

Розробка інструментарію діагностування гарантованого функціонування складних технічних систем в умовах невизначеностей та дестабілізуючих факторів ризику; прикладне дослідження

Разработка инструментария диагностирования гарантированного функционирования сложных технических систем в условиях неопределенностей и дестабилизирующих факторов риска

The development of the diagnosing toolkit for guaranteed operation of the complex technical systems in the conditions of the uncertainties and destabilizing risk factors

1. Номер державної реєстрації, номер реєстрації в університеті - **0117U004281**.
2. Науковий керівник (вчений ступінь, звання). (*трьома мовами: укр., рос., англ.*) - д.т.н., проф., чл.-кор. Панкратова Наталія Дмитрівна, д.т.н., проф., чл.-корр. Панкратова Наталья Дмитриевна, doctor of technical science, prof., corresponding member of NASU Pankratova Nataliya Dmytrivna.
3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Запропоновано алгоритмічний інструментарій системного оцінювання та прогнозування гарантованого функціонування СТС, основу якого становить інформаційна платформа технічної діагностики. Алгоритмічний інструментарій гарантованого функціонування СТС реалізує запропоновану концепцію і стратегію розв'язання проблеми гарантованого функціонування СТС в умовах впливу дестабілізуючих факторів ризику та невизначеностей різної природи при залученні принципу своєчасного виявлення причин і запобігання переходу у нештатний режим з оцінюванням ресурсів допустимого ризику для показників функціонування СТС. В структурі алгоритмічного інструментарію представлено методики своєчасного виявлення ситуацій нештатного режиму та оцінювання ресурсів допустимого ризику. Суть методики своєчасного виявлення ситуацій нештатного режиму з оцінюванням ресурсів допустимого ризику полягає у зведенні до мінімуму ризику порушення штатного режиму функціонування СТС. Візуалізація причин виникнення ситуацій, значень ступеню та рівня ризику виникнення ситуацій здійснюється з метою прийняття ОПР відповідного своєчасного рішення щодо запобігання ситуацій. Система технічного діагностування забезпечує з потрібною достовірністю своєчасне виявлення, розпізнавання та оцінювання ризику нештатного режиму на прогнозуємий період експлуатації складної системи, гарантуючи своєчасне усунення причин ризику до появи відмов. Показники якості і ефективності системи технічного діагностування системно узгоджені з відповідними показниками системи управління безпекою та живучістю функціонування СТС, гарантуючи з потрібною достовірністю запобігання відмов складної системи у межах ресурсів допустимого ризику різних режимів функціонування СТС. Розроблений алгоритмічний інструментарій апробовано при дослідженні процесів функціонування водопровідної глибинної системи водопостачання, замкненої системи оборотного водопостачання, електромобіля-рефрижератора.

(рос.)

Предложен алгоритмический инструментарий системного оценивания и прогнозирования гарантированного функционирования СТС, основу которого составляет информационная платформа технической диагностики. Алгоритмический инструментарий гарантированного функционирования СТС реализует предлагаемую концепцию и стратегию решения проблемы гарантированного функционирования СТС в условиях воздействия дестабилизирующих факторов риска и неопределенностей различной природы с привлечением принципа своевременного выявления причин и

предотвращения перехода в штатный режим с оценением ресурсов допустимого риска для показателей функционирования СТС. В структуре алгоритмического инструментария представлены методики своевременного выявления ситуаций штатного режима и оценивания ресурсов допустимого риска. Суть методики своевременного выявления ситуаций штатного режима с оценением ресурсов допустимого риска заключается в сведении к минимуму риска нарушения штатного режима функционирования СТС. Визуализация причин возникновения ситуаций, значений степени и уровня риска возникновения ситуаций осуществляется с целью принятия ЛПР соответствующего своевременного решения по предотвращению ситуаций. Система технического диагностирования обеспечивает с необходимой достоверностью своевременное выявление, распознавание и оценивание риска штатного режима в прогнозируемый период эксплуатации сложной системы, гарантируя своевременное устранение факторов риска до появления отказов. Показатели качества и эффективности системы технического диагностирования системно согласованы с соответствующими показателями системы управления безопасностью и живучестью функционирования СТС, гарантируя с необходимой достоверностью предотвращение отказов сложной системы в пределах ресурсов допустимого риска различных режимов. Разработанный алгоритмический инструментарий апробирован при исследовании процессов функционирования водопроводной глубинной системы водоснабжения, замкнутой системы оборотного водоснабжения, электромобиль-рефрижератора.

(англ.)

Algorithmic toolkit for system estimation and forecasting of the guaranteed CTS functioning are proposed, the basis of which is the information platform for technical diagnostics. Algorithmic toolkit for guaranteed CTS operating implements the proposed concept and strategy for solving the problem of guaranteed CTS operating under the influence of destabilizing risk factors and uncertainties of various nature using the principle of timely identification of causes and preventing the transition to an abnormal mode with the estimating the margins of permissible risk for CTS indications. In the structure of algorithmic toolkit methodics of timely detection of situations of abnormal regime and estimation of margins of permissible risk are presented. The essence of the methodic to timely identify the abnormal mode situations with the estimation of margins of permissible risk is to minimize the risk of the normal mode violation of CTS operating. The visualization of the causes to arise the situations, the risk degree and risk level values of situations is carried out with a view to taking the appropriate decision-makers solutions to prevent situations. The technical diagnostic system provides with the necessary reliability the timely identification, recognition and estimation of the risk of an abnormal mode during the predicted period in operating CTS, guaranteeing the timely elimination of risk factors before failures occur. The quality and effectiveness indicators of the technical diagnostic system are systematically consistent with the corresponding indicators of the safety and survivability CTS management system, guaranteeing with the necessary reliability the prevention of complex system failures within the limits of the margins of the permissible risk of various modes. The developed algorithmic toolkit was tested in the study of the functioning processes of the deep water supply system, the closed water supply recycling system, and the electric refrigerator.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності (*заявка на патент, патент, свідоцтво на авторське право*). Панкратова Н.Д., Радюк А.М., Панкратов В.А.. Патент на корисну модель №87006. Інформаційна система технічної діагностики функціонування складних технічних систем. - 10.01.2014.
5. Порівняння зі світовими аналогами. Науково технічний рівень виконаної роботи відповідає сучасному світовому рівню та не має аналогів в Україні. Запропонований методично-алгоритмічний інструментарій

базується на запропонованих авторами загальній задачі мінімізації багатофакторних ризиків, принципі своєчасного виявлення причин і запобігання переходу у нештатний режим, введенні ресурсу допустимого ризику, аксіомі ситуацій ризику та низки принципів і тверджень, що в цілому забезпечує гарантовану живучість функціонування СТС в реальному режимі часу. У порівнянні з існуючими вітчизняними та закордонними аналогами, що в основному працюють на виявлення відмов, методично-алгоритмічний інструментарій реалізований із залученням запропонованого принципа своєчасного виявлення причин і запобігання переходу у нештатний режим з урахуванням ресурсів допустимого ризику, що забезпечить своєчасне до виявлення відмов прийняття рішення про зміну режиму функціонування об'єкту, штучного коригування низки параметрів з метою повернення їх значень до штатного режиму.

6. Економічна привабливість для просування на ринок.

Закладені у стратегію розв'язання проблеми гарантованого функціонування СТС в реальних умовах загальна задача мінімізації багатофакторних ризиків, запропоновані принципи, твердження та гіпотези створять якісно новий рівень працездатності, безпеки і живучості; забезпечать гнучкий підхід до формування і реалізації раціонального рішення за практично прийнятний час в межах неусувного обмеження часу. Методи побудови середньострокового та довгострокового прогнозів мають на меті зменшення впливу випадкових факторів та недовизначеності моделі.

7. Потенційні користувачі (*галузі, міністерства, відомства, підприємства, організації*).

Результати технічного діагностування можуть використовуватися у межах інноваційного середовища наукового парку «Київська політехніка», Міністерстві з надзвичайних ситуацій України, Національному космічному агентстві України, Міністерстві внутрішніх справ України.

8. Стан готовності розробки (*лабораторний або промисловий зразок, технічна документація, бізнес-план, готова до впровадження*).

Розробка готова до впровадження.

9. Існуючі результати впровадження.

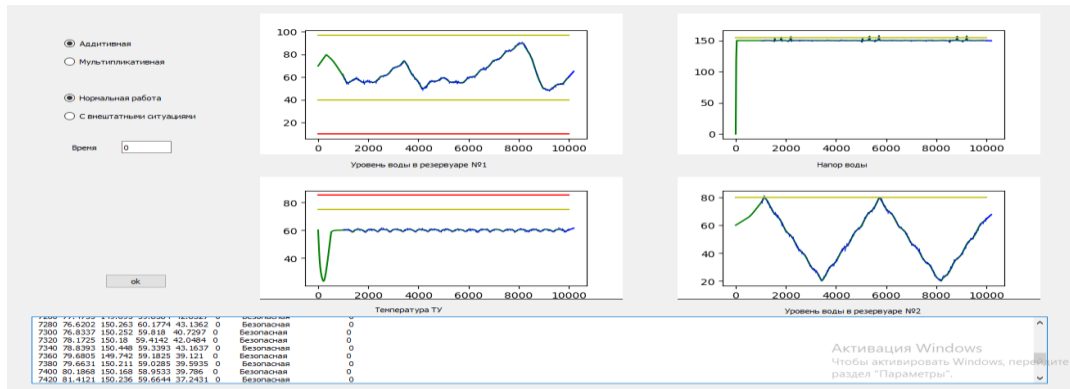
10. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Інститут прикладного системного аналізу, тел.204-84-47, e-mail: natalidmp@gmail.com

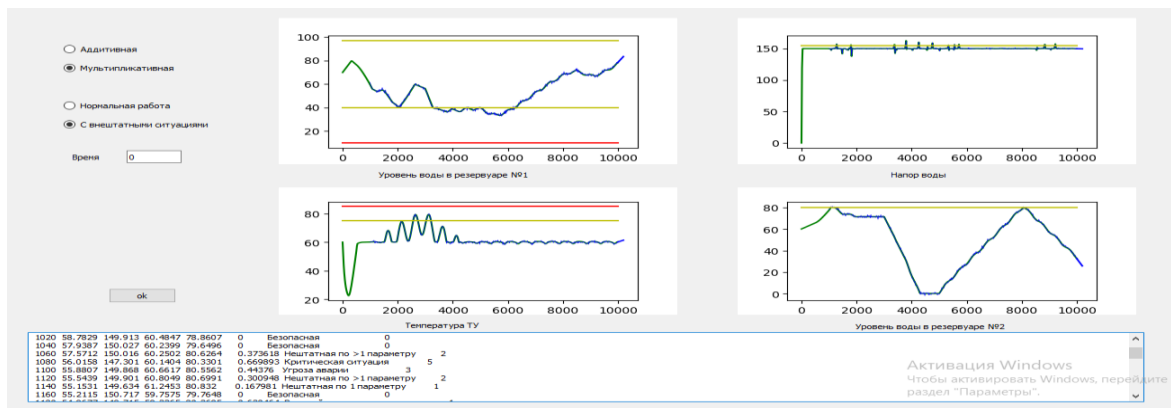
11. Фото .



Структурна схема інформаційної платформи технічної діагностики СТС.

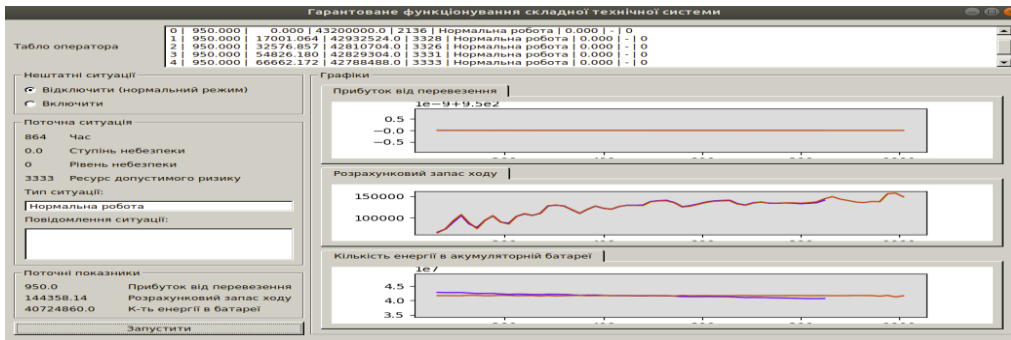


а)

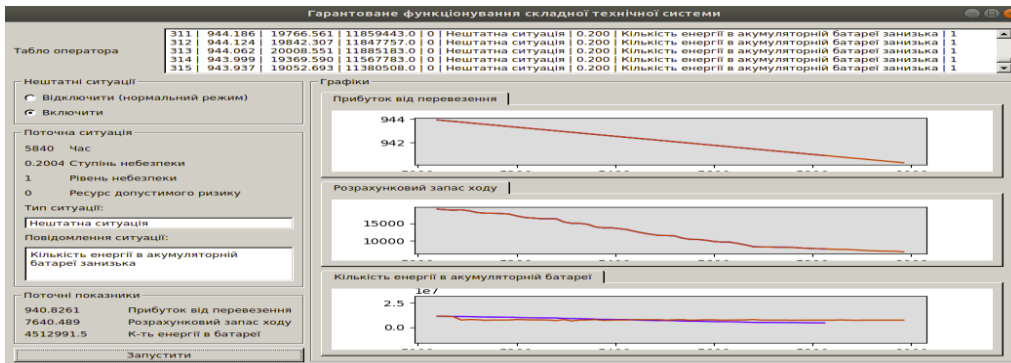


б)

Результати моніторингу процесу функціонування замкненої системи оборотного водопостачання для штатних (а) та нештатних ситуацій (б).



а)



б)

Результати моніторингу у штатному (а) та нештатному (б) режимах функціонування електромобіля-рефрижератора.

12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання (вагомі монографії, підручники, посібники, наукові статті, дисертації, інші публікації).

Монографії:

1) Панкратова Н.Д., Савченко І.А., Гайко Г. І. Розвиток підземної урбаністики як системи альтернативних проектних конфігурацій. – Київ: Наукова думка. – 2019.

Підручники:

1) Панкратова Н.Д. Системний аналіз. Теорія та застосування. Підручник.–К: Наукова думка.–2018. – 346 с.

Статті:

1. Pankratova N. D., Kondratova L.P. System strategy for guaranteed complex engineering system functioning in real operating conditions // Journal of Automation and Information Sciences, 2019, Volume 51, Issue 1, Pages 15-25.- DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v51.i1.20.
2. Pankratova N.D., Sholokhov A.V. Development of the Robust Algorithm of Guaranteed Ellipsoidal Estimation and Its Application for Orientation of the Artificial Earth Satellite// Cybernetics and Systems Analysis, 55(1). – 2019. -С.81-89, DOI:10.1007/s10559-019-00114-x.
3. Nedashkovskaya N.I. Investigation of methods for improving consistency of a pairwise comparison matrix // Journal of the Operational Research Society.- Опубліковано online: 02 лютого 2018.- <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01605682.2017.1415640>.
4. Pankratova N.D., Savchenko I.A., Gayko G.I., Kravets V.G. Evaluating Perspectives of Urban Underground Construction Using Modified Morphological Analysis Method // Journal of Automation and Information Sciences, 2018, Vol.50, Issue 10 p. 34-46, DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v50.i10.30.
5. Pankratova, N.D. The integrated system of safety and survivability complex technical objects operation in conditions of uncertainty and multifactor risks // IEEE 1st Ukraine

- Conference on Electrical and Computer Engineering, UKRCON 2017 – Proceedings, 2017, P.1135-1140, DOI: 10.1109/UKRCON.2017.8100427.
6. Pankratova N. D. Creation of the Physical Model for Cyber-Physical Systems // In book: Cyber-Physical Systems and Control. Lecture Notes in Networks and Systems. Series Volume 95. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-34983-7 Number of Pages XVII, 996.
 7. Gorelova, G.V., Pankratova N.D. Strategy of complex systems development based on the synthesis of foresight and cognitive modelling methodologies // Proceedings of IEEE 1st International Conference on System Analysis and Intelligent Computing, SAIC 2018, 8-12 October, Paper number 8516884, DOI: 10.1109/SAIC.2018.8516884.
 8. Pankratova N. D., Gorelova G.V., Pankratov V.A. Strategy for the Study of Interregional Economic and Social Exchange Based on Foresight and Cognitive Modeling Methodologies //Workshop Proceedings of the 8th International Conference on “Mathematics. Information Technologies. Education”, MoMLeT&DS-2019, Shatsk, Ukraine, June 2-4, 2019. -P136-137.
 9. Nataliya Pankratova, Volodymyr Savastiyanyov Assessment of situations in the field of social disasters basing on the methodology of foresight and textual analytics //Proceedings IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON) July 2 – 6, 2019 Lviv, Ukraine.
 10. Nadezhda Nedashkovskaya and Nataliya Pankratova. A decision support system for evaluation of decision alternatives on basis of a network criteria model // IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), 2017.
 11. Pankratova N.D., Nedashkovskaya N.I. Evaluation of Ecology Projects for Black Sea Odessa Region on Basis of a Network BOCR Criteria Model Nataliya D. Pankratova and Nadezhda I. //Proceedings of IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing conference (SAIC) 08-12 October, 2018 Kyiv, Ukraine. – P. 31-35.
 12. Nataliya Pankratova. Survivability of complex technical objects operation in conditions of multifactor risks // International conference on mathematics, informatics and information technologies dedicated to the eminent scientist Valentin Belousov, 2018, Balti, Republic of Moldova.-P.160-162.
 13. Панкратова Н.Д., Хорошун Л.П., Яхин С.Л. Построение модели динамики производственно-рыночных процессов в двухсекторной макроэкономике //Системні дослідження та інформаційні технології.- 2019. № 1.- С. 75-90.- DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2019.1.06.
 14. Панкратова Н.Д., Кондратова Л.П. Системная стратегия гарантированного функционирования сложной технической системы в реальных условиях эксплуатации // Проблемы управления и информатики.- 2019. - №1. – С.82-92.- <http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-1-22.html>.
 15. Панкратова Н.Д., Шолохов А.В. Разработка робастного алгоритма гарантированного эллипсоидального оценивания и его применение для ориентации искусственного спутника земли //Кибернетика и системный анализ.-2019.-№1.-С.96-105.- <http://www.kibernetika.org/volumes/2019/ numbers/01/articles/09/9.pdf>.
 16. Панкратова Н. Д., Панкратов В. А. Разработка аналитической платформы технического объекта для кибер-физических систем//Сб. научных трудов XXII Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении». (SAEC-2019)–Санкт-Петербург, 10-11 июня, 2019. – С.321-332.
 17. Панкратова Н.Д. Тенденции и проблемы развития системного анализа как прикладной научной методологии //Сб. Научных трудов XXII Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении». (SAEC-2018) –Санкт-Петербург, 22-24 мая, 2018. – С.28-44.

18. Панкратова Н.Д., Волкова В.Н. Методологии систем и системного анализа как основа развития информатики // International journal «Information theories and applications», 2018, VOL. 12, Number 1 , P. 3-17.
19. Панкратова Н.Д., Шолохов А.В. О связи параметров множества возможных состояний наблюдаемой системы с параметрами измерительного устройства и размерностью пространства состояний системы // Системні дослідження та інформаційні технології.-2018.-№4.-96-103.- DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2018.4.08.
20. Панкратова Н. Д., Панкратов В. А. Роль и место системного анализа в практической деятельности //Сб. Научных трудов XXII Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении». (SAEC-2019) – Санкт-Петербург,10-11 июня, 2019. – С.31-40.
21. Pankratova N.D., Slota M.R. Model of assessment the level of danger situations in the tasks of functioning of complex objects // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2017. - N1. - P.7-19.- DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2017.1.01.
22. Недашківська Н.І. Системний підхід до підтримання прийняття рішень на основі ієрархічних та мережевих моделей // Системні дослідження та інформаційні технології.-2018.-№1.-С.7–18.- DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2018.1.01.
23. Жуков І.А., Печурін М.К., Кондратова Л.П., Печуріна О.О. Спосіб оцінювання інтенсивностей первинних інформаційних потоків, згенерованих абонентами комп'ютерної мережі речей // Наукоємні технології.-2018.-№3(39).-С.308-313.- DOI: 10.18372/2310-5461.39.13085.
24. Zhukov I.A., Pechurin N.K., Kondratova L.P. The distribution of the resources to provide the safety for the cyber-physical systems in the aviation sector // Proceedings of the Fourteenth International Conference of Science and Technology “AVIA-2019”, April, 23-25, 2019.- P.8.24-8.26.- <http://conference.nau.edu.ua/index.php/AVIA/AVIA2019/paper/view/5986/4495>.
25. Жуков І.А., Печурін М.К., Кондратова Л.П., Печурін С.М. Оцінювання інтенсивностей первинних інформаційних потоків, згенерованих абонентами Інтернету речей // Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. праць.– 2019. – Вип.1(61).- С.26-33.- <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/PIU>.
26. Zhukov I.A., Pechurin N.K., Kondratova L. P., Pechurin S.N. The model balancing parallel processing of photo- videoframes in computing cluster. for UAV // Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. праць.–2017.–Вип.4(60).-С.26-29.

Дисертації:

1. Зражевська Наталія Григорівна. Моделі і методи прогнозування мір динамічних фондових ризиків. - Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук, 01.05.04. – Наук. кер. д.т.н., чл.-кор. НАН України Панкратова Н.Д. - Дата захисту: 16.10.2018.
2. Недашківська Надія Іванівна. Методологія та інструментарій підтримки прийняття рішень на основі ієрархічних та мережевих моделей. - Дисертація на здобуття наукового ступеню доктора технічних наук, 01.05.04. – Наук. кер. д.т.н., чл.-кор. НАН України Панкратова Н.Д. - Дата захисту: 04.12.2018.
3. Шолохов Олексій Вікторович. Робастне еліпсоїдальне оцінювання станів лінійних керованих систем з обмеженими збуренням та завадою. - Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.04 – Системний аналіз і теорія оптимальних рішень. – Наук. кер. д.т.н., чл.-кор. НАН України Панкратова Н.Д. - Дата захисту: 10.12.2019.

13. Надати ключові слова до розробки

(укр.)

Відновлення функціональних залежностей; багатофакторні ризики; прогнозування; ресурс допустимого ризику; інтегральний показник інформованості ОПР; інформаційна платформа технічної діагностики.

(рос.)

Восстановление функциональных зависимостей; многофакторные риски; прогнозирование; ресурс допустимого риска; интегральный показатель информированности ЛПР; информационная платформа технической диагностики.

(англ.)

Recovery of functional dependencies; multifactorial risks; forecasting; margin of permissible risk; an integrated decision maker informedness indicator; information platform for technical diagnostics.