

УДК 665

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ І АЛЬТЕРНАТИВНИХ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ: ЕКОЛОГІЧНИЙ РИЗИК

<sup>1</sup>С. В. Бойченко, д-р техн. наук, проф.; <sup>2</sup>В. О. Хрутьба, д-р техн. наук, доц.;

<sup>1</sup>А. В. Яковлева, асист.; <sup>1</sup>А. К. Антропченко

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет

<sup>2</sup>Національний транспортний університет

*Проведено ідентифікацію ризиків, що виникають під час використання традиційних і альтернативних палив для повітряно-реактивних двигунів літальних апаратів. Розглянуто стадії життєвого циклу використання палива та вплив на навколишнє середовище кожної із стадій. Оцінено емісію, що виникає під час згоряння палива, внаслідок чого стає актуальним оцінка екологічного ризику для здоров'я населення.*

**Ключові слова:** ризик, авіація, екологічний ризик, біопаливо, літальні апарати, альтернативне паливо, традиційне паливо.

*The article is identification of risks arising from the use of traditional and alternative fuels for jet aircraft. Discusses stages in the life cycle of fuel usage and the environmental impact of each stage. Also estimated emissions that occur during fuel combustion, thereby becoming relevant to the assessment of environmental risk for population health.*

**Keywords:** risk, aviation, environmental risk, biofuels, aircraft, alternative fuel, traditional fuel.

### Вступ

Сьогодні стрімкі процеси євроінтеграції та прийняті міжнародні екологічні стандарти змушують підприємства авіаційної галузі активізувати свою діяльність щодо зниження негативного впливу на довкілля. Зростаючі потреби у світових перевезеннях вимагають все більших енергетичних витрат. Посилює цю тенденцію очікуване вичерпання традиційних енергетичних ресурсів, падіння видобутку нафти і пов'язане з цим зменшення виробництва рідкого палива, включаючи і палива для паливо-реактивних двигунів (ПРД). Крім того, світова громадськість стурбована питаннями впливу діяльності авіаційної галузі на стан навколишнього середовища, зокрема атмосферного. Зокрема Комітет з охорони навколишнього середовища від впливу авіації (САЕР) у 2010 р. в Монреалі ставив питання про зменшення емісії зокрема обсягу викидів NO<sub>x</sub> та CO<sub>2</sub>. За підтримкою ІКАО, у стратегічному документі 38-ї Асамблеї ІКАО було представлено стратегічні плани у галузі охорони навколишнього середовища, щодо емісії авіаційних двигунів, що впливає на місцеву якість повітря, щодо впливу міжнародної авіації на зміни клімату, включаючи хід роботи щодо впливу нового авіаційного стандарту на емісію CO<sub>2</sub>, планів дій держав і надання допомоги державам, екологічних альтернативних видів палива для авіації, ринкових заходів і глобальних бажаних цілей. Ці питання стали досить важливими для кожної з держав [1, 2].

В Україні, як і в інших державах світу існує гостра проблема забруднення атмосфери продук-

тами згоряння палива. Така ситуація зумовлює необхідність оцінки впливу відпрацьованих газів на усіх стадіях експлуатації літальних апаратів (ЛА) та розробки ефективних заходів щодо зниження їх негативного впливу на довкілля.

### Актуальність

Основною причиною низки кардинальних рішень щодо використання авіаційного палива стала занепокоєність сучасним станом довкілля. Останнім зібранням стосовно зменшення глобальних змін клімату стала Паризька конференція у грудні 2015 р., що поставила за мету зниження викиду парникових газів авіаційними двигунами. Міжнародна асоціація повітряного транспорту (ІАТА) розробила завдання скоротити рівень викидів CO<sub>2</sub> від повітряних перевезень на 50 % до 2050 р. Крім того, Європейська комісія в 2011 р. встановила політику досягнення 60 % скорочення CO<sub>2</sub> до 2050 р. Низьковуглецеве паливо в авіації повинно становити 40 % до 2050 р. Авіаційні біопалива внесли нові перспективи у розвиток авіації. Однак не треба забувати, що вивчення та дослідження нових перспектив лише на початковому рівні. Досвід використання альтернативних палив в авіації ще недостатній і потенційно він може становити певні ризики як для авіаційної техніки, так і для навколишнього середовища та населення [3, 4]. Стійка тенденція погіршення стану здоров'я населення через зниження якості довкілля формує повний комплекс масштабного і оперативного аналізу зміни середовища, відображення динаміки та прогнозування можливих наслідків змін середовища на стан здоров'я населення [5].

Виходячи з вищесказаного, питання аналізу та оцінки ризиків використання альтернативних авіаційних палив є актуальним і має перспективи для подальших системних досліджень.

#### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Загальноприйнята практика дає можливість стверджувати, що будь-яка діяльність з аналізу використання альтернативних авіаційних палив потенційно небезпечна. Як відомо, повітряний транспорт впливає на навколишнє середовище як на глобальному (глобальне потепління, викиди парникових газів), так і на місцевому рівнях (атмосферне та шумове забруднення, здоров'я людини) [6]. Інноваційним засобом у сучасних комплексних підходах до вирішення екологічних проблем є ризикові оцінки. Вирішення проблем у галузі вдосконалення методик оцінки та відображення екологічного ризику займає особливе становище в системі охорони навколишнього середовища. Сьогодні існують різні системи оцінок можливого збитку від погіршення навколишнього середовища (наприклад екологічний аудит, оцінка ризиків, ОВНС і т. д.). Найбільшими можливостями в цьому відношенні, на наш погляд, займає методологія оцінок ризику, і в першу чергу екологічний ризик [5, 7].

Дослідження теоретичних і практичних аспектів ризику, включаючи його аналіз та оцінку, набуває сьогодні все більшої актуальності, оскільки ризик у сучасних умовах господарювання істотно впливає на результати діяльності підприємств. Слід зазначити, що сучасні методи оцінки та управління ризиком тільки починають використовуватися. Найбільш теорія ризику розроблена у фінансовій сфері, зокрема банківській.

У безпеці людини у визначенні екологічного ризику, вирізняють соціальні, професійні, екологічні, техногенні, медико-біологічні, військові й ін. В екології вирішальне значення мають проблеми безпеки людини і навколишнього середовища, що пов'язано з можливістю виникнення екологічного ризику. Проблеми оцінки екологічного ризику вивчають як вітчизняні, так і зарубіжні фахівці, серед яких особливий внесок у вивчення даного питання внесли: П. А. Ваганов [8], С. П. Іванюта, К. В. Таранюк, А. Б. Качинський, П. В. Вітлінський, О. О. Веклич, М. В. Голованенко, С. М. Ілляшенко, О. В. Козьменко, С. К. Харічков, Є. В. Хлобистов, П. А. Ваганов, К. Рихтер, О. Н. Русак, О. В. Садченко та ін.

Важливим матеріалом є дослідження А. А. Швиряєва та В. В. Меншикова, що присвятили працю ризик-аналізу забруднення атмосфери промисловими об'єктами, де висвітлено основні аспекти ризик-аналізу [9].

Водночас варто відзначити, що методи оцінки та управління екологічними ризиками в авіаційній галузі знаходяться на стадії теоретичних розробок, і поки що не знайшли достатнього розповсюдження на практиці [10].

**Мета дослідження** — ідентифікація ризиків на різних етапах життєвого циклу традиційних і альтернативних авіаційних палив.

**Об'єкт** — використання традиційних і альтернативних палив для ПРД в авіації.

**Предмет** — екологічні ризики і перспективи використання традиційних та альтернативних палив в авіації.

#### **Виклад основного матеріалу дослідження**

В останні десятиліття, у зв'язку з подорожчанням традиційних вуглеводневих палив та вичерпанням нафтових родовищ все більше вчених та дослідників проводять роботу з прагненням до впровадження «чистих» альтернативних палив, що мають поліпшені екологічні характеристики, а також палив, що виробляються з відновлювальних джерел сировини. Відновлювальною сировиною є, як правило, біологічна сировина, яку використовують стебла цукрової тростини або насіння ріпаку, кукурудзи, сої. Такі палива прийнято називати — біопаливом.

Дана стаття присвячена ризик-аналізу використання традиційного палива та біопалива у авіації.

Важливим етапом ризик-аналізу використання біопалив в авіації є аналіз факторів загрози забруднення навколишнього середовища [9]. Одним із аспектів ризик-аналізу є нова тенденція у дослідженнях, визначення сильних та слабких сторін, тобто метод SWO□-аналізу.

Аналіз факторів загрози забруднення навколишнього середовища полягає в ідентифікації всіх джерел загрози та оцінки їх впливу на довкілля і людину. При цьому важливе встановити зв'язок між факторами загрози і факторами навколишнього середовища, що дає можливість відстежити виникнення деяких ініціюючих умов, що можуть спровокувати загрозу забруднення навколишнього середовища. При цьому не всі явища природного характеру та процеси техногенного характеру, впливаючи на джерело загрози, здатні викликати забруднення [8].

Процес виконання ризик-аналізу традиційно складається з таких послідовних процедур [9]:

- планування та організація робіт;
- ідентифікація ризиків;
- оцінка ризику;
- розроблення рекомендацій з управління ризиком.

Одним з ключових етапів у процесі ризик-аналізу є ідентифікація ризиків та їх класифікація. На етапі ідентифікації ризиків було проаналізовано ризики, що існують на різних стадіях життєвого циклу палива для ПРД.

Методологія «оцінки життєвого циклу» — оцінка екологічного впливу, що пов'язаний з продукцією, на всіх стадіях її життєвого циклу. Стадії життєвого циклу визначалися відповідно до ISO 14040-14043 «Управління навколишнім середовищем. Оцінка життєвого циклу». Було виділено такі основні стадії життєвого циклу палива:

- стадія виробництва та видобування сировини для палива;
- стадія переробки сировини та виробництва палива;
- стадія транспортування і зберігання палива;
- стадія використання палива ЛА.

Приклад схеми життєвого циклу палива для ПРД наведено на рис. 1. Дані про основні екологічні аспекти, пов'язані з технологічним циклом використання традиційних і альтернативних палив і потенційні ризики, що існують під час використання палив для ПРД ЛА, систематизовано та приведено у табл. 1.

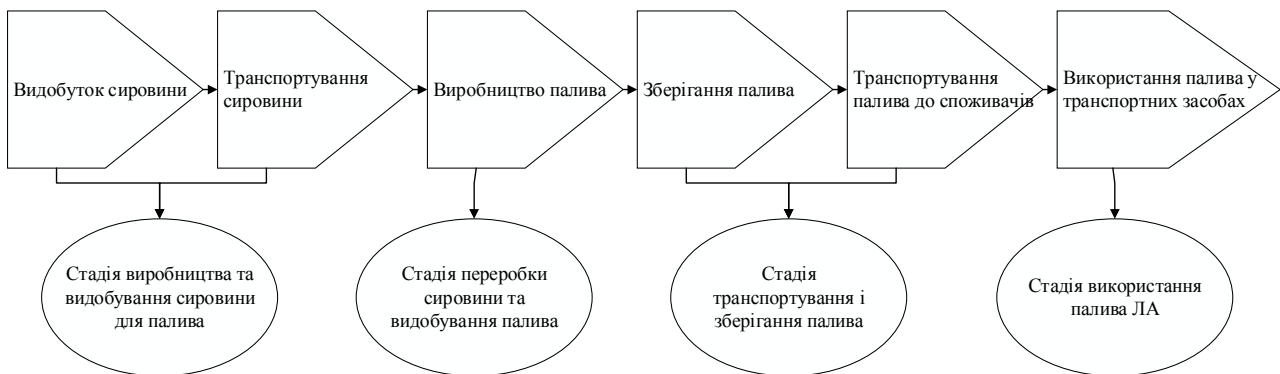


Рис. 1. Стадії життєвого циклу палива для ПРД ЛА

Таблиця 1

**Класифікація ризиків традиційних та альтернативних палив для ПРД відповідно до стадій життєвого циклу**

Традиційні палива для ПРД	Альтернативні палива для ПРД
<i>1. Стадія виробництва та видобування сировини для палива</i>	
Ресурсний ризик (вичерпаності сировини для палива)	Аграрний ризик (виснаження земель, мала кількість території для посівів)
Інвестиційний ризик	Інвестиційний ризик
Ризик змін законодавчих вимог до рівня викидів (ризик зміни законодавчих норм складу палива, вітчизняні палива можуть не відповідати нормам)	Ризик відсутності різних технологій переробки і виготовлення біопалива
Політичний або міждержавний ризик (конфліктної ситуації з державою поставщиком сировини для палива для ПРД)	Клімато-географічний ризик (щодо кліматичних умов у регіоні, що не відповідають необхідним для вирощування сировини)
	Недостатній об'єм сировини для біопалива
<i>2. Стадія переробки сировини та виробництва палива</i>	
Техногенний ризик (пов'язані з небезпеками, що виходять від технічних об'єктів)	Ризик малого досвіду та технічного забезпечення у сфері виготовлення альтернативного палива для ПРД ЛА
Ризики, пов'язані з забрудненням навколишнього середовища (розлив нафтопродуктів під час транспортування, зберігання і використання, випаровування нафтопродуктів, викиди після технологічного процесу шкідливих речовин у стічні води)	Інфраструктура виробництва сумішей біопалива
<i>3. Стадія транспортування і зберігання палива</i>	
Транспортні ризики, що виникають при транспортуванні палива	Ризик погіршення якісних характеристик палива з часом (малий термін зберігання палива)
Ризик вибухонебезпечності	Транспортні ризики, що виникають під час транспортування палива
	Ризик вибухонебезпечності

Закінчення табл. 1

Традиційні палива для ПРД	Альтернативні палива для ПРД
<i>4. Стадія використання палива ЛА</i>	
Екологічний ризик: – вплив емісії на здоров'я людини; – забруднення довкілля під час заправки літаків; – вплив на довкілля продуктів згоряння палива	Екологічний ризик: – вплив емісії на здоров'я людини; – забруднення довкілля під час заправки літаків; – вплив на довкілля продуктів згоряння палива
Ризик підвищення цін на паливо	Ризик невідповідальності норм міжнародним стандартам
Вплив палива на технічний стан ЛА	Ризик не готовності авіадвигунів до використання альтернативного палива
Ризик зниження конкурентності палива на ринку (поява нових кращих видів палива, наприклад поява альтернативного палива)	Ризик виникнення непрогнозованих ситуацій від використання альтернативного палива для ПРД ЛА
Професійні ризики пов'язані з кваліфікацією персоналу	Професійні ризики пов'язані з кваліфікацією персоналу

Ураховуючи той факт, що найбільший вплив на навколишнє середовище, а також й на всі елементи екосистеми відбувається під час заправки літаків паливом і емісія шкідливих речовин, що утворюється під час згоряння палива, стали предметом нашого дослідження, це екологічні ризики, етапі використання традиційних і альтернативних авіаційних палив.

Сучасна авіація — одна з головних споживачів нафтових ресурсів у вигляді авіаційних палив і мастильних матеріалів. Більша частина парку ЦА використовує паливо для ПРД і відповідальна за 2 % світової емісії CO<sub>2</sub> [11].

За даними, представленими ICAO, під час польоту один літак викидає близько 71,5 кг CO<sub>2</sub> на 1 км. Як і у випадку автомобільних палив, кінцевим продуктом згоряння палива для ПРД є відпрацьовані гази, що містять низку шкідливих речовин, серед яких слід назвати чадний газ, оксиди сірки, азоту, неспалені вуглеводні, сажа та ін. [11–13]. Основні вимоги до якості палив для ПРД формують: міжнародна організація повітряного транспорту (International Air Transport Association — IATA), американське суспільство з випробувань матеріалів (American Society of Testing and Materials — ASTM), англійська специфікація (DEFD) і «контрольний перелік» («Check List») [14].

Якість авіаційного палива, а відповідно, і склад відпрацьованих газів визначають природою і властивостями сировини, способами отримання базових фракцій, методами їх очищення та змішування, властивостями застосування присадок [15]. Традиційно палива для ПРД отримують з нафти, що складається з вуглеводнів різних класів і містить певну кількість води, механічні домішки і деякі гетероатомні сполуки [16, 17].

Екологічні характеристики сучасних нафтових палив для ПРД визначають, головним чином, умістом в них гетероатомних сполук, таких, як сірка [15]. Сірчисті сполуки впливають на вміст оксидів сірки у відпрацьованих газах ЛА і, отже, на їх токсичність. Наявність у паливі ароматичних вуглеводнів є також важливим показником при оцінюванні його екологічних характеристик. Адже саме поліциклічні ароматичні сполуки виявляють основним джерелом — сажі у відпрацьованих газах ЛА, у зв'язку з чим зміст зазначених компонентів у паливі строго нормується і підлягає ретельному контролю [18]. Головним документом, що регламентує викиди в цивільній авіації є «Руководство по качеству воздуха в аэропортах» прийняте організацією ІКАО у 2011 р. № 9889 [19].

У табл. 2 наведено перелік сполук, що виникають під час злітно-посадкового циклу, їх вплив на навколишнє середовище [15].

Таблиця 2

Сполуки, що виникають під час використання палива для ПРД (від зльоту до посадки)

Сполуки	Механізм утворення	Вплив на навколишнє середовище
CO <sub>2</sub>	Вуглекислий газ є продуктом повного згоряння авіаційного палива. Вуглець палива окиснюється киснем повітрям до CO <sub>2</sub>	Вуглекислий газ є основним парниковим газом з довготривалим життєвим (50–200 р.). Його частка від загальних викидів ПРД становить близько 70 %. Розсіюючись в атмосфері CO <sub>2</sub> спричиняє пряме нагрівання тропосфери під дією сонячного випромінювання

Закінчення табл. 2

Сполуки	Механізм утворення	Вплив на навколишнє середовище
H <sub>2</sub> O	Водяна пара є іншим продуктом повного згоряння палива. У процесі горіння водень окиснюється до H <sub>2</sub> O	Становить близько 29 % усіх відпрацьованих газів ПРД. Не спричиняє негативної дії на стан навколишнього середовища
CO	Чадний газ утворюється у результаті неповного згоряння авіаційного палива в умовах нестачі кисню у паливо-повітряній суміші	CO негативно впливає на усі живі компоненти екосистем. В організмі людини блокує доступ кисню до тканин, спричиняє серцево-судинні захворювання
NO <sub>x</sub>	Оксиди азоту утворюються під час потрапляння повітря у зону горіння з високими температурою та тиском, де молекулярний азот з'єднується з киснем з утворенням NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> сприяють утворенню фотохімічного смогу та руйнуванню озонового шару у верхніх шарах атмосфери. В організмі людини викликають подразнення слизових оболонок, ураження ЦНС
C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	Вуглеводні викидаються внаслідок неповного згоряння авіаційного палива в умовах нестачі кисню у паливо-повітряній суміші	Вуглеводні є джерелами забруднень довкілля канцерогенними речовинами. В організмі людини C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> чинять канцерогенний, мутагенний, наркотичний та інші токсичні ефекти
SO <sub>x</sub>	Оксиди сірки утворюються внаслідок окиснення сірковмісних сполук авіаційних палив киснем повітря у процесі горіння	Оксиди сірки у вологому повітрі утворюють водні розчини сірчаної кислоти, що надалі потрапляє на поверхню землі, знижуючи родючість ґрунту та руйнуючи хлорофіл у рослинах. SO <sub>x</sub> спричиняють корозію металів, знижують стійкість лакофарбувальних покриттів, міцність і довговічність металевих конструкцій, будівель
Сажа, тверді частинки палива (SN)	У процесі згоряння палива утворюють частинки незгорілого палива. Сажа утворюється при неповному згорянні палива	Фракції частинок до 10 мкм утримуються в атмосфері, знижують прозорість повітря, зменшуючи доступ ультрафіолетової радіації та погіршуючи мікроклімат певних регіонів. В організмі людини тверді викиди негативно впливають на дихальну систему, слизові оболонки

Розглядаючи емісію відпрацьованих газів, слід оцінити її вплив на різних стадіях злітно-посадочного циклу (рис. 2).

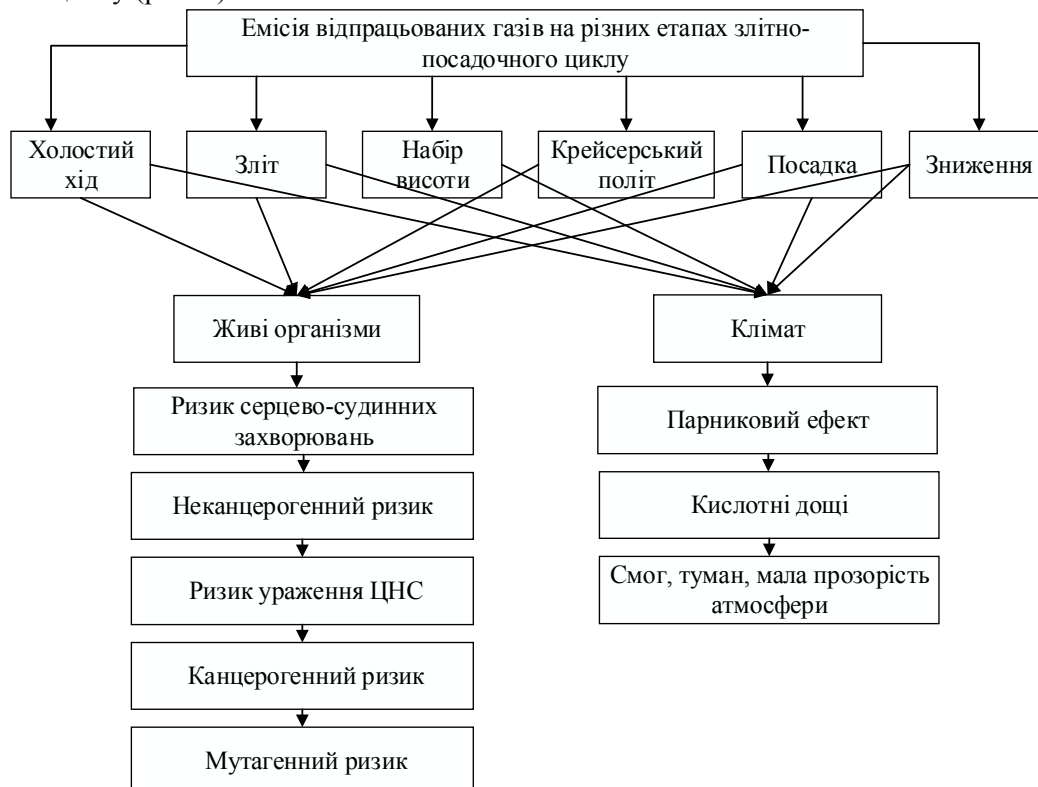


Рис. 2. Вплив емісії відпрацьованих газів на НПС на різних етапах злітно-посадочного циклу

На рис. 2 видно, що основними об'єктами впливу емісії відпрацьованих газів на НПС є живі організми і клімат. Найбільший ризик виникає саме для живих організмів. Тому постає необхідність розрахунку та оцінки екологічного ризику на здоров'я людини. Це буде наступним етапом дослідницької роботи.

### Висновок

Проведено ідентифікацію ризиків, що виникають протягом життєвого циклу палива для ПРД ЛА, що показало наявні ризики як при використанні традиційного палива, так і при використанні біопалива для ПРД. Використання традиційного палива залишає і надалі ризик його впливу на населення, на довкілля та екологічні зміни у біосфері. З іншого боку використання альтернативного палива, яке, в свою чергу зменшує ризик захворювань і впливу на живі істоти, але збільшує ризики пов'язані з експлуатацією літальних апаратів. Отже, на сьогодні система повітряних суден ще не готова до використання альтернативних палив на повну потужність.

Управління ризиком являє собою створення заходів для зменшення негативного впливу на довкілля та на здоров'я населення, включаючи екіпаж повітряного судна. Головними аспектами у управлінні ризиками є: підвищення кваліфікації льотного екіпажу, технічне оснащення повітряного судна, дослідження та перевірка палива та справності літаків, дотримання відповідності технічного стану та складу палива необхідним нормам, система управління безпекою.

Задля того щоб мінімізувати ризики, кожний ризик потрібно досліджувати спершу окремо, а потім у сукупності. У нашому дослідженні увага акцентувалася саме на екологічний ризик під час використання традиційного нафтового палива та біопалива. Отже, для того щоб мінімізувати екологічний ризик від використання традиційного палива потрібно замінити його на найнебезпечніше паливо для довкілля, нині це — біопаливо. Для безпечного використання біопалива літальними апаратами необхідно врегулювати нормативну базу, підготувати літальні судна та дослідити ситуації які можуть виникати.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Комитет по охране окружающей среды от воздействия авиации. Восьмое совещание. — Монреаль, 1–12.02.2010
2. Робочий документ. Асамблея 38-а сесія ІКАО, 2012. — 16 листопада. — 137 ст.
3. Бойченко С. В. Моніторинг використання палива для транспортних засобів / С. В. Бойченко // Проблеми загальної енергетики. — 2001. — № 5. — С. 49–51.

4. Бойченко С. В. Мониторинг антропологической деятельности в сфере использования нефтяных источников энергии / С. В. Бойченко, О. Л. Матвеева // Экологические технологии и ресурсосбережение. — 1999. — № 5. — С. 54–57.

5. *Инструктивный материал по экологической оценке предлагаемых эксплуатационных изменений в сфере организации воздушного движения / ИКАО // 999 Unpublished Strategic, Contr, Quib, Cind 3C 5 7.*

6. Яковлева А. В. Влияние качества авиационных топлив на безопасность полёта и окружающую среду / А. В. Яковлева, С. В. Бойченко, О. А. Вовк // Наука та інновації, НАН України. — К., 2013. — № 4. — Т. 9. — № 4. — С. 25–30.

7. Тихомиров Н. П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками / Н. П. Тихомиров, И. М. Потравный, Т. М. Тихомирова // учеб. пособие для вузов. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 350 с.

8. Ваганов П. А. Экологические риски: учеб. пособие / П. А. Ваганов, Им Ман-Сунг. — Изд-е 2-е. — СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2001. — 152 с.

9. Швыриев А. А. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе: учеб. пособие для вузов / А. А. Швыриев, В. В. Меньшиков. — М. : Изд-во МГУ, 2004. — 124 с.

10. Сараева І. М. Системне моделювання процесу ідентифікації підприємницьких ризиків: монографія / І. М. Сараева. — Одеса : Фенікс, 2008. — 147 с.

11. Михайлюк В. О. Цивільна безпека: навч. посібник / В. О. Михайлюк, Б. Д. Халмурадов. — К. : Центр учбової літератури, 2008. — 158 с.

12. *Alternative Fuels, Addendum 1 to Aviation Fuels Annex (FAA-3/A1): [Електронний ресурс]. — Режим доступа: [www.far.gov/aviation/fuels/alternative-fuels-addendum-1-to-aviation-fuels-annex-3-a1](http://www.far.gov/aviation/fuels/alternative-fuels-addendum-1-to-aviation-fuels-annex-3-a1)*

13. Ергин Д. Добыча: Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть / Д. Ергин. — М. : «Альпина Паблишер», 2011. — 960 с.

14. Задерієнко С. І. Світові тенденції використання альтернативного палива в авіації / С. І. Задерієнко // Системи озброєння і військова техніка, 2008. — № 2. — С. 33–35.

15. Яковлева А. В. Використання біокеросину з метою покращення екологічних характеристик роботи авіаційних двигунів / А. В. Яковлева, С. В. Бойченко // Авиационно-космическая техника и технология. — Харьков: ХАИ, 2012. — № 7. — С. 60–64.

16. Бойченко С. В. Рациональное использование углеводневых палив: монографія / С. В. Бойченко — К. : НАУ, 2001. — 216 с.

17. Boychenko S. V. Fuel and Lubricants / S. V. Boychenko — Kiev, NAU, 2003. — 88 p.

18. Бойченко С. В. Хімотологічна модель системи нафтопродуктозабезпечення / С. В. Бойченко // Экологические технологии и ресурсосбережение, 2003. — № 2. — С. 31–35.

19. Андреева Т. В. Снижение уровня экологического риска как фактор обеспечения экологической безопасности / Т. В. Андреева. — М.

20. Boychenko S., Kobylyansky J., Lutyj S. *Environmental safety of us of hydrocarbon fuels // Environmental Chemistry and Engineering*, 2004. — 11. — No 1. — P. 9–13.

21. Boychenko S., Vovk O., Chernyak L., Akinina K. *Quality and Environmental safety of motor fuels // Chemistry & Chemical Technology*, 2007. — No 6. — C. 109–115.

22. Zaporozhets Olexandr, Boychenko Sergey, Tokarev Vadim, Franchuk Grigoriy. *Investigation and research of environmental and chemical problems of Civil Aviation in the North American Universities // Proceedings Of the third World Congress «Aviation in the 21st Century», K., September 22–24.2008. — P. 4.1–4.4.*

23. Яковлева А. В. Влияние качества авиационных топлив на безопасность полёта и окружающую среду / А. В. Яковлева, С. В. Бойченко, О. А. Вовк // Наука та інновації, НАН України. — К., 2013. № 4. — Т. 9. — № 4. — С. 25–30.

24. Яковлева А. В. Потенциал использования биотоплив на основе растительных масел в авиации / А. В. Яковлева, С. В. Бойченко // Охрана окружающей среды и природопользование. — ОАО «НИИ Атмосфера». — СПб., 2013. — № 2. — С. 18–27.

25. Boichenko Sergii, Iakovlieva Anna, Vovk Oksana. *Overview of environmental problems for Aviation Fuels Production // Chemistry and Chemical Technology*, 2013. — Vol. 7. — No 3. — P. 305–312.

## REFERENCES

1. *The Committee for the reduction of the environmental footprint from the effects of aviation. High mobility*. — 1. — 12.02.2010

2. *Working Paper. Assembly 38th session (CAO: 2012. — On November 16. — 137 pages*

3. Boychenko S. V. *Production of fuel usages for vehicles // Problems of Green Engineering*. — 2001. — No 5. — P. 49–51.

4. Boychenko S. V., Matveev A. L. *Production of environmental problems in the field of use of petroleum products // Environmental Chemistry and Research*, 1999. — No 5. — P. 54–57.

5. *Guidance on environmental assessment of roads and related changes in the field of traffic engineering*. — (CAO/999 Unversity Street, Montreal, Quebec) CND 3507.

6. Yakovleva A. V., Boichenko S. V., Wolf A. *the influence of the quality of aviation fuels on the safety and the environment // Science and Innovation, National Academy of Sciences of Ukraine*. — K., 2013. No 4. — Volume 9, No 4 — P. 25–30.

7. Tikhomirov N. P. *Methods of analysis and management of environmental risks / N. P. Tikhomirov, O. P. Prorvyn, O. O. Khomrivy // Proceedings of the International Conference on High Safety*. — O. : Unidn, 2003. — 350 c.

8. Vaganov P. A. *Unsustainable Environmental risks: studies. Moscow, 2002. Sp. : Publishing House of St. Petersburg. Universities Press, 2001. — 152 p*

9. Shviryaev A. A., Menshikov V. V. *Environmental risk management strategies in the study of the book for universities*. — O. : SU Publishing House, 2004. — 124 c.

10. Sarajeva I. M. *Sustainable development of the aviation business risks: management / O. O. Strivov — Odessa: Friends, 2008. — 147 c.*

11. Mikhailyuk V. A. *Civilization / V. A. Mikhailyuk, D. O. Murdov. Proceedings — K. : Center of International Relations*, 2008. — 158 c.

12. *Alternative Jet Fuels, Addendum 1 to Aviation Fuels Handbook (F-3/A1): [Electronic Resource]*. — Access made [www.thyenergy.com/gzq/inf.html](http://www.thyenergy.com/gzq/inf.html).

13. Yergin D. *Production: Simultaneous production of oil, methane and water / D. Yergin*. — O. : Allen Publishing, 2011. — 960 c.

14. Sadera S. I. *Global trends in the use of alternative fuels in aviation / S. Sadra // Wings Systems and Management*, 2008. — No 2. — C. 33–35.

15. Yakovleva A. V. *Environmental problems of aircraft engines / V. A. Yakovleva, S. V. Boichenko // Aircraft Technology and Technology*. — Kharkov: "Kharkov", 2012. No 7-S. 60–64.

16. Boychenko S. V. *Environmental safety of hydrocarbon fuels: management*. — K. : NAU, 2001. — 216 s.

17. Boychenko S. V. *Fuel and Lubricants*. — K., NAU, 2003. — 88 p

17. Boychenko S. V. *Chemical management of the system of the production // Environmental Chemistry and Research*, 2003. — No 2. — S. 31–35.

18. Андреева Т. В. *Технология производства топлива с учетом безопасности / Т. В. Андреева*. — O. : Publishing House

19. Boychenko S., Kobylyansky J., Lutyj S. *Environmental safety of us of hydrocarbon fuels // Environmental Chemistry and Engineering*, 2004. — 11. No 1. — P. 9–13.

20. Boychenko S., Vovk A., L. Chernyak, K. Akinina. *Quality and Environmental safety of motor fuels // Chemistry & Chemical Technology*, 2007. — No 6. — P. 109–115.

21. Zaporozhets O., Boychenko S., Tokarev V., G. Franchuk. *Investigation and research of environmental and chemical problems of Civil Aviation in the North American Universities // Proceedings Of the third World Congress "Aviation in the 21st Century". — K., September 22–24.2008. — P. 4.1–4.4.*

22. Yakovleva A. V., Boichenko S. V., Wolf A. *the influence of the quality of aviation fuels on the safety and the environment // Science and Innovation, National Academy of Sciences of Ukraine*. — K., 2013. No 4. — Volume 9, No 4, 25–30.

23. Yakovleva A. V., Boichenko S. V. *Environmental management of the use of biofuels based on vegetable oils in aviation // Environment and Environmental Management*. — JSC "Stratmos". — SPb., 2013. — No 2. — P. 18–27.

24. Boichenko S., Iakovlieva A., Vovk O. *Overview of environmental problems for Aviation Fuels Production // Chemistry and Chemical Technology*, 2013. — Vol. 7. — No 3. — P. 305–312.

Стаття надійшла до редакції 27.01.2016