

---

*Valsts pētījumu programma*  
**“Informācijas tehnoloģiju zinātniskā bāze”**

*Projekts Nr.4*  
**“Jaunu tehnoloģiju izpēte un pielietošana  
elektroniskās aparātbūves jomā”**

**5. etaps (2008.g.)**

*Elektronikas un datorzinātņu institūts*

Darba izpildītāji:

Dr. J.Artjuhs (projekta vadītājs)

Dr. I.Biļinskis

Dr. J.Buls

Dr. I.Mednieks

Dr. A.Ribakovs

Dr. V.Bespaļko

Dr. E.Beiners

Dr. V.Čapenko

Dr. A.Lorencs

Dr. A.Skaģeris

V.Vedins

V.Stepins

D.Stepins

K.Sudars

J.Siņica-Siņavskis

J.Vīksna

A.Veršinins

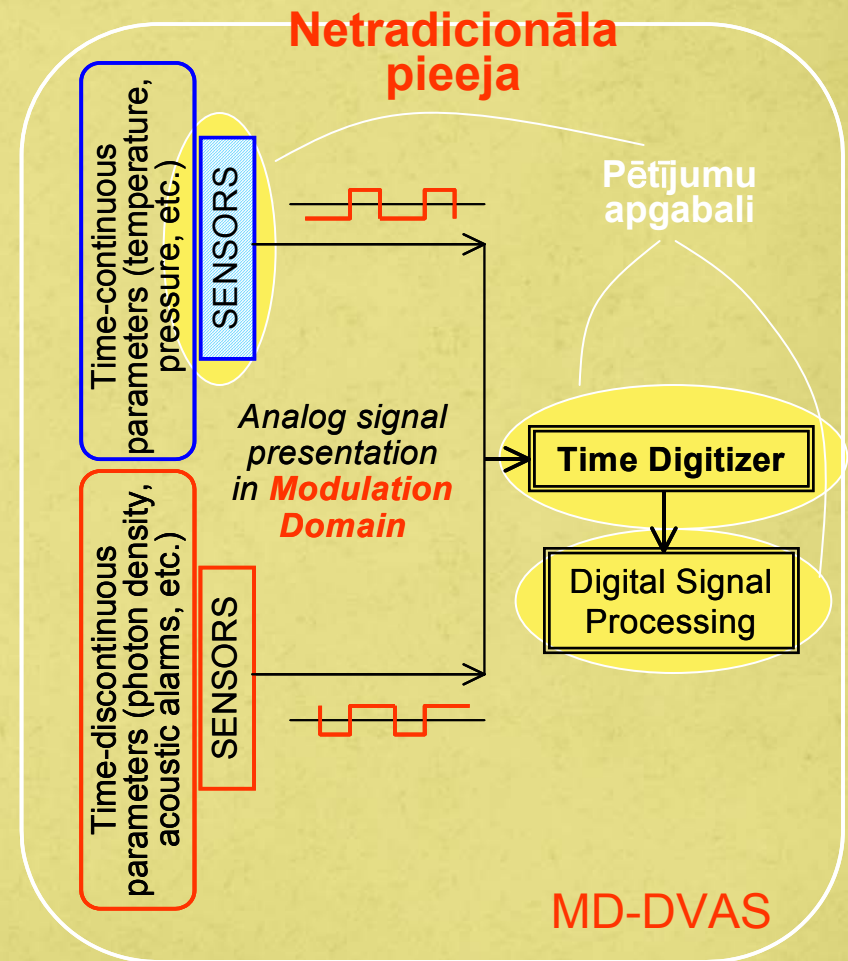
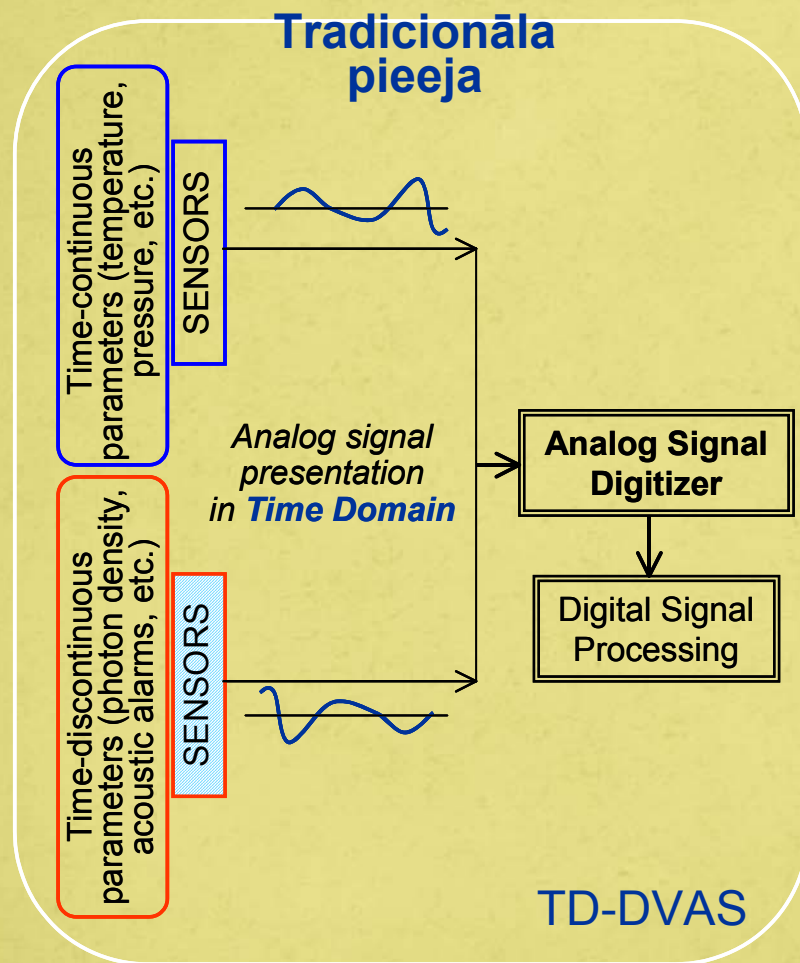
J.Savarovskis

Ā.Prokofjeva

---

# IEVADS

Projekts paredz daudzveidīgu informācijas tehnoloģiju izpēti un izstrādi ar mērķi nodrošināt zinātniski-tehniskos priekšnoteikumus jaunas, pasaules tirgū konkurētspējīgas elektroniskās aparatūras radīšanai. Konkrēti - projekts ir orientēts uz jaunu tehnoloģiju izpēti, kuras būtu pielietojamas Datu Vākšanas un Apstrādāšanas Sistēmu (DVAS) realizācijai.



## **Daudzkanālu laika ciparotāju augsta blīvuma notikumu plūsmām izstrāde un izpēte laika diskretizācijas gadījumam**

*Izpildītāji:*

V.Vedins (galvenais izpildītājs), E.Beiners, J.Savarovskis, A.Veršinins

### **Mērķis**

**Izstrādāt jauna tipa ierīci, kura būtu noderīga maza sērijas komerciālai ražošanai**

### **Apakšuzdevumi**

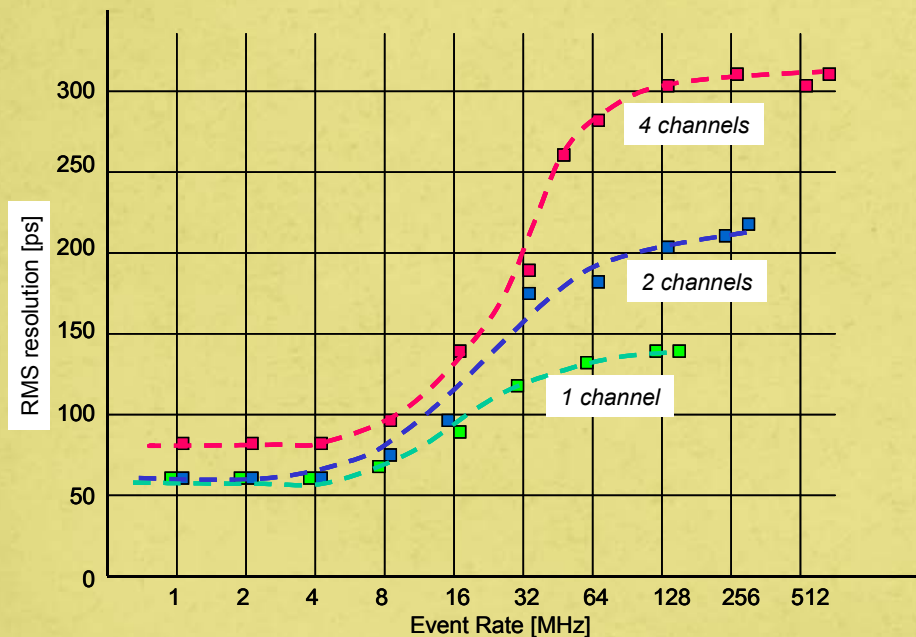
- Analogisku iekārtu tirdzniecības iespēju izpēte un analīze,
- Izstrādāt iekārtu, kura būtu piemērota mazas sērijas ražošanai,
- Izstrādāt programmatūru, ieskaitot demonstrācijas versiju,
- Veikt rūpīgu iekārtas pārbaudi, lai iegūtu iekārtas ticamu specifikāciju,
- Sagatavot nepieciešamo ekspluatācijas dokumentāciju.

## SASNIEGTIE REZULTĀTI

Veiktā tirgus izpēte parādīja, ka uz TDC (*Time-to-Digital Converters*) bāzēti notikumu taimeri var būt labi pieprasīti augsto tehnoloģiju produktu tirgū. Lai šādi taimeri būtu konkurētspējīgi, tiem, pateicoties novatoriskiem strukturāliem risinājumiem, vienlaikus jānodrošina augsta veiktspēja un saprātīga cena. Lai to panāktu, tika veikta rūpīga TDC mikroshēmu potenciālo iespēju izpēte.

Svarīgākā publikācija:

*E. Boole, V.Vedin. Potentialities of available TDC chips for high-speed event timer design. Referāts 16. Starptautiskajā seminārā "Laser Ranging", Poznaņā Polijā, 2008. gada 13. – 17. oktobrī.*



*Vidējā kvadrātiskā izšķirtspēja atkarībā no kopējā ieejas notikumu biežuma*

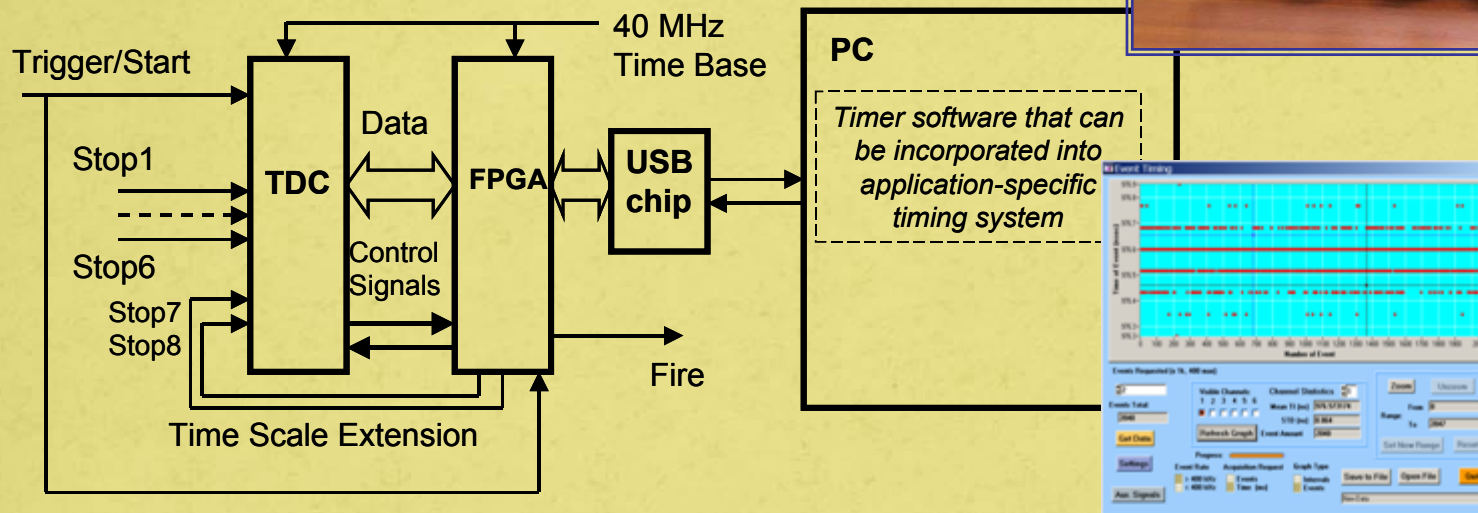
### Pētījumu rezultātu piemērs

Eksperimentāli tika novērtēta vienas no labākajām TDC mikroshēmas faktiskā veiktspēja.

legūtie rezultāti bija vājāki par ražotāju norādījumiem (jo īpaši pie lielas ieejas notikumu frekvences). Šo svarīgo faktu jāņem vērā tālākajos līdzīgu TDC mikroshēmu pielietojumos.

## SASNIEGTIE REZULTĀTI

Pētījumu rezultātā ir radīts ātrdarbīga notikumu taimera (HSET) ar neierobežotu mērīšanas laika diapazonu eksperimentāls paraugs.



Var izdarīt vispārēju secinājumu, ka dažas no komerciāli pieejamām TDC mikroshēmām (piemēram, TDC-GPX) ir noderīgas tādu notikumu taimeru projektēšanai, kuri domāti pielietojumiem, kam nepieciešamas kompaktas iekārtas ar spēju veikt ātrdarbīgu daudzkanālu notikumu apstrādi.

Notikumu taimeris (HSET), kurš ir radīts dotā pētījuma ietvaros, nodrošina labu cenas/veiktspējas attiecību salīdzinājumā ar komerciāli pieejamām šāda tipa iekārtām.

## **Augstas integrācijas pakāpes mikroshēmas pielietošanas iespējas augstas precizitātes notikumu taimēšanas ierīču izveidošanas izpēte**

*Izpildītāji:*

J.Artjuhs (galvenais izpildītājs), J.Buls, V.Bespaļko, V.Vedins, V.Stepins, V.Čapenko, J.Vīksna

### **Mērķis**

**Izveidot zinātnisko un tehnisko bāzi jaunas paaudzes augstas precizitātes notikumu laika noteikšanas ierīces izstrādāšanai**

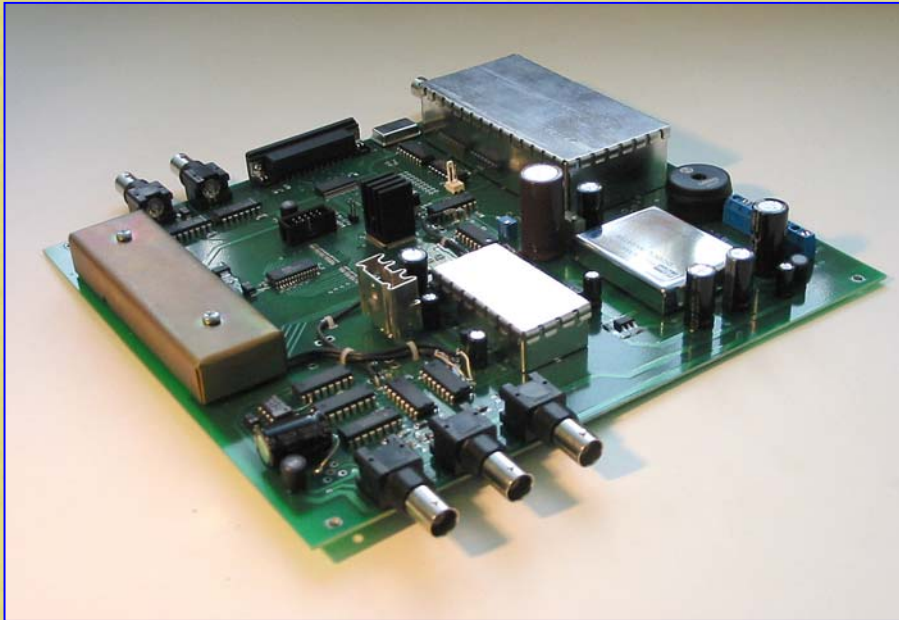
### **Apakšuzdevumi**

Veikt pētījumus sekojošos virzienos:

- Aparātbūves līdzekļu maksimālas integrācijas iespējas
- Atbildīgo un svarīgo komponentu maksimāla optimizācija un jaunākās elementu bāzes pielietošana
- Realizācijas specifika pārnesamās (mobilās) iekārtās

## SASNIEGTIE REZULTĀTI

Tiek turpināta agrāk labi pārbaudītā uz DSA balstītā jauna pieeja augstas precizitātes notikumu laika noteikšanai.



*“Riga Event Timer A032-ET”*

Iekārta “Riga Event Timer A032-ET”, kura izstrādāta 2005.g., izmantojot šo pieeju, ir parādījusi konkurētspēju, salīdzinot ar pasaules labākajiem šāda veida instrumentiem.

Līdz šim brīdim pasūtītājiem zinātniskās institūcijās Japānā, Ķīnā un dažādās Eiropas valstīs ir eksportētas 25 laika noteikšanas sistēmas, kas balstītas uz A032-ET izmantošanu.

## SASNIEGTIE REZULTĀTI

Turpinoties izstrādei, tiek radīta koncepcija jaunai, uz DSA pieeju balstītai, augstas precizitātes notikumu taimeru paaudzei. Koncepcija ietver:

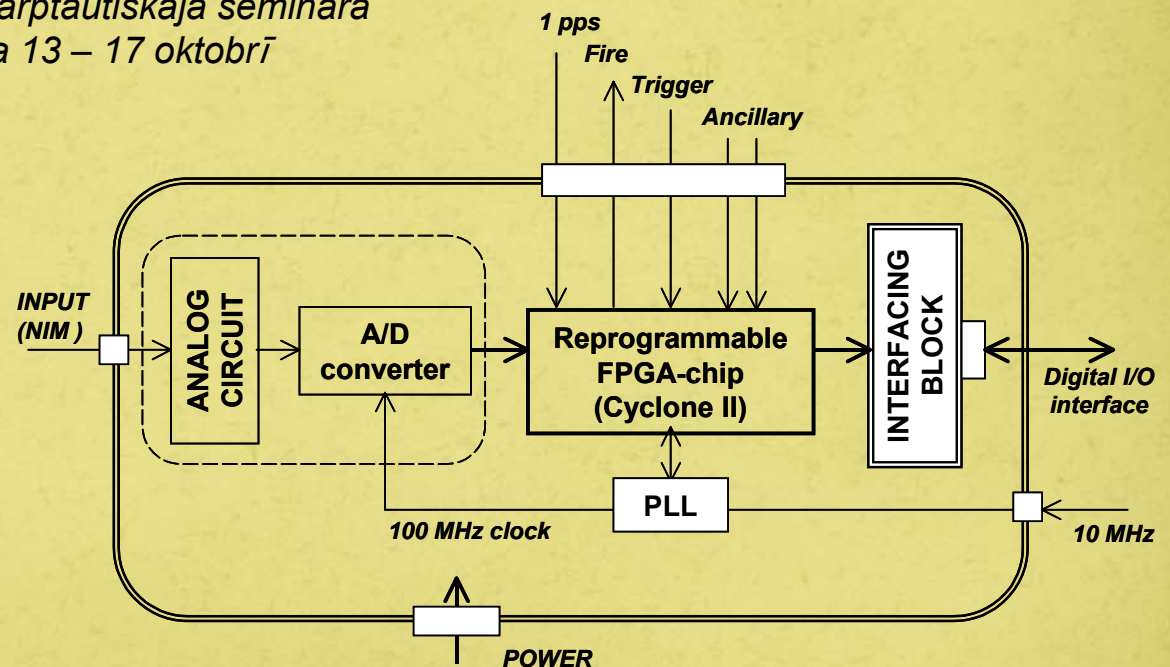
- modificētu analogo signālu veidošanas tehniku un specifiskām signālu īpašībām piemērotu DSA algoritmu;
- augstas integrācijas līmeņa mikroshēmu (tādu kā FPGA) pielietošanu reāla laika DSA vajadzībām.

Svarīgākā publikācija:

*Yu.Artyukh, V.Bespal'ko, E.Boole, V.Vedin. Advances of high-precision Riga Event Timers. Referāts 16. starptautiskajā seminārā "Laser Ranging", Poznaņa Polija, 2008. gada 13 – 17 oktobrī*

Analogā signāla veidošanas tehnikas modifikācija tiek veikta, ieviešot šim nolūkam augstākas integrācijas pakāpes analogās ķēdes.

DSA algoritmu modifikācija dod iespēju tos realizēt vienā FPGA mikroshēmā.

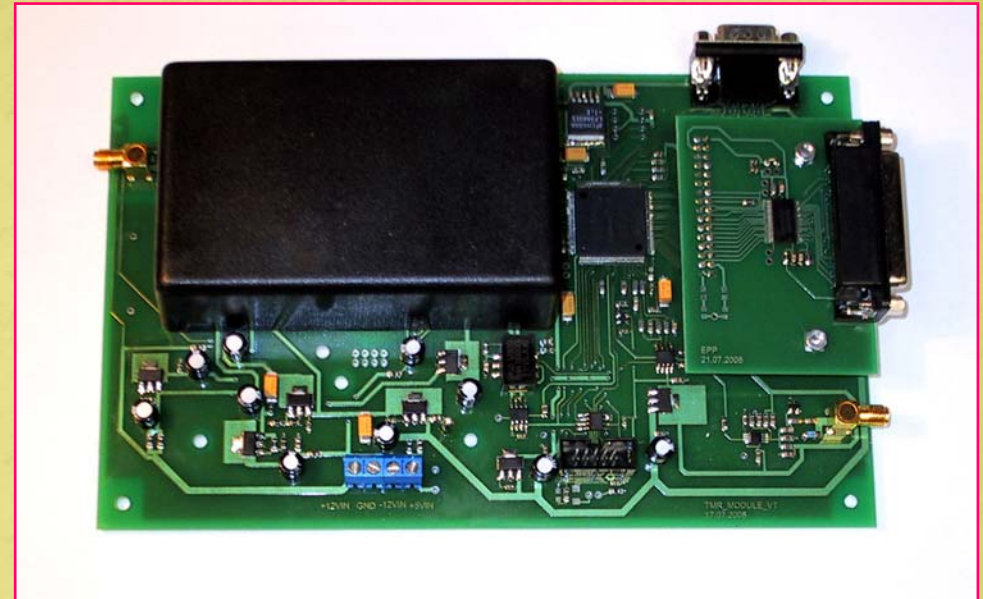




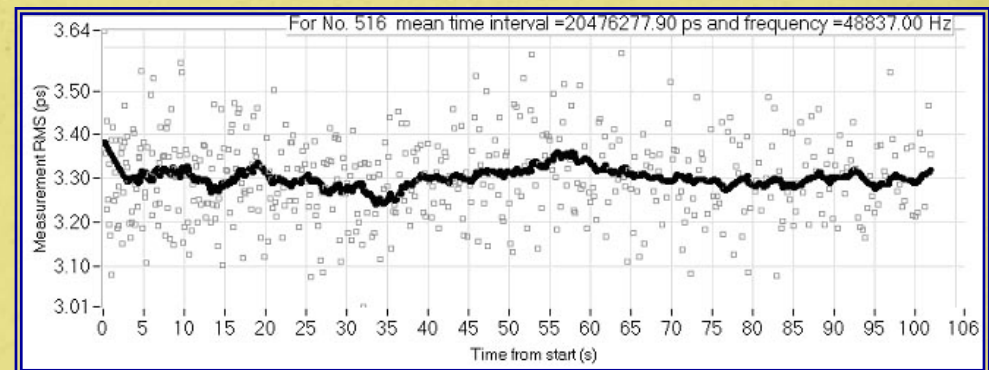
## SASNIEGTIE REZULTĀTI

Balstoties uz minēto koncepciju, tika izstrādāts kompakts augstas precizitātes notikumu taimera eksperimentāls modelis. Salīdzinot ar labāko no iepriekšējiem modeļiem, tas nodrošina:

- Divreiz labāku izšķirtspēju ( $< 4$  ps)
- Augstāku mērīšanas ātrumu (līdz 25 MHz)
- Daudz mazākus izmērus (130x120 mm)
- Daudz mazāku enerģijas patēriņu ( $< 6$ W)



Nemot vērā salīdzināmu izstrādājumu faktisko veikspēju, šķiet, ka iegūtie rezultāti varētu būt piemēroti izstrādājumiem augsto tehnoloģiju jomā, piemēram, satelītu tehnoloģijās.



*Vidējā kvadrātiskā izšķirtspēja atkarībā no laika*

## **Augstas precizitātes notikumu taimēšanas sistēmas kļūdu novērtēšanas metodes izstrādāšana un kļūdu izpēte reālos precīzos taimeros**

*Izpildītāji:*

J.Buls (galvenais izpildītājs), J.Artjuhs, V.Bespaļko, A.Ribakovs, D.Stepins

### **Mērķis**

**Sagatavot zinātniski metodisko un tehnisko bāzi jaunas paaudzes augstas precizitātes ātru notikumu laika noteikšanas ierīces testēšanai**

### **Apakšuzdevumi**

Veikt pētījumus sekojošos virzienos:

- Galvenie mērījumu kļūdu veidi
- Kļūdu novērtēšanas eksperimentālās metodes
- Testēšanas pārbaudēm nepieciešamās programmatūras izveidošana
- Testēšanas sistēmas aprobēšana

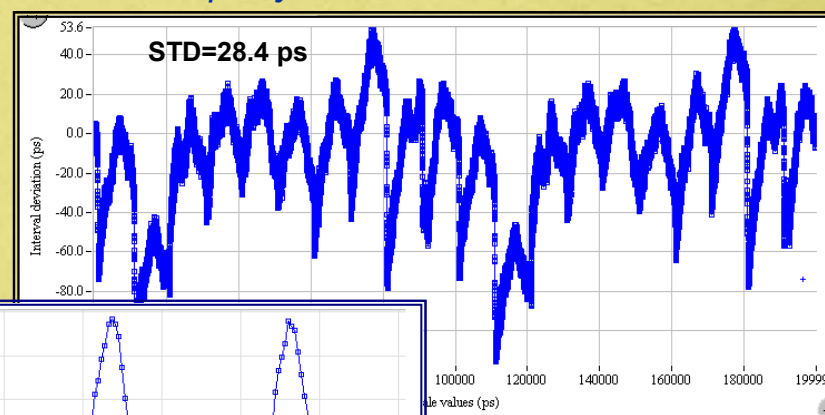
## SASNIEGTIE REZULTĀTI

Ir izstrādāti augstas precizitātes notikumu taimeru kļūdu teorijas pamati.  
Ir definētas galvenās kļūdu komponentes un tiek piedāvāta pieeja kļūdu noteikšanai ar statistiskās testēšanas palīdzību.

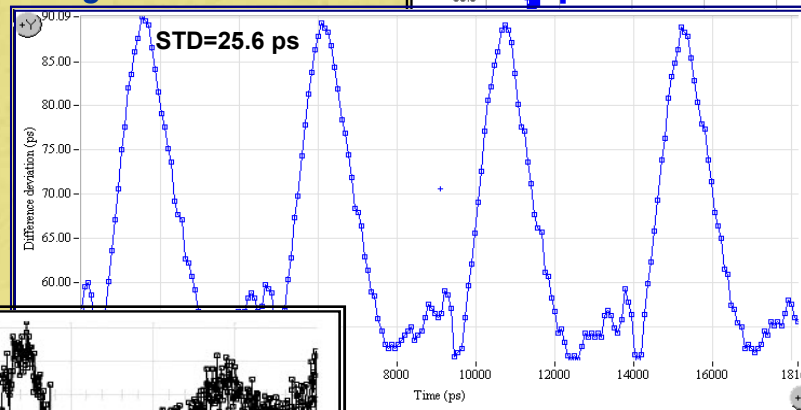
Svarīgākā publikācija:

*Yu. Artyukh, V. Bespal'ko, E. Boole. Non-linearity errors of high-precision event timing // Automatic Control and Computer Sciences, 2008, Vol. 42, No. 4, pp. 191-196.*

*Komerčiāli pieejamais notikumu taimeris CNT-91*

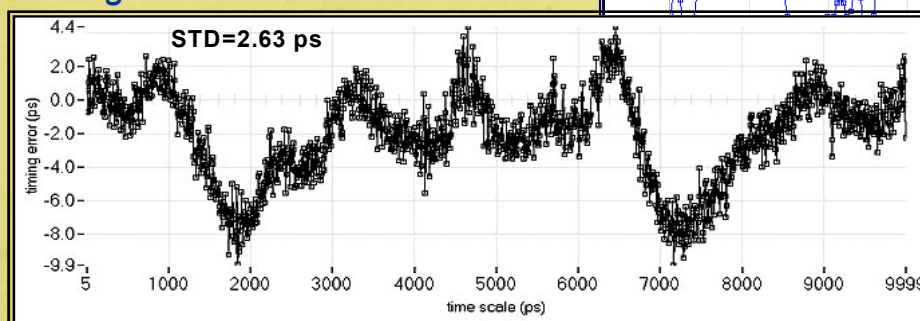


*Ātrdarbīgs  
"Riga Event Timer"*



Piedāvātās testēšanas metodes tika novērtētas, ar to palīdzību pārbaudot dažādus notikumu taimerus.

*"Riga Event Timer A032-ET"*



***Diferenciālās nelinearitātes novērtēšanas piemēri***

## Jaunas spektra novērtēšanas metodes izpēte, kas adaptēta signālu nevienmērīgas diskretizācijas gadījumam

*Izpildītāji:*

I.Biļinskis (galvenais izpildītājs), K.Sudars, A.Ribakovs, V.Vedins

### Mērķis

Sagatavot zinātniski tehnisko bāzi, lai paplašinātu pielietojumu apgabalu progresīvajai daudzkanālu datu iegūšanas tehnoloģijai, kas balstās uz signālu reprezentēšanu ar sinusoidālu references funkciju un šo signālu krustpunktu laika momentu plūsmu.

### Apakšuzdevumi

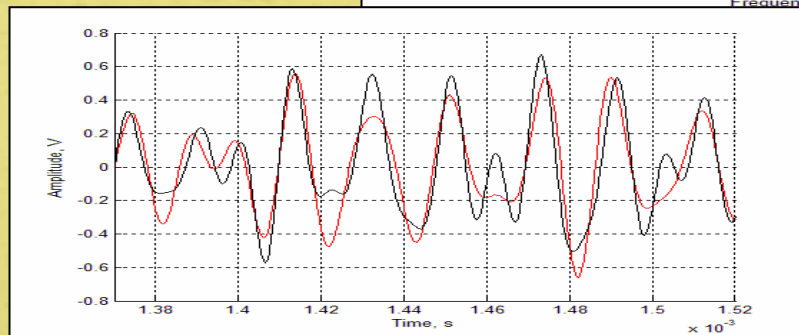
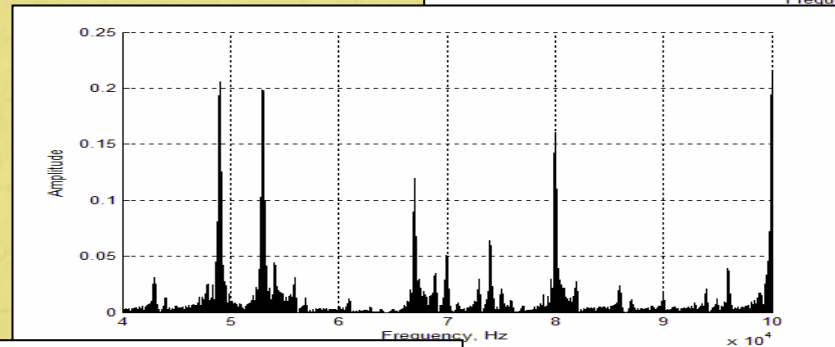
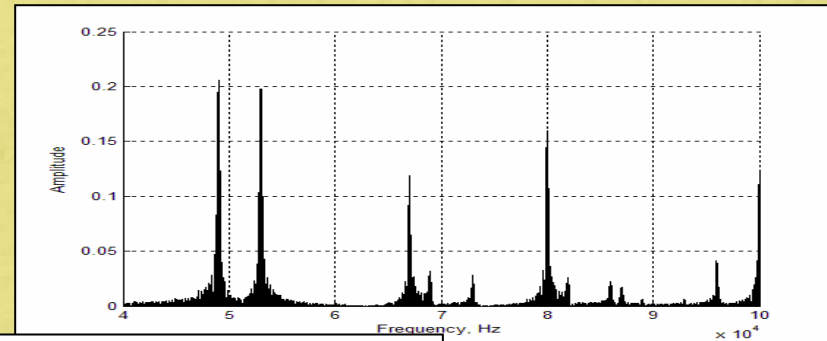
Veikt pētījumus sekojošos virzienos:

- Atrast starp-interferences veidošanās likumsakarības
- Realizēt metodes datormodelēšanu
- Izstrādāt algoritmu starp-interferences novēršanai

## SASNIEGTIE REZULTĀTI

Ir izstrādāti teorētiskie pamati starp-interferences ietekmei uz apskatīto datu iegūšanu. Veikti pētījumi un tiek piedāvātas pieejas starp-interferences radīto kļūdu noteikšanai un būtiskai samazināšanai.

*Koriģētais spektrs*



*Kļūdas spektrā un atjaunotajā signālā radušās no starp-interferences*

## **Video datu savākšanas un priekšapstrādes metožu izpēte objektu identifikācijai reālā laika sistēmās**

*Izpildītāji:*

I.Mednieks (galvenais izpildītājs), J.Siņica-Siņavskis, A.Lorencs, A.Skaģeris

### **Mērķis**

**Izstrādāt attēlu apstrādes teorētiskos pamatus un aparatūras izstrādes principus video datu savākšanas un apstrādes sistēmām objektu identifikācijai reālā laika režīmā**

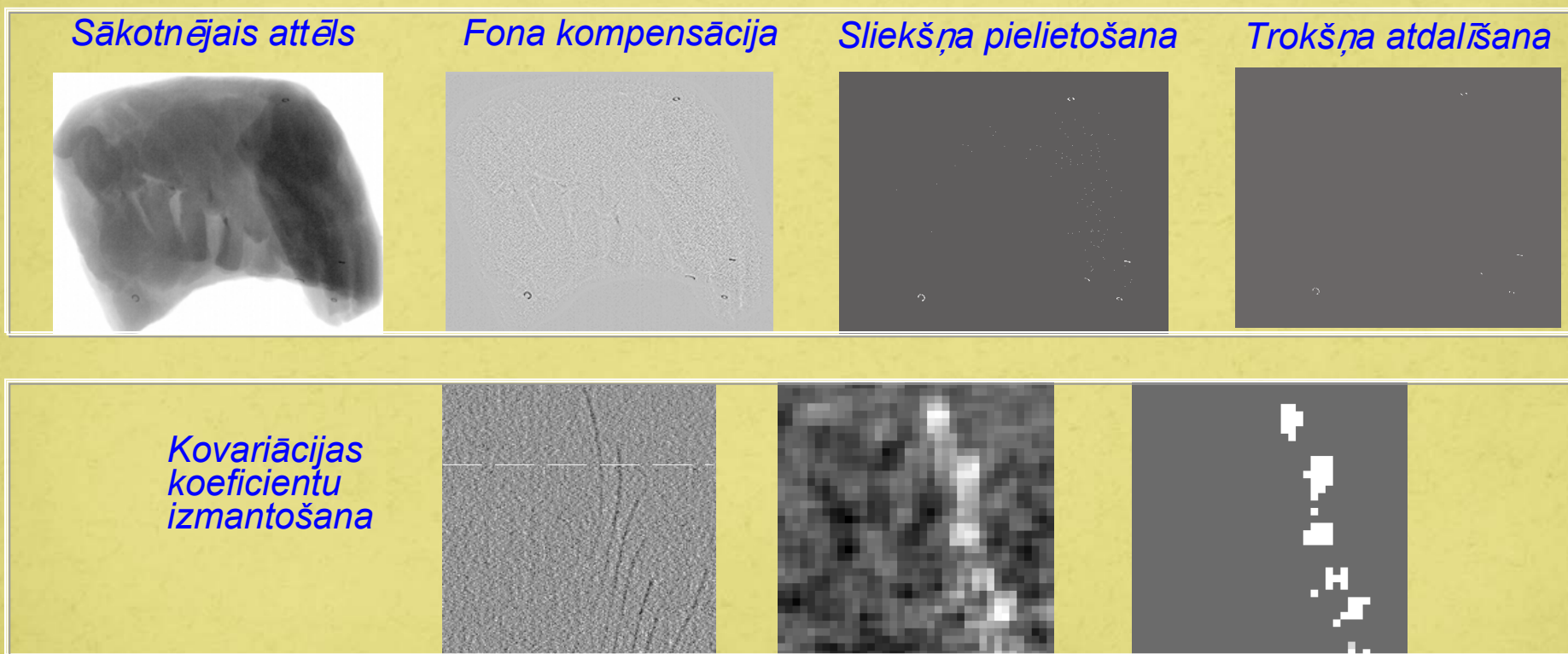
### **Apakšuzdevumi**

- Izstrādāt attēlu apstrādes metodes objektu identifikācijai reālā laika režīmā
- Piedāvāt aparatūras struktūras metožu realizācijai
- Izstrādāt video informācijas savākšanas un priekšapstrādes sistēmas maketu

## SASNIEGTIE REZULTĀTI

Izstrādātas un aprakstītas publikācijās ātrdarbīgas pelēku attēlu apstrādes metodes svešķermeņu atrašanai objektos: mainīga fona kompensācijas metode, kas izmanto mediānas filtrus; attēlu klasifikācijas metode, kas balstīta uz lineāru regresijas modeļu pielietošanu; svešķermeņu identifikācijas metode, kas balstīta uz kovariācijas raksturlielumu noteikšanu attēlu fragmentos.

Izstrādāta iekārtas struktūra svešķermeņu detektēšanai reālā laika režīmā.



---

## **PUBLIKĀCIJAS**

**Projekta izpildes laikā 2008. gadā tika publicēti 16 raksti, tajā skaitā saistīti ar projektiem galvenie raksti:**

**Yu. Artyukh, I. Bilinskis, A. Rybakov, K. Sudars, V. Vedin. Modular Multi-channel Data Acquisition Systems // Automatic Control and Computer Sciences, 2008, Vol. 42, No. 3, pp. 113–119.**

**Yu. Artyukh, V. Bespal'ko, E. Boole. Non-linearity errors of high-precision event timing // Automatic Control and Computer Sciences, 2008, Vol. 42, No. 4, pp. 191-196.**

**A. Rybakov. Estimation and Correction of the Time Bias of a Calculated Trajectory in Satellite Laser Ranging // Automatic Control and Computer Sciences, 2008, Vol. 42, No. 1, pp. 1–9.**

**E. Boole, D. Stepin, V. Stepin. Delay Evaluation in Interactive Exchange with Controllable Devices for Some Types of Computer Interfaces // Electronics and Electrical Engineering, 2008, No.4(84), pp.81-84.**

**I. Bilinskis, Yu. Artyukh, M. Min. Decentralized Multi-channel Digitising of Bioimpedance Signals. Proceedings of 14th Nordic-Baltic Conference on Biomedical Engineering and Medical Physics, 2008, Vol.20, pp. 190-193.**

**A. Lorencs, I. Mednieks, J. Sinica-Sinavskis. Biomedical Image Processing Based on Regression Models. Proceedings of 14th Nordic-Baltic Conference on Biomedical Engineering and Medical Physics, Riga, 2008, Vol.20, pp. 536-539.**

**I. Mednieks. Object detection in grayscale images based on covariance features. Proceedings of International Conference on Signals and Electronic Systems, Krakow, 2008. pp. 205-209.**



## **PIEDALĪŠANĀS ZINĀTNISKAJOS PASĀKUMOS**

Starptautiska konferencē “14th Nordic-Baltic Conference on Biomedical Engineering and Medical Physics (Riga, June 16-20 2008)” tika prezentēti un nopublicēti divi referāti.

Starptautiska konferencē “The 12<sup>th</sup> International Conference “ELECTRONICS’2008”, (17 May 2008, Kaunas)” tika prezentēti un nopublicēti četri referāti.

Starptautiska konferencē “The 10-th International Conference and Exhibition Digital Signal Processing and its Applications (DSPA'2008), (Moscow, March 26-28 2008)” tika referēti un nopublicēti divi referāti.

Starptautiska konferencē “International Conference on Signals and Electronic Systems ICSES 2008 (Krakow, Poland, September 14-17, 2008)” tika prezentēts un nopublicēts viens referāts.

Starptautiska konferencē “16th International Workshop on Laser Ranging, (Poznan, Poland, October 13-17, 2008)” tika prezentēti trīs referāti.

Baltijas zinātnes un tehnoloģiju izstādē aizsardzības jomā (Tartu, Igaunija, 24.-27. septembris) tiks prezentēts eksponāts “High-performance Timing Systems for Satellite Technologies”

## **SAŅEMTIE PATENTI:**

Eiropas patents No. 1746427. Method and apparatus for spectral estimations adapted to non-uniformity of sampling. Inventors: I. Bilinskis, J. Artjuhs, A. Ribakovs. Proprietor of the patent: Institute of Electronics and Computer Sciences of Latvia. Bulletin 2008/02, 09.01.2008.

LR patents Nr. 13662. “Ierīce īsu vienreizēju impulsu amplitūdas mērīšanai”. Izgudrotājs: V.Bespaļko. Īpašnieks: Elektronikas un datorzinātņu institūts, publicēts 20.02.2008.

LR patents Nr. 13686. “Laika intervālu mērītājs un tā kalibrēšanas metode”. Izgudrotāji: J.Artjuhs, V.Bespaļko, K.Lapuška, A.Ribakovs. Īpašnieks: Elektronikas un datorzinātņu institūts, publicēts 20.05.2008.

---

## **STARPTAUTISKĀ SADARBĪBA**

J.Artjuhs, V.Bespaļko, J.Buls, A.Ribakovs, V.Vedins ir starptautiskas organizācijas “International Laser Ranging Service” biedri. J.Artjuhs bija sekcijas ”Lasers, Detectors, and Timers” līdzvadītājs Starptautiskajā konferencē “16th International Workshop on Laser Ranging, (Poznan Poland, October 13-17, 2008).

Balstoties uz sadarbības līgumiem ar ārzemju zinātniskām institūcijām, 2008.gadā izpildīti 5 pasūtījumi, kas ir saistīti ar laika mērīšanas sistēmas izstrādi uz komerciāliem pamatiem, no:

**Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences**  
**National Institute of Information and Communications Technology (Japan)**  
**Beijing SLR Station of China Academy of Surveying and Mapping**  
**Space Research Centre of the Polish Academy of Sciences**  
**Korea Astronomy and Space Science Institute**

## **LĪDZDALĪBA AUGSTĀKĀS IZGLĪTĪBAS UN ZINĀTNISKĀS KVALIFIKĀCIJAS CELŠANĀ**

Papildus tika veikti darbi, kas saistīti ar jaunu speciālistu sagatavošanu informātikas jomā.

Aizstāvēts bakalaura darbs: J.Savarovskis. “Precīza laika notikuma mērītāja programmatūra”. Elektronikas un telekomunikāciju fakultāte, RTU. Aizstāvēts 2008.g. jūnijā, darba vadītājs Dr. V.Bespaļko.

K.Sudars turpina mācības doktorantūrā; V.Vedins gatavo savu doktora darbu, darba vadītājs Dr. I.Biļinskis.

---

## NOSLĒGUMS

Projekta izpildes gaitā 2008. gadā tika sasniegti visi galvenie programmā paredzētie mērķi, tai skaitā ir izstrādāti:

uz DASP tehnoloģiju balstīti daudzkanālu sistēmu uzbūves teorētiskie principi;  
telpā izkļiedētu analogi-ciparu pārveidotāju struktūras;  
jauns datu savākšanas un apstrādes sistēmu veids, kurš ir balstīts uz diskrešu signālu attēlošanu ar notikumu plūsmām un tamlīdzīgi.

Turklāt pēdējā gada laikā projekta ietvaros ir radīta virkne metodisku un tehnisku risinājumu, kuriem ir sava zinātniskā un lietišķā nozīme. Jaunie pētījumu rezultāti ievērojami paaugstina projekta praktisko nozīmi kopumā. Taču lai sasniegtu projekta maksimālo efektivitāti, šos rezultātus ir nepieciešams attīstīt līdz konkurētspējīgas inovatīvas produkcijas prototipu līmenim, kuru būtu iespējams piedāvāt dažādiem rūpnieciskiem uzņēmumiem kā jaunu signālu ciparu apstrādes tehnoloģiju, kā speciālās aparatūras eksperimentālos paraugus un kā atbilstošu lietišķo sistēmu demonstrācijas versijas.