

# НОВА АЕРОДИНАМИЧНА ЛАБОРАТОРИЯ В БАН-ИХА - ВАРНА ЗА СЪВМЕСТНО ИЗПОЛЗУВАНЕ ОТ НАУЧНИ РАБОТНИЦИ, СТУДЕНТИ И ДОКТОРАНТИ

NEW WIND TUNNEL AT BAS-BSHC-WARNA FOR COOPERATIVE RESEARCH AND EDUCATION

## НОВАЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ В БАН-ИГА - ВАРНА ДЛЯ СЪВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНЫМИ РАБОТНИКАМИ, СТУДЕНТАМИ И ДОКТОРАНТАМИ

Dr. Eng. Milanov E.<sup>1</sup>, Prof. Dr. Eng. Geshev D.<sup>2</sup>, Prof. Dr. Eng. Kazanjieva Y.<sup>1</sup>,  
Eng. Dimitrov V.<sup>1</sup>, Prof. Dr. Eng. Stoyanov S.<sup>1</sup>  
Bulgarian Ship Hydrodynamics Centre – Varna <sup>1,3,4,5</sup>, Faculty of Transport -TU-Sofia <sup>2</sup>

**Abstract:** *In this paper the sum results obtained by realization of new aerodynamics laboratory of BSHC and modern educational centre are resented. The aerodynamics laboratory is intended for experimental model investigations of scarlet objects at subsonic air flow speeds, for performing contract services as well as activities connected with streamlines studies of ships, transport means and installation, research works on the air flow part of industrial objects and air flows inside city-microregions and out of town side are envisaged.*

**KEY WORDS:** SUBSONIC WIND TUNNEL, MEASURING EQUIPMENT, MULTIPPOINTS PRESSURE MODULES

### **Въведение**

През последното десетилетие научноизследователските организации получиха достъп до мощни изчислителни ресурси, което логично доведе до бурно развитие на числените методи. Това в особена степен важи за механиката на обтичане на телата – аеродинамика и хидродинамика. Съвременната технология на изследване и проектиране на морски, въздухоплавателните и транспортни средства се основава на числено вариантно изследване на класа обекти в рамките на зададените проектни параметри и след избора на оптимален вариант на проекта – моделни изпитания в аеродинамична тръба или хидродинамичен басейн за утвърждаване на окончателния вариант.

На основата на съществуващите професионални контакти и на проведените предварителни консултации с колективи и специалисти, които работят в областта на аеродинамичните изследвания е сформиран консорциум, включен в реализацията на проект Д01-836/16.10.07 от фонд "Научни изследвания" на МОН за създаване на нова модерна аеродинамична лаборатория, която да запълни нишата на аеродинамичните изследвания в страната [1]. Ангажираният ресурс за изпълнение на проекта фактически обхваща значими в областта на аеродинамиката институции и специалисти от Технически университет - София, Институт по хидро- и аеродинамика - Варна, Институт по океанология - Варна, Висше Военноморско Училище - Варна и др.

### **1. Задачи на аеродинамичната лаборатория**

*1.1. Изследване аеродинамиката и якостта на различни обекти и части на кораби, подводни апарати, транспортни средства и летателни апарати*

*1.2. Определяне на ветровото натоварване на съоръжения и техните елементи*

*1.3. Изследване на въздушни течения в района на палубите на корабите, вътре в микрорайони на градове и селища, промишлени сгради и други*

*1.4. Изследване и метрологично атестиране на устройства за измерване на скорост и посока на ветрови течения*

*1.5. Изследване на теченията в проточната част на промишлени съоръжения*

*1.6. Провеждане на аеродинамичен експеримент за обучение на студенти, курсанти и докторанти*

### **2. Методи и техники на аеродинамичния експеримент в аеродинамичната лаборатория**

Експерименталните изследвания на аеродинамичните и якостни характеристики се базира на многочислени измервания на разнородни физични величини. Към най-често измерваните величини се отнасят:

- компонентите на векторите на аеродинамичните сили и моменти, действащи на моделите;
- налягането в различни точки на повърхността на моделите;
- локална и глобална деформация на модела (натурата) и неговите елементи

Освен това се измерват физични величини, необходими за задаване и контрол на режимите на изпитания и определяне на безразмерните параметри на моделирането като: прецизно измерване на налягането, относителна влажност и температурата в определени сечения на експерименталната уредба; прецизно измерване на атмосферни параметри (налягането, относителна влажност и температурата) в помещението; прецизно измерване на положението на модела и др. прецизно измерване на скоростта на въздушното течение

В Аеродинамичната лаборатория на БАН – ИХА са внедрени следните методи на аеродинамичния експеримент:

*2.1. Пневмометрични методи за измерване.*

*2.2. Методи за измерване на сили и моменти.*

*2.3. Методи за измерване в граничен слой*

*2.4. Термоанемометрични методи за измерване*

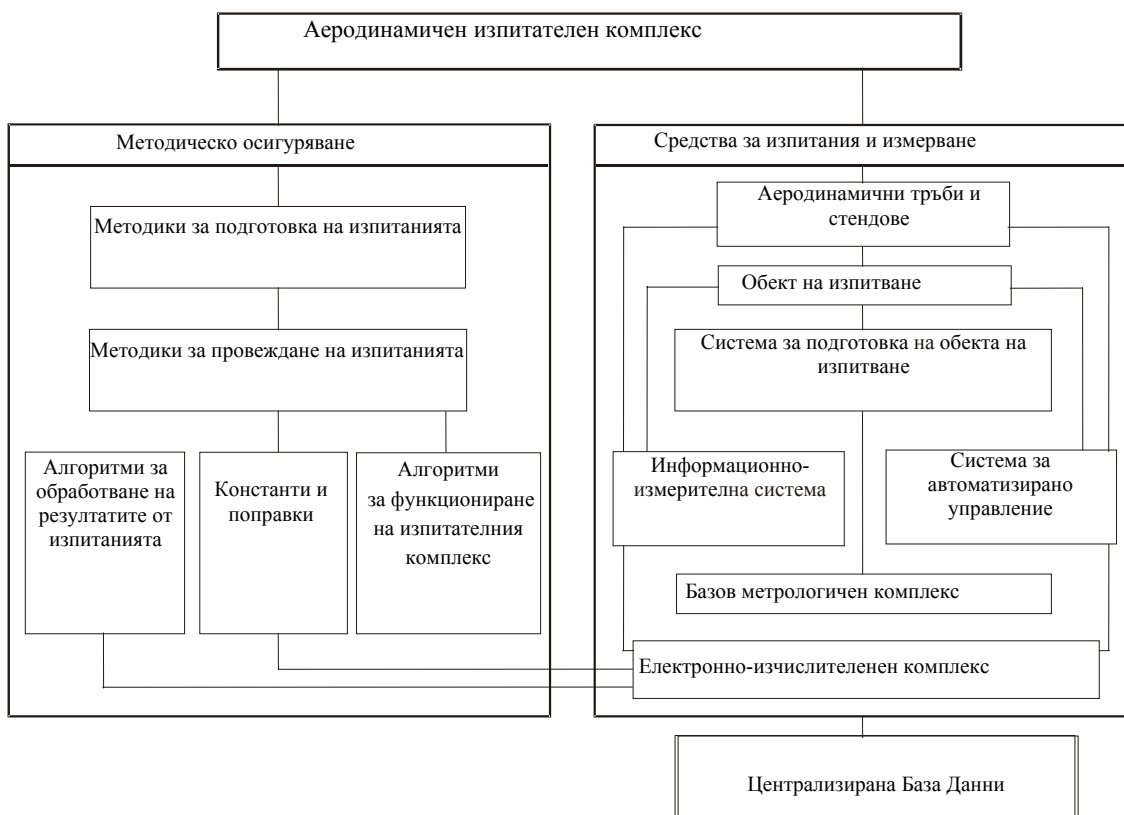
*2.5. Методи на визуализация на физическата структура на течението.*

*2.6. Математично моделиране*

### 3. Аеродинамичен изпитателен комплекс

#### 3.1. Структура на аеродинамичния изпитателен комплекс

Аеродинамичен изпитателен комплекс на БАН – ИХА представлява сложна функционална система, моделираща движението (обтичането) на материални тела във въздушна среда с достатъчна за поставените цели достоверност. На фиг. 3.1 е показана структурна схема на комплекса.



#### 3.1. Структурна схема на аеродинамичен изпитателен комплекс

Основният елемент на изпитателния комплекс е аеродинамичната тръба (АТ), в която се моделират режимите на движението (обтичането), свързани с изменението на скоростта на въздуха и на ъглите на атака и плъзгане. За получаване на картината на обтичане и на достоверни аеродинамични характеристики в АТ се използват експериментални установки, осигуряващи изискванията на съответното динамично подобие. На базата на разгледаните в т.2 методи за изпитване в АТ на ИХА, се създава система за подготовка на обектите за изпитване, разработват се алгоритми за функциониране на изпитателния комплекс и алгоритми за обработване на резултатите от изследванията, в които се въвеждат необходимите поправки и константи, характерни за всеки вид изпитания.

Важно място в изпитанията имат измерването на физичните величини, необходими както за определянето на параметрите на потока в АТ, така и на аеродинамичното натоварване в условията на автоматизирано провеждане на експеримента. За тази цел служат:

- информационно-измерителната система, която има многоканална измерителна структура, включваща необходимите измерителни и помощни устройства;
- система за автоматизирано управление, включваща средствата за моделиране на условията на изпитванията и режимите на функциониране на обекта на изпитване в зависимост от програмата на изпитанията (в съответствие с алгоритмите на функциониране);

- базов метрологичен комплекс, включващ програмно управляеми еталонни средства за измерване, помощни устройства и програмно осигуряване за извършване на метрологична атестация и за периодичен и оперативен метрологичен контрол на средствата за измерване при подготовката и провеждането на изпитванията.

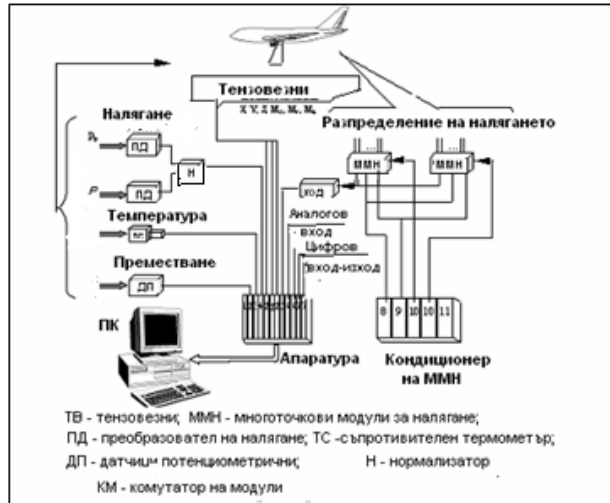
Получаваната в процеса на изпитванията информация постъпва в електронно-изчислителен комплекс, наред с априорната такава. Там тя се събира, обработва и оценява по приетите критерии, а също така се изобразява в подходяща за по-нататъшно използване форма. Завършващ елемент на системата с решаващо значение за универсализиране на достъпа на потребителите до резултатите от изследванията представлява SQL - базата данни под Windows.

#### 3.2. Средства за изпитания и измервания в аеродинамичната лаборатория на БАН - ИХА

##### 3.2.1. Аеродинамична тръба

АТ на ИХА е с обратно действие (затворен тип) и открита работна част. Създаваната в нея скорост на потока е сравнително малка дозвукова (до 80 m/s), което позволява да се пренебрегне изменението на свиваемостта на въздуха.

Аеродинамичната тръба на ИХА е дозвукова затворена тръба с открит работен участък, изправена във вертикалната плоскост.



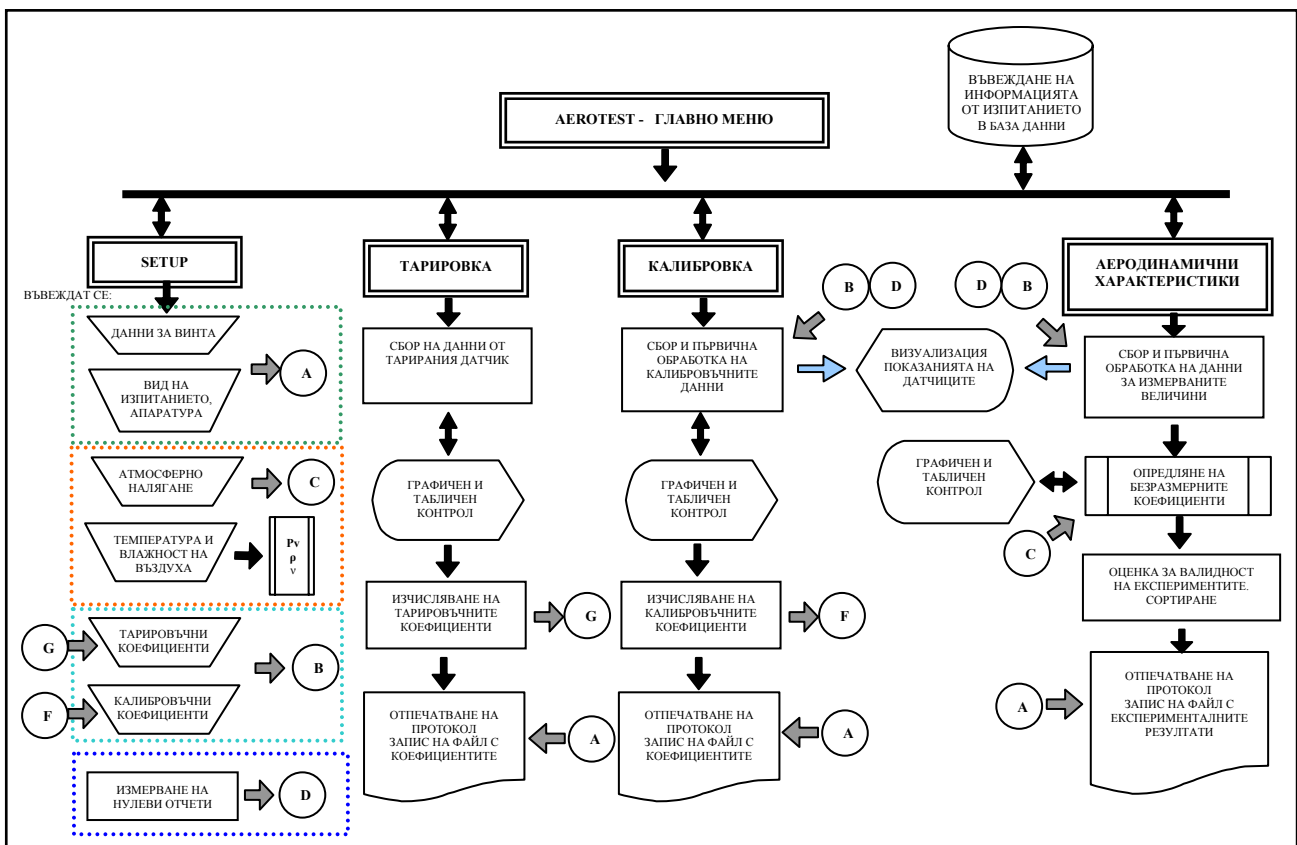
Фиг. 3.2. Структурна схема на система за автоматизирана обработка на резултатите от експеримента

3.2.2. Автоматизираната система за управление на експеримента, сбор и обработка на данни

За съкращаване времето за измерване и обработка на резултатите и повишаване на точността и достоверността на получаваните резултати, в аеродинамичната лаборатория на

ИХА е внедрена „Автоматизираната система за управление на експеримента, сбор и обработка на данни”, чиято структурна схема е показана на фиг. 3.2.

Функционална схема на измерително-изчислителната система „АЕРОТЕСТ” е показана на фиг. 3.3.



Фиг. 3.3. Функционална схема на измерително-изчислителната система на АТ

#### **4. Регионален център за обучение на студенти, курсанти и докторанти**

В АЛ е изграден регионален учебен център, с учебна зала, разположена в непосредствена близост до АТ.

В него е предвидено да се обучават студенти, курсанти и докторанти по инженерно-технически специалности и областта на естествените науки.

##### **4.1. Организация на обучението на студенти и докторанти**

###### **4.1.1. Цели и задачи на обучението в регионалния учебен център на ИХА**

Пред експерименталната аеродинамика практиката непрекъснато поставя за решаване нови и нови задачи. Затова всеки студент, бъдещ авиационен и корабен инженер и докторант, независимо от своята тясна специалност трябва да вниква в физическата същност на отделните процеси, характеризиращи кинематиката и динамиката на въздушните течения при обтичане на елементите на летателните апарати, корабни и други обекти.

Тези знания и умения студентите и докторантите ще получат в новата Аеродинамична лаборатория на ИХА.

###### **4.1.2. Учебно-материална база.**

За постигане на високо качество на обучението в учебния център е осигурен компютърен клас учебен софтуер и възможности за самостоятелно работно място за всеки студент или докторант, чрез който дава достъп до всички подходящи за обучението ресурси на института и в Интернет пространството.

За осъществяване на лекционната форма на обучение е оборудвана с компютърна и видеотехника зала за демонстрация на картината на обтичане, като от регистрирани в АТ аеродинамични спектри, така и получени от други източници.

Необходимо е също така студентите и докторантите да разбират смисъла и големината на поправките, въвеждани в резултатите на проведените опити и да могат реално да оценяват точността на опитите, които те поставят.

Тези знания и умения студентите и докторантите ще получат в новата Аеродинамична лаборатория на ИХА.

В регионалния учебен център на ИХА могат да се обучават студенти и докторанти по инженерно-технически специалности и областта на естествените науки, за които са необходими знания и умения, свързани с решаване на задачи на взаимодействие на твърди тела с въздушна среда.

Постигането на поставените в учебните дисциплини цели се постига чрез:

- лекционно обучение;
- онагледяване на физичните процеси на теченията и на резултати от количествени изследвания на АХ;
- провеждане на лабораторни упражнения за индиректно и непосредствено определяне на АХ на обтекаеми обекти или техни елементи;
- експериментално изследване на влиянието на геометричните характеристики на обтекаеми обекти върху техните АХ;
- разработване на курсови работи и проекти;
- разработване на дипломни работи и проекти.

Предложените форми за обучение не изчерпват всички възможности, поради което те непрекъснато ще се допълват и обновяват.

###### **4.1.2. Учебно-материална база.**

Най-съществената част на учебно материалната база е аеродинамичната лаборатория с установки за експериментални изследвания в дозвукова аеродинамична тръба.

За постигане на високо качество на обучението в учебния център е осигурен компютърен клас с учебен софтуер и

възможности за самостоятелно работно място за всеки студент или докторант. Компютърният клас е свързан в мрежа с електронно-изчислителния комплекс, така че чрез учебния софтуер студентите да могат да обработват нужните за обучението резултати от експеримента и да използват съществуващата база данни. Освен това, чрез мрежата на ИХА, учебният софтуер дава достъп до всички подходящи за обучението ресурси на института и в Интернет пространството. За осъществяване на лекционната форма на обучение е оборудвана с компютърна и видеотехника зала за демонстрация на картината на обтичане, като от регистрирани в АТ аеродинамични спектри, така и получени от други източници.

###### **4.1.3. Участие на обучаемите в експеримента.**

Участието на обучаемите в експеримента има различно място в етапите на тяхното обучение.

Участието на обучаемите в експеримента се свежда до:

- наблюдение;
- управление на изменението на някои или всички кинематични параметри на модела;
- планиране на експеримента;
- подготовка на модела за експеримента;
- подготовка на АТ и измерителната система за експеримента;

#### **5. Изводи**

В процеса на създаването на аеродинамичния учебно-изследователски комплекс се реализират съвременните идеи за развитие на научните изследвания, а именно:

- ✓ Интегрирано участие на специалисти от различни организации в подготовката на проекта, в конкурсния достъп до финансови ресурси и в реализацията на идеята;
- ✓ Удачно използване на подходяща инфраструктура и опит в областта на експерименталната механика на флуидите – в случая на ИХА – Варна – за развитие на научно-приложни изследвания в сходна по базовия си характер област;
- ✓ Осъществяване на пряка връзка на науката с национални приоритети в областта на търсенето на нови енергийни източници и конкретно при проектирането на устройства и системи за усвояване на ветровата енергия: лопатки, работни колела, конструкции на ветрогенератори и пр;
- ✓ Чрез кооперативното изграждане и съвместно използване на комплекса за изследвания и обучение – създаване на условия за реализация на все по-важната за страната мобилност на учени и докторанти, което е в унисон с един от от основните постулати на Лисабонската стратегия за развитие на европейското научно пространство.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Тема КН70701 „Изграждане и развитие на научно изследователската и приложна аеродинамична лаборатория в областта на природните науки”от фонд ”Научни изследвания” на МОН

2. Д. Гешев, Аеродинамика на летателните апарати,ТУ София,2006.

3. Богданов В.В., Основные виды измерения при исследованиях аэродинамики и прочности летательных аппаратов, Семинар по измерительной технике,ЦАГИ, 2002

4. Миланов Е.М., Казанджиева Й.Т, Димитров В. Д., С. Г. Стоянов, Възможности и перспективи за модернизация на аеродинамичната лаборатория на ИХА-Варна, Сесия на ВНВМУ, Варна 2008