

ЯРОШЕНКО Ярослав Віталійович

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНОЮ ТА БЕЗПІЛОТНОЮ АВІАЦІЄЮ ПІД ЧАС ЇХ СПІЛЬНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ В ОПЕРАЦІЯХ СИЛ ОБОРОНИ

У статті проведено аналіз основних факторів, які впливають на ефективність управління пілотованою та безпілотною авіацією під час їх спільного бойового застосування в операціях Сил оборони. Проведено класифікацію факторів, які можуть впливати на ефективність виконання завдань авіацією загалом та конкретно на процес управління. Детально розглянуті внутрішні фактори, які впливають на процес управління спільними бойовими порядками пілотованих та безпілотною авіаційних систем, в тому числі й з кабіни пілотованого літака (вертольота).

Процес управління авіацією є одним з найважливіших заходів, які заздалегідь детально плануються керівним складом авіаційних частин та підрозділів. Ефективність управління, в першу чергу, буде залежати від побудови існуючої системи управління в авіації Збройних Сил України. Класична структура системи управління включає в себе органи управління, пункти управління, засоби зв'язку і автоматизації та об'єкти управління.

До управління висуваються певні вимоги, це – постійна готовність, стійкість, безперервність, оперативність, якість, прихованість. Теоретично максимум ефективності управління буде при повному виконанні вищезазначених вимог, проте на практиці реалізувати та забезпечити виконання цих вимог вкрай складно через певні негативні фактори, які впливатимуть на процес управління. Врахування цих факторів та зменшення їхнього

впливу на процес управління є однією з першочергових задач ефективного управління авіацією.

### Виклад основного матеріалу дослідження

**Класифікація факторів.** На ефективність виконання завдань авіацією, згідно з теорією складних систем [2], впливають зовнішні (некеровані) та внутрішні (керовані) фактори (Рис.1).

До **зовнішніх факторів** відносяться, ті на які ми не маємо можливості впливати, це:

система ППО противника;

засоби РЕБ противника;

стан, склад, положення та характер дій військ противника;

діяльність диверсійно-розвідувальних груп противника;

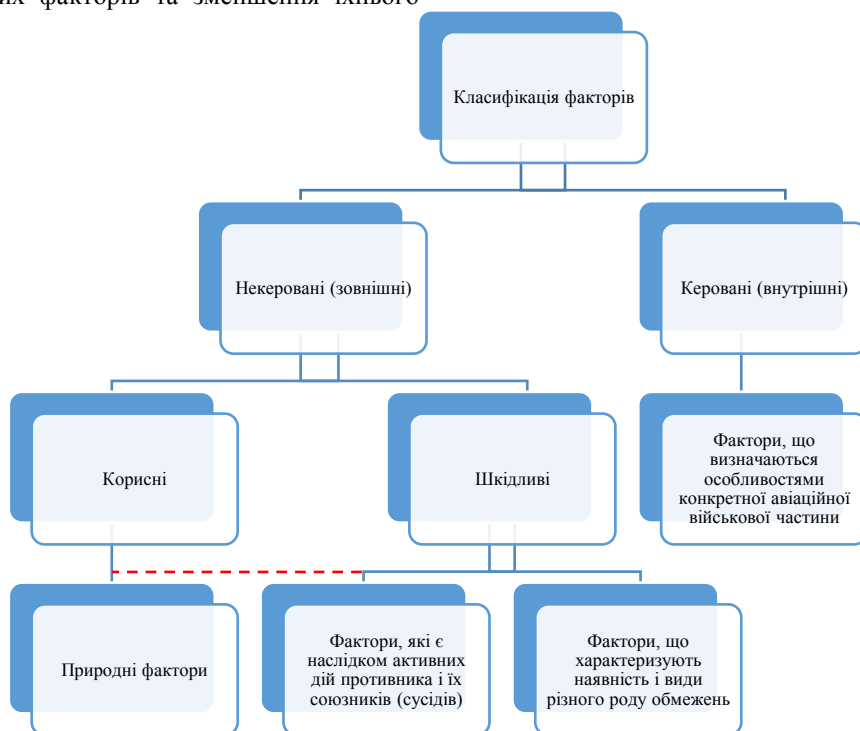


Рис. 1 Класифікація факторів, що впливають на ефективність виконання завдань військовими частинами (підрозділами) авіації

фізико-географічні умови місцевості (району бойових дій).

До **внутрішніх факторів** відносяться, ті на які ми можемо впливати (як для зменшення їхнього впливу і аж до його виключення), це:

стан, склад та положення своїх військ;

укомплектованість підрозділів авіаційною технікою та особовим складом, в тому числі і льотним;

рівень підготовки льотного та інженерно-технічного складу, осіб групи керівництва польотами, операторів БпЛА та обслуг ПУ авіації і БпЛА;

стан та укомплектованість підрозділів зв'язку особовим складом та засобами зв'язку і автоматизованого управління;

рівень індивідуальної підготовки командира і штабу щодо керівництва підпорядкованими підрозділами;

логістичне забезпечення бойових дій авіації;

стан, склад та структура пунктів управління авіацією;

фінансово-економічні можливості держави щодо забезпеченню підготовки та ведення підрозділами авіації бойових дій;

можливості оборонно-промислового комплексу щодо забезпечення Збройних Сил України основними зразками озброєння та військової техніки (в тому числі БпЛА, засобами зв'язку та АСУ, обладнання для пунктів управління авіацією); наявність штучних супутників Землі.

За вказаною вище класифікацією на ефективність виконання завдань авіацією в операціях Сил оборони впливатиме значна кількість факторів, але на ефективність управління можуть впливати й інші фактори, які ми розглянемо далі. Отже, **на ефективність управління** пілотованою та безпілотною авіацією під час їх спільного бойового застосування впливатимуть некеровані (зовнішні) фактори (табл.1) та керовані (внутрішні) фактори (табл.2) проте для більш повної класифікації слід внутрішні фактори розділити на:

людські, які характеризуються фізіологією та психологією людини, її навички та вміння, а також помилки;

технічні, які характеризуються особливостями обладнання, програмного забезпечення, характеристиками озброєння та військової техніки.

Таблиця 1

**Некеровані (зовнішні) фактори, що можуть впливати на ефективність управління**

Корисні (Природні)	Шкідливі		
	Природні фактори	Фактори, які є наслідком активних дій противника і партнерів (сусідів)	Фактори, що характеризують наявність і види різного роду обмежень
Характеристики району проведення операції		Побудова бойових порядків та системи ППО противника	Рівень фінансування Збройних Сил України
Фізико-географічні умови місцевості		Рівень взаємодії з підрозділами що забезпечують подолання ППО противника, ВАП та прикриття від ЗПН противника	Норми міжнародного гуманітарного права
Метеорологічні умови		Стан, склад, положення та характер дій військ противника	Домовленості щодо припинення вогню чи використання певних видів озброєння
Наявність характерних орієнтирів для ведення навігації	Відсутність характерних орієнтирів для ведення навігації	Кібербезпека бойового інформаційного простору	Соціальне забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей
		Засоби РЕБ противника	
		Електромагнітна зброя	
		Дії ДРГ противника	

**Керовані (внутрішні) фактори, що можуть впливати на ефективність управління**

Фактори, що безпосередньо впливають на процес управління пілотованою та безпілотною авіацією		Фактори, що частково впливають на систему управління пілотованою та безпілотною авіацією
Людські	Технічні	
Підготовка командира, штабу та бойових обслуг КП	Система управління авіацією	Бортове обладнання БпЛА
Склад обслуги БпЛА та їх підготовка	Засоби зв'язку та автоматизації управління	Аеродромна мережа
Фізичні та психофізіологічні властивості пілотів та операторів БпЛА	Обладнання пунктів управління	Мережа майданчиків для запуску та посадки (приземлення) БпЛА
Досвід льотної роботи на пілотованих літаках для операторів БпЛА	Режими управління БпЛА	Конструкція літаків та БпЛА, типи двигунів
Взаємодія між обслугами ПУ авіації та ПУ БпЛА	Програмне забезпечення БпЛА	Логістичне забезпечення
Морально-психологічний стан особового складу	Інтерфейс управління БпЛА	
	Засоби оперативного відображення обстановки	
	Радіолокаційне забезпечення процесу управління	
	Засоби індивідуального та групового захисту від ПАП противника	

Розглянемо детальніше деякі внутрішні фактори, які характеризують саме особливості процесу управління, до таких можна віднести:

– структуру системи управління авіацією, тобто наявність розвиненої мережі пунктів управління, склад повної бойової обслуги пункту управління, обладнання його робочих місць засобами зв'язку та автоматизованого управління, а також засобами відображення оперативної обстановки;

– рівень взаємодії між підрозділами всередині військової частини (наприклад, узгодженість процесу передачі управління БпЛА від одного оператора до іншого); підрозділами та пунктами управління сусідніх військових частин та родів авіації; підрозділами що забезпечують подолання ППО противника та підрозділами інших видів (родів) військ (сил) Збройних Сил України;

– обладнання пунктів управління засобами зв'язку та автоматизації управління. Організація системи зв'язку посідає особливе місце в процесі управління, для забезпечення якісного зв'язку необхідно відповідно і якісне обладнання. Провідні країни світу зазвичай мають свою мережу супутників, які забезпечують широку мережу зв'язку в будь-якій точці Землі, а також дозволяють отримати захищений від впливу земної поверхні сигнал. Супутниковий зв'язок забезпечує літаки та безпілотики навігаційною інформацією та забезпечує міжлітакову навігацію. Наявність власного геостационарного супутника Землі дозволить підвищити якість зв'язку та навігації, розширити його мережу та дозволить зекономити бюджетні кошти, які витрачаються на користування іноземними штучними супутниками Землі.

Важливим питанням управління є забезпечення безпеки зв'язку та його захищеність, для чого необхідно обладнувати пункти управління авіацією, літаки та БпЛА засобами шифрування даних. У деяких випадках БпЛА, ймовірно, буде працювати виключно в межах діапазону зв'язку та прямої видимості протягом відносно коротких проміжків часу (тобто, у часовій шкалі від декількох годин або менше). В інших випадках БпЛА буде працювати на відстанях, що вимагають загоризонтного зв'язку та потенційно залишатиметься в повітрі протягом багатьох днів. Ці характеристики місії модулюють занепокоєння щодо затримки зв'язку між станціями наземного управління (GSC) та БпЛА, а також про необхідність передачі управління БпЛА між екіпажами. Крім того, ймовірно, потрібно буде часто вводити дані управління, коригуючи параметри польоту або вибираючи нові шляхові точки "Інтернету" у відповідь на зміну обстановки або умов завдання[3]. Для забезпечення виконання завдань у складі змішаних груп пілотованих літаків та БпЛА провідні країни світу на даний час проводять роботу щодо реалізації можливості управління БпЛА з борту пілотованого літака. Також в країнах інформація отримана від БпЛА надходить в єдину бойову інформаційну мережу, в тому числі на борт бойових літаків, повітряних пунктів управління.

– обладнання пунктів управління. Для підвищення ефективності роботи оператора необхідно розглянути можливість обладнання наземних та повітряних станцій управління БпЛА мультимодальними дисплеями, які відображають візуальну, слухову та тактильну інформацію;

– склад обслуги БпЛА і обов'язки кожного члена екіпажу. Для управління пілотованими та безпілотними авіаційними системами постає питання чи може оператор контролювати кілька БпЛА одночасно при збереженні прийняттого рівня продуктивності? В США екіпажі БпЛА для розвідувальних місій, як правило, включають оператора БпЛА для управління в повітрі та оператора корисного навантаження місії. Така структура екіпажу є обгрунтованою з огляду на висновки, які було отримано в ході управління безпілотником та корисним навантаженням одним і тим же оператором, що суттєво погіршувало його продуктивність [3]. Інше питання буде поставати, а чи зможе оператор БпЛА, який управляє групою БпЛА чи дронів-камікадзе з пілотованого літака справлятися з навантаженням чи можливо необхідно спростити цей процес до цілевказання безпілотникам об'єктів удару або розвідки? Дане питання потребує подальших досліджень.

– підготовка операторів БпЛА та обслуг ПУ БпЛА. Формування вимог до основних знань, вмінь та навичок, які необхідні для сертифікації пілота БпЛА. Безпечний політ спільних бойових порядків пілотованої авіації та БпЛА у повітряному просторі вимагає ефективної процедури навчання пілотів БпЛА. Оскільки експлуатація БпЛА вимагає роботу з наземної консолі, то змодельований і реальний політ дуже схожі, що дозволяє більшу частину підготовки операторів БпЛА проводити на тренажерах.

– фізичні та психофізіологічні властивості пілотів. Ці характеристики пілотів тісно пов'язані з безпекою польотів. Психологічні характеристики, спричинені фізіологічними змінами, є важливими факторами, що впливають на поведінку пілотів. Різниця в поведінці пілота є результатом різних фізіологічних, психологічних та фізичних характеристик, включаючи вік, особистість та досвід роботи. Внутрішні фактори, такі як терміновість польоту, досвід польотів, освіта та цінності, тісно пов'язані з фізіологічними, психологічними та фізичними характеристиками пілотів [4].

– психофізіологічні властивості операторів БпЛА. Розділення оператора та БпЛА накладає низку бар'єрів для оптимальної роботи людини, включаючи втрату сенсорних сигналів, цінних для управління польотом, затримки в циклах управління та зв'язку та труднощів при скануванні візуального середовища навколо БпЛА. Безпілотний політ також допускає можливість того, що один оператор може керувати кількома транспортними засобами одночасно, що може спричинити унікальні та великі вимоги до робочого навантаження [3]. Для тривалої експлуатації БпЛА необхідні графіки робочих змін у цілодобовому забезпеченні наземної станції управління, оскільки відчуття втоми, веде до серйозних наслідків для здоров'я та продуктивності;

– досвід льотної роботи на пілотованих літаках для операторів БпЛА. Дослідження впливу попереднього льотної досвіду для здобуття навичок операторів-початківців під час навчання на операторів БпЛА Predator показало, що загалом

досвід польотів зменшив кількість навчальних польотів, необхідних операторам для досягнення заданого рівня виконання основних завдань щодо маневрування та посадки, а також покращив експлуатаційні характеристики оператора для виконання розвідувальних завдань. Однак інші результати свідчать про те, що для операторів БпЛА навички, пов'язані з польотами, не мають великого значення для експлуатації БпЛА [3];

– режими управління БпЛА. У більшості випадків управління БпЛА все ще повністю автоматизоване, таким чином, що автопілот підтримує управління польотом за допомогою запрограмованих координат польоту. Проте, наприклад БпЛА Pioneer, дозволяє оператору перемикатися між режимами повного ручного, гібридного та повного автоматичного управління. Ці різні режими управління польотом мають переваги та недоліки. Повне ручне управління, здається, накладає на операторів БпЛА найвищий і найбільш постійний рівень пізнавального навантаження. Більше того, ручне управління погіршиться через затримки зв'язку між БпЛА та станціями наземного управління. І навпаки, повністю автоматизоване управління може перешкодити оператору швидко втручатися, коли це необхідно (наприклад, при втраті зв'язку), залишаючи оператора в основному "не в курсі" та може призвести до погіршення ситуації (наприклад, помітити зміну якостей поведінки БпЛА внаслідок обмерзання), тобто пильність оператора є важливою для автоматизованого управління БпЛА;

– інтерфейс управління БпЛА. Це питання зручності управління, ергономіки робочого місця оператора, особливо якщо його робоче місце розташоване на пілотованому літаку. Наприклад, можливість відображення інформації навколо БпЛА, враховуючи те, що пілот більше не знаходиться всередині повітряного судна; можливість налаштування інформації, яка відображується на екрані постійно, а яка може викликатися на екран оператором; наявні елементи управління (наприклад, джойстик або миша). Єдиний інтерфейс (уніфікований) управління дозволить зменшити кількість помилок оператора при переході від одного інтерфейсу до іншого [3,5];

– програмне забезпечення БпЛА. Як і інтерфейс управління має забезпечувати оператора БпЛА зручним швидкодіючим програмним забезпеченням. Важливим моментом, є швидке переключення між корисним навантаженням БпЛА для вибору або зміни озброєння, переключення засобів розвідки, а також можливість програмування режиму повернення на базу при втраті зв'язку;

– засоби оперативного відображення обстановки, як на наземних ПУ так і на повітряних (в т.ч. засоби відображення та управління БпЛА на бойових пілотованих літаках). Наприклад, можливість переключення та виведення на екран відеоінформації з борту БпЛА для більш точного оцінювання поля бою, аналізу результатів авіаційного удару, скорочення часу для ударних літаків на пошук та розпізнавання об'єкту удару;

– конструкція літаків та БпЛА, їх обладнання та типи двигунів. Від цього залежить дальність та тривалість польоту, а також бойові та розвідувальні можливості літаків та БпЛА. Наприклад, кількість точок підвіски озброєння, різноманітність його номенклатури, наявність на борту БпЛА сучасних оптичних, тепловізійних, телевізійних, ІЧ-систем, а також РЛС, контейнерів із системами постановки перешкод, засобів індивідуального та групового захисту від постановки противником активних перешкод.

### Висновки

В сучасних умовах розвитку озброєння та військової техніки на ефективність управління пілотованою та безпілотною авіацією під час їх спільного бойового застосування в операціях факторами, що матимуть найбільший вплив будуть:

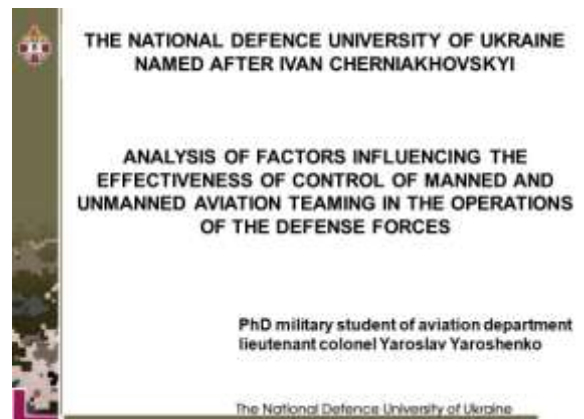
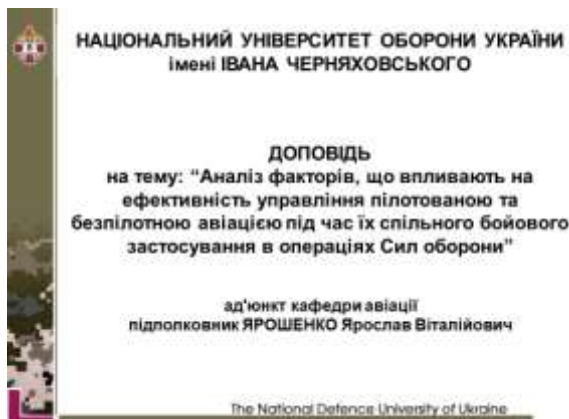
зовнішні (стан, положення та характер дій військ противника, які впливатимуть на віддаленість пунктів управління від лінії бойового зіткнення; наявні системи РЕБ противника, які впливатимуть на перешкодову обстановку у повітряних радіомережах зв'язку та управління; кібербезпека бойового інформаційного простору, дозволить захистити канали управління та передачі інформації від кібервпливу противника; фізико-географічні умови району виконання завдань, які в залежності від регіону, пори року, часу доби та метеоумов впливатимуть на якість зв'язку; наявність у противника електромагнітної зброї, впливатиме на бортове обладнання пілотованих та безпілотних авіаційних засобів);

внутрішні (технічні: система управління авіацією, в тому числі стан та обладнання ПУ авіацією та БпЛА засобами зв'язку та автоматизованого управління; наявність засобів індивідуального та групового захисту від постановки противником активних перешкод; обладнання пілотованих та безпілотних авіаційних систем засобами зв'язку, програмним забезпеченням; людські: підготовка командира, штабу, осіб групи керівництва польотами, обслуговувачів ПУ, операторів БпЛА).

Враховання якомога більшої кількості факторів та виключення їх впливу дозволить підвищити ефективність управління до рівня, який забезпечить гарантоване виконання поставлених завдань.

### Список використаних джерел

1. Радецький В.Г., Руснак І.С., Даник Ю.Г. Безпілотна авіація в сучасній збройній боротьбі: Монографія. – К.: НАОУ, 2008. – 224 с.
2. Барабаш Ю.Л. Основи теорії оцінювання ефективності складних систем (Методологія військово-наукових досліджень): Навчальний посібник. – Київ: Вид. НАОУ 1999. – 39 с.
3. Jason S. McCarley, Christopher D. 2014. Wickens. Human Factors Implications of UAVs in the National Airspace. University of Illinois at Urbana-Champaign. – 63 p.
4. Haibo Wang, Ting Pan, Haiqing Si, Yao Li, and Naiqi Jiang. 2020. Research on Influencing Factor Selection of Pilot's Intention. URL: <https://doi.org/10.1155/2020/4294538>
5. G. Robert Arrabito and Co. 2009. Human Factors Issues for Controlling Uninhabited Aerial Vehicles. Defence R&D Canada – Toronto. URL: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a543186.pdf>





**АКТУАЛЬНІСТЬ СПІЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОТОВАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ** 3



**ВЕЛИКОБРИТАНІЯ**



**США**



**ФРАНЦІЯ ТА АВСТРІЯ**



The National Defence University of Ukraine

**THE RELEVANCE OF THE MANNED AND UNMANNED AVIATION TEAMING** 3



**GREAT BRITAIN**



**USA**



**FRANCE & AUSTRIA**



The National Defence University of Ukraine

**ЗОВНІШНІ ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНОЮ ТА БЕЗПІЛОТНОЮ АВІАЦІЄЮ ПІД ЧАС ЇХ СПІЛЬНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ** 4

Стан та положення військ противника



Інформаційно-психологічний вплив



ВА противника



ДРГ противника



Кібервплив противника



ППО противника



РЕБ противника



Фізико-географічні умови місцевості



The National Defence University of Ukraine

**EXTERNAL FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF COMMAND AND CONTROL OF MANNED AND UNMANNED AVIATION TEAMING** 4

State and position enemy troops



Information and psychological influence



Fighter aviation



Diversion and reconnaissance groups



Cyber influence of the enemy



Air defence of the enemy



Electronic warfare of the enemy



Physical and geographical conditions of the area



The National Defence University of Ukraine

**ВНУТРІШНІ ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНОЮ ТА БЕЗПІЛОТНОЮ АВІАЦІЄЮ ПІД ЧАС ЇХ СПІЛЬНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ** 5

Система управління авіацією



Обладнання ПУА



Підготовка оператора БПЛА



Засоби зв'язку



Інтерфейс управління



Програмне забезпечення



Обладнання ПУ БПЛА



Підготовка командира і штабу



Супутниковий зв'язок та навігація



The National Defence University of Ukraine

**INTERNAL FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF COMMAND AND CONTROL OF MANNED AND UNMANNED AVIATION TEAMING** 5

Aviation C2 system



Equipment of aviation control points



Skills of UAV operators



Means of communication



Control interface



Software



Equipment of UAV control points



Skills of commander and staff



Satellite navigation



The National Defence University of Ukraine

**ВИСНОВОК** 6

**Основні фактори, що впливатимуть на ефективність управління**

1. Система управління та зв'язку авіацією;
2. Підготовка командира та штабу, осіб групи керівництва польотами та операторів БПЛА;
3. Інтерфейс та програмне забезпечення для управління БПЛА;
4. Стан та положення військ противника;
5. Застосування противником засобів РЕБ.

The National Defence University of Ukraine

**CONCLUSIONS** 6

**Main factors affecting the efficiency of command and control of manned and unmanned aviation teaming**

1. Aviation command and control system;
2. Skills of commander and staff, ATC personnel and UAV operators;
3. Interface and software for UAV control;
4. State and position of enemy troops;
5. The application of EW systems by the enemy .

The National Defence University of Ukraine