

Óbudai Egyetem

Doktori (PhD) értekezés
tézisfüzete



**A Föld környezetében tudományos méréseket végző úrkutatási
berendezés fedélzeti adatgyűjtő rendszerének és fedélzeti
kommunikációs rendszerének kidolgozása**

Dr. univ. Nagy János Zoltán

Témavezető: Dr. habil. Molnár András
Egyetemi docens

Alkalmazott Informatikai és Alkalmazott Matematikai Doktori Iskola

Budapest, 2016. augusztus.

1. A kutatás előzményei

A KFKI űrfizikusai a hetvenes években a szovjet bolygóközi missziók mérési adatai alapján bekapcsolódhattak a naptevékenység és a Föld körüli térség tanulmányozásába.

Az intézetben az űrkutatási fejlesztések intenzitása 1981-ben a VEGA- Halley misszióval, az abban történő sikeres részvétellel jelentős elismerést értünk el és ettől kezdve az űrkutatási műszerfejlesztés folyamatos tevékenységgé vált az intézetben.

Részvételünk más űrkutatási projekteken, a fedélzeti számítógépe fejlesztése a Phobos misszió leszállóegysége részére, a Cassini programban való részvételünk két szenzor tesztkörnyezetének létrehozására, az orosz SRG űrszonda fedélzeti adatgyűjtő számítógépének, a BIUS-nak a fejlesztése, a Vénusz-Expressz misszió ASPERA-4 teszt és kalibráló környezetének fejlesztésében elért sikerek nemzetközi elismertséget biztosítottak intézetünk mérnökeinek.

Mindezek a korábbi sikerek nagymértékben hozzájárultak ahhoz, hogy meghívták intézetünket az IKI (Orosz Űrkutatási Intézet) által irányított nemzetközi tudományos programban a fedélzeti számítógép fejlesztésére. A projekt célja az űridőjárás vizsgálata és a magas légkör kutatása. Az „űridőjárás” az ionoszféra, a magnetoszféra és a Föld közeli interplanetáris térben végbemenő jelenségeket jelenti, amelyek megfigyelésének módszerei eltérnek a földi légkör időjárásának megfigyelésétől. A megfigyelés a Föld körül keringő műholdakon elhelyezett műszerekkel történik, jellemzően néhány száz kilométer magasan a felszín felett. Az űridőjárást befolyásoló legfontosabb hatások a napszél, a Napból kilépő anyagáramlás, a bolygóközi térben végbemenő mágneses jelenségek és kis mértékben a Naprendszeren kívülről érkező részecskék.

2. Célkitűzések

Ez a disszertáció az Obszhanovka kísérletben végzett munkám alapján készült Az Obszhanovka orosz szó, jelentése környezet. Az Obszhanovka kísérlet a Föld környezetében végez tudományos méréseket a Nemzetközi Űrállomáson. Az Obszhanovka kísérlet fedélzeti számítógép architektúrájának és az EGSE-je (Electronic Ground Support Equipment, Elektronikus Földi Kiszolgáló Berendezés) kialakítása volt a feladatom. A fedélzeti számítógép feladata az összesen tizenegy szenzort tartalmazó kísérlet vezérlése, a szenzorok adatainak fogadása, ill. azok előzetes feldolgozása.

Kutatási céljaim:

Olyan több processzort tartalmazó, elosztott intelligenciájú architektúra kialakítása amely alkalmas az Obszhanovka kísérletben az űridőjárás paramétereinek mérésére.

Olyan fedélzeti számítógép kidolgozása, amely jelentős súlytöbblet nélkül redundanciát visz be a rendszerbe a kritikus pontokon.

Követelményként fogalmaztam meg, hogy az eltárolt adatokból a mérések helye rekonstruálható legyen az adatok földi tudományos feldolgozása során.

Olyan megoldás kidolgozása volt a célom, amely minél kisebb adatvesztéssel oldja meg a jelentős mennyiségű tudományos adat Földre történő továbbítását. A rendelkezésre álló kommunikációs csatorna kapacitása korlátozott. A rendelkezésre álló csatorna használatát, az azon küldött adatok prioritását a földi irányító központ határozza meg. Az elsődleges adatok az űrhajó, az orosz szegmens állapotformációi, az űrhajósok állapotával összefüggő orvos-biológiai adatok, a fennmaradó csatornkapacitást pedig több kísérlet között megosztva használhatja adattovábbításra. Olyan megoldást kerestem, amely lehetővé teszi a mért adatok minél nagyobb mennyiségének a telemetria által biztosítható szakaszos követése mellett is a Földre történő eljuttatását.

Célom volt, mivel az egyes szenzoroktól érkező mérési adatok mennyisége előzetesen nem pontosan becsülhető, egy olyan eljárás kidolgozása, amely a rendelkezésre álló tárhely hatékony, dinamikus kihasználását biztosítja, az intelligens szenzorokhoz rendelt terület nagyságát dinamikusan, változtatja.

Célom volt az igénybevételi és funkcionális tesztek elvégzésének biztosítása, egy olyan több processzoros számítógép architektúra kidolgozása – elektronikus földi kiszolgáló berendezés -, amely a fedélzeti rendszereken kívül a mérést végző szenzorokat is szimulálja, a fedélzeti számítógép és a szenzorok fejlesztését, ellenőrzését segíti.

Olyan több processzoros számítógép architektúra kidolgozása volt a célom, amely személyi számítógépből és beágyazott processzorból áll, lehetővé téve az operátor számára az átlátható működtetést és a tesztek valós időben történő megvalósítását.

3. Vizsgálati módszerek

Az Obszhanovka kísérlet fedélzeti számítógépe nemzetközi együttműködésben készült. A feladat megoldása során meghatározóak voltak a projektet tudományosan irányító Orosz Űrkutatási Intézet (IKI) és a szenzorokat készítő csoportok munkatársaival folytatott egyeztetések, megbeszélések és a partnereinktől kapott dokumentumok. Ezek közül ki kell emelni a [30] irodalmat, amely azokat az előírásokat tartalmazza, amelyeket a Nemzetközi Űrállomás orosz szegmensébe készülő hardvernek és más berendezéseknek meg kell felelniük. Meg kellett ismerni a fedélzeti interfész felületeket, a fedélzeti telemetria csatornák működését, valamint a fedélzeti tápellátást. Szintén tanulmányozni kellett a szenzorok interfész felületeit, azok adatátviteli protokolljait. Ez utóbbi terület interaktivitásra adott lehetőséget, a szenzorok interfész felületei és adatátviteli protokolljainak kialakítását tudtam befolyásolni.

A szakirodalom tanulmányozása során jutottam arra a következtetésre, hogy az új fedélzeti számítógép architektúrájának létrehozását jelentősen megkönnyíti, ha az ipari alkalmazásokban elterjedt PC/104 buszt alkalmazom, és e köré építem fel a fedélzeti számítógépet. Az irodalmazás és az intézetben elvégzett mérések hozzájárultak a megfelelő alkatrész bázis kiválasztásához.

A munka következő fázisa volt a modellkészítés, a modell tesztelése és a kapott eredmények kiértékelése. Ezek alapján az előzetesen tervezett hőelvezető rendszert módosítani kellett, mert az első rendszer a thermo-vákuum kamrában folytatott tesztek során a számítottnál rosszabb eredményeket produkált.

A munka része volt az igénybevételi tesztek elvégzése után az eredmények részletes kiértékelése, a mért eredmények dokumentálása Rendszeresen ismétlődő munkafolyamat volt a szenzorokkal közös tesztek végrehajtása, az interfész felületek hardver és szoftver komponenseinek ellenőrzése céljából. Majd sor került a rendszer integrálására - a fedélzeti számítógépek, a földi ellenőrző berendezés és a tizenegy szenzor együttese - és tartós tesztelésére a moszkvai IKI-ben, majd az RKK Energia intézetben, ahol a földi ellenőrző berendezés és az orosz szektor modelljeivel ellenőrizték a berendezéseket.

A projekt megvalósítása során tanulmányoztam a hasonló témában megjelent cikkeket és az esetlegesen felmerülő problémák megoldásához, az alkatrészek kiválasztásához, pld. a merevlemez típusa kiválasztásánál felhasználtam az ezekből nyerhető ismereteket.

4. Új tudományos eredmények

Az úridőjárás vizsgálatát végző Obsztanovka kísérlet számára kidolgoztam azt a kis fogyasztású, kisméretű, nagy megbízhatóságú elosztott intelligenciájú, három számítógépet tartalmazó fedélzeti számítógéprendszert, amely a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén működik, két egysége kint a világűrben, egy pedig az űrállomáson belül elhelyezve. A számítógépek tizenegy szenzort vezérelnek, azoktól a mérési adatokat fogadják és továbbítják a Földre. A rendszer megbízhatóságát növeli a három számítógép alkalmazása. A fedélzeti számítógéprendszer szoftverét úgy választottam meg és dolgoztam ki, hogy a szenzoroktól érkező adatokat a szükséges időzítéssel képes legyen fogadni.

A rendszer kialakítása során kidolgoztam módszert a mért értékek mérési helyének rekonstruálhatóságára és a rendelkezésre álló merevlemez kapacitásának hatékony kihasználására. A telemetria csatornák korlátozott kapacitása által jelentett problémára is megoldást dolgoztam ki, kiválasztottam a szakirodalom alapján az űrutazás jelentette igénybevételre alkalmas merevlemezt. A kiválasztás során törekedtem a kis fogyasztásra. A merevlemez mérete 2,5"-os és ehhez kivehető keretet és speciális, a szállítást lehetővé tevő konténert fejlesztettem ki. A konténer a gyorsulás és indulás során fellépő vibrációt mérsékli a merevlemezek felé.

Az elosztott intelligenciájú, három számítógépet tartalmazó fedélzeti számítógéprendszer ellenőrzésére, a szenzorok szimulálásra többprocesszoros számítógép architektúrát dolgoztam ki. A szoftvere alkalmas a szenzoroktól érkező adatok megfelelő időzítéssel történő előállítására, illetve támogatja a szenzorok bemérését, az ISS-ről leérkező adatok megjelenítését.

A magyar műszerek 2013. február 11.-én kerültek a Nemzetközi Űrállomásra egy Szajuz teherűrhajó fedélzetén. A műszerek üzembe helyezését két orosz űrhajós, Pavel Vinogradov és Roman Romanyenko 2013. április 19.-én, egy hatórás űrséta során végezte el.

1. Új architektúrájú űrkutatási célú fedélzeti számítógépes rendszert dolgoztam ki és alkalmaztam az űridőjárás jellemzőinek mérésére. A kidolgozott architektúra elosztott intelligenciájú, többprocesszoros, amely lehetővé teszi a szükséges számítási teljesítmény megnövelését, optimalizálását, redundanciát visz be a rendszerbe, megnövelve ezáltal a megbízhatóságot és lehetővé téve a szenzorok több mérőágban történő csoportosítását, amely a szenzorok közti zavarójelek, áthallások csökkentését is biztosítja. Az egymással kommunikáló processzorok között a feladatok meg vannak osztva, a feladatok az űrhajó fedélzeti rendszereivel való kommunikáció, a mérőágakban adatgyűjtés, az egyes mérőágak vezérlése, a lokálisan mért adatok előfeldolgozása és a mért adatok tárolása, továbbítása a Földre [A25], [A28], [A29], [A38], [A40], [A41], [A43].
2. Eljárást dolgoztam ki a mérési adatok kódolására, lehetővé teszi a mérés helyének visszaállíthatóságát. Mivel a tudományos adatok kiértékelésénél alapvetően fontos információ a mérés helye, de GPS koordináták nem állnak rendelkezésre, ezért eljárást dolgoztam ki arra, hogy az eltárolt adatformátumból vissza lehessen állítani a mérés helyének koordinátáit. Az eljárás azon alapul, hogy a fedélzeti számítógép lekérdezhető órája megfelelő pontossággal megadja az időt, és a fedélzeti órához szinkronizálva folyamatosan rendelkezésre áll egy hasonló pontosságú 1 s-ként kiadott impulzus. A számítógépes rendszer belső órái átlagosan naponta egyszer kapják meg a fedélzeti számítógéptől a pontos idő értékét, időközben pedig folyamatosan az 1 s nagy pontosságú impulzushoz szinkronizálom a számítógéprendszer óráit. A megbízhatóság növelése érdekében az 1 s-es impulzust redundáns módon vezetem a számítógép rendszerünkre. A mérési adatokban eltárolt időinformáció és a pályaadatok összevetésével kielégítő a mérés helyének visszaállíthatósága, mintegy 8 km-es pontossággal [A40], [A43].
3. Eljárást dolgoztam ki a rendelkezésre álló tárhely hatékony, dinamikus kihasználására, amely az intelligens szenzorokhoz rendelt terület nagyságát dinamikusan változtatja.. A tároló területe korlátozott, amely a mérés kezdetén egyenlő nagyságú napi kvótákban rendelem az egyes szenzorokhoz. Ha egy szenzorhoz rendelt napi tároló terület megtelik, akkor azon a napon a szenzortól érkező adatok további tárolására nincs lehetőség. Mivel az egyes szenzoroktól érkező adatmennyiség változó és nem ismert előre, továbbá egyes szenzorok „érdekes esemény” bekövetkeztekor átkapcsolnak nagyobb mérési gyakoriságú működésre, a szenzorokhoz rendelt terület nagyságát olyan módon illesztem az adatgyűjtés igényeihez, hogy az egyes napok végén a szenzorokhoz rendelt tároló területet a szenzoroktól érkező adott napi adatmennyiség alapján rendelem a szenzorhoz a következő napon, azaz a tároló terület kiosztásakor követem a szenzoroktól érkező adatmennyiség igényét [A40], [A43].
4. Az adatok Földre történő továbbítására kidolgoztam egy 2,5"-os cserélhető merevlemez tárolóegységet. A mérési adatok Földre történő továbbítására, több kommunikációs

csatorna áll rendelkezésre, központi telemetria, BITS, amatőr rádió nevű csatorna, de korlátozott kapacitással. A földi irányító központ által adott parancsra ezeken a mérési eredményeknek kis része továbbítható a Földre. Az adatok továbbítására kifejlesztettem egy 2,5"-es cserélhető PATA buszos HDD tárolóegységet a fedélzeti számítógéphez a szállításhoz szükséges speciális szállítódobozzal [A40], [A43].

5. Kidolgoztam az elvégzendő teszt feladatok megoldására egy több processzoros számítógép architektúrát, amely a fedélzeti rendszeren kívül a mérést végző szenzorokat is szimulálja. Az űrkutatási fedélzeti számítógép rendszer tesztelésére, bemérésére, kidolgoztam azt a több processzoros számítógép architektúrát, amely beágyazott és kommersziális számítógépből áll, a fedélzeti rendszerek és szenzorok működését szimulálja és alkalmas a tesztelés során történő sokoldalú kiértékelésére, illetve a repülés során kapott adatok feldolgozására is [A24], [A30], [A34], [A36], [A39], [A42], [A43].

5. Az eredmények hasznosítási lehetősége

Az intézetünk űrfizikai csoportjának munkatársai részt vesznek a Naprendszer és a Föld környezetének kutatásában. A missziók elsődleges adataihoz akkor jutnak hozzá, ha intézetünk is bekapcsolódik az ezek létrehozásához szükséges hardverfejlesztésekbe. Az űrkutatás a technikai háttér fejlődésével, új mérőberendezések létrehozásával a korábban megszerzett ismereteket bővítheti. A Földet és a földi életet befolyásoló változások nyomon követése és kozmikus környezetünk minél jobb megértése sok olyan fontos információhoz juttatja a tudományt, amely mindennapi életünket is befolyásolja. Az űrkutatás során mérnökeink számos élvonalbeli technológiát igénylő feladat megoldásában szereztek konvertálható tapasztalatokat.

Az Obsztanovka vizsgálja az űrhajó és az azt körülvevő plazma kölcsönhatását, a tudományos feldolgozás számára adatokat gyűjt a Föld magas légkörében megfigyelhető jelenségekről.

6. Irodalmi hivatkozások listája

- [1] *Space experiment* (online letöltés 2016.07.12): "*OBSTANOVKA 1-st stage*" on Russian Segment of ISS <http://iki.rssi.ru/obstanovka/eng/index.htm>
- [2] S. Klimov, V. Korepanov (2004): The "Obstanovka" experiment aboard the international space station *Kosmichna Nauka i Tekhnologiya* (ISSN 1561-8889), Tom 10, (2/3) pp. 81 – 86.
- [3] B. Kirov (2010): An instrument for measuring the near-surface plasma temperature and concentration, and the surface charging of the international space station, *Sun and Geosphere*, 5(2) pp. 76-80.
- [4] A. Balázs, J. Biró, S. Szalai (1992): Transputer based onboard computer. Proc. of 1st Austrian-Hungarian Workshop on Transputer Applications, Sopron, Hungary; KFKI-1992-34/M, N; pp. 107-117 October 8-10.

- [5] A. Balázs, J. Biró, S. Szalai (1994): Onboard computer for the Mars-96 rover. *2nd International Symposium on Missions Technologies and Design of Planetary Rovers*, 15-21 May, Moscow előadás
- [6] A. Balázs, J. Biró, M. Kolesnik, Zs. Németh, S. Szalai (1994): Onboard Computer for Planetary Rover in Proceedings of the 2nd Austrian-Hungarian Workshop on Transputer Applications, Budapest, 1994. pp. 144-155.
- [7] Langmuir probe (online letöltés 2016.07.12.): https://en.wikipedia.org/wiki/Langmuir_probe
- [8] R. Behlke (online letöltés 2016.07.12.): Solar radio bursts and low frequency radio emissions from space IRF Scientific Report 275 2001 ISSN 0284-1703, pp. 1-50.
- [9] J. Bergman (online letöltés 2016.07.12.): [FIRST – A space-borne low-frequency radio observatory using passive formation flying](#). In *European Week of Astronomy*, Conference, University of Hertfordshire, UK, 20-23 April 2009. pp. 1-11.
- [10] R. Karlsson (2005): Theory and applications of three-axial electromagnetic field measurements, Acta Universatis, Uppsala, pp. 308-312.
- [11] H. Rothkaehl, M. Morawski, W. Puccio, J. Bergman, S. Klimov (2011): Diagnostics of Space Plasma on Board International Space Station - ISS, *Plasmaphysik* 51(2-3): pp.158 – 164.
- [12] S. Belyayev, V. Pronenko, N. Ivchenko, Ye. Zakharchuk, V. Korepanov (online letöltés 2016.07.12.): Miniature sensors for cubesats scientific missions, Conference: 8th IAA Symposium on Small Satellites for Earth Observation, Berlin, Germany, April 4-8, 2011 pp. 1-8.
- [13] Å. Forslund, S. Belyayev, N. Ivchenko, G. Olsson, T. Edberg, A. Marusenko (2007): Miniaturized digital fluxgate magnetometer for small spacecraft applications, Article in *Measurement Science and Technology* 19(1):015202 · December · DOI: 10.1088/0957-0233/19/1/015202, pp. 1-10.
- [14] Ferencz Cs., Lichtenberger J., E. Ferencz O., Hamar D., Bodnár L., Steinbach P. Korepanov V., Mikhajlova G., Mikhajlov Y., Kuznetsov V. (2008): A SAS2 ULF-VLF elektromágneses hullám elemző műszer a Kompas-2 műhold fedélzetén *Híradástechnika* 2008/4 63. évfolyam pp. 15-23.
- [15] Ferencz Cs., E. Ferencz O., Hamar D., Lichtenberger J., Steinbach P.(2004): Az elektromágneses hullámterjedési mérések és modellek szerepe az űrkutatásban *Híradástechnika* 2004/5 59. évfolyam pp. 25-29.
- [16] V. Korepanov and OBSTANOVKA team (2006): International Space Station: Study of Near-Surface Environment IAC-06-B4.3.09.pd
- [17] F. Dudkin, V. Korepanov, G. Lizunov (2009): Experiment variant – first results from wave probe instrument, *Advances in Space Research* June 43(12): pp. 1904-1909.

- [18] Seferiadis, G, Pouchet, M and Gough, M P (online letöltés 2016.07.12.): (2005): *Microchannel Plate Position read-out system using Field Programmable Gate Arrays*. Reviews of Scientific Instruments, 76. 063305-1. ISSN 0034-6748
- [19] Seferiadis, G, Pouchet, M and Gough, M P (2006) *FPGA implementation of a delay-line readout system for a particle detector*. Measurement, 39 (1). pp 90-99. ISSN 0263-2241
- [20] (online letöltés 2016.07.12): Felbontás - katasztrófa-előjelzés űrkutatási módszerekkel; Bohus Anita http://greenfo.hu/hirek/print/2006/07/31/felbontas-katasztrofa-elorejelzes-urkutatasi-modszerekkel_1154325619 online letöltés 2016.07.12
- [21] Almár I., Both E.,(2004): A Magyarországi Űrtevékenység Dióhéjban Fizikai Szemle 2004/3. pp. 73.
- [22] (online letöltés 2016.07.12): International Space Station, https://en.wikipedia.org/wiki/International_Space_Station
- [23] (online letöltés 2016.07.12): https://www.nasa.gov/mission_pages/station/main/index.html
- [24] (online letöltés 2016.07.12): <http://www.airspacemag.com/space/rare-look-russian-side-space-station-180956244/?no-ist>
- [25] Hirn A. (online letöltés 2016.07.12): Dózismérő műszer fejlesztése a Nemzetközi Űrállomás orosz szegmensére, http://www.urvilag.hu/hazai_kutatohelyek_es_uripar/20080427_dozismero_muszer_fejlesztese_a_nemzetkozi_urallomas_orosz_szegmensere_2008.04.27
- [26] Hirn A. (2009): Űrdozimetriai műszerek fejlesztése, PhD értekezés BME
- [27] [szerző] (2006): A miskolci űrkemence, In: Mert, A Miskolci Egyetem közéleti és kulturális lapja 8 (103) [on line].
- [28] (online letöltés 2016.07.12): Kognitív idegtudományi kísérletek; <http://www.ttk.mta.hu/intezetek/kognitiv-idegtudomanyi-es-pszichologiai-intezet/kiserleti-pszichologiai-osztaly/>
- [29] N. Bournejko (2005): On data transfer between Obstanovka and BITS, Energia RKK dokumentum pp. 1-5.
- [30] (2001): General technical requirements for hardware and equipment, international space station russian segment, S.P. Korolov Rocket and Space Corporation Energia, belső anyag, pp 1-107.
- [31] (online letöltés 2016.07.12): PC/104 Specification; <http://pc104.org/hardware-specifications/pc104/>
- [32] (2008): AMD Geode™ LX Processors Data Book, May 2008 Publication ID: 33234G

- [33] (online letöltés 2016.07.12): Network Time Protocol; <https://en.wikipedia.org/wiki/Ntpd>
- [34] S. Guglielmo S. Aglieti, L. Gomes, A. Curlei (online letöltés 2016.07.12): Hard Disk Drive for Spacecraft Application, , IAC-06-B5.602 pp. 1-5.
- [35] (online letöltés 2016.07.12): ntpd - Network Time Protocol (NTP) daemon] <http://linux.die.net/man/8/ntpd>
- [36] A. Felix, S. Toro (online letöltés 2016.07.12): Qualification of Electrical Ground Support Equipment for New Space Programs, 2011
<http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20110014388.pdf>
- [37] M. Jones (1998): TEAMSAT's Low-Cost EGSE and Mission Control Systems esa bulletin 95 — August 1998
- [38] (2005): EGSE Overall Requirements Specifications, EADS Astrium Limited, 2005
- [39] (online letöltés 2016.07.12): Spacecraft Navigation,
<https://solarsystem.nasa.gov/basics/bsf13-1.php>
- [40] T. Martín Mur, J. Dow (online letöltés 2016.07.12): Satellite Navigation Using GPS <http://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet90/b90mur.htm> Orbit Attitude Division, European Space Operations Centre (ESOC), Darmstadt, Germany
- [41] (online letöltés 2016.07.12): https://www.nasa.gov/pdf/167129main_Systems.pdf The Main System of ISS
- [42] B. Kirov, S. Asenovski, D. Bachvarov, A. Boneva, V. Grushin, K. Georgieva, S. Klimov (2015): Langmuir Probe Measurements Aboard The International Space Station Conference Paper · Oct 2015
- [43] Lichtenberger, J., Ferencz, Cs. (online letöltés 2016.07.12): A Szférák zenéje és az űridőjárás, Magyar Tudomány <http://www.matud.iif.hu/2012/12/04.htm>
- [44] S. Klimov, V. Grushin, D. Novikov, M. Dolgonosov, V. Gotlib, V. Pilipenko, K. Georgieva, B. Kirov, Cs. Ferencz, H. Rothkaehl, V. Korepanov, S. Belyayev, A. Marusenkov, D. Dudkin, V. Pronenko, P. Szegedy (online letöltés 2016.07.12): Study of electromagnetic parameters of space weather in the ionosphere. Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-10817, 2016 <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2016/EGU2016-10817.pdf>
- [45] Jéki L. (2006): A Központi Fizikai Kutatóintézet Természet Világa különszáma pp. 79-84.
- [46] O. Montenbruck, M. Markgraf, M. Darcia-Fernandez, A. Helm (2007): GPS for microsatellites – Status and Perspectives,, 6th IAA Symposium on Small Satellites for Earth Observation, Apr. 23-27 Berlin
- [47] S. Klimov, V. Rodin, L. Zelenyi, V. Angarov (2007): Development of the method of the creation of micro-satellite (~50 kg) platforms for the fundamental and applied research of the

earth and near-earth outer space, 6th IAA Symposium on Small Satellites for Earth Observation Apr. 23-27 Berlin

[48] H. Venus (1996): A Scaleable and Low Power High Performance On-Board Data Processing System including Solid State Mass Memory, 1th IAA Symposium on Small Satellites for Earth Observation Nov.. 4-8 Berlin

[49] M. Purucker, B. Langlais,, N. Olsen, G. Hulot, M. Mandea (2002): The southern edge of cratonic North America: Evidence from new satellite magnetometer observations, Geophys.Res.Lett., 29(15), 8000, doi:10.1029/2001GL013645, 2002 [part of a special issue on results from the Ørsted satellite. Plate 3 from this paper is the cover of a special Ørsted issue on August 1, 2002 (Issue #15).

[50] Szalai S., Balázs A.(2004): A Rosetta Lander központi vezérlő és adatgyűjtő számítógépe, Híradástechnika 2004/5 vol LIX pp. 34.36.

[51] A. Balázs, A. Baksa, H.Bitterlich, I. Hernyes, O Küchemann, Z. Pálos, J: Rustenbach, W. Schmidt, P. Spanyol, J. Sulyán, S. Szalai, L. Várhalmi (2016): Command and data management system (CDMS) of the Philae lander, Acta Astronautica 125 pp. 105-117.

7. Publikációs lista. A tézispontokhoz kapcsolódó saját tudományos közlemények kiemelve

- [A1] Nagy J., Sándor M., Szalai S., Takács P. (1981): Eljárás és berendezés analízator tároló kétirányú adatforgalmának kialakítására Magyar Szabadalom MA-3266 179240
- [A2] Hernyes I., Nagy J., Szalai S., Takács P., Zimányi Z. (1981): Eljárás és berendezés CAMAC modul utasításjeleinek dekódolására funkcionális részegységhez Magyar Szabadalom 826/81 181640
- [A3] Erdélyi Gy., Hernyes I., Kanyó M., Körössy T., Nagy J. (1981): Eljárás és berendezés szinkron számlálóláncok sebességének növelésére Magyar szabadalom 3927/81 183763
- [A4] Balázs A., Hernyes I., Kovács G., Nagy J., Szalai S., Takács P., Ruzsnyák P., Szentpétery I. (1983): Áramköri elrendezés vezérlőjelek előállítására funkcionális részegységhez Magyar szabadalom 4404/83
- [A5] Hernyes I., Nagy J., Riecsánszky L., Szalai S., Dabolczy L., Molnár G., Paál A. (1984): Áramköri elrendezés legalább egy változtatható felbontású analóg-digitál átalakító adatainak feldolgozására egy analízator memóriával Magyar szabadalom 1946/84 89894
- [A6] Nagy J., Szalai S. (1981): A programozható logikai mátrixok, Mérés és Automatika 1981. 3. szám

- [A7] Kozma Gy., Nagy J., Szabó L., Szalai S., Sándor M., Hernyes I. (1980): Univerzálnej programmátor sz mikroprogramnim putyom (Russian) X. International Symposium on Nuclear Electronics, Dresden, April 10-16, 1980
- [A8] I. Hernyes, J. Nagy (1981): Bipolar PROM's make versatile CAMAC instruction decoders, Electronics, Dec. 29. 1981.
- [A9] T. Ábrahám, J. Bakos, Gorbunov, A. Zarándy, P. Ignác. Zs., Mezei, J. Nagy, J. Szigeti, I. Szkoszireb, T. Csisztyakov, Zs. Sörlei (1984): Szubmilimetrovij lazernij interferometr na usztanovke TOKAMAK-7 (Russian) Submillimeter laser interferometer for TOKAMAK-7
- [A10] J. Nagy (1985): 16k CAMAC Analyser Memory Module for Data Acquisition with Four ADCs with Variable Conversion Gain Nuclear Methods in Physics Research A41 1985. pp. 610-611.
- [A11] G. Molnár, J. Nagy J (1985). Multiplexing spectroscopy AD converters, Electronic Engineering, October 1985
- [A12] J. Nagy, A. Zarándy (1988): Camac Developments for Nuclear Spectroscopy Nuclear Methods in Physics Research, A264, 1988, pp. 21-522.
- [A13] J. Nagy, A. Zarándy (1985): New CAMAC Developments for Nuclear Spectroscopy in the Central Research Institute for Physics XII. International Symposium on Nuclear Electronics, Dubna, 2-6 July, 1985.
- [A14] J. Nagy, A. Zarándy (1988): Multichannel Analyser Developments in CAMAC XIII. International Symposium on Nuclear Electronics, Warna, September 12-18, 1988.
- [A15] Nagy J., Takács P., Várhalmi L., Dabolczy L., Molnár G.: Áramköri elrendezés analízátor-tároló többsatornás multiscaling és multispectrum üzemmódjainak megvalósítására Magyar Szabadalom 2987/87 198580
- [A16] Nagy, J. (1990): Klaudia szimulátor ismertetése, TFO gépkönyv honvédségi használatra
- [A17] Nagy János; Analog telemetry and relay-command board KFKI-RMKI gépkönyv 1994
- [A18] Nagy János; Temperature Acquisition Subsystem Simulator for eight Channels TASS KFKI-RMKI gépkönyv 1995
- [A19] A. Balázs, J. Bíró, I. Hernyes, I. Horváth, J. Nagy, S. Szalai (1996): Austrian-Hungarian Workshop on Distributed and Parallel Systems Transputters in the Locomotion Subsystems of the IARES Demonstration Planetary Rover; KFKI-1996-09/M,n; pp. 217-218; October 2-4, Miskolc, Hungary
- [A20] ifj. Erő J., Hernyes I., Nagy J. (1997): EPM alkatrészek alkalmazása fizikai mérések automatizálásában, IEMSZSZ'97 Szimpózium, Budapest 1997. szept. 17-18

- [A21-22] Balázs A., Hernyes I., Horváth I., Nagy J., Pálos Z., Spányi P., Szalai S., Várhalmi L., Vizi P. (1998). űrfizikai kísérletek automatizálása, ELEKTRONet 1998/1 42-45, Az előadás anyaga részletesen elhangzott a HUNGAMAT 97 konferencián Budapest 1997. november. 24-26.
- [A23] J. Nagy, A. Balázs, L. Botthány (1999): A data-acquisition card without dead time, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, vol. 426, pages 642-645 Apr.
- [A24] **K. Szegő, S. Szalai, I.T. Szűcs, J.Nagy (1999): EGSE-RPC: the Electrical Ground Support Equipment for the Rosetta Plasma Consortium 1999**
- [A25] **Horváth I., Lipusz Cs., Nagy J. (2004): Űrkutatás – magyar részvétel a Nemzetközi Űrállomáson, adatgyűjtő és vezérlő számítógép az Obsztanovka-kísérlethez, Elektronet 2004/4 91-93**
- [A26] I. Balásházy, Á. Farkas, A. Czitrovsky, D. Szigethy, J. Nagy (2005): Modelling local deposition patterns of inhaled aerosols in bronchial human airways. 15th International Congress of the International Society for Aerosols in Medicine, Perth, Australia, 14-18 March 2005, J. Aerosol Medicine 18, 1, pp. 98.
- [A27] I. Balásházy I. Szőke, J. Szabó, K. Karlinger, T. Kerényi., B. Alföldy, D. Szigethy, J. Nagy (2005) Numerical generation of the tracheobronchial airway geometry applying medical image techniques for aerosol deposition computations in the lung. European Aerosol Conference, Ghent, Belgium, 28 August – 2 September 2005. Book of Abstract 764.
- [A28] **Balajthy K., Endrőczy G., Nagy J., Horváth I., Lipusz Cs., Szalai S. (2006): Adatgyűjtő és vezérlő számítógép a Nemzetközi Űrállomás Obsztanovka kísérletéhez, Híradástechnika 2006/4 pp. 17-22.**
- [A29] **S. Klimov, V. Korepanov, S. Belyayev, Cs. Ferencz, K. Georgieva, M.-P. Gough, J. Juchniewicz, B. Kirov, J. Lichtenberger, A. Marusenkov, J. Nagy, H. Rothkaehl, G. Stanev, S. Szalai, L. Bodnar (2006): IAC-06-B4.3.09 INTERNATIONAL SPACE STATION: STUDY OF NEAR-SURFACE ENVIRONMENT *International Aeronautic Federation congress - section "International experiments onboard ISS". Valencia, Spain, Oct. 2-6, 2006***
- [A30] **Cs.Lipusz, B. Sódor, G. Tróznai, I. Horváth, J. Nagy, K. Balajthy, S.Szalai (2007): [Electrical Ground Support Equipments](#), UN/RF/ESA [Workshop,Tarusa](#), Russia, 3-7 September 2007**
- [A31] Gy. Diószegi, J. Nagy (2008): NE555 timer sparks low-cost voltage-to-frequency converter Divelex Ltd, Budapest, Hungary; EDN, 2/21/2008 pp. 75.

- [A32] Gy. Diószegi, J. Nagy (2009): Current-sense monitor and MOSFET boost output current, Divelex Ltd, Budapest, Hungary; EDN, 5/28/2009 pp. 44
- [A33] Nagy J., Szalai S. (2009) : **Újdonságok az Obsztanovka kísérletről** Hazai kutatóhelyek és űripar - 2009.10.21. 15:00. <http://www.urvilag.hu/article.php?id=3522>
- [A34] **J. Nagy (2011): Ground Support Systems for Small Spacecraft, EuroPlanet NA2 Thematic Workshop on the Landing Infrastructure for Martian Science Investigations, Helsinki, Finland 23-27 May 2011**
- [A35] Nagy J. Szalai S (2012): Az Űridőjárás Megfigyelése, Magyar Műszerek a Nemzetközi Űrállomáson, Élet és Tudomány 2012/11 pp. 329-331.
- [A36] **J. Nagy, B. Sódor, S Szalai (2012): Improvement of EGSE Architecture and Software in Last Decades SESP 2012: Simulation and EGSE facilities or Space Programmes, ESTEC Noordwijk 25-27 September 2012 Poster, (online letöltés 2016.07.12): http://www.rmki.kfki.hu/tfo/UK-T-website/poster-9_nagy.pdf**
- [A37] Nagy J. Szalai S. (2013): Új orosz űrszonda a Holdra, Magyar Részvétel a Holdkutatásban Élet és Tudomány, 2013/8 pp. 230-232
- [A38] **K. Balajthy, A. Baksa, I. Horváth, J. Nagy, L. Szalai, Z. Pálos, B. Sódor, S. Szalai, G. Tróznai, P. Vizi (2013): Participation in Development Space Research Instrument, 2013 Budapest WIGNER 111 konferencia, poszter szekció**
- [A39] **J. Nagy, K. Balajthy, S. Szalai, I. Horváth (2015): Improvement of EGSE architecture and software in last decades “International Space Station Research Investigations and Experiments” Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences (IKI RAS), Moscow, Russia, on April 9-11, 2015**
- [A40] **J. Nagy, K. Balajthy, S. Szalai, I. Horváth (2015): Participation in Obstanovka project, Distributed Intelligence Onboard Computer System of Obstanovka, “International Space Station Research Investigations and Experiments” Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences (IKI RAS), Moscow, Russia, on April 9-11, 2015, előadás**
- [A41] **С. Климов, В.Корепанов, П. Сегеди, В.Грушин, Д.Новиков, К. Балаши, Л. Белякова, С. Беляев, Я. Бергман, Ч. Ференц, Д. Бъчваров, К. Георгиева, М.-П. Гаф, Б. Киров, Я. Лихтенбергер, А. Марусенков, М. Моравски, Я Надь, Р. Недков, Х. Ротхель, Г. Станев, Ш. Салаи (2015): Мониторинг электромагнитных параметров космической погоды в ионосфере. Результаты эксперимента «Обстановка (1 этап)» на Российском сегменте МКС “International Space Station Research Investigations and Experiments” will be held at the Space Research Institute**

**of the Russian Academy of Sciences (IKI RAS), Moscow, Russia, on April 9-11, 2015
előadás**

- [A42]. S. Szalai, J. Nagy, I. Horváth, B. Sódor, G. Tróznai, K. Balajthy, J Sulyán (2016): An Overview of Low-Cost EGSE Architectures Improvement,; March 2016 · Acta Polytechnica Hungarica pp. 139-158.**
- [A43] J Nagy, I Horváth , B. Sódor, S. Szalai K. Balajthy , Cs. Lipusz (2016): Exploring Nearby Space; pp. 101-106 July-Aug 2016 IEEE Software**