

УДК 658.52.011.56:656.7.022

В.О. Григорецький

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЗНАТЬ АВІАЦІЙНОГО ДИСПЕТЧЕРА В ПРОЦЕСІ ДОПУСКУ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Розглядаються основні методи побудови системи діагностики знань авіаційного диспетчера в процесі допуску до самостійної роботи. Відзначаються переваги та недоліки кожного з методів. Наводяться підходи, що використовуються при побудові системи, призначеної для діагностики поточного стану знань-умінь-навичок стажиста. Запропонований метод, що може бути застосованим для автоматизованого вирішення задачі про можливість допуску авіаційного диспетчера-стажиста до самостійної роботи на конкретному робочому місці.

Ключові слова: система діагностики знань, авіаційний диспетчер, допуск, знання, уміння, навички, стажист.

Вступ

Постановка проблеми и аналіз літератури.

Останні десятиліття у світовій системі обслуговування повітряного руху (ОПР) характеризуються процесом автоматизації основних та допоміжних функцій, що виконуються авіадиспетчерами, враховуючи як безпосереднє управління повітряним рухом (УПР), так і питання, пов'язані з навчанням, підготовкою і перепідготовкою авіафахівців. Проблема людського фактору при УПР є особливо актуальною.

Процес УПР потребує застосування підвищених вимог до людей, що безпосередньо здійснюють радіолокаційний чи процедурний контроль за польотами повітряних суден.

Оператор в системі УПР, яка відноситься до людино-машинних систем особливої складності, виступає як особлива ланка. Це пояснюється жорсткими вимогами до часу прийняття рішень та надійності операторів через високу швидкість процесів, що відбуваються в системі, та підвищений рівень небезпеки для життя людей. Тому безпека і ефективність повітряного руху суттєво залежать від підбору кандидатів, що найкраще зможуть справлятися з майбутньою роботою, а також від їх подальшої професійної підготовки в умовах авіаційного підприємства на протязі всього періоду діяльності.

За таких умов набуває **актуальності** задача автоматизації процесу допуску авіадиспетчерів до самостійної роботи при введенні в дію на робочих місцях служби руху, та потребує свого термінового вирішення в умовах постійного ускладнення програмно-технічних засобів, що застосовуються при УПР.

Правильно організований вибір кандидатів при прийомі на роботу на конкретне робоче місце

дозволяє вже з самого початку відсівати осіб, що не відповідають вказаним вимогам і зберегти кошти.

В результаті аналізу останніх публікацій заданою тематикою, можна зробити висновок, що на сьогодні відсутні відомості щодо процесу допуску авіадиспетчерів до самостійної роботи після отримання освітнього рівня "спеціаліст" у навчальному закладі в даний момент є одним з найменш досліджених і автоматизованих. Дотепер не розглядали як єдиний процес, що вимагає комплексного врахування різних факторів, всю послідовність необхідних дій при стажуванні.

Основна частина

В даній статті розглядаються методи побудови системи діагностики знань авіаційного диспетчера в процесі допуску до самостійної роботи. Діагностикою називають процес пошуку несправності в системі, заснований інтерпретації даних. Стосовно до процесу стажування діагностика означає виявлення тих необхідних знань-умінь-навичок, якими стажист не опанував.

При побудові системи, призначеної для діагностики поточного стану знань-умінь-навичок стажиста, можливі два підходи. Перший підхід визначається логікою розкриття теми.

При цьому підбираються задачі, питання або вправи, сумарний спектр яких, тобто сукупність усіх знань-умінь-навичок, необхідних для рішення вихідної задачі, покриває відповідну частину предметної моделі стажиста з теми, що діагностується.

Другий підхід полягає в тому, що предметна модель стажиста обмежується спектром якої-небудь вправи (задачі) чи набору вправ, тобто другий підхід визначається логікою рішення визначеної задачі. Цей підхід впливає з діяльнісної природи навчання.

Якщо стажист правильно вирішує задачу, то його поточна модель збігається з локальною предметною моделлю, і не потрібно ніяких коректувань навчального процесу. Якщо допущена помилка, то задача діагностуючої системи полягає у визначенні тих знань-умінь-навичок, необхідних для рішення, якими стажист не володіє.

В.А. Петрушин [1] при побудові діагностуючої системи пропонує методику, що полягає в наступному. Формулюється гіпотеза виду «той, кого навчають, не знає/не вміє», а для оцінки впливу симптому S на гіпотези цього виду означається цей симптом, використовуючи шкалу «Так - Не знаю - Ні». Якщо той, кого навчають, виконує дії неправильно (при цьому значення симптому S - «Ні»), то апостеріорна імовірність гіпотези зростає. Ця гіпотеза може бути прийнята, і система видасть повідомлення, що дозволяє діагностувати знання/уміння того, кого навчають. Якщо той, кого навчають, відмовився відповідати на запитання, запропоноване системою (при цьому значення симптому S - «Не знаю»), то методика припускає, що апостеріорна імовірність гіпотези дорівнює її апріорній імовірності, і траєкторія обчислень призводить до невизначеності гіпотези.

Описаний підхід має істотні недоліки [2].

По-перше, відповідь «Не знаю» у даному випадку має два смисли. Він може бути даний:

а) якщо той, кого навчають, дійсно не знає відповідь;

б) якщо в того, кого навчають, бракує часу для обмірковування.

Фактично методика реалізує лише випадок б), оскільки у випадку а) гіпотеза «той, кого навчають, не знає/не вміє» повинна бути прийнята, а вона залишається актуальною [3].

По-друге, у випадку правильного рішення задачі тим, кого навчають, (при цьому значення симптому S - «Так») гіпотеза виду «той, кого навчають, не знає/не вміє» відкидається, а іншої гіпотези немає.

Зазначені вище недоліки призводять до того, що система, побудована відповідно до даної методики, як при правильному рішенні задачі тим, кого навчають, так і у випадку його відмови від відповіді видає те саме повідомлення: «Немає даних для ухвалення рішення чи немає проблем!» Але це повідомлення двозначне. Перша частина повідомлення говорить про те, що гіпотези залишилися актуальними, але їхні апостеріорні імовірності не перевищили верхній поріг, і вони не можуть бути прийняті. Друга ж частина затверджує, що всі гіпотези відкинуті. Як показано вище, причини, що викликають це повідомлення, можуть бути принципово різними.

Повідомлення, видаване системою, не дозволяє викладачу, не звертаючись до підсистеми пояснення ухвалення рішення чи протоколу експертизи, визна-

чити, які дії того, кого навчають, привели до даного результату. Звертання до підсистеми пояснення дозволяє відновити хід міркувань того, кого навчають, однак цей спосіб є дуже громіздким і вимагає великих витрат часу.

Для того щоб виключити таку ситуацію, була запропонована модернізована методика побудови діагностуючої системи [3]. По-перше, виключений випадок нестачі часу для обмірковування. Це досягається тим, що час, необхідний для роботи із системою, визначається експериментально. Складаються картки, що включають ті ж самі питання і завдання, якими буде наповнена база знань. За допомогою цих карток проводиться тестування тих, кого навчають, причому для відповідей дається необмежений час. Визначається час, за який всі учні справляться з завданням. Цей час вважається надалі часом, достатнім для роботи з системою. Тому відповідь «Не знаю» розглядається тільки як нездатність учня відповісти на запитання, запропоноване системою.

Іншими словами, означення симптому відбувається за шкалою «Так - Ні».

По-друге, неадекватність реакції системи на правильні дії того, кого навчають, усувається шляхом включення до бази знань гіпотез не тільки виду «той, кого навчають, не знає/не вміє», але і виду «той, кого навчають, знає/вміє». При цьому сума апріорних імовірностей аналогічних гіпотез виду «той, кого навчають, не знає/не вміє» і виду «той, кого навчають, знає/вміє» дорівнює одиниці, оскільки одна з вище названих подій обов'язково відбувається.

Тобто той, кого навчають, або вміє, або не вміє що-небудь робити, або знає, або не знає яке-небудь положення навчального матеріалу.

Правильне рішення задачі призводить до зменшення імовірності гіпотез виду «той, кого навчають, не знає/не вміє», що залежать від даного симптому, і збільшення імовірності гіпотез виду «той, кого навчають, знає/вміє», і навпаки. Хоча гіпотези виду «той, кого навчають, знає/вміє» характерні для тестування, система, побудована таким чином, залишається діагностуючою, оскільки вона виявляє знання/незнання (уміння/невміння) тим, кого навчають, окремих питань, у той час як тестування припускає інтегральну оцінку.

Такі системи можуть виступати як інструмент навчання методам і способам виділення головного в навчальному матеріалі. У нашому випадку вони можуть використовуватися для традиційної діагностики знань-умінь-навичок стажиста за його відповідями на запропоновані системою питання або за правильністю виконання вправ на тренажері. Цей спосіб діагностики дозволяє перевірити не просто формальне знання матеріалу стажистом, але і ступінь його розуміння.

Багато авторів [4 – 6] указують, що загальним методом рішення задач є розбивка задачі на підзадачі (метод зведення до підзадач), що спільно задовольняють необхідним умовам. Рішення задачі шляхом розбивки її на підзадачі можна подати у вигляді графа (наприклад, рис. 1).

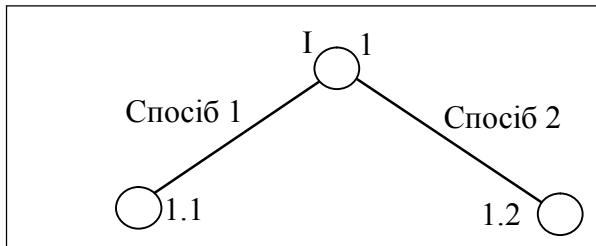


Рис. 1. Приклад рішення задачі способами у вигляді графа I

Кожній дочірній вершині цього графа ставиться у відповідність деяка підзадача.

Задача вважається вирішеною, коли кожна з підзадач окремо вирішена (операційний спосіб структурування діяльності). Вершина такого графа є кон'юнктивною (тип I).

Однак, багато задач можна вирішити декількома способами, тобто для рішення задачі немає необхідності вирішувати всі підзадачі.

Наприклад, для рішення задачі 1 (рис. 2) потрібно чи вирішити підзадачу 1.1, чи підзадачу 1.2.

Вершина такого графа є диз'юнктивною (тип ЧИ).

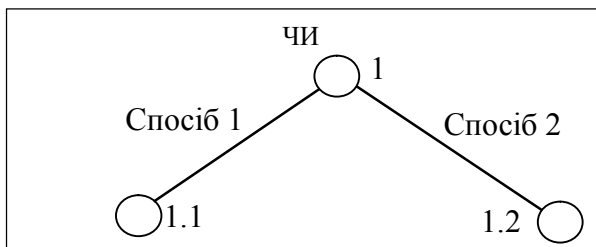


Рис. 2. Приклад рішення задачі у вигляді графа ЧИ

При рішенні задачі в загальному випадку можуть зустрічатися як кон'юнктивні, так і диз'юнктивні вершини, і процес рішення задачі розбивкою її на підзадачі в загальному випадку можна представити у виді графа I/ЧИ (наприклад, рис. 3).

Для розрізнення диз'юнктивної і кон'юнктивної вершин, дуги, що виходять з кон'юнктивної вершини, поєднуються при вершині. У графі I/ЧИ кожна вершина відноситься тільки до одного типу (або I, або ЧИ). Кон'юнктивні вершини (тип I) інтерпретуються як рішення задачі шляхом рішення всіх її підзадач, що відповідають дочірнім вершинам кон'юнктивної вершини. Наявність диз'юнктивних вершин інтерпретується як рішення задачі шляхом рішення кожної з її підзадач, що відповідають дочірнім вершинам диз'юнктивної вершини [4, 6].

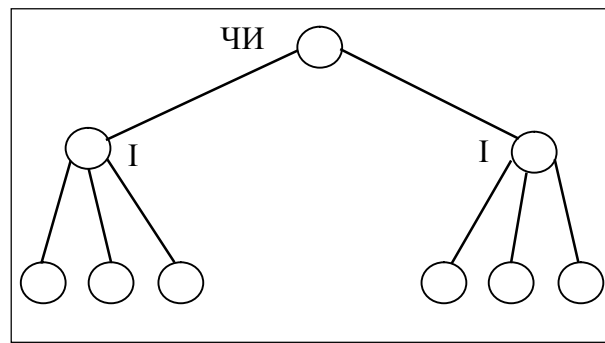


Рис. 3. Процес рішення задачі у вигляді графа I/ЧИ

Е.И. Машбиц виділяє 2 підмножини підзадач [5]:
 а) самостійні етапи рішення вихідної задачі;
 б) підзадачі, що виникають, якщо у того, кого навчають, з'являються ускладнення при рішенні підзадач типу (а).

Вихідна задача розбивається на елементарні підзадачі. Елементарна підзадача – це:

- а) етапи рішення вихідної задачі;
- б) предметні підзадачі, що виникають, якщо у стажиста з'являються ускладнення при рішенні підзадач типу (а).

Іншими словами, фактично вважається, що стажист є відмінником по всіх інших предметах, крім даного предмета. Інакше діагностуюча система може стати дуже громіздкою через необхідність введення гіпотез типу «стажист не вміє читати, писати, рахувати» і т.п., тому що все це необхідно буде діагностувати.

При застосуванні такої системи можлива перевірка засвоєння стажистом всіх елементів структури задачі (вправи). Відзначимо, що різні автори з цією метою виділяють різні елементи. Так, П.А. Шеварев [7] виділяє в задачі: а) характеристику даних, б) характеристику завдання.

Г.А. Балл [8] розглядає предмет задачі і вимогу задачі, тобто модель необхідного стану предмета задачі. Л.М. Фрідман [9] розрізняє:

- а) предметну область, тобто клас об'єктів (предметів), про які мова йде в задачі;
- б) відносини, що зв'язують об'єкти предметної області;
- в) вимоги задачі, тобто те, що необхідно установити в результаті рішення задачі;
- г) оператори, тобто сукупність тих дій (операцій), які треба зробити над умовами задачі, щоб виконати її вимоги.

М.В. Гамезо і В.С. Герасимова [10] виділяють:

- а) об'єкти, до яких відносять узагальнені величини (наприклад, шлях, швидкість і час) і конкретні значення цих величин;
- б) функціональні залежності між величинами;
- в) характер ситуацій (наприклад, рух одночасне, назустріч один одному і т.п.);

г) зв'язки і відносини між значеннями кожної величини (дорівнює, більше, менше і т.п.).

Е.И. Машбиц [5] у кожній навчальній задачі виділяє:

а) вимоги, виконання яких забезпечує правильне рішення задачі;

б) об'єкти, обумовлені умовою задачі;

в) функції об'єктів чи, іншими словами, зв'язки одних об'єктів з іншими;

г) вказівки про способи і засоби рішення.

Л.П. Доблаєв [11] розбиває рішення задачі на два етапи: розуміння, чи «сприймаючу» частину процесу (у термінах діяльності: функціонально це орієнтована частина способу дії, а організаційно - його ввідно-мотиваційний етап), і власне рішення (виконавча частина способу дії). Розуміння містить у собі усвідомлення питання задачі, виділення даних в умовах задачі установлення зв'язків між її даними і між даними і питанням, вибір альтернатив, а на цій основі - виявлення «схованих» проблем і постановку перед собою проміжних питань. Рішення є оперуванням даними і результатами проміжних дій з метою одержання відповідей на проміжні і основне питання задачі. Якщо задачу використовувати як основу при побудові діагностуючої системи, то в ній варто виділяти:

а) об'єкти, про які мова йде (причому як об'єкти можуть виступати як предмети навколишньої дійсності чи їхні моделі, так і конкретні фізичні величини, що їх характеризують (швидкість, маса і т.п.);

б) характер ситуацій (взаємодія між об'єктами, характер зміни величин);

в) відносини, що об'єднують об'єкти задачі;

г) вимоги задачі, тобто те, що необхідно установити в результаті рішення задачі;

д) оператори, необхідні для виконання вимог задачі.

Задавши відповідні питання, можна з'ясувати, чи виділив стажист всі об'єкти задачі, чи знає він їхні визначення, чи зрозумів він, що саме відбувається в задачі.

Розбивши вихідну задачу на підзадачі і виділивши всі її елементи (об'єкти, ситуації, відносини, вимоги, оператори) необхідно, виходячи з її сумарного спектра, скласти список гіпотез виду «стажист не знає/не вміє» і виду «стажист знає/вміє». Для кожної гіпотези складається текст розпорядження, що система видає по закінченні сеансу діагностики. Воно може мати такий же вид, як і ім'я гіпотези, а може і містити додаткову інформацію (наприклад, про те, як правильно треба було відповісти на запитання чи в якому параграфі підручника необхідно шукати відповідь).

Потім визначається безліч симптомів виду «стажист знає/вміє». Симптоми означаються в ре-

зультаті рішення підзадач. Симптом не може означуватися декількома підзадачами, оскільки для означування симптому задається лише одне питання. Тому можливі випадки, коли кілька симптомів будуть однаковими. Однак кілька симптомів можуть відноситися до однієї гіпотези, і один симптом може брати участь у характеристиці декількох гіпотез. Відповідність між симптомами і гіпотезами зручно оформити у вигляді таблиці. Відповідність між симптомами і задачами можна також оформити таблицею, а можна вказати номер задачі, у результаті аналізу рішення якої відбувається означуване симптомом, у дужках після імені симптому.

Апріорні імовірності гіпотез, а також імовірності підтвердження і спростування гіпотез симптомами є експертними знаннями. Звичайно люди погано визначають імовірності подій, розміри вибірки і т.п., тому що на такі оцінки сильно впливає особисте сприйняття подій. Тому для визначення апріорних імовірностей і імовірностей підтвердження і спростування гіпотез симптомами існують відповідні процедури [3]. Для цього проводиться попереднє тестування, причому тестові завдання повинні містити ті ж елементарні підзадачі, що будуть входити до бази знань.

Апріорні імовірності гіпотез H_i визначаються за формулою:

$$P(H_i) = \frac{N(H_i)}{n}, \quad (1)$$

де $N(H_i)$ – кількість стажистів, що виконали дію H_i , а n – загальна кількість стажистів.

Для швидкої перевірки розрахунків використовується та обставина, що сума апріорних імовірностей аналогічних гіпотез виду «стажист не знає/не вміє» і виду «стажист знає/вміє» дорівнює одиниці, оскільки одна з вище названих подій обов'язково відбудеться, тобто стажист або вміє, або не вміє що-небудь робити, або знає, або не знає матеріал.

Імовірність підтвердження гіпотези H_i симптомом S_j визначається за формулою:

$$P_i^*(S_j) = \frac{N(S_j) \cdot N(H_i)}{N(H_i)}, \quad (2)$$

а аналогічна імовірність спростування як

$$P_i^-(S_j) = \frac{N(S_j) \cdot N(\sim H_i)}{N(\sim H_i)}, \quad (3)$$

де $N(H_i)$ і $N(\sim H_i)$ - кількість стажистів, що виконали чи не виконали дію H_i ;

$N(S_j) \cup N(H_i)$ - кількість стажистів, що виконали і дію S_j і дію H_i ;

$N(S_j) \cup N(\sim H_i)$ - кількість стажистів, що виконали дію S_j але не виконали H_i .

Розрахунок імовірностей підтвердження і спростування в окремих випадках може бути

спрощений при введенні понять тотожних і протилежних гіпотез і симптомів.

Назвемо симптом і гіпотезу тотожними, якщо вони описують ту саму подію і мають вид «стажист знає/уміє». Протилежними симптом і гіпотеза будуть у тому випадку, якщо вони описують протилежні події. При цьому симптом має вид «стажист знає/уміє», а гіпотеза має вид «стажист не знає/не вміє». Якщо симптом і гіпотеза тотожні (протилежні), то імовірності підтвердження і спростування гіпотези симптомом, обумовлені за вище приведені формулами, рівні відповідно $p^+ = 1$, $p^- = 0$, а для протилежних, відповідно, $p^+ = 0$, $p^- = 1$.

Якщо обчислення виконані вірно, то імовірності підтвердження (спростування) гіпотез виду «стажист не знає/не вміє» дорівнюють ймовірностям спростування (підтвердження) аналогічних гіпотез виду «стажист знає/уміє».

Даний метод може бути застосованим для автоматизованого вирішення задачі про можливість допуску авіадиспетчера-стажиста до самостійної роботи на конкретному робочому місці.

Висновки

Таким чином, при розгляді технології діагностування знань авіаційного диспетчера встановлено, що стосовно до процесу стажування діагностика означає виявлення тих необхідних знань-умінь-навичок, якими стажист не опанував. В свою чергу, при побудові системи, призначеної для діагностики поточного стану знань-умінь-навичок стажиста, можливі два підходи, перший з яких визначається логікою розкриття теми, а другий – логікою рішення визначеної задачі. В результаті аналізу підходів до побудови діагностуючих систем запропонований метод, що може бути застосованим для автоматизованого вирішення задачі про можливість допуску авіаційного диспетчера-стажиста до самостійної роботи на конкретному робочому місці.

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЗНАНИЙ АВИАЦИОННОГО ДИСПЕТЧЕРА В ПРОЦЕССЕ ДОПУСКА К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

В.А. Григоретский

Рассматриваются методы построения системы диагностики знаний авиационного диспетчера в процессе допуска к самостоятельной работе. Определяются преимущества и недостатки каждого из методов. Приводятся подходы, используемые при построении системы, предназначенной для диагностики текущего состояния знаний-умений-навыков стажера. Предложенный метод, который может быть применен для автоматизированного решения задачи о возможности допуска авиационного диспетчера-стажера к самостоятельной работе на конкретном рабочем месте.

Ключевые слова: система диагностики знаний, авиационный диспетчер, допуск, знания, умения, навыки, стажер.

BUILDING METHODS OF DIAGNOSIS KNOWLEDGE MANAGER AIR DURING ADMISSION TO INDEPENDENT WORK

V.O. Grigoretsky

Methods diagnostic system construction knowledge manager in the aviation access to independent work. Identify the advantages and disadvantages of each method. We present approaches used in constructing the system for diagnosis of the current state of knowledge, skills, skills of the trainee. The proposed method can be applied for automatic solving the problem of the possibility of air admission controller-trainee to work independently in a particular workplace.

Keywords: system diagnostics knowledge, aircraft dispatcher, tolerance, knowledge, abilities, skills, intern.

Список літератури

1. Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы / В.А. Петрушин. – К.: Наукова думка, 1992. – 212 с.
2. Локтюшин В.В. Технологія використання оболонки експертної системи BESS для діагностики знань і умінь та її недоліки / В.В. Локтюшин, І.М. Пустынникова // Наук.-практ. конф. "Засоби реалізації сучасних технологій навчання". – Кіровоград: КДПУ, 2001. – С. 142-148.
3. Пустынникова И.Н. Методология конструирования диагностирующей экспертной системы (на базе оболочки BESS) / И.Н. Пустынникова // Вісник Донецького університету. – Серія А. Природничі науки. – 1998. – № 1. – С. 182-187.
4. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта / Ж.-Л. Лорьер. Пер. с франц. – М.: Мир, 1991. – 362 с.
5. Машибиц Е.И. Психологические аспекты управления учебной деятельностью / Е.И. Машибиц. – К.: Вища школа, 1987. – 348 с.
6. Попов Э.В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ / Э.В. Попов. – М.: Наука, 1987. – 288 с.
7. Шеварев П.А. О роли ассоциаций в процессе мышления / П.А. Шеварев // Исследования мышления в советской психологии. – М.: Наука, 1966. – С. 47-54.
8. Балл Г.А. О психологическом содержании понятия «задача» / Г.А. Балл // Вопросы психологии. – 1970. – № 6. – С. 21-22.
9. Фридман Л.М. Логико-психологический анализ учебных задач / Л.М. Фридман. – М.: Педагогика, 1977. – 192 с.
10. Гамезо М.В. Знаковое моделирование в процессе решения учебных текстовых задач / М.В. Гамезо, В.С. Герасимова // Психологические проблемы переработки знаковой информации. – М.: Наука, 1977. – С. 235-252.
11. Добраев Л.П. Смысловая структура учебного текста и проблемы его понимания / Л.П. Добраев. – М.: Педагогика, 1982. – 238 с.

Поступила в редколлегию 6.10.2015

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.І. Тимочко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.