

**International scientific workshop  
Information technologies of business management and production**

-

**February 10-17, 2018  
Livigno, Italy /**

**Workshop program /**

**Workshop chairman /  
Academician S.M. Aldoshin / . .**

10.02.2018 **Arrival and accommodation /**

11.02.2018 **Arrival and accommodation /**

12.02.2018 **Workshop opening /**

13.02.2017 **Section 1. Virtual models for technological processes/**

**Section chairman: Josef Hahl (M-U-T, Austria)  
M-U-T**

Josef Hahl, The Green-City-Concept / Дж зе Ха Ке и зе е г  
Г да  
Се и е е ве а - е е в д а й  
е ге и и и е и.

14.02.2017 **Section2. Modern medical technologies  
Section chair: Dr. Irina Korschineck (Ingenetix GmbH, Austria)  
(Ingenetix GmbH**

О е е ве е е гии е -ге е и е г  
а а иза.

15.02.2017 **Section 3. High-tech equipment development and production**

**Section chair: A.V. Borodin (EZAN, Russia) /**

Те и е ие и га е ед вад е и  
а ив -ада ив й е и е еда и е е гии.  
Раз аб а в де ей а в е  
и в.

16.02.2018 **Final discussion**

17.02.2018 **Departure /**

- 1- <sup>1.2</sup> - <sup>3</sup> <sup>4</sup> - -499-977-7455  
*e-mail: [iab@iab.ac.ru](mailto:iab@iab.ac.ru), <http://vniisb.ru/ru>*
- 2- Ж . 8-495-984-6993, *e-mail: [syntol@syntol.ru](mailto:syntol@syntol.ru), <http://syntol.ru>*
- 3- 32  
-37-57, *e-mail: [bor@ezan.ac.ru](mailto:bor@ezan.ac.ru), <http://www.ezan.ac.ru>*
- 4- . 8 (812) 363-07-60, *e-mail: [lavrov@yandex.ru](mailto:lavrov@yandex.ru), <http://iai.rssi.ru>*

## DOMESTIC TECHNOLOGIES OF MOLECULAR-GENETICS ANALYSIS

*Alekseev Y., Borodin V.A., Kurochkin V.E.*

### Annotation

The results of research and development projects in the area of domestic technologies of molecular-genetic analysis are presented. The basic characteristics and purpose of the following devices and systems for molecular genetic analysis are described: genetic analyzer NANOPHOR 05; set of the molecular biological test systems KMTS; set for the nucleic acids extraction KVVK; nucleic acids analyzer ANK-96; robotic system for molecular genetic research SAVRASKA 02. The mainstream projects are considered.

### Keywords

DNA, molecular-genetic analysis, genetic analyzer, fluorescent detection, real-time PCR

Рез а еа иза ии е в г и а иведе а и е е е е ве  
е гий е -ге е и е г а а иза. П иведе в е а а е и и и  
аз а е ие е е ве иб в и е в д е -ге е и е и  
и ед ва ий – ге е и е ий а а иза НАНОФОР 05; е е -би ги е и  
е - и е КМТС; е д в де е и еи в и КВНК; а а иза  
еи в и АНК-96; б изи ва й е д е -ге е и е и  
и ед ва ий САВРАСКА 02. Ра е е е ив е а ав е и азви и .

ДНК, е -ге е и е ий а а из, ге е и е ий а а иза , е е а  
де е и , и е аз а е а еа и в еа в е е и.

Це в ди аз аб в е е е ие а а зада е -  
ге е и е г а а иза а в е е иб - е ди е в е. П ед ав е  
ез а е в, а ав е а еа иза и в а в е -  
ге е и е и и ед ва ий, а и а дг в и б и в де е и еи в и и  
за а ива и е и и е й и ди а ией и а и в й ед ва е и. П е

еа из ва в а е г и а да е а и ед ва ий д в в да д в.

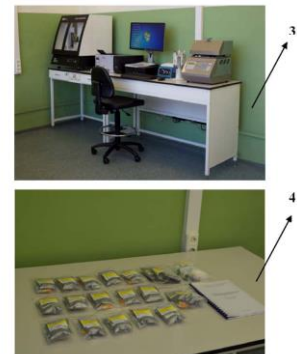
ед ав е а и е 1а. Пед аз а е д ав а и е г еде е и ед ва е и ДНК е д Се ге а, веде и аге г а а иза ДНК и РНК, а а иза е е - е е би ги е и и би га и е и еди е ий, е и а е ва ге биби е . Яв е еди и и изде ие (РУ РЗН2015/3474 28 де аб 2015 г да).

Те ие ие а а е и ии: ие в а и в – 8; а а е а – 96 0,2 ; де е – ие ие ий 7- и а а йв диа аз еди в 520-710 ; азе – ве д е й, 488 ; и и в г а же и – 1 д 20 В; е е а а и в 30 - 60 (± 0,03) °С; е аби дде жа и е е а е б ее ± 0,005 °С.

ед ав е а и е 1Б. К е и а абже ие В же Си Р ий й Феде а ии 25 де аб 2015 г да (П и аз Ми и а Об Р ий й Феде а ии 839).

В е 1Б-1 - вид е а в аве би й аб а ии, в е 1Б-3 – а и а а аб а и в азв виде, в е 1Б-4 – аб еаге в д е и ие й и ди а ии 25 в зб ди е ей б а и а и е и заб е ва ий, в е 1Б-2 – аб еаге в д ге е ие г VNTR и и ва и в зб ди е ей и би й зв и б г и а.

К е КМТС де жи : К е ед в ие е и е а е - и е д в в е и и иде и и а ии а ге би ги е и аге в е д ПЦР-РВ (КСП КТВИ), К е е - и е д в в е и и иде и и а ии а ге би ги е и аге в е д ПЦР-РВ (КТВИ), К е ед в ие е и е а е - и е д ге е ие г и и ва и а ге би ги е и аге в е д ПЦР (КСП КТГТ) и К е е - и е д ге е ие г и и ва и а ге би ги е и аге в е д ПЦР (КТГТ).



Ри 1. а – На 05, б – К е КМТС

ед ав е а и е 2А. К е и а абже ие В же Си Р ий й Феде а ии 25 де аб 2015 г да (П и аз Ми и а Об Р ий й Феде а ии 836). К е зв е изв ди в е и в е в де е ие и е и ва ие еи в и из и в и б в ав а ие ежи е. Обе е и вае и ие г е а а а, д а д ед ег а а иза е да и е и ие й и ди а ии, в а и е д ПЦР-РВ.

Те ие ие а а е и ии: в е в де е и – е б ее 60 и ; ие в д в е е б а ба вае б аз в – 1 д 4 .; б е б а з а (жид й б ) – д 2

; б е и е г е а а а е и в и д 0,25 . В де е ие е в е д аз в а иджей, за же ве и е б ди и е аге а и.



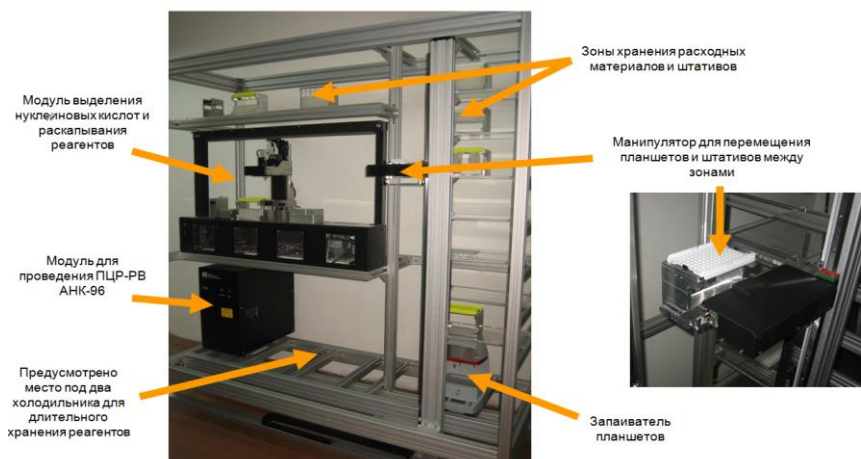
Ри 2. а – К е КВНК, б – П и б д а а иза ПЦР АНК-96

ед ав е а и е 2 Б. С е ва – вид в ж е, ава – вид ж . Ве а – ие ий б , иж а – б а и и а ии – е изи й в й е а . П и б аз а ба вае и и а в й дде же Ми и е ва б аз ва и и а и Р ий й Феде а ии (ID RFMEFI60714X0095).

П и б ед аз а е д а е ве г и ие ве г а а иза е и в и е д ие аз й е й е а ии в е а ве е и. Пе в й в ие иб , ие ий в з ж в и а а й де е ии, бе е и вае в ве ие д 8- и аз и ге е ие и ие ей в д и е де б аз е д ве е .

Те ие ие а а е и ии: ие в д би 96; ие в а а в де е ии – д 8; диа аз е е а 4 - 99 °С; азб е е а а ±0,15 С; ге дде жа и е е а в е в диа аз е 40 д 95°С – ±0,1 °С, аг е ва и би – е е е 5,5 °С в е д ; ажде и би – е е е 3,5°С в е д ; диа аз в зб же и е е ии – 470 – 670 ; диа аз де е ии е е ии – 510 - 750 ; в в ие ажд г а а а – е б е е 1x10<sup>-10</sup> М.

ед ав е а и е 3. П и б аз а ба вае и и а в й дде же Ми и е ва б аз ва и и а и Р ий й Феде а ии (ID RFMEFI60714X0012).



Ри 3. Р б изи ва й е САВРАСКА 02.

К е ед аз а е д ав а изи ва й б дг в и, а а ва и е аге в, в де е и и а а иза е и в и е д ПЦР-РВ в а да

а е 96- и а е. К е в ае ав а и е ий д за , й в д ге е иза ии а е в, з а е и а д а е иа ви а и в в, ди и и д а е и еа и в в и в де е е а а в еи в и . К е е а в за а и . В е е еа из ва и и ба й в зи, е е ве де и е в г ага и ед ва и , а и е , в в е и и е и е а ии и й ДНК и и РНК ва а изи е б а з а , ав а и е и в ди ед ий а и ед ва и , в , и д из е а е в а е да , б а з и е а ии. Р б изи ва й е ед аз а е д ве де и а в е -ге е и е и и ед ва ий. О в и еи е ва и в : в а ад ж , изв ди е и и а а иза, а а же и е ие е ве е г а а.

Те и е ие а а е и и и: и е в ба ба вае б а з в - 8, в е в де е и еи в и - е б ее 90 и , б в де е и - би й а аги а и а , е е а а а е и еаге в - +4 и -18°C.

Од и из е е и в а ав е ий аз ви и а г иб е и в ба и е -ге е и е и и ед ва ий а зда ие б изи ва е в, в и в е ади е -ге е и е г а а иза - б дг в , в де е ие, а а ва ие, а е ве й и/и и ие ве й а а из, а и в ед ва е и, е бе е и ва и й и и ед ва и б а з в. Не б ди д е е и зада е а изи ва й еди и ( ва и а ие а), а а же д е в и ед ва ий в е а й иб , в е а ий в ебе ии в де е и е а а в еи в и ии а а иза е д ПЦР в еа в е е и в д а идже. А а й д аб а ий и ед ва е и е в в е зада а аз аб и в аб ее изв ди е 24- и и 32- а и ге е и е и а а иза в.

Од в е е аз аб й иб ви га г бе е е и , е б ди бе в и а ие де а аз аб е и е ий в е е ве а д а е иа в - би , а е и в, а иджей и ., а а же аб в еаге в д е е и и г га а а , иа -з а и зада .

Од и из аиб ее ди а и аз вива и в ие а ав е ий аз ви и е -ге е и е и е гий в е гии ге г е ве и ва и . С зда й а е в е е и и е е ве аз аб и в заде , зв е в е е ед жи , аз аб а е е ве й е гии ге г е ве и ва и в з жа.

Раз аб а е е гии е -ге е и е г а а иза бе е и ва и ед ва е ей в з ж е а а а е зада и а а в е е и и д е е в е. В в е ед ав е а а иза а и ие е е б е и и и еа ии е й ав а иза ии и и е и ви и а ез а и ед ва и е в е е г а а. В е е аб в а же й а е й а а е , е е а зада и, а а ед аз и ба ей а и, еди и , е г з й ва, ии а и ии, би ги е й без а и. Раз аб а е ге е и е ие а а иза и аб еаге в ви е и е и а а е а , з ва е и и ие и а а е и и а е а , а е д а а е в е в д ие и е а а ги. Рез а аб и ее б й, - ие и ва й вид д а « д », бе е и вае в е б и, а ед вие, е и в е за е е ие и а и в ий й е иа .

# THE GREEN-CITY-CONCEPT

*Josef Hahnl*

*Maschinen-umwelttechnik-transportanlagen Ges.m.b.H*

*-gasse 49 A-2000 Stockerau, Austria, Europe*

*E-mail address: office@m-u-t.at*

## **Annotation**

The disposal and preparation of different types of solid and liquid waste provide large logistical, technical and organizational challenges for cities and communes. The Green City concept of M-U-T addresses precisely these issues and offers universal solutions from one source. We develop efficient systems, create the necessary infrastructure and provide smooth processes – from the pick-up to the utilization up to the recycling.

## **Keywords**

Green-City-Concept, waste disposal, solid and liquid wastes, water treatment.

Today, we have a high degree of competency in all our areas. Through our decades of experience, we are able to offer our customers customized and economical complete solutions. Through this unique complete solution competency, we are experts in the design and implementation of a uniform Green City concept.

According to the Progress on Drinking Water and Sanitation by WHO and UNICEF (2012), there are currently 780 million people without access to an improved drinking water source. Therefore procurement of drinking water from surface water and seawater is often the only way to cover the water demand particularly in developing countries and dry areas.

M-U-T has significant experience in water treatment, especially in these areas and provides technologies and solutions to reach the target of supplying drinking water in sufficient quantity and impeccable quality.

Depending on the different water sources, standard processes have been established. However, these methods of water treatment have to be flexible according to the variability of water quality and local conditions. The processes and technologies of M-U-T meet these requirements and result in economically and ecologically sustainable solutions according to the individual situation.

The following processes and technologies are used for water treatment of groundwater, water from rivers or the desalination of sea and brackish water.

- Chemical Dosing
- Flocculation / Sedimentation
- Filtration
- RO (Reverse Osmosis)
- Oxidation / Disinfection



*Water treatment equipment developed by M-U-T*

- 4  
2  
3  
2,-
- 1- . 8 (343) 70 76-107, e-mail: adm@ugcmp.ru, http://ugcmp.ru/
- 2- -37- e-mail: gorbunov@ezan.ac.ru, <http://www.ezan.ac.ru/>,  
624131,  
. 8 /343/ 229-05-77, e-mail: [a.maleev@ank-service.ru](mailto:a.maleev@ank-service.ru), <http://ank-service.ru/>,
- 3- 4  
m. (812)363-07-61, E-mail: [lngall@yandex.ru](mailto:lngall@yandex.ru), <http://www.ianin.ac.ru/>

**SERIES OF DOMESTIC MASS SPECTROMETERS FOR THE ATOMIC ENERGY AND INDUSTRY**

GALL L.N.<sup>4</sup>, GORBUNOV V.G.<sup>2</sup>, GUSEV V.P.<sup>1</sup>, KUZMIN D.N.<sup>2</sup>, MALEEV A.B.<sup>3</sup>,  
MILOVANKIN A.A.<sup>1</sup>, SAVINA J.A.<sup>2</sup>, SAPRIKIN A.V.<sup>3</sup>, SACHENKO V.D.<sup>4</sup>

**Annotation**

Provides an account of the concept of construction and the main parameters of the complex isotopic technological domestic mass spectrometers MTI-350, designed for analytical support of the process of obtaining, processing and quality control of nuclear fuel. It is shown that the devices of four types, included in the complex, its parameters fully correspond to the world level, which frees up the nuclear fuel cycle (NFC) from the import of mass spectrometry in the same direction. Possibilities of application of devices to solving scientific and technological problems of chemical and isotopic analysis of substances in different phases.

**Keywords**

The nuclear fuel cycle, a mass spectrometer, the isotopic analysis, uranium isotopes, MTI-350.

П и в д и из же ие е и и е и и в е а а е е а  
е е ве из е г и е и а - е е в МТИ-350, е д а з а е г  
д а а и и е г б е е и е а е и , б г а е и и а е ва  
д е г и ва. П а за , и б е е и в , в д и е в е , в и  
а а е а ве в и в в , в б ж да е д е - и в й  
и (ЯТЦ) и а а - е е в а а г и г а а в е и . Ра е  
в з ж и и е е и и б в е и и д е е и а и е г и е и за да  
и и е г и из г а а из а ве е ва в а з и а за .

Яде - и в й и , а - е е , из й а а из, из а а, е  
МТИ-350.

К е и аз в и е г е и и в в е и и е д а га е д и а и е а а а и е  
е г е и е и ей а базе АЭС е а а и а е в ей а и а ВВЭР, а  
а же а базе АЭС е а а и а б ей а и з ва и е е а г д е г  
и ва (МОХ- и ва). Э з а а е , е е й и из й а в д е г и ва



б де ж . Од в е е в е а а е е а ви б е а и  
жа ей ед а б е а де й е ге и и и а и е га и и е и и .  
У ав е ие аб й азде и е г изв д ва, е ги е ие зада и е и и а и и  
д ии, е е ие ги е и зада – ди в е е еб ва и иб а .

И д е д изг в е и де г ива жи б га е й а ,  
й и в е в д ЯТЦ. Ци изв д ва де г ива -  
е ги е и и и е а ж й е , бе е ива ий е е аб а в й  
д в е й д – ге а ид а а UF<sub>6</sub> ег ед и из  
б га е ие в д в и из в а а [1]. На в е а а ЯТЦ и ав е ие  
е ги е и и е а и е и и б га е и д а, и е г  
ава е в е ед в е изи г из е е и ег из г ава  
и з ва ие а - е е в ази г а з а е и .

И и е и жи а , изв д в а - е е в д а й а и  
СССР в С и зав д е и в и а - е е в  
(СЭЛМИ), а же а У аи е. П е а ада СССР абже ие ед и ий  
Ми а а в б д ва ие б за д е а и и е и , а и  
и е и и и а . Ра же ие Ми а 150-Р 03.09.1999 г. б а  
за а и ва аз аб а и га иза и изв д ва е а е изи а -  
е е в, еб ди г д бе е е и аби и и и ва и  
е и а ед и ий Ми а а и и езави и и еба ий в е ей  
. Раз аб й в ди К ди а и й а - е и е ий ве Ми а а  
– КНТСМ (П ед еда е – д . . . А.С.Ш а ), в зг авив ий е а и г из 5  
ед и ий: ВНИИТФА (г. М ва), УЭХК (г.Н в а ), ИАП РАН и ЗАО «СКБ  
С е -А а и » (г. Са -Пе е б г) и ФГУП ЭЗАН (г. Че г в а). Раз аб а  
а а а г е а в ди а в а а и й е и и е и иб в а  
ве ед ий баз в й а , и з ва ие и и в б - д г  
и ва и . К баз в й а а и и е й а и е а е е : е б аз ий  
е аг и а е йд жде и и г а, а и и а и и ва й  
и е , и е а в е и и ава ий г в е и , а а и в г и а и и а а  
и а и е аг и а, а а же га -в и и е й е а е а и е и  
бе е е ие б ег а з а е и . С е и а изи ва ид а - е е в ажд г  
и а, в д и в е , в и и и ие и и в и е а и и и а и и  
е и а изи ва е га е бе е е ие. В и и в а - е е в,  
аз аб а а е в а е, в д ед ие е е и а иб в:

- а - е е д из г а а иза ге а ида а а МТИ-350Г;
- а - е е д а а иза ие ей в ге а иде а а МТХ-350ГП;
- а - е е д из г а а иза а а, и и е а г  
ива в ве д й азе МТИ-350Г;

- а - е е МТХ-350ГС д и и е г а а иза и д и е  
д в б и а г изв д ва UF<sub>6</sub>.

К е а а и и е и еб ва ий, ед в е а - е е а ажд г и а,  
в е иб а же ве а важ а а и еб ва и , ве а и е и и е  
вий и а а ии, а и е :

- адеж в е е е в и г й аб е в е е ие 10÷15 е  
а а ии;
- бе е е ие а и а й и и иза ии в е е и ве де и а в -  
ед ед ие и е аб ;
- в з ж га иза ии б а б из е и е е ги е и в  
д а;
- в ий ве ав а иза ии е а из е е и и и а а ие  
е а в.

1. Баз в в е е МТИ-350 в е а - е е МТИ-350Г, ед аз а е й д е изи г из е е и из г ава а ав газ в й азе, .е. в виде UF<sub>6</sub>. Ма - е е б аз аб а за 2,5 г да и же в 2002 г д е Г да ве е и а и . П и б й ди и а и и в а е и й и а и а а а е е г и е г в жде и е а б га е и , а и и е ава ва й д и и . П и а - е е и е и да веде е е в -ди е а е и ва е а б га е и ге а и да а а . Г ав и е и а изи ва и и е а и и б а в и и и в е й и иза и ей, и и й UF<sub>6</sub> в виде е г а, и и е и и в е е и а и а и е а и, бе е и ва и й е изи в ди из е е и й . О в и е и е и и а а е а и а - е е а МТИ-350Г в ед ие: аз е а а б - е е е 750 а в е 10% и е и в и и в и из и е й в в и е и а же 1:10<sup>-5</sup>; а д б - е б е е 0,5 г/ а ; а а и - е б е е 1,005 и и е а ге еде е и де жа и а а-235 е б е е 0,1%, а а а-234,236 - е б е е 2÷3% в и диа аз е е а и й . П а и е и в е е и е и а а е а а - е е МТИ-350Г е в ди е в и е за бе ж е а а ги .

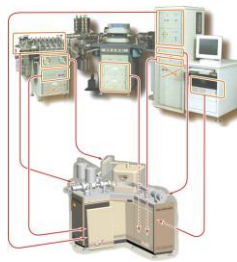


2. Ма - е е МТИ-350ГП в е важ е г и е и и б , ед аз а е д в в е и и и е в е г еде е и и и е й в ге а иде а а . Заг з е и е ге а и да а а в и и и е и е и в ди а е и г азде и е г изв д ва, и и жае а е в е г д а, бе е и в е бе ав и в е и за аз и а . Ег г ав и и е МТИ-350Г в е веде и е г а а иза газ в й е и, еб ей из е е и й в б диа аз е а , и а ей в и и и в из й ва д е и ва и и е ей . У й в аб ае а и б аз ( а е УЭХК), а а изи е а газ ва е де жи и е и, зв е и и и и в е й и иза и ей . Б е е в е и и е и и в - д е й, зв и й за и ва а - е в б диа аз е а . В е е МТИ-350ГП а и а е МТИ-350Г .

3. Ма - е е МТИ-350Т ед аз а е д е е и ай е важ й зада и из е е и из г ава а а, и и е а г и ва в ве д й азе, а а же из е е и й ж г е е г ава, аб а ТВЭЛ в . Г ав и е и а изи ва и за и а - е е а МТИ-350Т в и и и и е и и в, и и и а и а и е а а ги й в газ в и б в . Д а а иза а а и а а в в ве д й азе в МТИ-350Т и е е ве а е и иза и , д ег б аз аб а в е и в й дв е й и и и в за е е б и иза и и . Д бе е е и и из е е и й и з ва аз е е и е б в и иза и и (в МТИ-350Т - 11 б в) а е и а ба аба е, и в а е и и г и ди е а б в за а е е а е е и а и а и е и ба и и е а и а а в е й в а - е е е и е й и е и и а и в . В а е и е ба аба а и е зи и и ва и е а а изи е й б изв ди ди а и и и и в да, и з ег аг в й двига е и е изи й

е же и ( де ). Ве а ж в е и де и а а й ие и  
и в ав а ие й д й й же и движ е в. Ма - е е  
МТИ-350Т а а е изе ед и и е ие и и а а е и и а и: аз е а а  
б е е ее 750 а в е 10% в и а и ге из ие й  
в вие и еб ее  $2 \times 10^{-6}$ ; и ие и з ва и б а а и и е е ее  
0,2 % и и из е е и и из е ий а а и и е же  $\pm 0,01$  %. Ч  
бе е ивае веде ие а в е е ги е и , а и в е е и и а и  
а а из в а а, и и МОХ- ива в ве д й азе и ве в е и в  
в и а - е е в. Од а и в д из в ае в ие иб в  
г а а е и вае е и и а а а иза и и ий де жа и е ей, а  
, е а в ие а а е , и е а а ги ве д й аз е иг д д  
е е и ав е й зада и.

4. Че ве й иб е ии - а - е е МТИ-350ГС ед аз а е д  
ав а ие г ава е и и б и а изв д ве ге а ида а а и  
е а ив г ав е и е ги е и е . П и б и а изв д ве  
изв ди и ва ие за и и- и и а ав а е еа е. Д е а  
е б ди а а изи ва де жа ие: ида в д да (HF), аз а (N<sub>2</sub>), и да (O<sub>2</sub>),  
а (F<sub>2</sub>), а г а (Ar) и ге а ида а а (UF<sub>6</sub>). На ва ии ав е иез а в  
из е е и де жа и ве е в зада и ав а и изв ди в аб а ав и  
и ава ий иг а в. МТИ-350 ГС бе е ивае из е е ие ава газ в й е и и  
ав е ие аб й еа а г и е е в в ав а ие  
ежи е. Э иб в и ие а иб в е ии и ее а а иза а ве  
г аг и а, и изи ва г д зада де е и ва и еги газ в. Та е  
е е ие е бе е ивае е е ие ав е й зада и, и здае иб  
де иза и й е иа д е е и еди и и и ги е и зада , в а и -  
д диаг и и заб е ва ий а ве д а е е в.



С

К е в й зада ей де иза ии е а МТИ-350, а а й в 2010 г д , в е  
в е ие в ав а иза ии иб в, ве ие ие и адеж и, и иза и е  
ав е и иб а и г б е ие в з ж ей иб а и ег а ии ег в еди  
и а и ие ед и и еби е .

В де аб де иза ии в а иб аб а изе е а: е е  
б , зда й а ве а а ие й й и, д е и й б и  
две ав ие й и. П и за е аза га в й ег и в ии и е е и  
в е е й е й баз б и е ве е е габа и е б в.  
И з ва ие ав и е в зв и еа из ва  
ав а изи ва е ав е ие, иб ав е ие в ежи е да е г д а. С й а же  
а а еа из ва а ед в аве г ажа. О е е ве е а а ги в а ее  
в е е в а , и ед и де ей и а г изв д ва,  
ед агав и а ед а а а а ий, е в а а 2 . е в .

С ед е а же е и , МТИ-350ГМ в е баз в й де д де иза ии  
в е иб в е а. Уда е е е и , айде е и де иза ии МТИ-350ГМ, же  
и е е и де иза ии ве д аз г иб а МТИ-350ТМ, аб ад

а а в 2016 г д . П и б а же здае в а е « б а», и б а а  
е и и заи в ва а МТИ-350 ГМ. Ка ди а е из е е и а же е е е и  
и и и в и и е а еги а и и в. П еб в иб е и ва а  
ед и и де - ив г и а, а и де - жей г е а. Та же  
аба вае в за е е, в е в е в и в й а и е, е да ве й  
е и иза ии а в й е е ве й е д е а е ие б , зв и  
ав а изи ва ег аб .

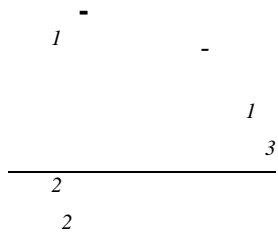
С зда й е а - е е в е ае б е и за е е и в е е  
а а и и е г бе е е и ед и ий а й а и, бе а а в  
а ее ве . С е в ий заде зв е ве е г в и езави и и  
е ги е й е и ЯТЦ РФ в е ей е .

:

1. С. Ви а и «Об га е ие а а». Пе ев д а г ий г , д б ей еда ией  
а аде и а И.К. Ки и а Э е г а изда . 1983г.

2. Ш а А.С., Ки в Г.И. Са ги А.В., Ка а и в В.А., За е в Ю.Н., Ма еев  
А.Б., Н ви в Д.В., Га Л.Н., Ма й в В.В., Са е В.Д., Ха и Ю.И., Ива в А.П.,  
Лед ев В.А., Г б в В.Г. Ма - е е и е ий е д из г  
ава а а в азде и е изв д ве. (МТИ-350Г) А а е ги , 2004, .94, 3,  
.211-218.

3. Д.Н. К з и , Ж.А. Сави а, М.Н. К з и , А.В. Са ги , В.А. Ка а и в, А.Б.  
Ма еев, Д.В. Н ви в, С.И. Шве в, Л.Н. Га , М.В. Сведе в, А.Д. А д еева.  
С е иа изи ва й а - е е МТИ-350ГС д е ги е г  
б и а г изв д ва ге а ида а а. На е иб е ие, 2011, .21, 3, .  
35-41.



Ж

2 Ж

1

-37-

-mail:

*sv.aleshin@gmail.com*

2

<http://mpei.ru/>,

.14

3

, .14

## HARDWARE AND SOFTWARE FOR SMART DISTRIBUTION POWER SUPPLY NETWORK

*Aleshin S.V.<sup>1</sup>, hardware engineer of Process Control Hardware Design Bureau,*

*Novikov D.O.<sup>1</sup>, Head of Advanced Projects Bureau*

*Veretennikov A.V., Ph.D., Head of Software Department,*

*Vanin A.S.<sup>2</sup>, Ph.D., Research Fellow of Electrical Power Systems Department,*

*Nasyrov. R.R.<sup>2</sup>, Ph.D., Senior Research Fellow of Electrical Power Systems Department,*

*Tulsky V.N.<sup>2</sup>, Deputy Head of the Department Head of Research Laboratory Associate*

*Professor, Ph. D.*

1 - EZAN

2 MPEI

3 Technocrat Ltd.

### Annotation

This paper describes the implementation of the active adaptive control system for power grids with distributed architecture of data acquisition and processing. The advantages of the proposed control principle were compared with commonly used methods. Domestic hardware – bay controller is described. The hardware was designed to measure basic electrical parameters and create distributed systems for data collecting and processing. SCADA SONATA based on a multi-core distributed architecture with high reliability and real-time mode support is reviewed as well.

The full-scale model of the active-adaptive voltage control system was created by software and hardware provided.

### Keywords

SCADA, electrical automation controller, voltage control, power quality, load management, OLTC.

В аб е ед ав е а еа иза и и е а ив -ада ив г ав е и ежи а и аб е и е и е ей а еде й а и е й б а и б аб и да . О и а еи е ва да г и и а ав е и в ав е ии ади и и е да и. Да и а ие а а а ед в е е ве й аз аб и ФГУП ЭЗАН - е и еди е и , га и е й еги и ий (КП-ПР), ед аз а е й

дизеин базвееи еи ааеви еи аеде ие  
 баи баб и да. Раеа SCADA иеа «СОНАТА», ва а а  
 аеде йгде йаиее, бада а в й адж и  
 дде жива а ежи же геа гвееи.

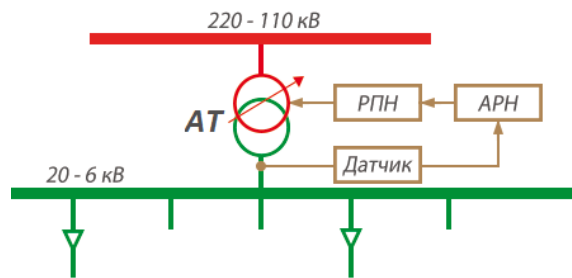
Реа из ва а и а а а а де ие а ив -ада ив г  
 еги ва и а же и, в е а и з ва ие ед ав е га -  
 а а а ед в.

SCADA- иеа, е и ед ие и, ав е ие а же ие, а е в  
 е е гии, ве в е ие РПН.

В а ее ве в а еде е ие ие аб дае б е  
 аз б ази е и зег б два и и ие баи баб и да. Се  
 б ед и и аз и е и е в ед и и а и е ба аз аб а а  
 е а а а да в МЭК [1], и и и а е баи баб и да д и  
 ед ей е да и в в и ие е е и да ей ег а а иза. Се в  
 аз и е а иза и и ие ав е и е ие и ие и и з ие б два ие  
 и г а а изв д ие ей.

В да й аб е ед ав е а е а иза и ие а еде й а ие й д  
 баи баб и и а ии, е а из а и и а ив -ада ив г еги ва и  
 а же и и з ва ие а да в МЭК д бе а да и и и з а  
 е е ве е га е и а а а е и е ие ед ва.

Ра и ади и е б ав е и й ва и еги ва и д  
 аг з й (РПН). Ве и ва а е е в а а изе е ег в а же и а  
 и а Це а и а и (ЦП) и и в за да й е е и ед и в б еб е г  
 и ие а а а ии, ед в ав а ие г ег а а же и (АРН) [2,  
 3, 4] (Ри 1).



Се а ади и г ба ав е и а же ие а ие е а и а и  
 ед в РПН

Та й б еги ва и ба дае д е ве ед а в [5, 6]:

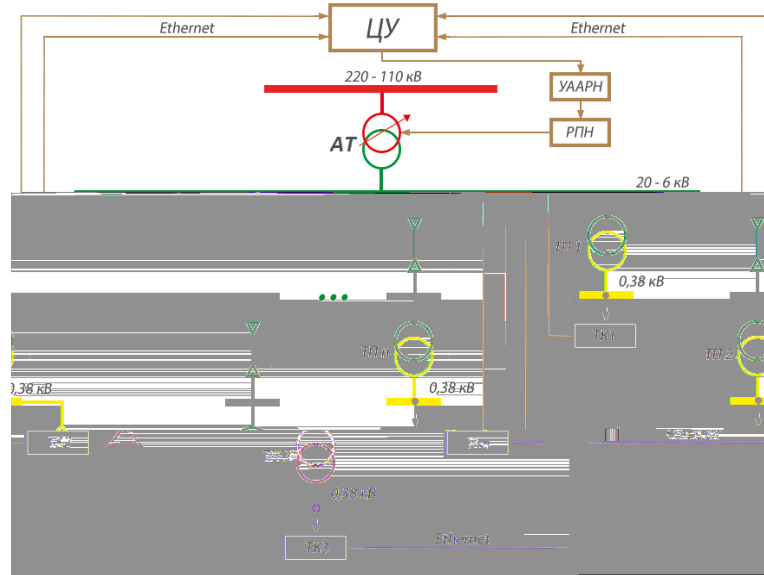
1. е и вае ед д аг з в а еде ие й е и ежд  
 еби е и;
2. е и ва а ие ие в и а же и в а еде ие й е и;
3. е бе ив да ие ве еби е ей, д в е в е в е  
 а же и ав в да в и е и и в;
4. ве ба а в з е ед ве еби е е е е гии.

У и ва в еее и е е ед а и ади и г ба еги ва и  
 а же и в а еде е, ба аз аб а а е и а ив -ада ив г  
 еги ва и а же и (АРН) в а еде ие е ие и е [5]. Д г

и е а е в е б и е е в й а а из и а и и б в а же и й а  
 и а а а да и й 6-10/0,4 В (ТП) е е би е ей [6, 7],  
 ав а и е и ав й ва и РПН г за из е е и а же и  
 е би е ей и в зави и и из е е и а а е в и е и и из е е и й а а е в  
 е жи а е и.

П е д а га е й е д, в и и е а ди и г, ва а в б е зи и и  
 е е а е (е а в е в е и) а а а а а и е и в а же и в  
 е и за (а ) а е де и е й е и [6].

С а е а ав е и а же и е а и е е а и а и и з ва и е  
 а и в -а да и в г и и а ав е и е д ав е а а и е 2.



. С е а ав е и а же и е а и е е а и а и и з ва и е  
 и е а и в -а да и в г ав е и а же и е (ААУН)

Ка вид из й е , и е а АРН и е е а е де а и е  
 е и . Кажд й е би е и е е Т (ТК), а из е е в е  
 а а е е и е й е и, е е да е е да е И е е (Ethernet) а а а  
 в зи в Це ав е и (ЦУ) и в е д е е в й а и в из е е и й и б и й д  
 в а в е и и а и и в а е в зи в е и а в а и й и а и й и е в зи.  
 У й в (УААРН) е в е и и ва и РПН и  
 и ва и е иг а а б из е е и и е а в е в е и . УААРН из в ди диаг и  
 и и ва и е ей ав а и и и е и в да РПН.

Та й и и е и и е з в е и б е е а и в ей  
 а же и в за в а е де и е й е и и з в е из в ди е г и ва и е  
 и ва за а жд г е би е .

В а е в е а из а и и в е и в й в, в д и в ав ААРН и з ва  
 е и е ди е и г а и е й е ги и и й (КП-ПР) е е в е й  
 аз аб и. КП-ПР из в ди и е , б аб (в а а е баз в е е и е и  
 а а е в) и е ги а и иг а в е е е г а (а же и) в а в а и й и  
 а е жи а аб е и е й е и.

ЦУ е а из ва а базе е г е а, б е е и ва ей ав е и е  
 и е й в е жи е а г в е е и. П е й е е в е и е ,  
 б аб и а и ва и за е и й е е и е и а а е в а жд г е а  
 а й 1 и а, а г д в и е в а е в е е и.

Д аб г а а г и в, а а же б е е и и а и г б е а и

дде жи аб б и в е г е а е и е и е д в а и б д же  
и з ва ие SCADA и е «СОНАТА» дде ж й в МЭК. «СОНАТА»  
ед аз а е а д зда и ав а изи ва и е ав е и е ги е и и  
е а и (АСУ ТП) в аз и а е и, е ге и и и а а.

SCADA «С а а» е а и з ва ие и и а г де й а и е .  
Кажд е и же ие и е е в в е аве и д , бе е и ва е е в з д ги и  
и же и и и е . Ба г да а й а и е е в ае б а жив е и е и  
ее адеж .

И з ва ие а а а й а и а базе е а КП-ПР, а а же г а г  
бе е е и SCADA «СОНАТА» д е а иза ии а г и в зв и е а из ва  
и а а де и е а и в -ада и в г ав е и е жи а и  
е и е й е и а еде й а и е й б ада .

И з ва ие а а а г бе е е и а базе е а КП-ПР, а а же ав е ие  
и е й ва е а SCADA и е е «СОНАТА» зв е гиб е а зада и а и в -  
ада и в г ав е и РПН в е жи е «е а г в е е и», а д и е е в з ж и  
еги а ии, а иви ва и и а а иза б ий зв а и б е е е жи ва е д  
из е е и е жи в е и в зави и и в е и в з дей вий и е а ги ва а е ие  
за е би е ей.

1. IEC 61850-1:2003 Communication Networks and Systems in Substations; Introduction and Overview.

2. С да и а Л.А. Рег и ва ие а же и в г д и е . П д ед. Н.А. Ме и ва. М.: "Э е ги ", 1967.

3. Э е ие а а а ий и д а ий / А.А. Ва и ев, И.П. К в, Е.Ф. На ва, и д .; д ед. А. А. Ва и е ва. М.: Э е ги , 1980.

4. Л а и А.К. Си в е а а : С ав а ига. / П д ед. С.Д. Лиз ва. М.: Э е г издад, 2004.

5. Си е а а и в -ада и в г е г и ва и а же и в а еде и е  
е и е и е / Р.Р. На в, В.Н. Т ий; д ед. И.И. Ка а е ва. — М. : МЭИ, 2013.

6. На в Р.Р. Си е а а и в -ада и в г е г и ва и а же и в  
а еде и е е и е и е 110–220/6–20 В/ Р.Р. На в, В.Н. Т ий, И.И. Ка а ев // Э е и е в – 2014. - 12, С. 13-18

7. Сб и ези в. XVIII Межд а да а -е ие а е е и  
де в и а и а в «Ради е и а, е е и а и е ге и а» / И.М. Яб за ва, Р.Р. На в: «Раз аб а а г и а ав е и й в ав а ие г е г и ва и а же и д а г з й». М.: МЭИ, 2012.



1 - 1 1  
Ж 1  
1

(49652) 4-40-84, e-mail: [kazmiruk@iptm.ru](mailto:kazmiruk@iptm.ru), [www.iptm.ru](http://www.iptm.ru)  
2

2

(495) 993-37-57, e-mail: [borodin@ezan.ac.ru](mailto:borodin@ezan.ac.ru), [www.ezan.ac.ru](http://www.ezan.ac.ru)

## DEVELOPMENT OF NEW MODELS OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

*Kazmiruk V.V., Kurganov I.G., Podkopaev A.A, Savitskaya T.N., and Borodin A.V.*

### Annotation

This report describes the developed complex MS30 devices designed to perform a wide range of microelectronics: metrology and measurement of the semiconductor structures electrical parameters, search of defects and 2D monitoring templates for lithography.

### Keywords

Scanning electron microscope, electron beam lithography, metrology of nanostructures.

П и в д и и а и е а з а б а в а е г е а и б в МС30, е д а з а е д в е и и г е а з а д а и е и и: е г и и и з е е и е и з и е и а а е в в д и в , и г а и и, и а д е е в и 2D и и г а а б в д и г а и и.

Р а в и е й и , е - е в й и г а , е г и а

Р а з а б и а в е и в, е - е в и г а в и а з и и а в и б и а а в И П Т М Р А Н (г. Ч е г в а) в а а е 1980-г д в.

В 2005-2009 г г. б а а з а б а а е и и в «М и С а 20» в б а з и д и и а и .



Образ «Ми Са 20» г а де и ва и а аз и ежд а д и е е ве в ава . Э а аз аб а, двига е в б , а е РЭМд е баз в, и а же в а г а ди е да ей.

В 2010-2011 гг. за аз и Samsung Electronics в ИПТМ РАН б аз аб а е й базе баз в й а и а вид и а и 2D и и га де е в аб вди и - и га ии. Изг вие – и а Delong Instruments (г. Б , Че а Ре б и а).

Да а и е а б адае и а е а ие е и е и а а е и и : в й аз е а ей б 1-2 , е и и е е да и и а ии 400 Мега и е / е , б е е е в 200 аз в е и е е да и е е виз и г из б а же и и в аз в е и е и и а и и в е е и д РЭМ. П и в з ж е ие из б а же и й в г аз е е и и е а же и и в е г в 1 В. Э е и в и е в 50 и б е е аз в е , е е г за б е ж г а а га NGR 2100 ( а и Topcon, Я и ).



Идеи и е и е ие е е и , за же е в да й и е д д и аз аб а , б д и з ва и е а из а ии в й е ии и б в МС30.

. К би и ва й а в й е й и (РЭМ) е и и а д – а и ий е й и (СТМ) – ве и ва ий а в й е й и (ПРЭМ)

. В изв ди е а а в а д 1D (CD), 2D, 2,5D и 3D е гии а (Све б й РЭМ – СБ РЭМ)

Све из в й РЭМ и а же ие д 0,5 В (НВ РЭМ) д е гии и из е е и е из и е и а а е в в д и в

Низ в а и е а д и а де е ви 2D и и га аб в д и га ии ( д ев й и г ев й ва иа – СПД-1, СПД-9)

Ги б ид й 3D и е – а (3D- и е ).

Э а й а в й е й и – а и а й а да (НС РЭМ).

На и га ( д ев й и г ев й ва иа ) (ЭЛ и МКЭЛ)

В е и б в е д и и , й а а е а а в е д и е – е и , б и а в е и , ва и е и ПО, а и

д ае б ед и е ие иб в в б ее е д и, а и е, а е е  
е ги е ие ей и.

П в и а а е и и аз аба вае й е ве ве и е и и  
еб ва и ITRS а 2020 – 2025 гг. Та и б аз, а е заве е и аз аб и да е  
иб б д в еб ва а же и за беж . С ед е де е и, а и е и  
в е ед агае е иб е и е за беж а а г в, ед агае а е и  
в е в й в б а и в и е гий е д а ав е ий и зв и  
ий и изв ди е е и ва а и в е. А а из а и  
е де ий ег азви и аз вае, ед агае е б д ва ие и ее а же з а и е й  
й е иа . В а ее в е в е Э е и е а зав д а г  
иб е и С е иа и б Р ий й а аде ии а (ФГУП  
ЭЗАН) а а а аз аб а е б аз в МС30.1 и дг в а и е е ий г  
изв д ва.

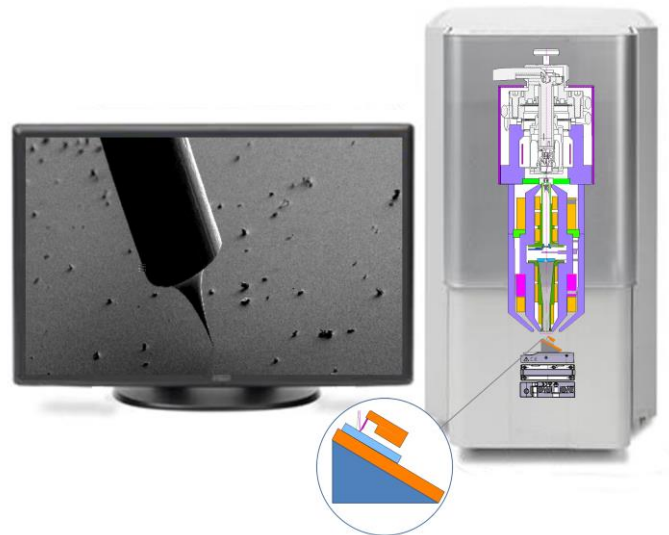
Э и ед аз а е д и г и е е и . Не а и е  
из и, в е иб, зв и е и в е а а а е, а и  
е ги е ие зада и.

Б аг да д дизай, е е ие и ид игае е за е де и  
е и е и а а е и и, а е и иза и и в е и е . Баз в й иг а ией иб а  
в е би а и а в й е й и – а и ий е й  
и (РЭМ-СТМ).

В а ее в е е е и д иб в а й иг а ией е  
е в е . Д ав е и а и б в ба а аз вае й « а й» РЭМ и г  
и е е и Phenom 3 Pro, Ни де а д . Рез а и ве де в аб и е 1.

**Phenom 3 Pro**

П а а е	У еб й РЭМ	Phenom 3 Pro
	<b>0,001 5</b>	<b>5</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>
Раз е е ие а е 10 10 ,	≤ 6	30
Раз е е ие а е 1 1 ,	≤ 25	300
П е а и ва и РЭМ,	1000 1000	300 300
П е а и ва и СТМ,	30 30	е
Фа а е ва ( изв ди е / е а а в и), и . ед.	≥ 20000	1



Ми МС30.1 же б и з ва е ед ве в е ги е й и ей е, и аз аб е и и и ва ии в иб в, а а же д г б е г а а иза в з и а и б е . Э иб и е е же изв ди е , и ве б й РЭМ, в е е е б адае д а и из е е й ией е й и и.

В - е в , в е и е а д й и з й и з ва и и еж г е и е в и и GEMINI , з в и аза да и в г а же и е ед ве а б азе . В - в , в е е а и е й ей и е и з ва а е а г и а . Э з в и е ве и и де еви и иб а и де а ег б е е и ве а : е а и ва и ве и е 0,2 0,2 д 1,2 1,2 , з в е б е е а и в в би а и е е е е а б и б а з а , из е и и е в е и б и и е в е за 1 ад и .д.

Еди ве г а и е ие да г и в г е е и в е е ве е иже ие и е е е е и а и ве а и ва ии, , а а взг д е в е и и иа важ д в ежи в аб иб а.

Ма и а а изв ди е и е ги е и з ва ии МС30.1 бе е и вае и иза ией ве е и е и а а е и и , в а баз ве – ди а е а, а, е и ва и и д ., е е ие за а ве е и а е изв ди е е а и и ( в е е ие, ди а и е а е и и в и, а иг а из а и е и ей и азв е и), а а же ав а иза ией в ед .

1. Каз и В.В. // ИТР. 9 (57). 2005. С. 27.

2. Kazmiruk V.V., Kurganov I.G., Savitskaja T.N. Mask Less Lithography Cluster for Low and Medium Volume Manufacturing // Electrotechnica+Electronica. 2014. V. 49. N 5-6. P. 284.

3. Каз и В.В., К га в И.Г., Сави а Т.Н. М ди и а и из в й е -з д в й и е , Изве и РАН е . Физи е а . 2014. V. 78, N 9. С. 1058.

4. Каз и В.В., Че б д в С.П., Я и ий И.В. Гиб ид й е -з д в й 3D а и е - а // Р . и . а в й е й и ии и а а и и е и е да и ед ва и ве д е . 2015. С. 30.