



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

20561

U N I D O

FINAL REPORT

(DRAFT)

on Project DRK/90/015

"ASSISTANCE TO THE CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF QUALITY CONTROL  
AND METROLOGY (CRIQCM) OF THE STATE COMMITTEE FOR SCIENCE AND  
TECHNOLOGY"

Prepared by:

Contractor's Team Leader Dr. A. S. Oboukhov  
with participation of experts Dr. Yu. S. Domnin,  
Dr. F. E. Kurochkin, Dr. Yu. A. Atanov, and Dr. A.I. Martinov

on the basis of:

- the results of the completion of the Project DRK/90/015

Approved by:

Director General of the contracting organization, VNIIFTRI,  
Dr. B. I. Alshin

December

1993

## SYNOPSIS

**Keywords: project, metrology, experts, training, equipment.**

In the period from January 1991 to December 1993 the following activities have been accomplished on the Project DRK/90/015 "Assistance to the Central Research Institute of Quality Control and Metrology (CRIQCM) of the State Committee for science and technology":

- services offered by international experts;
- training of the personnel (including the study tour);
- equipment delivery and deployment;
- development of the Project Document (Contract 91/009/VK).

The essence of work has been defined in the Terms of Reference of July 1991. All the services and deliveries specified in the Project DRK/90/015 have been successfully completed by December 1993. This fact is certified by the Protocol drawn up and signed by the CRIQCM, UNDP, and VNIIFTRI of December 2, 1993.

The work was financed by the UNIDO-VNIIFTRI Contract No 91/199 of November 25, 1991.

The Final Report (Draft) has 8 pages.

TABLE OF CONTENTS

I. INTRODUCTION .....4

II. GENERAL .....4

    2.1. Fulfillment of the Project DRK/90/015 .....4

    2.2. Analytical appraisal .....7

    2.3. Proposals for further work .....8

III. CONCLUSIONS .....8

## I. INTRODUCTION

In accordance with the Project Document of August 14, 1991 and the Terms of Reference of July 1991, the contracting organization, VNIIFTRI, selected the team of highly qualified international experts, organized a study tour of four high-level DPRK experts over the metrological centers of Russia and China, trained ten CRIQCM specialists, delivered to the CRIQCM and put into operation the appropriate equipment listed in Annex 3 of the Terms of Reference, and successfully completed the entire program by December 1993.

The delivered equipment is run now by the CRIQCM specialists trained in Russia. The metrological servicing of the DPRK science and industry has begun.

Performance of laser facilities and of capacitance and inductance standards corresponds to the high international level.

The representatives of the DPRK Government and UNDP appreciated the successful accomplishment by the contracting organization, VNIIFTRI, its commitments under the Project DRK/90/015.

## II. GENERAL

### 2.1. Fulfillment of the Project DRK/90/015

#### 2.1.1. Services of the international experts

Responsibilities imposed on the experts by the Contract have been fulfilled and the necessary advice on scientific and technological matters given. The actual fulfillment of the mission by the experts is as follows:

##### 2.1.1.1. Project area, Pyongyang, 1991

	Planned m/m	Actual m/m
(a) CTA, General metrology (Dr. Oboukhov)	1.5	1.5
(b) Laser measurements (Dr. Domnin)	0.5	0.5
(c) Electric measurements (Dr. Kurochkin)	0.5	0.5
(d) High Pressure measurements (Dr. Atanov)	0.5	0.5
(e) Project Document (Contract 91/008VK)	1.3	1.3
<b>T O T A L</b>	<b>4.3</b>	<b>4.3</b>

##### 2.1.1.2. Project area, Pyongyang, 1993

(a) CTA, General metrology (Dr. Oboukhov)	2.4	2.4
(b) Laser measurements (Dr. Domnin)	2.4	2.4
(c) Electric measurements (Dr. Kurochkin)	1.3	1.3
(d) Pressure measurements (Dr. Martinov)	1.9	1.9
<b>T O T A L</b>	<b>8.0</b>	<b>8.0</b>

2.1.1.3. Briefing & debriefing  
(UNIDO, Vienna, 1991-93) - 0.4

---

T O T A L - 0.4

During the realization of their mission, the experts gave a number of lectures on various problems of metrology and trained the personnel to operate the delivered metrological equipment. The work of the experts has been positively appraised.

#### 2.1.2. Training

According to the Project DRK/90/015 the training of DPRK specialists was carried out in three stages:

(i) study tour of four high-level experts to Russia and China in 1992;

(ii) training of ten CRIQCM specialists at the metrological centers of Russia in 1992;

(iii) training of the CRIQCM personnel to operate the delivered metrological equipment.

The Korean side organized training of the CRIQCM scientists in computer applications.

The actual training data are as follows:

2.1.2.1. Study tour, 1992; the experts: Dr. Li Il Yon, Dr. Yun Ok Hen, Dr. Kim Kwang Ho, and Mr. Chong Oyeng Hwang.

	Planned	Actual
Visits to the metrological centers of Russia (Moscow, St.Petersburg, Kazan)	12 days	12 days
Visit to the National Institute of Metrology (China, Beijing)	11 days	11 days
T O T A L	23 days	23 days

2.1.2.2. Training of ten CRIQCM specialists in Russia, 1992 (in man-days)

VNIIFTRI	280	280
VNIIOPF (Moscow)	70	70
VNIIM (St. Petersburg)	350	350
T O T A L	700	700

At the end of the visit all trainees obtained the appropriate certificates.

### 2.1.3. Delivery and deployment of equipment

The equipment listed in Annex 3 of the Terms of Reference was delivered to the CRIQCM in 1991-1993 and put into operation.

The additional delivery (at the expense of VNIIFTRI) included: a stabilized laser LGN-302, mains voltage stabilizer "Samlex", multimeter, set of thermal conductivity standards, discharge tube for a laser, and a set of aligning optical and mechanical elements.

To improve servicing and maintenance of the equipment over the guarantee period, VNIIFTRI will provide the CRIQCM with two oscilloscopes and a PC 386. It was recommended to the DPRK Government and UNDP to equip the CRIQCM with eight uninterrupted power supply units UPS-500, four air conditioners, and laboratory furniture (see Progress Report No. 3).

### 2.1.4. Fulfillment of Working Schedule

The working schedule of the Project DRK/90/015 was fulfilled as follows:

	Planned	Actual
Beginning of the work	Apr 1991	Nov 1991
First visit of experts	June 1991	Dec 1991 - Jan 1992
Study tour	Oct 1991	March - Apr 1992
Training	May 1992	July - Sept 1992
Manufacture and certification of equipment	March 1993	March 1993
Delivery of equipment to CRIQCM	Apr 1993	Oct 1993
Second visit of experts	April - May 1993	Oct - Dec 1993

The beginning of the work has been postponed due to a long delay in preparing the Project and Contract documents in the UNIDO and UNDP and the late delivery of the equipment to the CRIQCM has happened because the Korean side had not been ready to host the experts arriving with the equipment.

## 2.1.5. Budget execution

I T E M	E x p e n s e s		
	Planned	Actual	Overdraft
1. International experts	87.7	90.9	3.2(i)
2. Training	53.6	58.888	5.288(ii)
3. Equipment	146.9	166.91	20.01(iii)
4. Activities on Contract 91/008/VK	11.8	11.8	
<b>TOTAL</b>	<b>300.0</b>	<b>328.498</b>	<b>28.498</b>

- (i) - the overdraft is due to the costs of briefing-debriefing at the UNIDO Headquarters in Vienna; the costs were accidentally omitted from the Project Document.
- (ii) - the overdraft is due to a purchase by the UNDP of four air tickets for the participants of the study group flying over the Pyuonyang-Moscow-Beijing itinerary; the airfare exceeded the sum specified in the Project.
- (iii) - two reasons underlie the overdraft:  
 (a) the inflationary growth of costs for the equipment during the delay in the start of the Project (US\$ 7,500);  
 (b) the additional expenses incurred by VNIIFTRI for storing and/or maintaining the certified equipment, because the Korean side was not ready to meet the experts with that equipment (US\$ 12,510).

Thus, the total expenses incurred by VNIIFTRI during the execution of the Project exceeded the estimate by US\$ 28,498 for reasons independent of VNIIFTRI.

The overdraft on items paid for in roubles, including the delivery of the additional equipment, was covered at the expense of VNIIFTRI.

## 2.2. Analytical appraisal

2.2.1. The trained CRIQCM personnel has started using the equipment, delivered and put into operation by the experts, to provide the metrological support for the national economy of DPRK and carry out metrological investigations. Over 100 working standards of electrical quantities (inductance, capacitance, resistance) have been calibrated for local testing laboratories and industrial enterprises of DPRK.

Stability of lasers deployed in the laser measurement laboratory was verified by making over 10,000 measurements. The entire dynamic pressure range 0.01-1.5 GPa has been reliably mastered. The measurements utilizing new thermometers have begun.

Thus, the primary target of the Project, that is, enhancement of the metrological potential of the CRIQCM has been attained.



2.2.2. The efficiency of the delivered equipment can be raised substantially provided the CRIQCM is equipped with the uninterrupted power supply units UPS 500, air conditioners and laboratory furniture. The corresponding recommendation was submitted to the UNDP and DPRK Government.

2.2.3. The Project DPR/90/015 has failed to include some important measurement areas, such as time and frequency measurements, electromagnetic intensity measurements in the radiofrequency and optical ranges, and cryogenic temperature measurements, all of which affect considerably the production and operation of modern high-tech systems (navigation, telecommunication, audio-video, microwaves, etc.). However, the corresponding CRIQCM laboratories are underequipped and need updating. There are problems in providing the advanced branches of Korean science and industry with high-precision measurement capabilities.

### 2.3. Proposals for further work

During the staying of the experts in Pyongyang, the Protocol on intentions between the CRIQCM and VNIIFTRI has been signed expressing the expediency of preparing in 1994 of a new UNIDO Project in the area of metrology. At the present time the basic data concerning the new work are being approved. These data will be cited in the Final Report on the Project DRK/90/015.

### III. CONCLUSIONS

The work under the Project DRK/90/015 "Assistance to the Central Research Institute of Quality Control and Metrology (CRIQCM) of the State Committee for science and technology" is successfully completed. The work accomplished on the contract basis proved to be highly efficient.

The instrumentation developed, manufactured, and delivered under the Project corresponds to a high international level and enables the CRIQCM to provide the metrological expertise inside the country and participate in the international metrological comparisons of national standards of different countries to achieve the international compatibility of measurements.

The targets of the Project have been attained. It is desirable to go on with assisting the CRIQCM in other measurement areas.



A. S. Oboukhov  
Head of Laboratory of VNIIFTRI,  
Technical Coordinator of the work  
under Project DRK/90/015

U N I D O

**PROGRESS REPORT No 3**  
on Project DRK/90/015

**"ASSISTANCE TO THE CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF QUALITY  
CONTROL AND METROLOGY (CRIQCM) OF THE STATE COMMITTEE FOR  
SCIENCE AND TECHNOLOGY"**

**OBJECT: "INSTALLATION OF EQUIPMENT AND ON-THE-JOB TRAINING  
OF THE CRIQCM PERSONNEL"**

Prepared by:

Contractor's Team Leader Dr. A. S. Oboukhov  
with participation of experts Dr. Yu. S. Domnin,  
Dr. F. E. Kurochkin, and Dr. A.I. Martinov

on the basis of:

- the results of installation of equipment in CRIQCM from  
October to December 1993 and of training of the staff

Approved by:  
Director General of the contracting organization, VNIIFTRI,  
Dr.B.I.Alshin

December

1993

**SYNOPSIS**

**Keywords: equipment, experts, on-the-job training.**

The equipment contracted for CRIQCM under the terms of Project DRK/90/015 was assembled and put into operation in October 1993. In November and December the personnel of the laser measurements, electrical measurements, and dynamic pressure measurements laboratories were trained to operate the appropriate equipment.

All equipment is put into operation; it is now applied to meet the needs of the national economy of the DPRK.

The Progress Report No 3 has 6 pages and 2 Supplements.

## TABLE OF CONTENTS

I. INTRODUCTION .....	4
II. GENERAL .....	4
2.1. Completion of the Technical Assistance Program ....	4
2.2. Laser measurement equipment .....	4
2.3. Electrical measurement equipment .....	5
2.4. Dynamic pressure measurement equipment .....	5
2.5. Equipment for other measurement areas .....	5
2.6. Training of personnel .....	6
III. CONCLUSIONS .....	6
IV. SUPPLEMENTS .....	7-28
4.1. Joint CRIQCM-UNDP-VNIIFTRI acceptance protocol .	7-12
4.2. Protocols of laboratory tests .....	13-28

## 1. INTRODUCTION

In the period from October to December 1993 the international experts Dr. A. S. Oboukhov, Dr. Yu. S. Domnin, Dr. F. E. Kurochkin, and Dr. A.I. Martinov delivered to the CRIQCM, assembled, and put into operation the equipment under Project DRK/90/015; they trained the appropriate personnel to operate the equipment.

The UNDP Deputy Resident Representative in Pyongyang Ms. M.S. Magallanes and the DPRK Government official Mr. Song Dok Ryop visited the CRIQCM and recognized that the equipment had been successfully assembled, tested, and operated, and that the CRIQCM specialists were capable of maintaining the equipment and provide the metrological service.

## II. GENERAL

### 2.1. Completion of the Technical Assistance Program.

The Korean side prepared the necessary laboratory area to deploy the metrological equipment and to ensure its normal operation in accordance with the previous recommendations. In particular, the laser measurement laboratory was equipped with a vibration-proof optical bench and special precautions were taken to keep away the dust. The gas chamber and explosion facility were placed into the room equipped with the forced ventilation.

The mains voltage, however, varied within the range 165-240 V exceeding the permissible deviations. There were frequent and sudden breaks in the mains supply resulting in a damage to the high-precision instrumentation. The room temperature variation tolerances were not always maintained.

To improve the operation conditions of the equipment during the guarantee period, the VNIIFTRI agreed, at its own expenses, to provide the CRIQCM with some additional equipment for testing and maintenance. A second channel for vibration measurement has been also added.

### 2.2. Laser measurement equipment

Two stabilized lasers with BIPM-certified iodine cells, one auxiliary laser for alignment, and the instrumentation package for frequency comparisons have been mounted and put into operation.

The operation of the lasers and their intercomparison was accomplished manually or controlled by a computer. Typically, the relative frequency instability of 1 part in  $10^{12}$  over a period of 100 s was achieved at the CRIQCM site, which substantially exceeds the requirements of the DRK/90/015 Project and corresponds to the contemporary world level.

Four CRIQCM specialists were trained to operate the laser systems; about 10,000 measurements were taken. The protocols of laboratory laser tests are given in Supplement 2.

### 2.3. Electrical measurement equipment

A fixed-frequency capacitance bridge MCE-18A and an A-C multifrequency RLC bridge P5083 were put in operation together with a set of capacitance and inductance standards, a 15-unit set of portable inductance standards, and nine resistance standards. About 100 standards of electrical quantities were calibrated for local metrological laboratories.

According to the results of laboratory tests the metrological characteristics of the capacitance and inductance standards, previously certified at the National metrological laboratories of Russia and Germany, surpass the requirements of the Terms of Reference of July 1991 by a factor of three (see Supplement 2).

A standard phase meter D5782 has passed successfully the laboratory tests. The operation of the computer-aided data processing system was sometimes erratic caused, among other things, by the excessive instability of the mains voltage. It was thus considered expedient to replace the already delivered computer with a more advanced PC 386/387 to improve the overall reliability of the system.

Two CRIQCM specialists were trained.

### 2.4. Dynamic pressure measurement equipment

The set of equipment (see Items 3.1-3.6 of the Equipment List of the DRK/90/015 Project) was assembled, tested, and put into metrological practice. The results of the laboratory tests showed that the delivered equipment meets the requirements of the Terms of Reference of July 1991 (Supplement 4).

Three specialists were trained to operate the high-pressure equipment in the full pressure range from 0.01 to 1.5 GPa and the computer system for the acquisition and processing of data.

### 2.5. Equipment for other measurement areas

The operation of a vibration exciter Bruel and Kjaer 4809 has been demonstrated together with a standard accelerometer. A driving generator G3-114 fed a 160-Hz signal via a 30-W amplifier. The absence of the second accelerometer made impossible any conclusions about the metrological parameters of the equipment.

Three high temperature platinum resistance thermometers calibrated against the ITS-90 scale in VNIIM were tested in the CRIQCM and showed the agreement with the requirements of the DRK/90/015 Project.

A set of 101 optical color filters specified by GOST 9411-75 to be used as transmission standards were given to the CRIQCM together with the documentation for subsequent application in optical measurements.

#### 2.6. Training of personnel

The international experts have taught the personnel to operate the equipment, make the measurements, and process the measurement results obtained. A more profound knowledge of the experimental methods and basic theoretical principles of high-precision measurements has been pursued. Practical acquaintance with the instruments and measurement procedures was accompanied with the seminars and lectures, including those dedicated to novel (for the CRIQCM) metrology areas. In particular, Dr. A.S.Oboukhov and Dr. Yu.S.Domnin gave the lectures on

- the National and International standards and scales in the Time and Frequency metrology;
- dissemination of standard time signals via various communication channels;
- measurement of electromagnetic radiation intensity in the visible range;
- production technology of radiation power thermal converters.

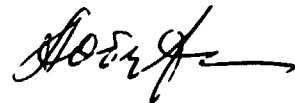
The experts Dr. F.E. Kurochkin and Dr. A.I. Martinov conducted 6 seminars on matters of electrical measurements and dynamic high-pressure measurements.

### III. CONCLUSIONS

Acceptance of the equipment deployed and put into operation at the CRIQCM was gained on December 3, 1993 with participation of the representatives of the UNDP and DPRK Government (see Supplement 1).

In accordance with the signed Protocol the VNIIFTRI has successfully and entirely completed the work under the Project DRK/90/015.

The CRIQCM and VNIIFTRI have also signed the Protocol of Intentions to prepare in 1994 a new UNIDO Project in the area of metrology to assist the CRIQCM primarily in further development of measurements of time and frequency, electromagnetic radiation intensity, and cryogenic temperatures.



A. S. Oboukhov  
Head of Laboratory of VNIIFTRI,  
Technical Coordinator of the work  
under Project DRK/90/015

# P R O T O C O L

BETWEEN CRIQCM, UNDP AND VNIIFTRI

DECEMBER 2, 1993

REF.: DRK/90/015, UNIDO-VNIIFTRI CONTRACT N 91/199

SUBJECT: DELIVERING AND PUTTING INTO OPERATION

THE PROJECT EQUIPMENT

1. REPRESENTATIVES OF CRIQCM, UNDP AND VNIIFTRI WITNESSETH THE FOLLOWING: THE EQUIPMENT IN ACCORDANCE WITH THE LIST OF EQUIPMENT OF DRK/90/015 PROJECT (ANNEX 1) DELIVERED TO CRIQCM, INSTALLED IN PREPARED ROOMS AND PUTTED INTO OPERATION.
2. THE EQUIPMENT CORRESPONDS TO THE TERMS OF REFERENCE DATED BY JULY 1991 AND TO THE AIMS OF DRK/90/015 PROJECT. TECHNOLOGICAL AND METROLOGICAL PARAMETERS OF LASERS, STANDARD MEASURES OF CAPACITY AND INDUCTANCE ARE HIGHER THAN IN TERMS OF REFERENCE.
3. THE PERSONNEL STAFF OF CRIQCM WAS TEACHED AT THE WORKING PLACES AND THEY HAVE GOT NECESSARY PRACTICAL EXPERIENCE IN CONTROLLING THE EQUIPMENT.
4. INTERNATIONAL EXPERTS ASSISTED IN THE EQUIPMENT INSTALLATION AND TESTING AND THEY DELIVERED LECTURES AND CONSULTATIONS ON THE MATTER OF METROLOGICAL APPLICATIONS.
5. IN ADDITION VNIIFTRI FOR ITS OWN ACCOUNT DELIVERED AND PUTTED INTO OPERATION THE EQUIPMENT ACCORDING TO ANNEX 2.
6. TO REMOVE NOTICED MALFUNCTIONING IN THE DELIVERED EQUIPMENT AT THE WARRANTY PERIOD, TO IMPROVE THE MONITORING OF OPERATING CONDITIONS VNIIFTRI WILL PREPARE AND DELIVER TO CRIQCM



THE EQUIPMENT AND OPTIONS ACCORDING TO ANNEXES 3 AND 4 NOT LATER THAN IN APRIL 1994. THE ORDER OF DELIVERING WILL BE MATCHED WITH CRIQCM. UNDP AND UNIDO WILL EVALUATE THE RESULTS OF VNIIFTRI WORK AND WILL CARRY OUT FINANCIAL OBLIGATIONS IN THE FINAL STAGE OF CONTRACT N 91/199 TAKING INTO ACCOUNT THE PURSUIT OF OBLIGATIONS ACCORDING TO ANNEXES 3 AND 4 OF GIVEN PROTOCOL AND DELIVERING THE EQUIPMENT TO CRIQCM.

VNIIFTRI PERFORMED THE OBLIGATIONS ON DRK/90/015 PROJECT AND FINISHED ITS WORK SUCCESSFULLY.

ON BEHALF OF

CRIQCM

Mr. Jong Ji Choi  
Director

UNDP

Ms. Monina S. Magallanes  
Deputy Resident Representative

VNIIFTRI

Mr. A.S. Obidiev  
Section Leader



PYONGYANG

LIST OF EQUIPMENT FOR METROLOGICAL LABORATORIES  
(Equipment to be purchased on UNDP Fund)

	<u>No.</u>	<u>US\$.</u>
<u>1. Laser measurement laboratory:</u>		
1.1. Laser head with a cell meeting BIPM recommendations	2	30,000
1.2. Set of electronic equipment for laser control	2	13,200
1.3. Auxiliary 0.63- $\mu$ m laser for alignment	1	-
1.4. Set of equipment for realization of frequency beat technique	1	15,300
Sub-total 1:		58,500
<u>2. Electrical measurement laboratory:</u>		
2.1. High-precision fixed-frequency capacitance bridge, 0.001 - 0.1 %	1	3,500
2.2. A-C multifrequency RLC bridge, 0.05 - 0.5 %	1	4,500
2.3. Set of 3 capacitance standards, 1000 pF, 0.001 %	1	4,000
2.4. Set of 3 inductance standards, 10 mH, 0.002 %	1	4,000
2.5. Set of 15 portable inductance standards, $10^{-6}$ - 1 H, 0.01 %	1	-
2.6. Set of 9 resistance standards, 1 - $10^3$ Ohm, 0.0005 %	1	3,000
2.7. Standard phase meter, 60 Hz, 0.5 %	1	-
2.8. Computer-aided data processing system and 2 PC/XTs	3	11,500
Sub-total 2:		30,500
<u>3. Dynamic pressure measurement laboratory:</u>		
3.1. Gas-filled 1.6-GPa chamber	1	14,000
3.2. Hydraulic system for the chamber control	1	5,500
3.3. Electronic equipment for control and synchronization	1	2,000
3.4. Computer-aided data processing system and 2 PC/XTs	3	19,000
3.5. Reference pressure gages	4	6,000
3.6. Hardness standards testing	1	-
Sub-total 3:		46,500
<u>4. Vibration and temperature measurement laboratories:</u>		
4.1. Vibration exciter (of B&K 4803 type) with a standard accelerometer	1	3,500
4.2. High temperature platinum resistor thermometer	1	3,500
4.3. Set of optical color filters (transmission measured)	1	500
Sub-total 4:		6,500
Total (1-4):		142,000
Transportation costs, insurance, taxes:		4,900
<b>T O T A L:</b>		<b>146,900</b>

NOTE:

Purchase of the equipment under items 1.3, 2.5, 2.7 and 3.6 is paid totally in roubles; the remaining equipment is purchased partially in roubles.

cont....

EQUIPMENT TO BE PURCHASED ON SOVIET-SIDE FUND

	<u>No.</u>
1. Auxiliary 0.63 $\mu$ m laser for alignment	1
2. Set of 15 portable inductance standards, 10 <sup>-6</sup> - 1H, 0.01%	1
3. Standard phase meter, 60 Hz, 0.5%	1
4. Hardness standards meeting OIML recommendations	11
5. Partial payment of equipment to be purchased on US\$. account	
6. Installation Cost	
Total Cost:	Roubles 207,500

ANNEX 2

LIST

OF EQUIPMENT AND OPTIONS DELIVERED BY VNIIFTRI FOR CRIQCM

NAME	PIECES
1. STABILIZED LASER ЛПН-302	1
2. DISCHARGE LASER TUBE	1
3. THE SET OF MEASURES OF THERMOCUNDUCTIVITY	1
4. THE SET OF OPTICAL DETAILES AND ELEMENTS	1
5. VOLTAGE STABILIZER "SAMLEX"	1
6. INTERFACE AND SOFTWARE FOR LASER MEASUREMENTS	1
7. MULTIMETER	1

EVALUATED COST

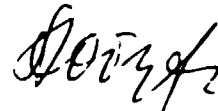
19 600 RUBLES

ON BEHALF OF CRIQCM

ON BEHALF OF VNIIFTRI

KIM GWAN HO

A. S. OBOUKHOV



ANNEX 3

LIST

OF EQUIPMENT FOR THE SECOND CHANAL OF VIBRATION MEASUREMENTS

NAME	PIECES
1. VIBRATION SENSOR, (1-10)G, 160 Hz, 0.5%	1
2. SENSOR SIGNAL AMPLIFIER, 2 CHANALS, 0.15%	1
3. DIGITAL INDICATOR, 50-1000MV, 160 Hz, 0.15%	1
TOTAL COST EVALUATED	US\$ 3 500

ANNEX 4

LIST

OF EQUIPMENT AND OPTIONS

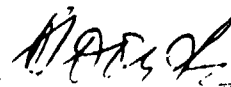
NAME	PIECES
1. OSCILLOSCOPE UNIVERSAL, 100 MHZ	1
2. OSCILLOSCOPE C8-12	1
3. COMPUTER PC 386/387, 40 MHZ, 80 MB, RAM 4MB AND PRINTER 24 PIN	1 SET
4. FLOPPY DISKS 5 1/4", 1.2 MB	80
5. PRINTER TAPE	15
6. PRINTER HEAD (ITEM 3)	1
7. PRONTERS (CHANGE, REF. CRIQCM LETTER)	2
8. CPU AND KEYBOARD (CHANGE, REF. CRIQCM LETTER)	1
TOTAL COST EVALUATED	US\$ 4 500

ON BEHALF OF CRIQCM

KIM GWAN HO

ON BEHALF OF VNIIFTRI

A. S. OBOUKHOV



# ПРОТОКОЛ № 1

лабораторных испытаний высокоточной емкости емкостности

фиксированной частоты

(п. 2.1 Списка оборудования)

поставляемого ВНИИФТРИ для ЦНИИКМ по Проекту ДЕК/90/015

1. Испытываемое оборудование: мост емкостный МЦЕ18-А, аттестованный ВНИИМ
2. Условия измерений: а) температура воздуха помещения  $20 \pm 2^\circ\text{C}$   
б) напряжение сети: 180 - 240в, 57 Гц
3. Исследуемые параметры:  
Среднее квадратичное отклонение результата 10 измерений ( $P=0,95$ ) при различных значениях емкости

Измеряемая емкость	Среднее значение из 10 наблюдений	$\xi_p = 2\sigma$	
		абсолют., F	относит., %
1 pF	$1,0078 \cdot 10^{-12}$	$0,4 \cdot 10^{-18}$	0,00004
10 pF	$10,00050 \cdot 10^{-12}$	$4,5 \cdot 10^{-17}$	0,00045
100 pF	$99,8799 \cdot 10^{-12}$	$8 \cdot 10^{-17}$	0,00008
1000 pF	$1000,1292 \cdot 10^{-12}$	$6,3 \cdot 10^{-16}$	0,00006
0,01 μF	$9,99846 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-14}$	< 0,0001
0,1 μF	$100,00227 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-13}$	< 0,0001
1 μF	$1000,2967 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-13}$	< 0,0001

От ВНИИФТРИ

Ф. Е. Курочкин *Курочкин*

А. С. Обухов *Обухов*

От ЦНИИКМ

Цой Ги Зен *Цой Ги Зен*

Ким Гван Хо *Ким Гван Хо*

г. Пхеньян,

4 ноября 1993 г.

## П Р О Т О К О Л № 2

лабораторных испытаний эталонных мер индуктивности ЭИ-2 на частоте 10 кГц (п. 2.4 списка оборудования), поставляемых ВНИИФТРИ для ЦНИИКМ по проекту ДРК/90/015

1. Испытываемое оборудование: меры индуктивности ЭИ-1, аттестованные во ВНИИМ
2. Условия измерений: а) температура воздуха в помещении  $20 \pm 2^\circ\text{C}$   
б) напряжение сети 180-240В, 57 Гц
3. Исследуемые параметры:
- 3.1. По методу "Калибровка" проводились взаимные сличения мер и определение разности показаний по свидетельству и измеренным значениям.

Результаты измерений определялись как среднее из 10 измерений.

Номер меры	Данные свидетельства, МГц	Результат измерения по исходной мере, МГц	Разность значений по свид., МГц	Разность измеренных значений, МГц
0. 81	10,00551	Исходная	$\Delta_{1,2} = 0,00716$	$\Delta_{1,2} = 0,00711$
0. 94	9,99835	9,9984	$\Delta_{1,2} = 0,00080$	$\Delta_{1,2} = 0,00089$
0. 63	10,00631	10,0064		

Как видно из результатов исследований, расхождение разностей не превышает  $(5 \div 9) \cdot 10^{-6}$ , что превышает требования Т.3.

Однако, этот результат может быть еще улучшить, если создать температурные условия  $(20 \pm 0,3)^\circ\text{C}$  и приобрести мост постоянного тока для измерения сопротивления обмоток катушек с погрешностью  $\pm 0,001\Omega$ , как предусматривалось проектом поддержки.

От ВНИИФТРИ  
Э. Е. Курочкин *Курочкин*  
А. С. Обухов *Обухов*

От ЦНИИКМ  
Цой Юн Зен *Цой Юн Зен*  
Ким Гван Хо *Ким Гван Хо*

г. Пхеньяк,

4 ноября 1993 г.

## П Р О Т О К О Л № 3

лабораторных испытаний образцовых мер индуктивности Р5101-Р5115 на частоте  $10^3$  Гц, (п. 2.5 списка оборудования) поставляемых ВНИИФТРИ для ЦНИИКМ по Проекту ДРК/90/015

1. Испытываемое оборудование: образцовые меры индуктивности Р5101-Р5115, аттестованные во ВНИИМ
2. Условия измерений: а) температура воздуха в помещении  $20 \pm 2^\circ\text{C}$   
б) напряжение сети 180-240 В
3. Исследуемые параметры:
  - 3.1. В режиме "Калибровка" на мосте LRC Р5083 определялись действительные значения мер Р5101-Р5115 и их отличие паспортных данных.

Диапазон ном. знач. мер	Действит. знач. мер по свид	Измеренное значение на мосте Р5083	Разность между показаниями моста и свид.	Погрешность моста по Тех. з.
1 Н	$1,0012 \pm 0,0001$	1,0011	0,01%	0,5 - 0,05%, 0,005% при калибровке моста по внешней мере
500 мН	$500,27 \pm 0,05$	500,20	0,01%	
100 мН	$99,98 \pm 0,01$	99,971	0,01%	
50 мН	$50,008 \pm 0,005$	50,010	0,004%	
30 мН	$29,992 \pm 0,001$	29,9930	0,003%	
20 мН	$20,0046 \pm 0,0005$	20,0068	0,01 %	
10 мН	$9,9983 \pm 0,0005$	9,9980	0,003%	
5 мН	$5,0002 \pm 0,0005$	5,0001	0,006%	
1 мВН	$1,0000 \pm 0,0001$	1,00015	0,01%	
500 мкН	$500,16 \pm 0,05$	500,01	0,03%	
100 мкН	$100,01 \pm 0,01$	100,053	0,04%	
50 мкН	$50,023 \pm 0,005$	50,030	0,02%	
10 мкН	$10,011 \pm 0,002$	10,010	0,01%	
5 мкН	$5,009 \pm 0,002$	5,011	0,004 %	
1 мкН	$1,005 \pm 0,002$	1,008	0,3%	



Как видно из результатов исследований, меры удовлетво-  
ряют требования Технического проекта ДРК/90/015, а на  
основном диапазоне превосходят их.

От ВНИИФТРИ

Ф. Е. Курочкин *Курич*

А. С. Обухов *Обух*

От ЦНИИКМ

Цой Он Зен *Цой Он Зен*

Ким Гван Хо *Ким Гван Хо*

г. Пхеньян,

4 ноября 1993г.

## П Р О Т О К О Л № 4

лабораторных испытаний образцовых мер активного сопротивления МАС-2, Р4815-Р4817, (п. 2.6 списка оборудования) поставляемого ВНИИФТРИ для ЦНИИКМ по проекту ДРК/90/015

1. Испытываемое оборудование: Образцовые меры активного сопротивления МАС-2, Р4815-Р4817, аттестованные во ВНИИМ
2. Условия измерений: а) температура воздуха в помещении  $20 \pm 2^\circ\text{C}$   
б) напряжение сети 180-240 В
3. Исследуемые параметры:
- 3.1. В режиме "Калибровка" на мосте RLC P5083 определялись действительные значения мер МАС-2, Р4815-Р4817 и их отличия от паспортных данных

Диапазон номинальных значений	действ. значения мер по свид.	Значение мер, измеренное мостом P5083	Разность измеренных и паспортных данных	Погрешность моста
$10^7$ Ом	9,9994 Ом	9,9984 Ом	0,01%	0,5 ÷ 0,05%; 0,005% при калибровке моста по внешней мере
$10^6$ Ом	1,00001 мОм	1,00000 мОм	0,001%	
$10^5$ Ом	100001,5 Ом	100000 Ом	0,001%	
$10^4$ Ом	Исходная мера			
$10^3$ Ом	999,975 Ом	999,947 Ом	0,002%	
$10^2$ Ом	99,9995 Ом	99,9912 Ом	0,008%	
10 Ом	9,99975 Ом	9,99957 Ом	0,002%	
1 Ом	0,99999 Ом	1,00007 Ом	0,008%	
0,1 Ом	0,999992 Ом	0,999968 Ом	0,005%	

Как следует из результатов измерения, технические данные мер активного сопротивления соответствуют требованиям Проекта ДРК/90/015, а разности измеренных и паспортных данных определяются погрешностями моста.

От ВНИИФТРИ

От ЦНИИКМ

Ф. Е. Курочкин *Куруч*

Цой Юн Зен *Цой Юн Зен*

А. С. Обухов *Обухов*

Ким Гван Хо *Ким Гван Хо*

г. Пхеньян,

4 ноября 1993 г.

Протокол N 5

лабораторных испытаний эталонных мер электрической емкости  
КВЦ-10М

(п.2.3. списка оборудования)

поставленного ВНИИФТРИ для ЦНИИММ по проекту DRK/90/015.

1. Испытываемое оборудование: эталонная мера емкости КВЦ-10М, аттестованные ВНИИМ
2. Условия испытаний:
  - а) температура воздуха в помещении  $20 \pm 2$  °С
  - б) напряжение сети 180-240 В
3. Исследуемые параметры:
  - 3.1 Взаимные мер электрической емкости на компараторе МЦЕ-18Д и определение разностей между значениями емкости по свидетельству и измеренным данным, когда одна из мер бралась за исходную

Номер меры	Данные свидет.	Результат измерения по исх. мере	Разность значений по свид.	Разность измеренных значений
1323	10,00217	исходная	$\Delta = 0,00050$ <sub>12</sub>	$\Delta = 0,00049$ <sub>12</sub>
1324	10,00167	10,00168	$\Delta = 0,00170$ <sub>15</sub>	$\Delta = 0,00167$ <sub>15</sub>
0014	10,00047	10,00050		

Как видно из результатов исследований расхождение разностей не превышает  $3 \cdot 10^{-6}$ , что превышает требования проекта DRK 90/015 в три раза.

от ВНИИФТРИ

от ЦНИИММ

Курочкин Ф.Е.

Цой Ин Зен

Обухов А.С.

Ким Гван Хо

г. Пхеньян, 5 ноября 1993 г.

Протокол N 6  
лабораторных испытаний моста переменного тока R, L, C P5083  
(п.2.2. списка оборудования)  
поставленного ВНИИФТРИ для ЦНИИКМ по проекту DRK/90/015.

1. Испытываемое оборудование: мост переменного тока R, L, C  
P5083, аттестованный ВНИИМ
2. Условия испытаний: а) температура воздуха в помещении  
 $20 \pm 2$  °C  
б) напряжение сети 180-240 В
3. Исследуемые параметры:
- 3.1 Погрешность измерений R, L, C при прямом измерении и калибровке (протоколы N 2, 3, 4, 5).

Из результатов исследований следует, что мост работает во всех режимах, предусмотренных инструкцией по эксплуатации и отвечает всем требованиям Проекта DRK 90/015, а в ряде случаев превосходит их.

от ВНИИФТРИ

Курочкин Ф.Е.

Обухов А.С.

от ЦНИИКМ

Цой Ин Зен

Ким Гван Хо

г. Пхеньян, 5 ноября 1993 г.

Протокол № 7  
лабораторных испытаний образцового фазометра Д 578-2  
(п.2.7 списка оборудования)  
поставленного ВНИИЭТРИ для ЦНИИКИМ по проекту DRK/90/015

1. Испытываемое оборудование: образцовый фазометр Д578-2, аттестованный ВНИИМ
2. Условия испытаний:
  - а) температура воздуха в помещении  $20 \pm 2$  °С
  - б) напряжение сети 181-240 В
3. Исследуемые параметры:
  - 3.1 Проверка на образцовой установке для измерения фазы различных коэффициентах мощности всех оцифрованных точек шкалы.

Испытания показали, что погрешность фазометра не превышает 0,5 %.

от ВНИИЭТРИ

от ЦНИИКИМ

Курочкин Ф.Е.

Цой Ин Зен

Обухов А.С.

Ким Гван Хо

г. Пхеньян, 5 ноября 1993 г.

Протокол N 8

лабораторных испытаний образцовых платиновых термометров  
сопротивления

(п.4.2. списка оборудования)

поставленного ВНИИФТРИ для ЦНИИМ по проекту DRK/90/015.

1. Испытываемое оборудование: три высокотемпературных термометра  
сопротивления аттестованных ВНИИМ
2. Условия испытаний: температура воздуха в помещении  
 $20 \pm 1$  °C
3. Исследуемые параметры:
- 3.1 Электрические цепи термометров.  
Измерения показали, что все термометры имеют электрическую  
цепь в исправном состоянии.
- 3.2 Электрическое сопротивление при температуре тройной точки  
воды.  
Измерения проводились на термометре N 339 с помощью  
аппаратуры ЦНИИМ.  
С учетом паспортных данных термометра измеренная температура  
тройной точки воды совпала с приписанным ей значением с пог-  
решностью 0,000057 К.
- 3.3 Соответствие интерполяционных кривых термометра международным  
рекомендациям.  
Расчеты, проведенные ЦНИИМ по результатам аттестации термо-  
метров во ВНИИМ, показали, что их сопротивление отличаются  
от рекомендаций МТШ-90 на величины меньше чем 0,005 К.
- Результаты испытаний показали, что все высокотемпературные  
термометры сопротивления при 0 °C отвечают требованиям  
Проекта DRK 90/015, а в ряде случаев превосходят их.

от ВНИИФТРИ

Курочкин Ф.Е.

Обухов А.С.

от ЦНИИМ

Вен Гук Уен

Ким Гван Хо

г. Пхеньян, 5 ноября 1993 г.

Протокол N 10  
лабораторных испытаний генератора вибраций 4809 и вибро-  
преобразователя акселерометра и усилителя  
(п.4.1 списка оборудования)  
поставленного ВНИИФТРИ для ЦНИИМ по проекту DRK/90/015

1. Испытываемое оборудование: генератор вибраций 4809 и образцовый акселерометр (установка), аттестованная ВНИИМ, вольтметр В7-41, усилитель мощности (электроника), генератор сигналов Г-3-118.

2. Условия испытаний: а) температура воздуха в помещении  $20 \pm 2$  °С  
б) напряжение сети 180-240 В

3. Исследуемые параметры:

3.1 Проверка на функционирование.

Показано функционирования генератора вибраций 4809 и вибро-преобразователя акселерометра на частоте 160 Гц и ускорении до 10 g. Входящий в комплект акселерометра усилитель сравнения функционирует достаточно стабильно и может быть использован в схеме сравнения двух датчиков. Метрологические параметры акселерометра могут быть уточнены при наличии второго канала измерений с самостоятельным индикатором (вольтметром).

4. Результаты испытаний показывают, что генератор вибраций и образцовый акселерометр функционируют, обеспечивая требуемую точность измерений, а для уточнения метрологических параметров целесообразно оснащение ЦНИИМ вторым аттестованным вибропреобразователем в комплекте с усилителем и индикатором.

5. Настоящий протокол составлен для принятия мер и исполнения ВНИИФТРИ.  
от ВНИИФТРИ от ЦНИИМ

Курочкин Ф.Е.

Обухов А.С.

Ким Гван Хо

г. Пеньян, 5 ноября 1993 г.

П р о т о к о л    № 11  
лабораторных испытаний оборудования  
для лазерных измерений

(пп I. I. I. 2. I. 3 и I. 4 списка оборудования)  
поставленного ВНИИФТРИ для ЦНИИИМ по проекту DRK/90/015

1. Испытываемое оборудование: лазерные головки НК1/1 и НК2/1, блоки автоматической подстройки частоты (АПЧ) лазеров НК1/2 и НК2/2, блоки питания лазеров НК1/3 и НК2/3; аппаратура контроля лазерных измерений, включающая в себя осциллограф СИ-ИИ7/1, анализатор СК4-59 и частотомер ЧЗ-64/1; оптикомеханические приборы для схемы биений лазерных частот; фотоприемник с широкополосным усилителем сигналов биений; вспомогательный истривочный лазер ОКГ-13.
2. Условия испытаний: а) температура в помещении  $20 \pm 5^\circ \text{C}$   
б) напряжение сети 180-240 В
3. Исследуемые параметры:
  - 3.1 Проверка на функционирование.  
Результаты испытаний показали, что все оборудование, представленное на испытания согласно пункту I функционирует нормально.
  - 3.2 Метрологические параметры исследования стабильности и воспроизводимости частот лазеров.  
Результаты испытаний показали, что оборудование для лазерных измерений отвечает требованиям Проекта DRK 90/015, а по метрологическим характеристикам их превосходит и соответствует высокому мировому уровню.
4. Дополнительно поставлено оборудование согласно приложению I. В приложении 2 представлены отдельные результаты измерений выполненных во время испытаний в ЦНИИИМ

от ВНИИФТРИ

Домнин Ю. С.

Обухов А. С.

от ЦНИИИМ

Ро Ин Су

Ким Гван Хо

г. Пхеньян 26 ноября 1993 г.



## ПРИЛОЖЕНИЕ I

### к протоколу N 11

Список дополнительного оборудования поставленного в лабораторию лазерных измерений и прошедшего испытания на функционирование:

Стабилизированный двухмодовый лазер ЛГН-302.

Запасная лазерная разрядная трубка.

Цифровой мультиметр AC-DC-R. 0.2-1000V. 0.2-10A

Четвертьволновая пластинка. поляризатор и юстировочные принадлежности для обеспечения работы лазеров с внешними интерферометрами.

Набор оптических элементов (зеркала, полупрозрачные пластинки, фильтр).

Интерфейс для автоматического считывания и записи результатов измерений с помощью компьютера

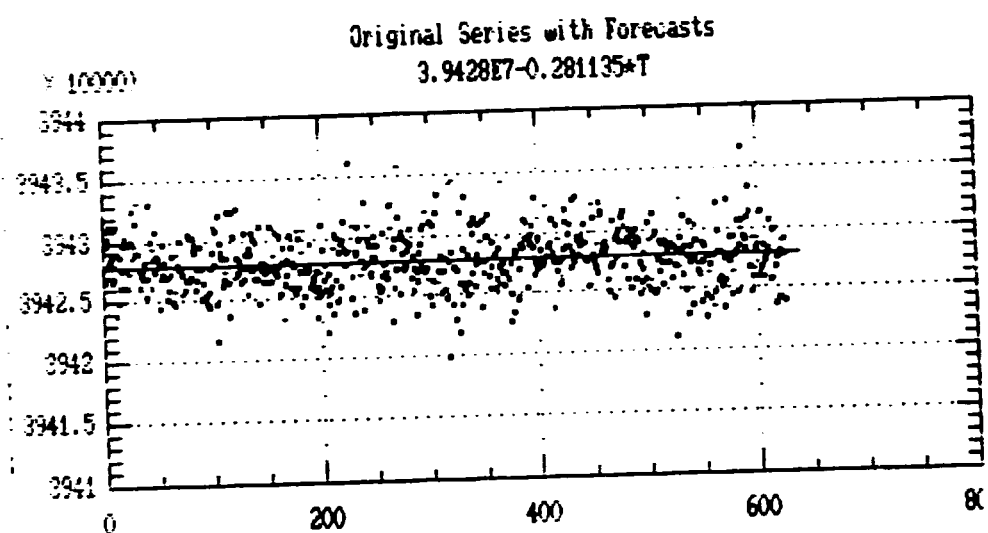
Разработана и введена в действие программа автоматизированных измерений и предварительной обработки результатов измерений включающая выборку результатов графическое представление фактического материала вычисление статистических параметров серии измерений включая вариацию Аллана а также графическое представление зависимости стабильности частоты от времени усреднения

Представлена мощная математическая программа позволяющая проводить всесторонние математические тесты правильности измерений и приемлемости статистических моделей

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

к протоколу N 11

2 1 Одна из серий испытаний стабильности лазеров.  
Результаты фактического разброса измерений и результаты  
испытаний на линейный дрейф

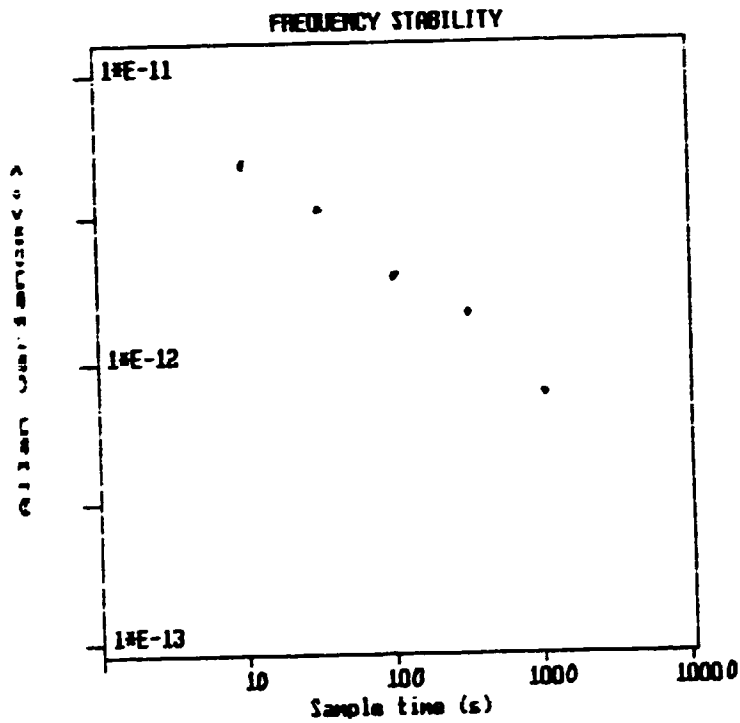


ПРИЛОЖЕНИЕ 2

к протоколу N 11

2.2 Одна из серий испытаний стабильности лазеров. Таблица стандартных отклонений и график вариации Аллана

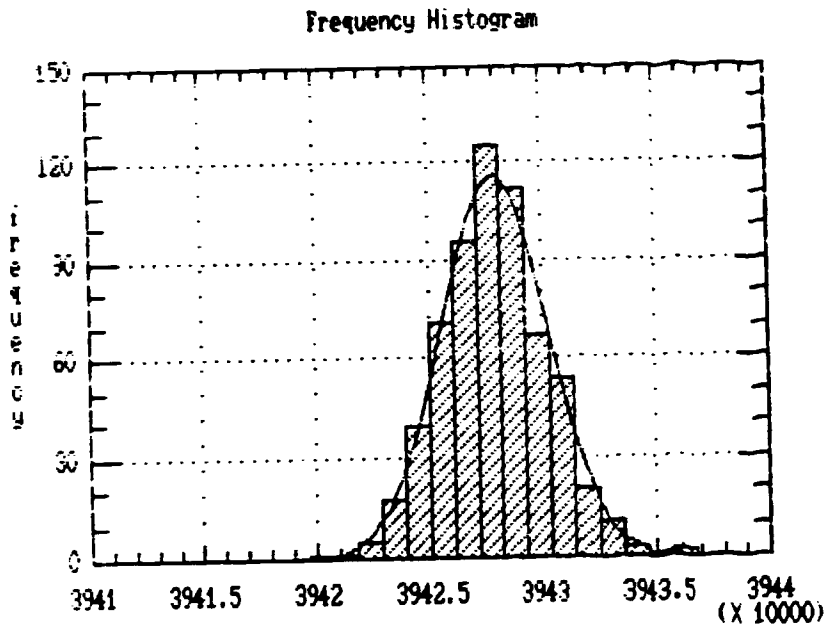
$F \pm = 3.942791e+07$      $t = n \times 10$      $n = 1, 3, 10, \dots$   
 $\text{Sigma}(1) = 2.311928e+03$      $\text{Allan}(1) = 2.222981e+03$      $\text{Allan}(3) = 1.397017e+03$   
 $\text{Sigma}(10) = 9.273679e+02$      $\text{Allan}(10) = 8.397634e+02$      $\text{Allan}(30) = 6.254301e+02$   
 $\text{Sigma}(100) = 2.819726e+02$      $\text{Allan}(100) = 3.300081e+02$



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

к протоколу № 11

2.3 Одна из серий испытаний стабильности лазеров. Гистограмма по результатам измерений



П р о т о к о л    № 12

лабораторных испытаний оборудования динамического давления,  
поставленного ВНИИФТРИ по Проекту DRK 90/015 в ЦНИИКМ

В ЦНИИКМ было поставлено следующие оборудования:

1. Газовая камера
2. Гидравлическая система управления
3. Электронная система управления и синхронизации
4. Компьютерная система регистрации
5. Образцовые датчики давления (16 шт.)
6. Меры твердости (16 шт.)

Проведение испытаний оборудования показало, что все системы работают в соответствии с техническими параметрами, отвечающими требованиям Проекта DRK 90/015

Установленное оборудование позволяет проводить динамическую калибровку манометров переменного давления в диапазоне от 10 МПа до 1.6 ГПа с погрешностью до 2.5 %.

от ВНИИФТРИ

от ЦНИИКМ

Мартынов А. И. *Мартынов*

Ким Хи Чхор

*김희철*

Обухов А. С. *Обухов*

Ким Гван Хо

*김관호*

г. Пхеньян, 26 ноября 1993 года