russia  
 Anisovskiy Yuryevna Vladimirovna, Center of Biological and Microbiological Sciences, Professor, Dnepropetrovsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine



УДК 004.4:004.75

**COMPARATIVE ANALYSIS OF SOAP AND REST WEB SERVICES  
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВЕБ-СЕРВІСІВ SOAP І REST****Buhaieva I.G. / Бугаєва І.Г.***s.t.s., as.prof./к.т.н., доц.*

ORCID:0000-0003-1465-2264

**Rozum M.V. / Розум М.В.***s.f.-m.s., as.prof./к.ф.-м.н., доц.*

ORCID:0000-0002-9459-8044

*Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova 34, 65029**Одеський національний морський університет, Одеса, вул.Мечнікова 34, 65029*

**Анотація.** *Интерес до веб-сервісів, як способу обміку даними між програмними системами по мережі, продовжує зростати з моменту початку їх використання. Виділяють два основних типи веб-сервісів - на основі протоколу SOAP і архітектурного стилю REST. У багатьох випадках використання веб-сервісів REST в проєкті може бути більш прийнятним, ніж аналогів на основі SOAP. Важливо правильно вибрати тип веб-сервісу в залежності від вимог до проєкту, що розробляється, і питань його обслуговування. Метою даного дослідження було порівняння веб-сервісів на основі SOAP і REST, аналіз переваг і недоліків кожного з них та вибір веб-сервісів одного з цих типів для побудови на їх основі сайту для організації конференції.*

**Ключові слова:** *веб-сервіс, SOAP, REST, розподілені веб-додатки.*

**Вступ.**

В даний час актуальним завданням є розробка сервіс-орієнтованих розподілених веб-додатків, в яких необхідно підтримувати взаємодію між ними і їх компонент один з одним за певними правилами. Один із способів досягнення функціональної сумісності в розподілених додатках - використання веб-сервісів. Під веб-сервісом мається на увазі програмна система з можливістю взаємодії з іншими програмами через мережу, для якої задані інтерфейс і протокол повідомлень для обміну даними. Найбільшого поширення набули веб-сервіси, засновані на принципах SOAP і REST. REST - архітектурний стиль взаємодії компонентів розподіленого додатка в мережі [1]. Протокол SOAP є одним зі стандартів, на яких базуються технології веб-служб. Веб-розробнику важливо знати переваги та недоліки кожного з цих підходів, щоб ще на етапі проєктування прийняти правильне рішення про те, який тип веб-сервісу краще використовувати в проєкті, що розробляється.

Існує ряд досліджень, що присвячені питанням реалізації веб-служб на основі REST і SOAP. Метою даної роботи було узагальнення результатів цих досліджень, виявлення основних переваг та недоліків двох типів веб-сервісів.

Основними характеристиками якості веб-сервісу є [2]: швидкодія, ресурсомісткість, надійність, властивості транзакційності, безпека. Швидкодія визначається такими показниками як час відгуку і пропускна здатність. Ресурсомісткість характеризується необхідною пам'яттю, ресурсом процесора, шириною каналу і вартістю виконання сервісу. Безпека веб-сервісу - забезпечення користувальницької аутентифікації, цілісності повідомлень і конфіденційності. Надійність обміну інформацією між веб-сервісами -



запобігання втрат і дублювання повідомлень. Перераховані характеристики використовувалися при порівнянні веб-служб REST і SOAP.

#### **SOAP сервіси.**

SOAP сервіси використовують два базових стандарти, що засновані на XML: SOAP і WSDL. Для забезпечення передачі даних в SOAP використовуються такі протоколи, як HTTP, SMTP, FTP і т. д., а дані відправляються в форматі XML. Як правило, використовується HTTP.

SOAP-повідомлення складається з трьох елементів: конверт (SOAP Envelope), заголовок (SOAP Header) і тіло (SOAP Body). Конверт визначає початок і кінець повідомлення. Тема містить елементи, необхідні для обробки самого повідомлення. Тіло містить основну інформацію повідомлення.

WSDL - мова опису веб-сервісів і доступу до них, що заснована на мові XML. Документ WSDL описує методи, що надаються сервісом, формат повідомлень, протоколи, які використовуються, і адресу, за якою знаходяться сервіси.

#### **REST сервіси.**

Архітектурний стиль REST спирається на чотири основні принципи проектування: сервіс адресується, єдиний інтерфейс, відсутність стану, гіпермедіа. Перший принцип означає, що сервіс надається як ресурс, який може бути ідентифікований за допомогою URI. Ресурс - це будь-яка форма інформації, яка може бути названа і яка досить важлива, щоб на неї можна було послатися (наприклад, документ, рядок в базі даних, результат пошуку).

Ресурси REST на основі HTTP доступні через стандартний і уніфікований інтерфейс HTTP. Існує чотири основні операції: створення, читання, оновлення та видалення (CRUD). Ці операції можуть бути реалізовані з використанням наступних чотирьох методів HTTP: POST, GET, PUT і DELETE.

Відсутність стану означає, що кожен запит REST є автономним з усією інформацією, необхідною серверу для дії, що запитується. Сервер ніколи не покладається на інформацію з попередніх запитів для відповіді на новий запит.

Гіпермедіа розглядається як засіб зміни стану програми: клієнти змінюють стан системи тільки через дії, які динамічно визначені в гіпермедіа на сервері (наприклад, гіперпосилання в гіпертексті).

#### **Аналіз досліджень і публікацій.**

Результати досліджень різних підходів до реалізації веб-сервісів наводилися в багатьох наукових роботах.

У статті [3] автори проводять порівняння основних характеристик функціонування служб SOAP і REST. Зокрема, вони зазначають наступне: протокол SOAP забезпечує меншу пропускну здатність, оскільки для відповіді SOAP може знадобитися більш ніж в 10 разів більше байтів в порівнянні з REST; зміна сервісів SOAP часто означає складну зміну коду на стороні клієнта; REST API можна використовувати за допомогою простих запитів GET, проміжні проксі-сервери можуть легко кешувати свої відповіді. На основі порівняння наведених в статті характеристик функціонування сервісів робиться висновок, що веб-сервіси REST є простими в розробці і використанні, інформативними, швидкими, мають підтримку різних типів даних,

забезпечують більшу пропускну здатність, але для них відсутні стандарти підтримки безпеки, надійного обміну повідомленнями, що ускладнює розробку сервісів з більш складними вимогами.

У статті [4] наведені результати тестування веб-сервісів REST і SOAP, розмішених на мобільних пристроях. В ході тесту вимірювалося, наскільки різні умови навантаження, такі як розміри повідомлень і кількість запитів до сервісу, впливають на продуктивність хоста мобільних веб-сервісів. У всіх тестах продуктивності, які були проведені, зазначалося, що веб-сервіс REST завжди перевершує веб-сервіс SOAP. Це пов'язано з тим, що для вилучення SOAP-конверта і аналізу запиту SOAP потрібно більше часу, тоді як в веб-службах REST необхідні дані вже містяться в тілі HTTP-запиту. Під час експериментів вимірювалося також використання внутрішніх ресурсів з точки зору використання центрального процесора (ЦП) і споживання пам'яті. У всіх проведених тестах веб-служби SOAP споживали близько 6 – 11 % процесорної потужності та 9-18 МБ пам'яті. У REST-службах споживання ресурсів залишалося стабільно на набагато більш низькій позначці: завантаження ЦП - між 1 - 3 % потужності ЦП мобільного хоста, а споживання пам'яті - в діапазоні від 8 до 10 МБ.

В ході тесту вимірювалася загальна кількість успішних відповідей при великій кількості одночасних запитів користувачів. У всіх проведених тестах веб-служби REST були більш продуктивними, ніж веб-служби на основі SOAP. Хост мобільного веб-сервісу працював безпомилково для приблизно 68 одночасних користувачів веб-сервісів REST, тоді як в веб-службах SOAP мобільний хост не міг підтримувати більш 50 одночасних користувачів, не відкидаючи запити веб-сервісів. Аналіз отриманих експериментальних результатів показує, що веб-сервіси REST менш ресурсомісткі і більш ефективні для реалізації і надання веб-сервісів з мобільних пристроїв в порівнянні з веб-сервісами на основі протоколу SOAP.

Метою дослідницької роботи [5] були розробка REST API і SOAP API і порівняльний аналіз функцій інтерфейсів прикладного програмування (з точки зору часу відгуку, використання пам'яті і т. д.).

В роботі порівнювався час відгуку під час тестування сервісів REST і SOAP за допомогою програми Postman при виконанні запитів створення, видалення та відновлення. Результати тестів показали, що API на основі REST має менший час відгуку, ніж SOAP API. Також аналізувалося використання пам'яті для веб-служб REST і SOAP, і виявилось, що вимоги до пам'яті для сервісів SOAP вище в порівнянні з сервісами REST, оскільки REST використовує JSON, і його легше аналізувати, ніж XML, а SOAP використовує XML і вимагає більше пам'яті і процесорного часу. Вибір між веб-сервісами залежить від вимог проекту. Обидва веб-сервіси мають свої області використання, сильні і слабкі сторони. REST-сервіси простіше реалізувати, оскільки вони базуються на добре відомих веб-протоколах і не вимагають від розробника вивчення WSDL, SOAP і інших WS-специфікацій, що використовуються для управління і забезпечення безпеки SOAP-сервісів. Вони працюють з різними форматами, в той час як SOAP обмежений тільки XML.

SOAP-сервіси набагато сильніше завантажують обчислювальні ресурси, оскільки вимагають розбору XML-коду і упорядкування об'єктів, - а для оптимізації управління та прискорення цих операцій необхідно спеціальне програмне і апаратне забезпечення. Тоді як REST-сервіси просто є HTTP-запитами. Оскільки технологія REST базується на HTTP, то вона несе на собі відбиток ненадійності цього протоколу і неможливості збереження стану. SOAP забезпечує безпечний, надійний обмін повідомленнями і підтримку транзакцій.

У статті [6] для порівняння продуктивності SOAP і веб-сервісу REST розглядалися два додатки, такі як мультимедійні конференції і мобільні обчислення. Оцінювалася продуктивність обох веб-служб, які забезпечували однакові функціональні можливості в мобільному обчислювальному середовищі, де клієнтом сервісу був мобільний додаток. Результати реєструвалися для веб-сервісів SOAP і REST з точки зору загального часу відповіді та розміру повідомлення. Тести показали, що розмір повідомлення в веб-службах REST в 9-10 разів менше розміру повідомлення веб-служб SOAP; час, необхідний для обробки і передачі даних, також в 5-6 разів менше, ніж для веб-сервісів SOAP.

Далі порівнювалася продуктивність веб-сервісів SOAP і REST в додатку для проведення мультимедійних конференцій. Оцінка продуктивності робилася при розгляді різних сценаріїв, таких як додавання учасника, видалення учасника, отримання учасників і т.д. Результати оцінки продуктивності всіх сценаріїв показали, що часові затримки веб-сервісів REST в 3-5 разів менше, ніж у веб-сервісів SOAP; мережеве навантаження для веб-служб REST майже в 3 рази менше, ніж для веб-служб на основі SOAP. Автори прийшли до висновку, що веб-сервіс REST є кращою альтернативою для веб-сервісів SOAP. Веб-сервіси SOAP генерують значний мережевий трафік, великі часові затримки і розмір переданого повідомлення. Веб-сервіси REST мають кращу продуктивність, ніж веб-сервіси на основі протоколу SOAP в дротовій і бездротовій мережах зв'язку. Веб-сервіси REST легкі, прості й інформативні, мають більшу гнучкість і менші накладні витрати.

В роботі [7] наведено результати тестування веб-служб SOAP і REST. При запиті одного об'єкта з бази даних обсяг даних в байтах, що були відправлені та отримані службою REST з використанням формату JSON, склав 47 % від обсягу даних для служби SOAP. У другому тесті виконувалися запити колекцій об'єктів з бази даних (249 об'єктів за один виклик служби). Виклики виконувалися послідовно протягом однієї хвилини. При запитах колекції об'єктів загальна кількість переданих байтів для служби REST при відключеному кешуванні склало 69 % від кількості переданих байтів службою SOAP. При включеному кешуванні для служби REST цей показник склав близько 1 % від обсягу переданих даних для служби SOAP.

Тести показали також, що загальна кількість запитів, які були успішно виконані за одну хвилину при включеному кешуванні для викликів служби REST, приблизно вдвічі більше, ніж для служби SOAP. Включення кешування ресурсів дозволяє поліпшити масштабованість системи, що підтвердили

результати тестування.

У статті [8] представлено порівняння веб-сервісів SOAP з їх аналогами REST для розробки додатків для мультимедійних конференцій. Були протестовані різні операції конференц-зв'язку, включаючи додавання учасника, видалення учасника, завершення конференції, отримання учасників конференції, отримання інформації про учасника та отримання інформації про конференцію.

Продуктивність сервісу оцінювалася з точки зору часу відповіді служби та мережевого навантаження при виконанні різних операцій додатку для конференц-зв'язку. Часові затримки, що виникають при використанні інтерфейсу на основі REST в розподіленому середовищі, в три-п'ять разів менше, ніж при використанні інтерфейсу на основі SOAP. Завантаження мережі було в два-три рази менше при використанні інтерфейсу REST.

В [9] автори провели порівняння веб-служб SOAP і REST, що засноване на архітектурних принципах і рішеннях. Основним висновком з цього порівняння є використання сервісів REST для інтеграції через Інтернет (наприклад, веб-додаток, що об'єднує дані з декількох джерел в один інтегрований інструмент) і перевагу веб-сервісів SOAP в професійних сценаріях інтеграції корпоративних додатків з більш тривалим терміном служби і підвищеними вимогами якості обслуговування.

Протокол SOAP можна використовувати з Web Services Security, стандартом для підпису та шифрування повідомлень, який забезпечує більш безпечний обмін інформацією [10]. У підході REST відсутня власна модель безпеки. Модель зв'язку заснована на вбудованих механізмах безпеки HTTP, HTTPS.

Дослідники [11] вивчили можливість надання веб-служб на основі SOAP і REST з мобільних пристроїв і порівняння цих двох технологій з точки зору продуктивності, масштабованості, надійності і споживання ресурсів. Результати досліджень показують, що час обробки запитів веб-служби SOAP в мобільному середовищі може бути в десять разів більше часу обробки еквівалентного запиту веб-служби REST і може споживати в вісім разів більше пам'яті. Були проведені також тести для двох типів веб-служб, в яких визначалося максимальну кількість одночасних запитів, які можуть бути оброблені без збоїв. Для сервісу SOAP цей поріг дорівнює 60, в той час як REST служба починає відхиляти запити, коли поріг перевищує 80. Таким чином, REST веб-сервіс є більш масштабованим, ніж веб-сервіс на основі протоколу SOAP.

#### **Основна частина.**

Аналіз результатів досліджень в розглянутих наукових роботах дозволяє охарактеризувати веб-сервіси SOAP і REST наступним чином:

- продуктивність веб-сервісу REST завжди перевершує веб-сервіс на основі SOAP;
- веб-сервіси REST менш ресурсомісткі;
- для веб-сервісів REST відсутні стандарти підтримки безпеки, надійного обміну повідомленнями;
- протокол SOAP забезпечує безпечний, надійний обмін повідомленнями і

- підтримку транзакцій;
- технологія REST має механізми кешування, кластеризації і розподілу навантаження, що забезпечує можливість одночасного використання веб-служби REST великою кількістю користувачів;
- веб-сервіси REST є простими у використанні, мають підтримку різних типів даних, які не залежать від мови і платформи.

Ці висновки були узяті до уваги при визначенні того, якого типу сервіси будуть використовуватися в проекті, що розробляється.

Створення сайту конференцій та управління ним є невід'ємною частиною організаційної роботи з проведення наукових конференцій в вищому навчальному закладі. Такий сайт, як правило, надає інформацію про заплановані події: опис заходу і формат його проведення, умови участі, функціонал для реєстрації. Організатори конференцій прагнуть не тільки накопичити, а й зберегти інформацію по проведеним заходам. При цьому бажано, щоб як організатори, так і учасники конференції могли оперативно взаємодіяти і обмінюватися даними. Наприклад, обговорювати процес підготовки до події, складати програму заходу, розмішувати на сайті обрані доповіді, фотографії та відео.

Авторами планується розробити веб-систему для організації конференцій і управління нею. Для реалізації проекту було обрано мікросервісну архітектуру, як варіант сервіс-орієнтованої архітектури програмного забезпечення, - стиль проектування, який розбиває додаток на окремі сервіси з різними функціями. Передбачається, що в подальшому функціонал додатка буде розширюватися, і простіше додавати до готової системи модулі, які слабо пов'язані між собою і взаємодіють тільки через API. Слабкої пов'язаності можна досягти за рахунок того, що кожному сервісу буде виділятися окрема база даних. Веб-сервіси виходять невеликими і простими в обслуговуванні, вони можуть розгортатися, оновлюватися і масштабуватися незалежно один від одного. Сервіси можуть бути реалізовані з використанням різних мов програмування, фреймворків, сполучного програмного забезпечення. Вони можуть розроблятися і підтримуватися різними командами розробників.

Передбачається розробити сервіси для реєстрації учасників конференцій, для публікації програми, умов участі та інших матеріалів, для зберігання інформації по проведеним заходам. Учасники конференції зможуть обговорити на форумі доповіді, організацію, відправити відгук і побажання на майбутнє за допомогою веб-форми, скачати з сайту архів матеріалів (відео, презентації доповідей).

#### **Висновки.**

Виходячи з аналізу вищенаведеного матеріалу, можна заключити, який з веб-сервісів, SOAP або REST, є більш прийнятним для використання в проекті в залежності від вимог до програмної системи, що розробляється, і питань її обслуговування.

Якщо проект вимагає більшої масштабованості, сумісності і продуктивності, краще вибрати REST-сервіси. Їх переваги у порівнянні зі службами SOAP: вони більш прості в реалізації, мають велику швидкість

виконання відповіді веб-служби на запит клієнта, менші ресурси пам'яті, що споживаються. Веб-сервіси SOAP генерують значний мережевий трафік, великі часові затримки.

Якщо проект вимагає інтеграції через Інтернет (наприклад, веб-додаток, що об'єднує дані з декількох джерел в один інтегрований інструмент) або великомасштабної доступності з мобільних пристроїв, REST є правильним вибором.

Веб-сервіси REST менш ресурсомісткі і більш ефективні для реалізації і надання веб-сервісів з мобільних пристроїв з обмеженими ресурсами в порівнянні з веб-сервісами SOAP.

Протокол SOAP найкраще підходить для довгострокових робочих проектів з підвищеними вимогами до безпеки і надійності, таких як банківська справа, фінансові, телекомунікаційні послуги.

На основі проведеного аналізу особливостей функціонування веб-сервісів SOAP і REST для розробки сайту конференцій був обраний веб-сервіс REST, оскільки за своїми характеристиками він найбільш підходить для системи, що проектується.

#### Література:

1. R. Fielding, "Architectural styles and the design of network-based software architectures. Doctoral dissertation, University of California, Irvine, 2000.
2. W.N. Wan Ab. Rahman and F. Meziane, "Challenges to describe QoS requirements for web services quality prediction to support web services interoperability in electronic commerce". Communications of the IBIMA, vol. 4(6), 2008, p. 50-58.
3. F.Halili and E.Ramadani, "Web Services: A Comparison of Soap and Rest Services". Modern Applied Science, vol. 12, no. 3, 2018, p. 175.
4. K. Mohamed and D. Wijesekera, "Performance Analysis of Web Services on Mobile Devices". Procedia Computer Science, vol. 10, 2012, p. 744-751.
5. V. Ranga and A. Soni, "API Features Individualizing of Web Services: REST and SOAP", International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, vol.8, no. 9S, 2019.
6. S. Mumbaikar and P. Padiya, "Web Services Based On SOAP and REST Principles", International Journal of Scientific and Research Publications, vol. 3, no. 5, 2013, pp. 3-6.
7. P. Markey and G. Clynych, "A performance analysis of WS-\* (SOAP) and RESTful Web Services for Implementing Service and Resource Orientated Architectures", The 12th Information Technology and Telecommunications (IT&T) Conference, Athlone IT, 2013.
8. F. Belqasmi, J. Singh, S. Y. B. Melhem and R. H. Glitho, "SOAP-Based Web Services vs. RESTful Web Services for Multimedia Conferencing Applications: A Case Study," IEEE Internet Computing, vol. 16, no. 4, 2012, pp. 54-63.
9. C. Pautasso, O. Zimmermann and F. Leymann, "RESTful Web Services vs. "Big" Web Services: Making the Right Architectural Decision", in Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web, Beijing, China, 2008, pp.

805–814.

10. N. Serrano, J. Hernantes and G. Gallardo, "Service-Oriented Architecture and Legacy Systems", *IEEE Software*, vol. 31, 2014, pp. 15-19.

11. F. AlShahwan and K. Moessner, "Providing SOAP Web Services and RESTful Web Services from Mobile Hosts", in *2010 5th International Conference on Internet and Web Applications and Services (ICIW)*, Barcelona, 2010, pp. 174–179.

#### References.

1. Fielding, R. (2000), Architectural styles and the design of network-based software architectures, Ph.D. Thesis, University of California, Irvine.
2. Rahman, W.N. Wan Ab. and Meziane, F. (2008 ), "Challenges to describe QoS requirements for web services quality prediction to support web services interoperability in electronic commerce", *Communications of the IBIMA*, vol. 4, no. 6, pp. 50-58.
3. Halili, F. and Ramadani, E. (2018), "Web Services: A Comparison of Soap and Rest Services", *Modern Applied Science*, vol. 12, no. 3, p. 175.
4. Mohamed, K. and Wijesekera, D. (2012), "Performance Analysis of Web Services on Mobile Devices", *Procedia Computer Science*, vol. 10, pp. 744-751.
5. Ranga, V. and Soni, A. (2019), "API Features Individualizing of Web Services: REST and SOAP", *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol.8, no. 9S.
6. Mumbaikar, S. and Padiya, P. (2013), "Web Services Based On SOAP and REST Principles", *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 3, no. 5, pp. 3–6.
7. Markey, P. and Clynch, G. (2013), "A performance analysis of WS-\* (SOAP) and RESTful Web Services for Implementing Service and Resource Orientated Architectures", *The 12th Information Technology and Telecommunications (IT&T) Conference*, Athlone IT, 2013-5.
8. Belqasmi, F., Singh, J., Melhem, S. Y. B. and Glitho, R. H. (2012), "SOAP-Based Web Services vs. RESTful Web Services for Multimedia Conferencing Applications: A Case Study", *IEEE Internet Computing*, vol. 16, no. 4, pp. 54–63.
9. Pautasso, C., Zimmermann, O. and Leymann, F. (2008), "RESTful Web Services vs. "Big" Web Services: Making the Right Architectural Decision", *The 17th international conference on World Wide Web*, Beijing, China, pp. 805–814.
10. Serrano, N., Hernantes, J. and Gallardo, G. (2014), "Service-Oriented Architecture and Legacy Systems", *IEEE Software*, vol. 31, pp. 15-19.
11. AlShahwan, F. and Moessner, K. (2010), "Providing SOAP Web Services and RESTful Web Services from Mobile Hosts", *The 5th International Conference on Internet and Web Applications and Services (ICIW)*, Barcelona, pp. 174–179.

**Abstract.** *The "Introduction" sets the purpose of this work - to summarize the results of research devoted to the implementation of web services based on REST (REST is the architectural style of interaction between the components of a distributed application in a network [1]) and SOAP, an analysis of the advantages and disadvantages of each of them and the choice of web services of one of these types for building on their basis a site for organizing conferences. When comparing REST and SOAP web services, such web service quality characteristics [2] as performance, resource intensity, reliability, transactional properties, and security were used.*

*In the section "SOAP services" it is noted that web services of this type are based on the basic standards: SOAP and WSDL, and, as a rule, the HTTP protocol is used to ensure data transfer. The section "REST services" briefly describes the basic design principles underlying the architectural style of REST: service addressing, uniform interface, statelessness, hypermedia.*

*The section "Analysis of research and publications" based on [3-11] provides an analysis of the research results presented in scientific papers, which made it possible to characterize SOAP and REST web services as follows: the performance of a REST web service always outperforms a web service based on SOAP; REST web services are less resource intensive; there are no standards*



for security support, reliable messaging for REST web services; SOAP protocol provides secure, reliable messaging and transaction support; REST technology has mechanisms for caching, clustering and load balancing, allowing a large number of users to use a REST web service at the same time.

The "Main part" discusses the requirements for the developed web system. The creation and management of a conference site is an integral part of the organizational work for holding scientific conferences in a higher educational institution.

The Conclusions section concludes which of the web services, SOAP or REST, are more appropriate for use in various projects depending on the requirements for the software system. Based on the analysis of the functioning features of SOAP and REST web services, the REST web service was selected for the development of the conference site.

**Key words:** web service, SOAP, REST, distributed web applications.

Стаття відправлена: 06.10.2021 р.  
© Бугаєва І.Г., Розум М.В.