

УДК 628.16.06: 656.17

**Sergii A. Bychkov**<sup>1</sup>, Dr, Professor, Acting Director General of ANTONOV COMPANY  
*e-mail:* info@antonov.com

**Petro G. Kyriienko**<sup>2</sup>, PhD, docent, of Ecology Technogenic Safety  
*e-mail:* p.kirienko@khai.edu

**Yevhenii M. Varlamov**<sup>3</sup>, PhD (Tech.Sc), Senior Research Fellow, Head of the sector  
*e-mail:* y.varlamov@khai.edu

**Oleksandr V. Betin**<sup>2</sup>, Dr, Professor, of Ecology Technogenic Safety  
*e-mail:* o.betin@khai.edu

**Lyalya R. Mirsultanova**<sup>1</sup>, Head of the environmental protection department of ANTONOV COMPANY  
*e-mail:* lu98@i.ua

<sup>1</sup> ANTONOV COMPANY, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine

<sup>3</sup> Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problem, Kharkiv, Ukraine

## RECONSTRUCTION OF TREATMENT FACILITIES FOR WASTEWATER TREATMENT AT «ANTONOV» STATE ENTERPRISE

**Abstract.** *The main priorities of Ukraine's foreign policy in the field of environmental protection have always been political and institutional rapprochement with the European Union (EU). In this regard, Ukraine has made commitments to gradually harmonize national legislation with EU legislation. Therefore, the "Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy" which aimed at improving the protection and improvement of the aquatic environment through specific measures to reduce discharges, emissions and losses of priority substances, as well as the cessation or elimination of discharges, emissions and losses of hazardous substances, currently requires active implementation. Therefore, the issue of reconstruction of wastewater treatment plants at the enterprise of SE "Antonov" is very relevant. An analysis of the operation of wastewater treatment plants at the enterprise of SE "Antonov" was performed. Today, the entire complex of treatment facilities needs reconstruction with design work to implement the latest technologies for extraction of petroleum products from water and surface wastewater treatment, as well as the organization of self-flowing water treatment regime. Measures for the reconstruction of treatment facilities are proposed. The technology of operation of treatment facilities on the principle of self-flowing water treatment regime is offered, which will allow saving energy resources. An improved technology for extraction of petroleum products, floating and suspended solids from wastewater, and purification of effluents for dissolved petroleum products removal is proposed. Proposed measures will improve the environmental situation in reservoirs where treated water flows.*

**Keywords:** *wastewater treatment plants; oil products; wastewater; rainwater; meltwater; irrigation and washing water; floating and suspended solids; technological scheme*

С.А. Бичков<sup>1</sup>, П.Г. Кириченко<sup>2</sup>, Є.М. Варламов<sup>3</sup>, О.В. Бетін<sup>2</sup>, Л.Р. Мірсултанова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ДП «Антонов», м. Київ, Україна

<sup>2</sup> Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна

<sup>3</sup> «УКРНДІЕП», м. Харків, Україна

## РЕКОНСТРУКЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЗЛИВОВИХ ВОД НА ПІДПРИЄМСТВІ ДП «АНТОНОВ»

***Анотація.** Основними пріоритетами зовнішньої політики України в природоохоронній сфері завжди було політичне та інституційне зближення з Європейським Союзом (ЄС). У зв'язку з цим в Україні прийняті зобов'язання щодо поступової гармонізації національного законодавства до законодавства ЄС. Тому Директива 2000/60/ ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 р. «Про встановлення рамок діяльності співтовариства у сфері водної політики», спрямована на вдосконалення охорони і поліпшення водного середовища за допомогою конкретних заходів щодо зменшення скидів, викидів і втрат пріоритетних речовин, а також припинення або ліквідації скидів, викидів і втрат небезпечних речовин, наразі потребує активного впровадження. Тому питання щодо реконструкції очисних споруд для очищення зливових вод на підприємстві ДП «Антонов» є дуже актуальним. Проведено аналіз роботи очисних споруд очищення зливових вод на підприємстві ДП «Антонов». На сьогодні весь комплекс очисних споруд потребує реконструкції з проведенням проектних робіт для впровадження новітніх технологій відділення від води нафтопродуктів та доочищення поверхневих стічних вод, а також організації роботи в самопливному режимі. Запропоновано заходи з реконструкції очисних споруд. Технологія роботи очисних споруд, заснована на принципі самопливного режиму очищення вод, дозволить економити енергоресурси. Запропоновано удосконалену технологію вилучення із зливових вид нафтопродуктів, плаваючих і зважених речовин, та доочищення зливових вод від розчинених нафтопродуктів. Запропоновані заходи дозволять поліпшити екологічну ситуацію на водоймах, куди зливаються очищені води.*

***Ключові слова:** очисні споруди; нафтопродукти; зливові води; дощові і талі води; поливо-мийні води; плаваючі та зважені речовини; технологічна схема*

### Вступ

Основними пріоритетами зовнішньої політики України в природоохоронній сфері завжди було політичне та інституційне зближення з Європейським Союзом (ЄС). Результатом переходу до якісно нового рівня відносин стала підготовка Угоди про асоціацію. У зв'язку з цим в Україні прийняті зобов'язання щодо поступової гармонізації національного законодавства до законодавства ЄС.

Директива 2000/60/ ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 р. «Про встановлення рамок діяльності співтовариства у сфері водної політики» [1] спрямована на вдосконалення охорони і поліпшення водного середовища за допомогою конкретних заходів щодо зменшення скидів, викидів і втрат пріоритетних речовин, а також припинення або ліквідації скидів, викидів і втрат небезпечних речовин.

В Україні останнім часом приділяється досить значна увага проблемі стану навколишнього природного середовища [2, 3, 4].

Враховуючи наведене, питання з реконструкції очисних споруд для очищення зливових вод на підприємстві ДП «Антонов» є дуже актуальним.

Очисні споруди зливових стічних вод північної території Державного підприємства «Антонов» побудовані у 1988 р. за проектною документацією, яка розроблена інститутом «Київавіапроект». Згідно з проектом їх продуктивність складає очищення 800 м<sup>3</sup>/добу зливових стічних вод.

На очисні споруди зливових стічних вод надходять поверхневі (дощові, талі, поливо-мийні) стічні води з північної, північно-західної і північно-східної частин території підприємства. Відведення поверхневого стоку з цих територій здійснюється колекторами зливової каналізації діаметрами 1000, 1200 та 1500 мм, на яких встановлено розподільні камери, що забезпечують спрямування на очисні споруди усіх видів поверхневого стоку (дощових, талих, поливних миючих вод).

Технологічною схемою відведення і очищення поверхневих стічних вод передбачено очищення найбільш забрудненої частки поверхневого стоку, що утворюється в період випадіння дощів, танення снігу та миття покриття на території підприємства, що складає не менше 70% об'єму стоку за рік і відповідає вимогам ДБН В.2.5-75; 2013 [11].

Очисні споруди зливових вод поверхневого стоку з території підприємства, у відповідності до проекту, складаються з ряду ступенів, до складу яких входять:

– два резервуари-відстійники ємністю: № 1 – 5000 м<sup>3</sup>, № 2 – 2000 м<sup>3</sup>. Резервуар № 1 обладнаний секцією для затримання плаваючого сміття та нафтопродуктів. Нафтопродукти збираються до резервуару (залізобетонний колодязь) для збору нафтопродуктів об'ємом 10 м<sup>3</sup>. Резервуари-відстійники збудовано зі збірних залізобетонних конструкцій розмірами в плані: резервуар № 1 – 26x66 м, резервуар № 2 – 26x26 м, будівельною глибиною 4,8 м та робочою 3 м;

– будівля, розміром в плані 6x8 м, в якій розміщені приміщення для 2 піщано-гравійних фільтрів, насосного відділення з 3 групами насосів – подачі очищеної у резервуарах води на фільтри, подачі чистої фільтрованої води на промивку фільтрів, відведення промивної води після промивки фільтрів у голову очисних споруд, приміщення трансформаторної підстанції. Резервуар промивної води ємністю 45 м<sup>3</sup>.

Від розподільчих камер, що встановлені на дощових колекторах, стічні поверхневі води надходять на очисні споруди по трубопроводу діаметром 800 мм у секцію для затримання плаваючого сміття і нафтопродуктів, яка обладнана решіткою, згонною планкою, поворотно-щільовими трубами, затопленим випуском в резервуар № 1. Спливаючі нафтопродукти за допомогою згінної планки через поворотно-щільові труби спрямовують в накопичувач нафтопродуктів для подальшої утилізації.

Перетік води з секції для затримання нафтопродуктів до резервуара-відстійника № 1 і далі до резервуара-відстійника № 2 здійснюється через затоплені перепускні трубопроводи.

Доочищені на піщано-гравійних фільтрах, що розташовані у спеціальній будівлі, очищені зливі води скидаються у дощовий колектор, діаметром 1200 мм і далі у рівчак Новобіличі, притоку р. Ірпінь.

На сьогодні очисні споруди не придатні до експлуатації (загальний вигляд наведено на рис. 1 та 2). Весь комплекс очисних споруд потребує реконструкції з проведенням проектних робіт для впровадження новітніх технологій відділення від води нафтопродуктів та доочищення поверхневих стічних вод, а також організації роботи в самопливному режимі.



Рис. 1 – Загальний вигляд накопичувача № 1



Рис. 2 – Загальний вигляд піщано-гравійних фільтрів

**За результатами проведених досліджень існуючих споруд очищення зливових вод та можливості їх реконструкції пропонується.**

1. Обстежити, і очистити всі підвідні та відвідні колектори діаметрами 400, 500, 800, 1000, 1200, 1500 мм, деякі з них можна заглушити.
2. Відремонтувати всі колодязі, розташовані на колекторах дощової каналізації, піднявши їх на 200 мм над рівнем землі.

3. Виконати проект майданчика для зневоднення осаду, який видаляється з відстійників, та для його тимчасового складування.

4. Виконати проект і будівництво нагірної канави для перехоплення та відведення поверхневого стоку, що надходить по рельєфу місцевості на спланований у виїмці майданчик очисних споруд.

5. Виконати проектні роботи для впровадження новітніх технологій відділення від води нафтопродуктів та доочищення поверхневих стічних вод, а також організації роботи очисних споруд в самопливному режимі.

6. Провести ремонтно-будівельні роботи за проектами.

Для виконання перших чотирьох пунктів не треба великих капіталовкладень. Деякі роботи можуть виконуватися за допомогою механізмів та робітників самого підприємства. Автори пропонують для виконання п'ятого пункту виконати проект та розрахунки за наступною схемою (рис. 3).

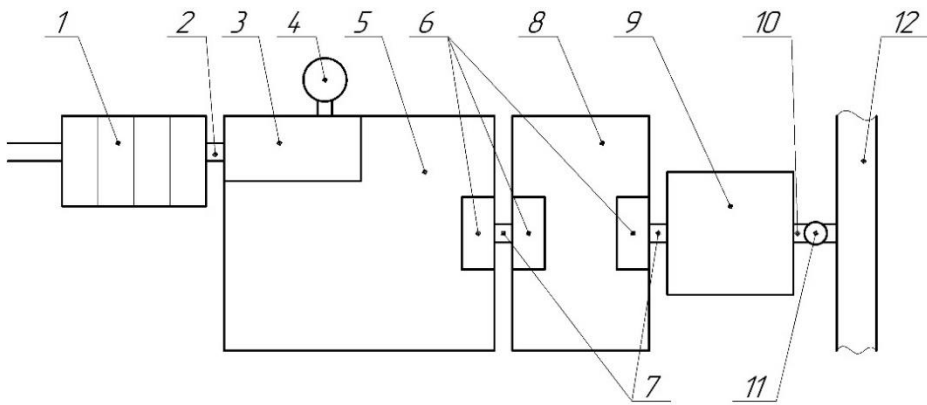


Рис. 3 – Технологічна схема очищення дощових стічних вод:

- 1 – блок попереднього очищення, 2 – сифонний перетік, 3 – нафтовловлювач,
- 4 – резервуар нафтопродуктів, 5 – відстійник № 1, 6 – деструктори нафтопродуктів,
- 7 – перетічні труби, 8 – відстійник № 2, 9 – блок остаточного очищення, 10 – перетічна труба, 11 – колодязь з автоматикою, 12 – відвідний колектор

Перед резервуаром-відстійником № 1 необхідно побудувати очисну споруду для вилучення зважених речовин (пісок, камінці, намул, листя у вигляді органіки, гілки, папір та ін.), плаваючого сміття та інших забруднень. Для цього необхідно побудувати споруду блоку попереднього очищення і відстоювання зливових вод. Обладнати цей блок автоматичною системою видалення плаваючого сміття: сіткою-транспортером, ерліфтами видалення піску, що дозволить якісно вилучати нафтопродукти в нафтовловлювачі.

Для цього зливову воду, яка надходить на очищення, необхідно пропустити через спеціальне сито, із відповідним вічком, де будуть вилучені всі плаваючі речовини. Для вилучення зважених речовин в блоці попереднього очищення треба облаштувати відстійник з приямком для збору осаду, ерліфтами для видалення осаду, лабіринтними уповільнювачами потоку. Таким чином злилова вода буде попередньо очищена. Наступний етап – очищення зливових вод від нафтопродуктів.

Пропонується нафтовловлювач побудувати у відповідності до патенту авторів статті на винахід № 120726 «Пристрій для очищення зливних вод від нафтопродуктів і завислих речовин» від 27.01.2020, бюл. № 2 [9].

Конструкцію нафтовловлювача згідно з патентом зображено на рис. 4.

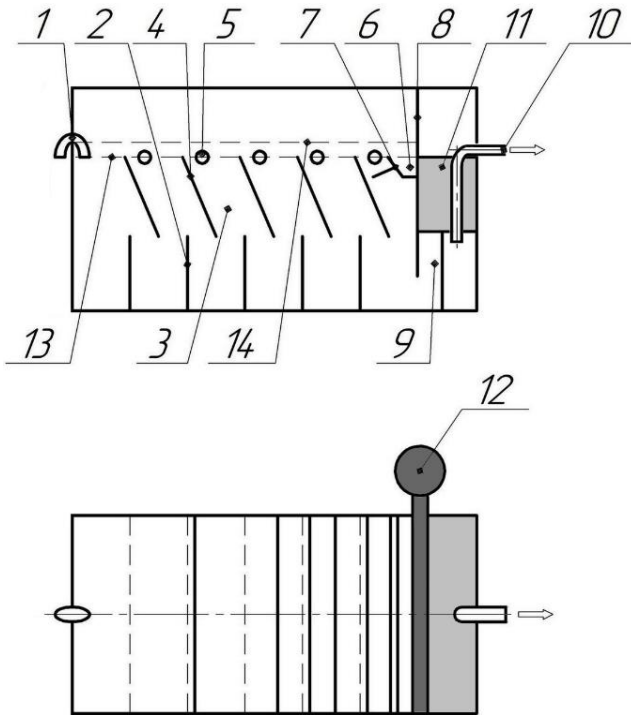


Рис. 4 – Схема конструкції нафтовловлювача:

1 – перетічна труба, 2 – вертикальні занурені мембрани, 3 – відстійник, 4 – похилені занурені мембрани, 5 – застійна зона, 6 – жолоб, 7 – тавроподібна стінка, 8 – верхня напівзанурена мембрана, 9 – вторинний відстійник, 10 – сифонний витік, 11 – плаваюче завантаження, 12 – нафтонакопичувач, 13 – найнижчий рівень, що подається на очищення, 14 – найвищий рівень води, що подається на очищення

Нафтовловлювач працює наступним чином. Вода з блока попереднього очищення по перетічній трубі 1 самопливною системою надходить у відстійник 3. Протікаючи по відстійнику, швидкість потоку уповільнюється через вертикальні занурені мембрани 2, а зверху, за похиленими мембранами 4, утворюється застійна зона 5, де збираються нафтопродукти. Разом з потоком плаваючі нафтопродукти переносяться до тавроподібної стінки 7. Виступ на тавроподібній стінці не дає потрапляти нафтопродуктам назад в стічну воду, далі вони потрапляють в похилий жолоб 6, а із жолоба – в нафтонакопичувач 12. Рівні води 13 і 14 в нафтовловлювачі налаштовані таким чином, що вода і нафтопродукти обов'язково будуть розділятися, а після розділення не змішуватись. У вторинному відстійнику 9 у верхній частині розташоване плаваюче завантаження 11, призначене для вилучення із води розчинених нафтопродуктів. В якості плаваючого завантаження використовується дерев'яна стружка хвойних порід з біодеструктором. Далі вода через сифонний витік 10 виводиться із пристрою самопливною системою у відстійник № 1.

На виході води із відстійника № 1 (рис. 1), а на вході у відстійник № 2 обладнані секції з плаваючими змінними бонами, наповненими дерев'яною стружкою хвойних порід з біодеструктором. Така ж секція обладнана і на виході води із відстійника № 2. На виході із відстійника № 2 (рис. 1) обладнана плаваюча змінна бона, наповнена дерев'яною стружкою хвойних порід з біодеструктором. Такий технологічний прийом доочищення стічної води дозволить більш якісно очищувати стічну воду від нафтопродуктів. Перетічні труби 7, 10 дозволять стічній воді самопливною системою надходити із одного технологічного вузла до наступного.

В блоці остаточного очищення 9 (будівля, розміром в плані 6x18 м, обладнана випуском очищеної води в зливовий колектор) може бути розміщена установка для очищення стічної води від важких металів. Для цього необхідно закупити та встановити необхідне обладнання та реактиви. Як правило, таке обладнання використовує деякі сорбційні методи очищення, орієнтовані на визначені важкі метали [6, 7, 8].

Для автоматичного контролю якості очищеної стічної води перед скиданням в стічний колектор, в колодязі 11 необхідно облаштувати пункт автоматного контролю якості очищеної води [10]. Способи контролю можна використовувати різні, наприклад метод рідинної хроматографії, мас-спектрометрії, в поєднанні з засобами обчислювальної техніки, дозволить оперативно одержувати необхідну інформацію. При виборі методів визначення компонентів стічних вод необхідно враховувати не тільки метрологічні характеристики порівняльних методів, але й такі фактори, як витрати та стійкість реактивів, вартість визначення, надійність аналізаторів, наявність методичного забезпечення, трудомісткість обслуговування приладів і підготовки проби.

## **Висновки**

1. Запропонована технологічна схема очищення стічних вод дозволить вилучати із стічної води нафтопродукти та важкі метали, що дасть змогу не забруднювати поверхневі води і поліпшить екологічну обстановку.
2. Реалізація руху рідини по очисному пристрою в самопливному режимі дозволить економити енергетичні ресурси.
3. Використання блока попереднього очищення дозволить вилучати зважені речовини (пісок, камінці), намул, у вигляді органіки, плаваюче сміття (листя, гілки, папір та ін.) і не засмічувати очисну споруду.
4. Розроблені заходи дозволять поліпшити екологічну ситуацію на водоймах, куди надходять очищені зливові води підприємства.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Директива 2000/60/ ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 р. «Про встановлення рамок діяльності співтовариства у сфері водної політики».
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.91 №1264-XI. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua>.
3. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 №2697-VIII. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>.

4. Водний кодекс України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80/conv>.
5. П.Г. Кирієнко, Є.М. Варламов, В.В. Кручина, І.М. Берешко. Водопостачання, водовідведення та поліпшення якості води, навч. посіб. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», 2013. – 188 с.
6. Запольський, А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води [Текст] / А. К. Запольський. – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.
7. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод [Текст] / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – М.: АСВ, 2004. – 704 с.
8. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Кліменко, І. М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
9. Кирієнко П.Г., Варламов Є.М., Бетін О.В., Бичков С.А., Мірсултанова Л.Р. Патент на винахід № 120726 від 27.01.2021, бюл № 2.
10. РД 211.1.7.105-02 Методичні вказівки та вимоги щодо оснащення типових пунктів оперативного контролю води / Є.М. Варламов, В.А. Квасов, Г.М. Катриченко, Л.Л. Юрченко. – К. : Мінприроди, 2002. – 12 с.
11. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди.

*Стаття надійшла до редакції 03.12.2020 і прийнята до друку після рецензування 22.02.2021*

## REFERENCES

1. Directive 2000/60 / EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.
2. Law of Ukraine "On Environmental Protection" of 25.06.91 №1264-XI. Retrieved from: <http://www.rada.gov.ua>.
3. Law of Ukraine "On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the period up to 2030" of 28 February 2019 №972697-VIII. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>.
4. Water Code of Ukraine. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80/conv>.
5. Kyriienko, P.H., Varlamov, Ye.M., Kruchyna, V.V., & Bereshko, I.M. (2013). *Vodopostachannia, vodovidvedennia ta polipshennia yakosti vody, navch. posib.* [Water supply, drainage and water quality improvement, textbook]. Kharkiv: Nats. aerokosm. un-t im. M.Ye. Zhukovskoho «KhAI» (in Ukrainian).
6. Zapolskyi, A.K. (2005). *Vodopostachannia, vodovidvedennia ta yakist vody* [Water supply, drainage and water quality]. Kyiv: Vyshcha shkola (in Ukrainian).
7. Jakovlev, S.V., & Voronov, Ju.V. (2004). *Vodootvedenie i ochistka stochnyh vod* [Wastewater disposal and wastewater treatment]. Moscow: ASV (in Russian)
8. Zapolskyi, A.K., Mishkova-Klimenko, N.A., Astrelin, I.M. et al. (2000). *Fyzyko-khimichni osnovy tekhnolohii ochyshchennia stichnykh vod* [Physico-chemical bases of wastewater treatment technology]. Kyiv: Libra (in Ukrainian).
9. Kyriienko, P.H., Varlamov, Ye.M., Betin, O.V., Bychkov, S.A., & Mirsultanova, L.R. *Pat. 120726 Ukrain'a*. Bjul. №2, vid 27.01.2021 r. (in Ukrainian).
10. Varlamov, Ye.M., Kvasov, V.A., Katrychenko, H.M., & Yurchenko, L.L. (2002). RD 211.1.7.105-02 *Metodychni vkazivky ta vymohy shchodo osnashchennia typovykh punktiv operatyvnoho kontroliu vody* [Methodical instructions and requirements for equipping standard points of operative control of water]. Kyiv: Minprirody (in Ukrainian).
11. DBN B.2.5-75:2013. Sewage. External networks and constructions (in Ukrainian).

*The article was received 03.12.2020 and was accepted after revision 22.02.2021*



**Бичков Сергій Андрійович**

Генеральний директор ДП «Антонов», доктор технічних наук, професор

**Адреса робоча:** 03062, Україна, м. Київ, вул. Академіка Туполева, 1

**e-mail:** info@antonov.com

**Кириєнко Петро Григорович**

кандидат технічних наук, доцент Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

**Адреса робоча:** 61070 Україна, м. Харків, вул. Чкалова, 17

**e-mail:** p.kirienko@khai.edu

**Варламов Євген Миколайович**

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, зав. сектором НДУ «УКРНДІЕП»

**Адреса робоча:** 61166, Україна, м. Харків, вул. Бакуліна, 6

**e-mail:** y.varlamov@khai.edu

**Бетін Олександр Володимирович**

доктор технічних наук, професор Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

**Адреса робоча:** 61070 Україна, м. Харків, вул. Чкалова, 17

**e-mail:** o.betin@khai.edu

**Мірсулганова Ляля Рустемівна**

начальник ООС ДП «Антонов»

**Адреса робоча:** 03062, Україна, м. Київ, вул. Академіка Туполева, 1

**e-mail:** lu98@i.ua