

**Створення високоефективних виконавчих пристроїв до адаптивних систем автоматизації з відкритою архітектурою**

**Создание высокоэффективных исполнительных устройств к адаптивным системам автоматизации с открытой архитектурой**

**Creating high-performance actuators for adaptive, open-architecture automation systems**

1. **Номер державної реєстрації теми - 0117u004337,**
2. **Науковий керівник – д.т.н., проф. Луговський О.Ф., д.т.н., проф. Луговской А.Ф., Doctor of Technical Science, prof. Luhovskyi Oleksandr F.**
3. **Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Вирішена базова частина проблеми комбінування фізично-різнорідних компонентів при створенні виконавчих модулів автоматизованих систем з програмованим керуванням.

Результати дослідження особливостей виникнення і підтримання явища ультразвукової кавітації та виявлені закономірності покладено в основу оригінальних конструктивних рішень технологічного кавітаційного обладнання, яке дозволило підвищити ефективність багатьох технологічних процесів та надійність і експлуатаційну довговічність кавітаційного технологічного обладнання. Зокрема ультразвуковий кавітаційний прилад для знезараження та очищення медичного інструментарію, ультразвукове кавітаційне обладнання для отримання особливо чистих екстрактів лікарських рослин, ультразвуковий проточний кавітатор для обробки молока. Досвід розробок узагальнено в методиках інженерного розрахунку кавітаційного обладнання. Експериментально підтверджена ефективність нових технічних рішень.

Дослідження впливу параметрів оточуючого середовища на показники гідравлічного компонента виконано на прикладах конічного підшипника та каналу авіаційного гідроприводу. Експериментально визначений вплив на крутний момент частоти обертання конуса в конічному зазорі, величини кута конусності та в'язкості рідини з врахуванням температури оточуючого середовища та експлуатаційних режимів. Представлено математичний аналіз руху змашувальної рідини між циліндричними та конічними поверхнями. Запропонована інженерна методика розрахунку крутного моменту в залежності від в'язкості і частоти обертання. Для визначення параметрів неусталених режимів роботи каналу гідроприводу розроблена тепло-гідравлічна модель, що побудована за модифікованою схемою Тернера. Проведено математичне моделювання дозволило визначати поточні зміни температури, в'язкості, швидкості руху та максимального тиску навантаження. Методика, що побудована з її використанням, дозволяє розрахувати та врахувати в алгоритмах керування інтенсивність та час перебігу неусталених режимів, а також обмежувати режими працездатності на основі поточного стану рідини і експлуатаційних навантажень.

Розроблена концепція модульної будови автоматизованих систем на основі циклічно-модульного підходу, зокрема виробничих систем з гідравлічним і пневматичним обладнанням. Запропонована принципово нова ідея інформаційно-фізичного міжмодульного обміну, підпорядкованому технічному завданню, в процесі експлуатації системи. Ідея полягає в утворенні контекстно-обумовлених поточним станом технологічного процесу груп циклічних модулів, об'єднання яких відбувається за певним логічним інваріантом структурного синтезу. Концепція реалізована у вигляді методики та типових технічних рішень циклічних модулів, достатніх для створення практичних систем автоматизації середньої складності. Ефективність концепції експериментально перевірено на макетах систем з гідравлічними і пневматичними пристроями, методиці оцінки експлуатаційної ефективності циклової виробничої системи.

**(рос.)**

Решена базовая часть проблемы комбинирования физически разнородных компонентов при создании исполнительных модулей автоматизированных систем с программируемым управлением.

Результаты исследования особенностей возникновения и поддержания явления ультразвуковой кавитации и выявленные закономерности положены в основу оригинальных конструктивных решений технологического кавитационного оборудования, которое позволило повысить эффективность многих технологических процессов и надежность и эксплуатационную долговечность кавитационного технологического оборудования. В частности, ультразвуковой кавитационный прибор для обеззараживания и очистки медицинского инструментария, ультразвуковой кавитационное оборудование для получения особо чистых экстрактов лекарственных растений, ультразвуковой проточный кавитатор для обработки молока. Опыт разработок обобщен в методиках инженерного расчета кавитационного оборудования. Экспериментально подтверждена эффективность новых технических решений.

Исследование влияния параметров окружающей среды на показатели гидравлического компонента выполнены на примерах конического подшипника и канала авиационного гидропривода. Экспериментально определенное влияние на крутящий момент частоты вращения конуса в коническом зазоре, величины угла конусности и вязкости жидкости с учетом температуры окружающей среды и эксплуатационных режимов. Представлен математический анализ движения смазочной жидкости между цилиндрическими и коническими поверхностями. Предложена инженерная методика расчета крутящего момента в зависимости от вязкости и частоты вращения. Для определения параметров неустановившихся режимов работы канала гидропривода разработана тепло-гидравлическая модель, построенная по модифицированной схеме Тернера. Проведено математическое моделирование позволило определять текущие изменения температуры, вязкости, скорости движения и максимального давления нагрузки. Методика, построенная с ее использованием, позволяет рассчитать и учесть в алгоритмах управления интенсивность и время протекания неустановившихся режимов, а также ограничивать режимы работоспособности на основе текущего состояния жидкости и эксплуатационных нагрузок.

Разработана концепция модульного построения автоматизированных систем на основе циклично-модульного подхода, в частности производственных систем с гидравлическим и пневматическим оборудованием. Предложена принципиально новая идея информационно-физического межмодульного обмена, подчиненная техническому заданию, в процессе эксплуатации системы. Идея заключается в образовании контекстно-обусловленных текущим состоянием технологического процесса групп циклических модулей, объединение которых происходит по определенному логическому инварианту структурного синтеза. Концепция реализована в виде методики и типовых технических решений циклических модулей, достаточных для создания практических систем автоматизации средней сложности. Эффективность концепции экспериментально проверена на макетах систем с гидравлическими и пневматическими устройствами, методике оценки эксплуатационной эффективности цикловой производственной системы.

**(англ.)**

The basic part of the problem of combining physically heterogeneous components in the creation of executive modules of automated systems with programmable control is solved.

The results of the study of the features of the emergence and maintenance of the phenomenon of ultrasonic cavitation and the revealed patterns are the basis of the original design solutions of technological cavitation equipment, which allowed to increase the efficiency of many technological processes and the reliability and operational longevity of cavitation technological equipment. In particular, an ultrasonic cavitation device for decontamination and purification of medical instruments, ultrasonic cavitation equipment for the production of especially pure extracts of medicinal plants, ultrasonic flow cavitator for milk treatment. Development experience is summarized in the methods of engineering calculation of cavitation equipment. The effectiveness of new technical solutions has been experimentally confirmed.

The influence of environmental parameters on the performance of the hydraulic component was investigated using the examples of a conical bearing and a channel of an aviation hydraulic actuator. The effect on the torque of the cone rotation in the conical gap, the magnitude of the taper angle and the viscosity of the fluid, taking into account the ambient temperature and operating modes, were experimentally determined. The mathematical analysis of the movement of lubricant between cylindrical and conical surfaces is presented. An engineering technique for calculating torque depending on the viscosity and speed is proposed. To determine the parameters of the unsteady modes of operation of the hydraulic drive channel, a thermal-hydraulic model was developed, which was built according to a modified Turner scheme. The mathematical simulation made it possible to determine the current changes in temperature, viscosity, speed, and maximum load pressure. The technique developed with its use allows to calculate and take into account the control algorithms for the intensity and time of the unsteady modes, as well as to limit the modes of operation based on the current state of the fluid and operational loads.

The concept of modular structure of automated systems based on the cyclic-modular approach, in particular production systems with hydraulic and pneumatic equipment, is developed. A fundamentally new idea of information-physical inter-module exchange, subordinated to a technical task, is proposed in the process of system operation. The idea is to form contextually-conditioned technological processes of groups of cyclic modules, the union of which occurs under a certain logical invariant of structural synthesis. The concept is implemented in the form of methodology and typical technical solutions of cyclic modules, sufficient to create practical systems of automation of medium complexity. The effectiveness of the concept was experimentally tested on the layouts of systems with hydraulic and pneumatic devices, the method of evaluating the operational efficiency of the cycle production system.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

- Патент України на винахід № 111111, Опубл. 25.03.2016, Бюл. №6; Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Суржин В. М., Луговський О.О. Ультразвуковий пристрій для обробки рідини
- Патент України на винахід № 112827, Опубл. 25.10.2016, Бюл. №20; Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Фесіч В.П., Гришко І.А., Новосад А.А. Пристрій для ультразвукової кавітаційної обробки рідини
- Патент України на винахід № 113244, Опубл. 26.12.2016, Бюл. №24; Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Суржин В. М., Луговська К.О. Ультразвуковий пристрій для обробки рідини
- Патент України на винахід № 113362, Опубл. 10.01.2017, Бюл. № 1; Луговський О.Ф., Терентьєв О.М., Мовчанюк А.В., Фесіч В.П., Луговська К.О.
- Патент України на винахід № 117879, Опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19; Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Ткалич В.В., Орешніков О.В., Гришко І.А., Фесіч В.П., Зілінський А.І. Ультразвуковий розпилювач
- Патент України на корисну модель № 120452, Опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21; Луговський О.Ф., Омелич М.Ф., Мовчанюк А.В., Фесіч В.П., Луговська К.О., Ляшок А.В., Гришко І.А. Спосіб ультразвукового кавітаційного очищення поверхонь
- Патент України на винахід № 118815, Опубл. 11.03.2019, Бюл. № 5; Луговський О.Ф., Ночніченко І. В., Галецький О.С., Струтинський С.В., Зілінський А.І., Костюк Д.В. Амортизатор механічних коливань

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Результати відповідають світовому рівню, а запропоновані ультразвукові кавітаційні виконавчі пристрої відрізняються новизною, що підтверджено відповідними патентами на винаходи та корисні моделі. Експериментальні зразки розроблених виконавчих пристроїв виготовлені, досліджені, впроваджені та представлені на багатьох вітчизняних та міжнародних виставках та ярмарках.

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

Застосування розроблених виконавчих пристроїв та технологій дозволяє суттєво покращити їх показники продуктивності, екологічної безпечності та довговічності. Деякі технології відрізняються світовою новизною. Технологія ультразвукового кавітаційного знезараження рідин дозволяє відмовитися від хімічних реагентів та суттєво підвищити енергоефективність та довговічність кавітаційного обладнання.

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

Споживачами розроблених технологій та обладнання можуть бути промислові підприємства, пункти громадського харчування, підприємства машинобудівної та хімічної промисловості, сільськогосподарські виробництва, приватні користувачі.

#### **8. Стан готовності розробки.**

Виготовлені експериментальні зразки кавітаційного обладнання, виконані окремі впровадження, які підтвердили ефективність роботи кавітаційних виконавчих пристроїв. Підготовлена технічна документація.

#### **9. Існуючі результати впровадження.**

Результати роботи впроваджені на ПП «Кондитерський дім «Санкруа» (м. Вінниця), на ПАТ «Дрогобицький завод автомобільних кранів» (м. Дрогобич), ПрАт Металургічний комбінат ім. Ілліча (м.Маріуполь), ПАТ Запоріжсталь (м. Запоріжжя).

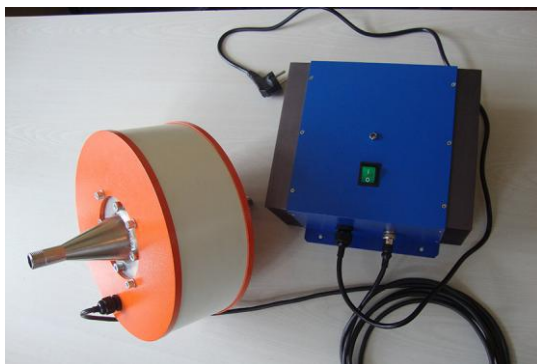
#### **10. Назва організації, телефон, E-mail**

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Механіко-машинобудівний інститут, (044) 454-92-00, [o.savitch@kpi.ua](mailto:o.savitch@kpi.ua)

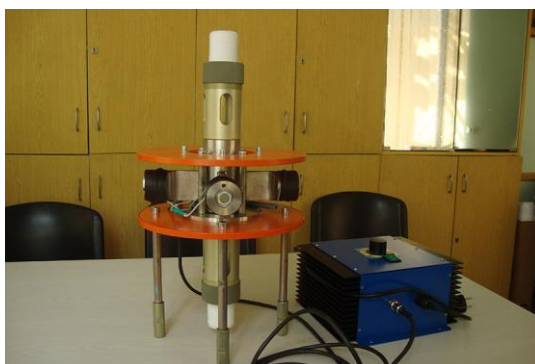
#### **1. Фото розробки**



Ультразвуковий проточний кавітатор



Односекційний ультразвуковий кавітатор



Кавітаційне обладнання для отримання особливо чистих екстрактів лікарських рослин

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

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>обрати прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців, індекс SNIP видань (Source Normalized Impact Per Paper)	Наукометр. база даних	Індекс SNIP
1	Luhovskyi O. The Impact of Static Pressure on the Intensity of Ultrasonic Cavitation in Aqueous Media / <u>O. Luhovskyi, I. Gryshko, A. Zilinskiy, B. Patsola</u> - ISSN 1063-455X, Journal of Water Chemistry and Technology, 2018, Vol. 40, No. 3, pp. 143–150. © Allerton Press, Inc., <b>2018. (WOS)</b> <a href="https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18030050">https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18030050</a>	(WOS)	0.504
2	Luhovskyi O. Enhancing the Efficiency of Ultrasonic Wastewater Disinfection Technology / <u>O. Luhovskyi, I. Gryshko, I. Berynk</u> - ISSN 1063-455X, Journal of Water Chemistry and Technology, 2018, Vol. 40, No. 2, pp. 95–101. © Allerton Press, Inc., <b>2018. (WOS)</b> <a href="https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18020078">https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18020078</a>	(WOS)	0.504
3	Berynk I. Effect Of Rheological Properties Of Materials On Their Treatment With Ultrasonic Cavitation / <u>I. Berynk, I. Nazarenko, O. Luhovskyi</u> - Materiali in Tehnologije <b>2018</b> , 52(4), с. 465-468 (Scopus) <a href="https://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?product">https://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?product</a>	(Scopus)	0,714
№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>обрати прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців, індекс SNIP видань (Source Normalized Impact Per Paper)	Наукометр. база даних	Індекс SNIP
1	Luhovskyi O. The Impact of Static Pressure on the Intensity of Ultrasonic Cavitation in Aqueous Media / <u>O. Luhovskyi, I. Gryshko, A. Zilinskiy, B. Patsola</u> - ISSN 1063-455X, Journal of Water Chemistry and Technology, 2018, Vol. 40, No. 3, pp. 143–150. © Allerton Press, Inc., <b>2018. (WOS)</b> <a href="https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18030050">https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18030050</a>	(WOS)	0.504
2	Luhovskyi O. Enhancing the Efficiency of Ultrasonic Wastewater Disinfection Technology / <u>O. Luhovskyi, I. Gryshko, I. Berynk</u> - ISSN 1063-455X, Journal of Water Chemistry and Technology, 2018, Vol. 40, No. 2, pp. 95–101. © Allerton Press, Inc., <b>2018. (WOS)</b> <a href="https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18020078">https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18020078</a>	(WOS)	0.504

3	Bernyk I. <a href="https://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?product">Effect Of Rheological Properties Of Materials On Their Treatment With Ultrasonic Cavitation</a> / <u>I. Bernyk, I. Nazarenko, O. Luhovskyi</u> - <i>Materiali in Tehnologije</i> <b>2018</b> , 52(4), с. 465-468 (Scopus) <a href="https://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?product">https://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?product</a>	(Scopus)	0,714
№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>обрати прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців, індекс SNIP видань (Source Normalized Impact Per Paper)	Наукометр. база даних	Індекс SNIP
1	Luhovskyi O. The Impact of Static Pressure on the Intensity of Ultrasonic Cavitation in Aqueous Media / <u>O. Luhovskyi, I. Gryshko, A. Zilinskiy, B. Patsola</u> - ISSN 1063-455X, Journal of Water Chemistry and Technology, 2018, Vol. 40, No. 3, pp. 143–150. © Allerton Press, Inc., <b>2018</b> . (WOS) <a href="https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18030050">https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18030050</a>	(WOS)	0.504
2	Luhovskyi O. Enhancing the Efficiency of Ultrasonic Wastewater Disinfection Technology / <u>O. Luhovskyi, I. Gryshko, I. Bernyk</u> - ISSN 1063-455X, Journal of Water Chemistry and Technology, 2018, Vol. 40, No. 2, pp. 95–101. © Allerton Press, Inc., <b>2018</b> . (WOS) <a href="https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18020078">https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X18020078</a>	(WOS)	0.504
3	Bernyk I. <a href="https://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?product">Effect Of Rheological Properties Of Materials On Their Treatment With Ultrasonic Cavitation</a> / <u>I. Bernyk, I. Nazarenko, O. Luhovskyi</u> - <i>Materiali in Tehnologije</i> <b>2018</b> , 52(4), с. 465-468 (Scopus) <a href="https://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?product">https://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?product</a>	(Scopus)	0,714
№	Повні дані про монографії (розділів); <u>позначити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців		Кількість друк. арк.
1	<u>Губарев О.П.</u> Мехатроніка: Циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації / > <u>Губарев О.П.</u> <, > <u>Ганпанцурова О.С.</u> < // К.: НТУУ"КПІ", 2016.-160с.		<b>16</b>
2	> <u>Яхно О.М.</u> <, Напірні потоки зі змінними характеристиками / О. М. Яхно, В. В. Чернюк, Р. М. Гнатів. – Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2016.– 409 с.		<b>15,65</b>

№	Повні дані про статті, тези доповідей та охоронні документи з веб-адресою електронної версії; <u>позначити прізвища авторів</u> , зі списку розділу 13		
1	Луговський О.Ф. Математична модель процесу фільтрації в ультразвуковому полі підвищеної інтенсивності / <u>О.Ф. Луговський, А.І. Зілінський, І.А. Гришко</u> - Вісник НТУУ «КПІ». Машинобудування, Вип. 74, - Київ. 2015, с.11-17		
2	Луговской А.Ф. Ультразвуковые кавитационные стерилизаторы жидких сред / <u>А.Ф. Луговской, А.В. Мовчанюк, И.Н. Берник, И.А. Гришко</u> - Биомедицинская инженерия и электроника. – 2015. – № 4; URL: <a href="http://biofbs.esrae.ru/206-1034">biofbs.esrae.ru/206-1034</a>		
3	Луговской А.Ф. Ультразвуковой кавитатор для фармацевтической промышленности / <u>А.Ф. Луговской, А.В. Мовчанюк, В.П. Фесич, И.А. Гришко</u> - Биомедицинская инженерия и электроника. – 2015. – № 4; URL: <a href="http://biofbs.esrae.ru/206-1037">biofbs.esrae.ru/206-1037</a>		
4	Luhovskyi O. METHODS OF MICROORGANISMS INACTIVATION IN THE TECHNOLOGICAL LIQUID / <u>O. Luhovskyi, I. Grishko</u> - Вісник НТУУ «КПІ». Машинобудування, Вип. 75, - Київ. 2015, с.165-171		
5	> <u>I. Grishko</u> < METHODS OF MICROORGANISMS INACTIVATION IN THE TECHNOLOGICAL LIQUID/ > <u>I. Grishko</u> <, > <u>A. Lugovskoy</u> < // Вестник Национального технического университета Украины “Киевский		



	политехнический институт”. Серия машиностроение. – Київ, 2015. – Вип. 75. – С. 165 – 171; <a href="http://journal.mmi.kpi.ua/article/view/58554">http://journal.mmi.kpi.ua/article/view/58554</a>	
6	Берник І.М. Аналіз методів визначення швидкості розповсюдження хвиль в кавітаційній області ультразвукового поля / <u>І.М. Берник, О.Ф. Луговський</u> - Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях- Харків: НТУ «ХПІ» - 2016.-№ 18 (1190).- С. 10-15	
7	Дворівнева модель системи гідроприводу з паралельною структурою / > <u>Губарев О.П.</u> , О.В. Левченко, А.В. Корчовний Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків: [вип.№6(1178)], 2016. С. 13-17; <a href="http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/21916">http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/21916</a>	
8	Луговской А.Ф. Повышение производительности ультразвуковых распылителей жидкости / <u>А.Ф. Луговской, В.П. Фесич, А.И. Зилинский, А.Д. Лавриненков</u> - Mechanics and Advanced Technologies, 2 (80), 2017, с. 113-122	
9	Bernyk I. Research and calculation of rational modes and parameters of an ultrasonic cavitator / <u>I. Bernyk, O. Luhovskyi</u> - IX International Conference “Heavy Machinery-НМ 2017”, Zlatibor, Serbia, 28 June – 1 July 2017, А. 109 – 112.	
10	Kleiman J. EFFECTIVENESS OF ULTRASONIC PEENING IN FATIGUE IMPROVEMENT OF WELDED ELEMENTS AND STRUCTURES / J. Kleiman, Y. Kudryavtsev, <u>A. Lugovskoy</u> - Mechanics and Advanced Technologies, 3 (81), 2017, с. 92-98	
11	Губарев О. П. Багаторежимний гідропривод з випереджуючою стабілізацією температури рідини / О. П. Губарев, О. С. Ганпанцурова, В. Ю. Грішненко // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ "ХПІ", 2017. – № 22 (1244). – С. 15-22. <a href="http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/30413/1/vestnik_KhPI_2017_22_Hubarev_Bahatorezhymnyi_hidropryvod.pdf">http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/30413/1/vestnik_KhPI_2017_22_Hubarev_Bahatorezhymnyi_hidropryvod.pdf</a>	
12	Губарев О. П. Дослідження енергетичного балансу системи з нерегульованим насосом та клапаном різниці тисків / О. П. Губарев, О. В. Левченко // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ "ХПІ", 2017. – № 42 (1264). – С. 21-27. <a href="http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/33716/1/vestnik_KhPI_2017_42_Hubarev_Doslidzhennia.pdf">http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/33716/1/vestnik_KhPI_2017_42_Hubarev_Doslidzhennia.pdf</a>	
13	Губарев О. П. Гідропривод з пружно-гідравлічним дозуванням рідини / О. П. Губарев, О. С. Ганпанцурова, Н.С. Дяконова, А.Ю. Космина // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати: зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – № 17 (1293). – С. 25-33. <a href="http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/37275/1/vestnik_KhPI_2018_17_Hubarev_Hidropryvod.pdf">http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/37275/1/vestnik_KhPI_2018_17_Hubarev_Hidropryvod.pdf</a>	
14	Nazarenko I. RESEARCH OF THE INFLUENCE OF LOW-FREQUENCY AND HIGH-FREQUENCY ACTIONS ON PROCESSING OF TECHNOLOGICAL ENVIRONMENTS / I. Nazarenko, <u>O. Luhovskyi, I. Bernyk, A. Svidersky</u> - EUREKA: Physics and Engineering, №1, 2018, p.73-86	
15	Luhovskyi O. Increase generation efficiency of hydrogen by the means of ultrasound field and the mechatronic control system of the operation mode / <u>O. Luhovskyi, I. Nochnichenko, A. Zilinskyi, V. Mironchuk</u> - International scientific conference proceedings «Unitech 2018», 22-23 November, 2018. – Gabrovo, Bulgaria, 2018. – Volume I, P. 1 – 7.	

16	Nochnichenko I. Temperature influence on cavitation mass transfer in the channel of laval nozzle type / <u>I. Nochnichenko, O. Jakhno, O. Luhovskyi, D. Kostiuk</u> - Journal of the Technical University of Gabrovo 57 (2018) 12-15	
17	Луговський О. Удосконалення промислових систем осушення повітря шляхом застосування ультразвукових коливань / <u>О. Луговський, В. Ковальов, В. Фесич, Е. Дудка</u> - Mechanics and Advanced Technologies, 1 (82), 2018, с. 20-27	
18	Єсаф'єв Є.О. Підвищення ефективності роботи генератора водню за рахунок застосування модулю вібраційних коливань / Є.О. Єсаф'єв, <u>О.Ф. Луговський, І.В. Ночніченко, Д.В. Костюк</u> - Збірник доповідей VIII-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених»- КПІ ім. Ігоря Сікорського-2019, с.48-52	
19	Luhovskyi O. RESEARCH OF METHODS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF PRODUCING OXYGEN-HYDROGEN MIXTURE / <u>O. Luhovskyi, I. Nochnichenko, D. Kostiuk, A. Zilinskyi</u> - Journal of the Technical University of Gabrovo 58 (2019) p.33-37	
20	Мовчанюк А.В. К вопросу о расчете ультразвукового ступенчатого трансформатора колебательной скорости с развитой поверхностью излучения / <u>А.В., Мовчанюк, О.Ф. Луговський, В.П. Фесич</u> - Mechanics and Advanced Technologies, 1 (85), 2019, с. 49-56	
21	Ночніченко І.В., Яхно О.М. Застосування явища переносу та інформаційної ентропії до аналізу поведінки магнітореологічного демпфера / Наукові вісті НТУУ «КПІ»: науково-технічний журнал № 4 (120)'2018. – стр.54-62. doi: 10.20535/1810-0546.2018.4.141241.	
22	Ночніченко І.В., Яхно О.М. Явища переносу в магнітно-реологічному демпфері XIX Міжнародна науково-технічна конференція АС ПГП «Промислова гідраліка і пневматика» м.Львів, 2018 25.09.2018.- С 26-27.	
23	Ночніченко І. В., Яхно О.М. Особливості використання явища переносу при аналізі систем на прикладі гідралічного демпфера XXIV Міжнародна науково-технічна конференція «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці» м. Київ , 2019.- С. 75-78.	
24	Луговський О.Ф., Ночніченко І.В., Костюк Д.В., Зілінський А.І. Застосування ультразвукової кавітації в технології отримання водню XXIV Міжнародна науково-технічна конференція «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці» м. Київ , 2019.- С. 81-84 27.05.2019.	
	Охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності, які не ввійшли до основного переліку	
1	Патент України на корисну модель № 120452, Опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21; <u>Луговський О.Ф., Омеліч М.Ф., Мовчанюк А.В., Фесіч В.П., Луговська К.О., Ляшок А.В., Гришко І.А.</u> Спосіб ультразвукового кавітаційного очищення поверхонь	
2	Патент України на винахід № 108260, Опубл. 10.04.2015, Бюл. №7; <u>Згуровський М.З., Луговський О.Ф., Бобир М.І., Мовчанюк А.В., Смирнов С.Б., Петренко В.С., Курьянов В.І., Луговський О.О.</u> Спосіб виготовлення бетону	
3	Патент України на винахід № 117879, Опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19; <u>Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Ткалич В.В., Орешніков О.В., Гришко І.А., Фесіч В.П., Зілінський А.І.</u> Ультразвуковий розпилювач	
4	Патент України на винахід № 118815, Опубл. 11.03.2019, Бюл. № 5; <u>Луговський О.Ф., Ночніченко І. В., Галецький О.С., Струтинський С.В., Зілінський А.І., Костюк Д.В.</u> Амортизатор механічних коливань	



### *Участь у конференціях:*

1. О.Ф. Луговський І.В., Ночніченко, Д.В. Костюк , А.І. Зілінський. Застосування ультразвукової кавітації в технології отримання водню XXIV Міжнародна науково-технічна конференція «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці» м. Київ , 2019.- С. 81-84 27.05.2019. -
2. І.В. Ночніченко, О.М. Яхно, О.Ф. Луговський, О.О. Томашевський. Математичне моделювання нерегульованого кавітаційного генератора в середовищі solidworks X Міжнародна науково-технічна конференція «Теоретичні та практичні проблеми в обробці матеріалів тиском і якості фахової освіти» м. Київ– м. Херсон , 2019.- С. 172-175 3.06.2019.
3. Nochnichenko I. Experimental study of a hydrogen generator with application modules of ultrasonic cavitation and vibration oscillations/ I. Nochnichenko, O. Luhovskyi, D. Kostiuk // International scientific conference proceedings «Unitech 2019», 16-17 November, 2019. – Gabrovo, Bulgaria, 2019. – P. 278 – 281.
4. XX Міжнародна науково-технічна конференція АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика» Держава - Україна; Місце проведення - м. Київ; Назва доповіді - Застосування електролізу для розщеплення морської води у технологіях отримання водню Автори – І.В. Ночніченко О.Ф. Луговський, , Д.В. Костюк; 23.10.2019. (4 с.)
5. XX Міжнародна науково-технічна конференція АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика» Держава - Україна; Місце проведення - м. Київ; Назва доповіді - Ультразвукова кавітаційна гомогенізація молока Автори –О.Ф. Луговський, , І.А. Гришко, А.І. Зілінський, А.Ю. Луппол; 23.10.2019.
6. XVIII Міжнародна науково-технічна конференція «Вібрація в техніці і технологіях»; Держава - Україна; Місце проведення - м. Київ; Назва доповіді - Експериментальне дослідження впливу ультразвукових та вібраційних коливань на продуктивність генератора газу Брауна тези; Автори – О.Ф. Луговський, І.В. Ночніченко, Д.В. Костюк; Дата проведення: 23.10.2019. (5 с.)
7. XVIII Міжнародна науково-технічна конференція «Вібрація в техніці і технологіях»; Держава - Україна; Місце проведення - м. Київ; Назва доповіді - Математичне моделювання робочої характеристики рідинно-магнітного демпфера; Автори – О.Ф. Луговський, І.В. Ночніченко, О.С. Галецький, Д.В.Костюк, С.В. Струтинський, К.О. Беліков; Дата проведення: 23.10.2019. (5 с.).
8. XIX Міжнародна науково-технічна конференція АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика» 25 вересня 2018 р., м. Львів  
О.Ф. Луговський, І.В. Ночніченко, В.С. Мирончук, Г.О. Ситнюк. Підвищення якості води за допомогою водневої барбатації та ультразвукової кавітації.- С 23-24.  
І.В. Ночніченко, О.Ф. Луговський, Д.В. Костюк , А.І. Зілінський, В.С. Мирончук. Підвищення ефективності технологічного процесу отримання водню.- С 24-25.

О. Ф. Луговський, А.В. Мовчанюк, В.П. Фесіч. МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО РОЗПИЛЕННЯ В ТОНКОМУ ШАРІ

Мовчанюк А.В., Луговской А.Ф., Сушко И.А.. КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЖИДКОСТНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ДАВЛЕНИЯ

9. International scientific conference proceedings «Unitech 2018», 22-23 November, 2018. – Gabrovo, Bulgaria, 2018. –

I. Nochnichenko, O. Jakhno, O. Luhovskyi, D. Kostiuk. Temperature influence on cavitation mass transfer in the channel of laval nozzle type - Volume II, P. 284 – 288.

10. XXIV Міжнародна науково-технічна конференція «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці», 27-30 травня 2019 р., м. Київ.

«Застосування ультразвукової кавітації в технології отримання водню» Луговський О.Ф., Ночніченко І.В., Костюк Д.В., Зілінський А.І.

«Дослідження впливу ультразвукової кавітації на конструкційні матеріали» Луговской А.Ф., Гришко І.А., Зілінський А.І., Жила В.І.

«Увеличение производительности ультразвуковых распылителей с развитой поверхностью» Мовчанюк А.В., Луговской А.Ф., Фесич В.П.

«Особенности построения системы управления мехатронним ультразвуковым распылителем» Мовчанюк А.В., Луговской А.Ф., Фесич В.П.

11. Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «Інновації молоді – машинобудуванню», секція «Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка», 27 по 29 квітня 2019 р.

Місце проведення: Київ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ГЕНЕРАТОРА ВОДНЮ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ЯВИЩА УЛЬТРАЗВУКОВОЇ КАВІТАЦІЇ

Є.О. Єсаф'єв<sup>1</sup>, учень, О.Ф. Луговський<sup>2</sup>, д.т.н., І.В. Ночніченко<sup>2</sup>, к.т.н.

Д.В. Костюк<sup>2</sup>, к.т.н.

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ В УМОВАХ БЕЗДОРІЖЖЯ

С.С. Антонов<sup>1</sup>, студент, О.Ф. Луговський<sup>1</sup>, д.т.н., проф.

### Участь у виставках 2019

#### 1. ЛАК&КРАСКА EXPO UA – 2019

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 02 - 05 квітня 2019 року

Експонат «Установка для отримання питної води в польових умовах».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., доц. Мовчанюк А.В., доц. Гришко І.А., асист. Зілінський А.І., інж. Фесіч В.П.Ю асп. Пацьола Б.В., Галецький О.С., Муращенко О.М., Костюк Д.В., Карашук Я.Ф.

## **2. КИЇВСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ЯРМАРОК – 2019**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 02 - 05 квітня 2019 року

Експонат «Установка для отримання питної води в польових умовах».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., доц. Мовчанюк А.В., доц. Гришко І.А., асист. Зілінський А.І., інж. Фесіч В.П.Ю асп. Пацьола Б.В., Галецький О.С., Муращенко О.М., Костюк Д.В., Карашук Я.Ф.

## **3. ADDIT EXPO 3D - 2019**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 02 - 05 квітня 2019 року

Експонат «Установка для отримання питної води в польових умовах».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., доц. Мовчанюк А.В., доц. Гришко І.А., асист. Зілінський А.І., інж. Фесіч В.П., асп. Пацьола Б.В., Галецький О.С., Муращенко О.М., Костюк Д.В., Карашук Я.Ф.

## **4. PLASTEXPOUA - 2019**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 02 - 05 квітня 2019 року

Експонат «Установка для отримання питної води в польових умовах».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., доц. Мовчанюк А.В., доц. Гришко І.А., асист. Зілінський А.І., інж. Фесіч В.П.Ю асп. Пацьола Б.В., Галецький О.С., Муращенко О.М., Костюк Д.В., Карашук Я.Ф.

## **5. ЛАК&КРАСКА EXPO UA – 2019**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 02 - 05 квітня 2019 року

Експонат «Кавітаційний пристрій для обробки рідини».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., Ночніченко І.В., асист. Зілінський А.І., Костюк Д.В., Костюк Д.В., Галецький О.С., Муращенко О.М., Забіла В.Д.

## **6. КИЇВСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ЯРМАРОК – 2019**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 02 - 05 квітня 2019 року

Експонат «Кавітаційний пристрій для обробки рідини».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., Ночніченко І.В., асист. Зілінський А.І., Костюк Д.В., Костюк Д.В., Галецький О.С., Муращенко О.М., Забіла В.Д.

## **7. ADDIT EXPO 3D - 2019**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 02 - 05 квітня 2019 року

Експонат «Кавітаційний пристрій для обробки рідини».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., Ночніченко І.В., асист. Зілінський А.І., Костюк Д.В., Костюк Д.В., Галецький О.С., Муращенко О.М., Забіла В.Д.

## **8. PLASTEXPOUA - 2019**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 02 - 05 квітня 2019 року

Експонат «Кавітаційний пристрій для обробки рідини».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., Ночніченко І.В., асист. Зілінський А.І., Костюк Д.В., Костюк Д.В., Галецький О.С., Муращенко О.М., Забіла В.Д.

**9. Конкурс проектів оборонних технологій “Sikorsky Challenge-2019”**

**14-15 травня 2019**

Експонат «Кавітаційний стерилізатор для польових шпиталів»

Розробники: проф. Луговський О.Ф., доц. Мовчанюк А.В., доц. Гришко І.А., асист. Зілінський А.І., інж. Фесіч В.П., Галецький О.С., Муращенко О.М., Костюк Д.В., Жила В.

**10. Виставка «Зброя та безпека-2019»**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15,  
08 - 10 жовтня 2019 року

Експонат «Устаткування для отримання питної води в польових умовах». Розробники: проф. Луговський О.Ф., доц. Мовчанюк А.В., доц. Гришко І.А., ст.викл. Новосад А., асист. Зілінський А.І., інж. Фесіч В.П.

**11. Виставка «Зброя та безпека-2019»**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15,  
08 - 10 жовтня 2019 року

Експонат «Багатофункціональна гібридна воднева станція».

Розробники: Луговський О.Ф., Ночніченко І.В., Зілінський А.І., Костюк Д.В., Мирончук В.С., Ситнюк Г.О..

**12. Виставка «Зброя та безпека-2019»**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15,  
08 - 10 жовтня 2018 року

Експонат «Кавітаційно-магнітний активатор палива»

Автори - Луговський О. Ф., Ночніченко І. В., Зілінський А, І., Костюк Д. В., Ситнюк Г. О.

**13. Виставка на VIII Фестивалі інноваційних проектів “Sikorsky Challenge-2019”**

**08-10 жовтня 2019**

Експонат – Кавітаційно-магнітний модифікатор рідких середовищ  
Автори - Луговський О.Ф. Ночніченко І.В., Костюк Д.В., Зілінський А.І., Забіла В.

**14. Виставка на VIII Фестивалі інноваційних проектів “Sikorsky Challenge-2019”**

**08-10 жовтня 2019**

Експонат – Ультразвуковий кавітаційний розпилювач великої потужності для мехатронних систем зрошування

Автори - Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Гришко І.А., Фесіч В.П., Зілінський А.І.

**15. Виставка на VIII Фестивалі інноваційних проектів “Sikorsky Challenge-2019”**

**08-10 жовтня 2019**

Експонат – Мобільна установка для очищення води

Автори - Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Гришко І.А., Фесіч В.П., Зілінський А.І.

**16. Міжнародний форум “INNOVATION MARKET”**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 05 -07 листопада  
2019 року

Експонат «Мобільна установка для очищення води».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Гришко І.А., Зілінський А.І., інж. Фесіч В.П., Галецький О.С., Муращенко А.М., Костюк Д.В.

**17. Міжнародний форум “INNOVATION MARKET”**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 05 -07 листопада 2019 року

Експонат «Кавітаційно-магнітний модифікатор рідких середовищ».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., Ночніченко І.В., Зілінський А.І., Костюк Д.В., Галецький О.С., Муращенко А.М.

### **18. XVIII Міжнародний Промисловий Форум 2019**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 19 -22 листопада 2019 року

Експонат «Мобільна установка для очищення води».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Гришко І.А., Зілінський А.І., Фесіч В.П., Галецький О.С., Муращенко А.М., Костюк Д.В.

### **19. XVIII Міжнародний Промисловий Форум 2019**

Міжнародний Виставковий Центр (Київ, Броварський проспект, 15) 19 -22 листопада 2019 року

Експонат «Кавітаційно-магнітний модифікатор рідких середовищ».

Розробники: проф. Луговський О.Ф., Ночніченко І.В., Зілінський А.І., Костюк Д.В., Галецький О.С., Муращенко А.М.

**16. Надати ключові слова до розробки :** автоматизовані об'єкти, ультразвукові виконавчі пристрої, гідравлічні виконавчі пристрої, пневматичні виконавчі пристрої, гідродинамічні процеси, процеси переносу в рідинному та газовому робочому середовищі, вплив режимів та умов використання, алгоритми функціонування, алгоритми керування, структурний синтез, логічний синтез, функціональні модулі, фізично-різнорідні системи з модульною структурою.