

# Laborator de televiziune digitală la UTM

Mihail IACOB<sup>1</sup>, Iurie DEMCIUC<sup>1</sup>, Ion AVRAM<sup>2</sup>

<sup>1</sup>“Radiocomunicații” State Enterprise  
Chisinau, The Republic of Moldova

<sup>2</sup> Technical University of Moldova  
Chisinau, The Republic of Moldova  
ion.avram@rc.utm.md

**Abstract**— The work refers to the activity of the laboratory of digital television, which operates since 2014 in the Technical University of Moldova. Is presented the composition and destination of the equipments used in the educational process. It was described the functional scheme of the technological chain of reception, processing and transmission of the digital signal. Educational levels have been explained which are taught in the framework of practical works.

**Keywords**— *satelit artificial al Pământului, transponder, orbita geostaționară, televiziune digitală, LNB, codare, compresie, QPSK, DVB, DVB-S, IRD-2600, E-1000, S-7500, MPE-2, banda de frecvențe Ku, banda de frecvențe L.*

## I. INTRODUCERE

Perioada contemporană este caracterizată prin dezvoltarea avansată a tehnologiilor digitale de prelucrare a semnalelor, integrarea lor cu tehnologiile de comunicații și multimedia. În acest context, în ultimii decenii în lume sa desfășurat un proces avansat de trecere de la televiziune analogică la cea digitală - un sistem care conține niște avantaje incontestabile bazate dintr-o parte pe implementarea metodelor inteligente de prelucrare a semnalelor și din alta parte pe implementarea specificațiilor tehnice de unificare a interferențelor care prezintă un punct de legătură între diferite sisteme și permit utilizarea acestor sisteme pe larg.

Avantajele televiziunii digitale față de televiziunea analogică sunt următoarele: mult mai eficient este gestionat spectrul de frecvențe radio, deoarece în banda de frecvențe unui canal de televiziune se pot transmite mai multe programe TV, inclusiv și cu rezoluția înaltă a imaginii HD; imaginea video obținută prin utilizarea metodelor de procesare digitală a semnalului este de o calitate mai bună decât cea din sistemul video analogic – aceasta este mai clară, conține mai multe detalii, deoarece este rezistentă la interferențe și zgomot; vizualizatorul poate primi informații suplimentare – ca de exemplu tabelul EPG (Electronic Program Guide); există o oportunitate de a primi facilități suplimentare – suport în mai multe limbi, titluri în diferite limbi; etc.

La ora actuală în lume sunt puse în exploatare mai multe sisteme de televiziune digitală, ca de exemplu: DVB (Digital Video Broadcasting) – un șir de standarde implementate în mai multe țări; ATSC (Advanced Television Systems Committee) – sistem implementat în Statele Unite ale Americii, Canada, Mexic, Argentina, Taiwan și Coreea de Sud; ISDB (Integrated

Services Digital Broadcasting) – sistem implementat în Japonia, America de Sud și altele țări al lumii; DMB (Digital Multimedia Broadcasting) – sistem implementat în China, Cuba, Hong Kong și alte țări.

Sisteme DVB – reprezintă un șir de standarde din domeniul televiziunii digitale, elaborate de către un consorțiu internațional care activează sub denumirea DVB Project, astăzi, constând din circa 300 companii din 35 țări. Standardele de televiziune digitală elaborate de către consorțiu DVB Project sunt cunoscute sub următoarele denumiri: DVB-T, DVB-T2 - de radiodifuziune terestră; DVB-H, DVB-SH, DVB-H2 - pentru dispozitive portabile; DVB-S, DVB-S2, DVB-S2X - de radiodifuziune prin satelit; DVB-C, DVB-C2 - de radiodifuziune prin cablu. Standarde DVB, cu succes sunt folosite în țările Uniunii Europene, Rusia, Australia, Ucraina, Republica Moldova, în majoritatea țărilor Africane și multe alte țări din lume.

Sistemele DVB-T, DVB-T2 (Digital Video Broadcasting – Terrestrial) oferă soluții pentru diferite aplicații din domeniul televiziunii digitale terestre. Conform datelor statistice din anul 2013 referitor la repartizarea standardelor de televiziune digitală terestră, în lume predomină standardul DVB-T/T2. Harta geografică cu informația referitoare la implementarea standardelor de televiziune digitală terestră în lume este prezentată în fig. 1.

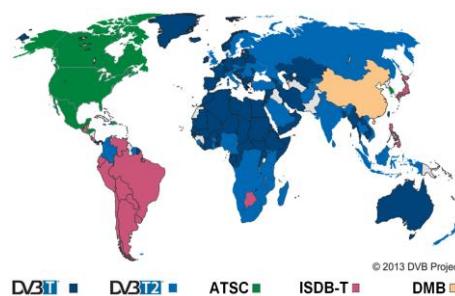


Fig. 1. Repartizarea standardelor digitale în lume conform datelor statistice din anul 2013

Conform prevederilor Acordului regional privind planificarea serviciului de radiodifuziune digitală terestră, semnat în cadrul Conferinței ITU Regionale de Radiocomunicații (Geneva) din anul 2006 (RRC-06) și ratificat prin Legea nr. 69-XVI din 27 martie 2008 (Monitorul Oficial al

Republicii Moldova, 2008, nr. 74-75, art.247), începînd cu 17 iunie 2015 Republica Moldova și-a asumat responsabilitatea de implementarea televiziunii digitale terestre. La conferința menționată, a fost adoptat un nou plan de frecvențe (înlocuind planul de frecvențe pentru transmisie TV analogică) care definește utilizarea benzilor de transmisie III (VHF – 174-230 MHz) și benzilor IV/V (UHF – 470-862 MHz) pentru transmisia terestră digitală.

Programul național privind tranziția de la televiziunea analogică terestră la cea digitală terestră a fost aprobat în Republica Moldova prin Hotărîrea Guvernului Nr. 240 din 08.05.2015. Acest document a fost publicat pe data de 05.06.2015 în Monitorul Oficial Nr. 139-143, art Nr: 352. În conformitate cu prevederile programului menționat, în Republica Moldova a fost construit și pus în exploatare primul multiplex național de televiziune digitală terestră. Totodată, a fost construit și este gata a fi pus în exploatare și aldoilea multiplex național.

Reieșind din cele menționate, a apărut necesitatea de a pregăti specialiști tehnici în domeniul tehnologiilor de televiziune digitală, capabili să efectueze proiectarea, instalarea și exploatarea diferitor segmente tehnologice de prelucrare, transmitere și recepție a semnalelor digitale. Așadar în cadrul Universității Tehnice a Moldovei (UTM) a fost pusă sarcina de creare a unui laborator de televiziune digitală. Acest laborator a fost construit și pus în exploatare în anul 2014 cu aportul logistic, material și tehnic al Î.S. „Radiocomunicații”, operator național în domeniul broadcastingului. Echipamentele tehnice, necesare pentru crearea laboratorului de televiziune digitală, la fel au fost oferite de către compania menționată. Transmiterea echipamentelor tehnice către UTM a fost efectuată în conformitate cu Hotărîrea Guvernului Republicii Moldova Nr. 75 din 25.01.2013 și publicat pe data de 01.03.2013 în Monitorul Oficial Nr. 22-25, art. Nr: 352.

## II.2 COMPONENTA ȘI DESTINAȚIA ECHIPAMENTELOR TEHNICE UTILIZATE ÎN LABORATORUL DE TELEVIZIUNE DIGITALĂ

În laboratorul de televiziune digitală sunt utilizate următoarele echipamente tehnice: antena parabolică; splitter; receptoarele integrale de tip IRD-2600; codoarele MPEG-2 (Moving Pictures Experts Group) de tip E-1000; modulatorile QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) de tip S-7500; convertoarele semnalului; televizoare.

Antena parabolică este instalată pe acoperișul blocului de studii și este orientată spre gruparea orbitală sateliților artificiali al Pământului (SA) – Hot Bird 13°E, amplasați pe orbita geostaționară. Antena este construită din două elemente tehnologice: oglinda parabolică și downconverterul semnalului LNB (Low Noise Bloc). Semnalul RF (Radio Frequency) procesat în conformitate cu specificațiile tehnice standardului DVB-S (Digital Video Broadcasting - Satelit), este transmis de antena transponderului amplasat pe bordul SA în direcția Pământului în banda de frecvențe  $K_u$ , 10,7 – 12,75 GHz. Acest semnal RF este reflectat de oglinda parabolică în focarul antenei de recepție, spre intrarea LNB. De la ieșirea LNB semnalul DVB-S în banda de frecvențe intermediare L 0,9 – 2,15 GHz este transmis la intrarea splitterului. În lucrarea de

laborator această bandă de frecvențe intermediare o notăm ca IF (Intermediate Frequency).

Splitterul împarte semnalul IF în mai multe direcții, spre intrările receptoarelor IRD-2600, care totodată prezintă intrările locurilor de lucru al studenților.

Receptorului integral de tip IRD-2600 demodulează semnalul IF de la intrare. Ulterior, fluxul digital de date obținut la ieșirea demodulatorului este decodat și demultiplexat. Totodată programul de televiziune (TV) selectat de student pentru recepție este decodat din forma digitală în forma analogică. La ieșirea receptorului obținem semnale video și audio analogice AV de frecvență joasă. Schema funcțională receptorului IRD-2600 este prezentată în fig. II.1.

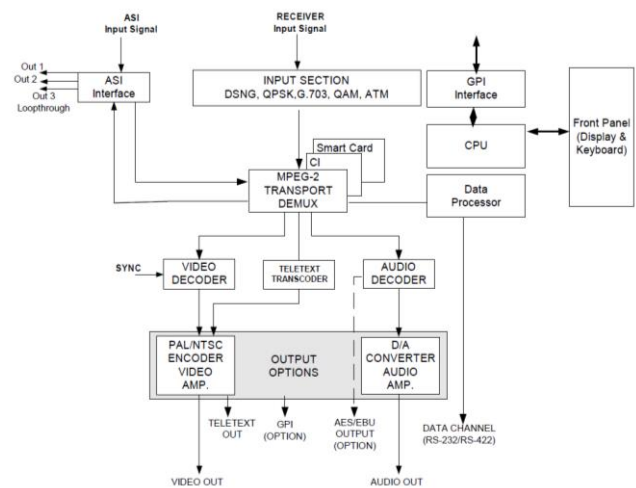


Fig. II.1 Schema funcțională receptorului integral IRD – 2600

Codorul E-1000 efectuează compresia semnalelor TV de la intrare. Compresia semnalului video este efectuată în conformitate cu algoritmele standardului MPEG-2 avînd la bază profilurile 4:2:2 sau 4:2:0. Transmiterea semnalului de la ieșirea codorului E-1000 asigură înțerafa ASI (Asynchronous Serial Interface), avînd o viteză constantă de transmitere a datelor de 270 Mbit/s.

Modulatorul S-7500 procesează și codează fluxul digital de date de la intrare în conformitate cu algoritmele tehnice standardului DVB-S, după ce fluxul de date obținut este transmis la intrarea modulatorului QPSK. La ieșirea modulatorului obținem semnalul radio analogic în banda IF. Acest semnal IF ulterior este recepționat, demodulat și decodat de alt receptor IRD-2600 de la ieșirea căruia semnalul video în format analogic este transmis spre intrarea televizorului. Schema funcțională tractului tehnologic al semnalului este prezentată în fig. II.2.

Locul de lucru al studentului constă dintr-un lanț tehnologic care permite, studierea proceselor de recepționare, codare, procesare, modulare și transmitere a semnalului digital. În total au fost create 5 locuri de lucru. Aspectul exterior locurilor de lucru este prezentat în fig. II.3 și II.4.

În urma desfășurării activităților în cadrul laboratorului de televiziune digitală (TVD), obiective educaționale puse în față studenților pot fi împărțite în două direcții: 1. Studiarea bazelor teoretice din domeniul TVD; 2. Obținerea unor

deprinderi practice ce țin de exploatarea echipamentelor tehnice din domeniul TVD.

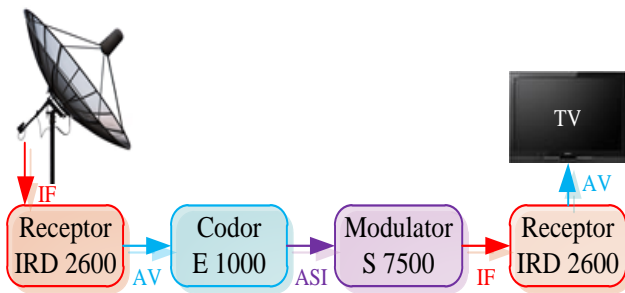


Fig.II.2 Schema funcțională a modulatorului QPSK

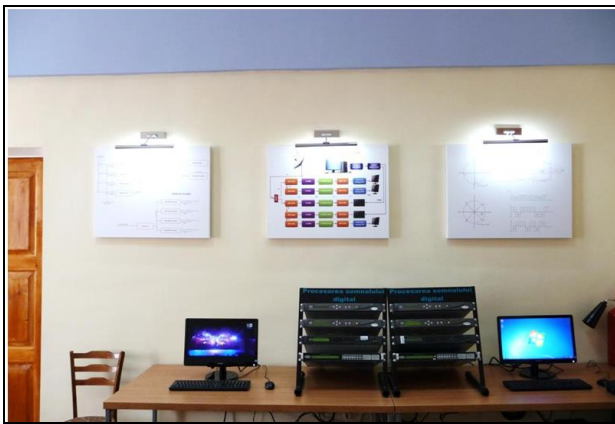
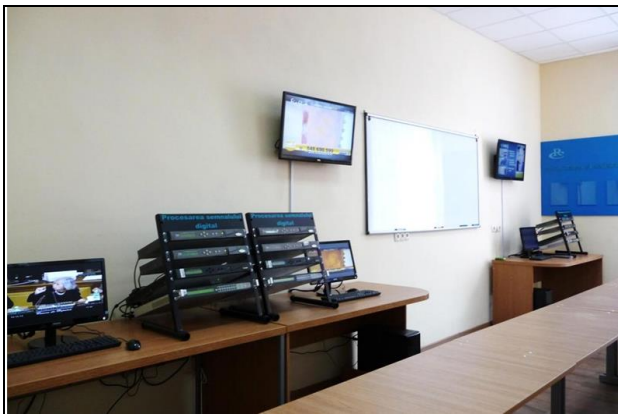


Fig.II.3, Fig.II.4 Aspectul exterior a locurilor de lucru ale studenților

## II.2 CONȚINUTURILE EDUCAȚIONALE CARE SUNT PREDATE ÎN CADRUL LABORATORULUI DE TELEVIZIUNE DIGITALĂ

Studierea bazelor teoretice ale TVD sunt axate pe următorul conținut: 1. Avantajele TVD în raport cu TV analogică; 2. Metode de conversie a semnalului analogic în forma digitală; 3. Procesarea și codarea semnalului digital; 4. Compresia semnalului TV; 5. Parametrii tehnici ai standardului DVB-S; 5. Modulația QPSK; 6. Orbita geostaționară a Pământului; 7. Amplasarea SA pe orbitele geostaționare; 8. Destinația transponderului de pe bordul SA; 9. Frecvența

purtoare a transponderului; 10. Zone de acoperire cu semnal TV pe suprafața Pământului; 11. Benzile de frecvențe  $K_u$  și L; 12. Antena parabolică; 13. Convertorul LNB, frecvența oscilatorului local; 14. Recepția semnalului DVB-S, etc.

Obținerea deprinderilor practice ce țin de exploatarea echipamentelor tehnice din domeniul TVD sunt axate pe următorul conținut: 1. Metoda de poziționare a antenelor parabolice în direcția SA amplasați pe orbita geostaționară, influența obstacolelor locale; 2. Calcularea curbei de vizibilitate directă între orbita geostaționară și punctul de recepție de la sol; 3. Calcularea frecvenței IF la intrarea receptorului; 4. Selectarea pentru recepție SA amplasați pe orbita staționară; 5. Selectarea pentru recepție programelor TV și RD transmise de pe bordul SA; 6. Configurarea receptorului IRD-2600; 7. Configurarea codorului E-1000; 8. Configurarea modulatorului S-7500, etc.

În urma desfășurării lucrărilor practice, se atrage atenția studenților la faptul că o parte din echipamente tehnice, care asigură transmiterea semnalului DVB-S, se află în exteriorul laboratorului și în linii generale lanțul tehnologic de transmitere și recepție a semnalului DVB-S este compus din următoarele elemente tehnice: studiourile de formare a conținutului audiovizual; linii/canale de transmitere semnalului TV; stația „Head End” de comprimare și multiplexare a semnalelor; tractul de procesare a semnalului digital conform specificațiilor tehnice standardului DVB-S; modulatorul QPSK; antena de emisie de la sol dotată cu Upconverter; gruparea sateliților artificiali al Pământului „HotBird” cu poziția orbitală 13°Est amplasați pe orbita geostaționară; antena de recepție a transponderilor la bordul SA; transpondere la bordul SA; antena de emisie a transponderilor; antena parabolică de recepție de pe acoperișul blocului № 1 al UTM; downconverterul LNB din componența antenei de emisie; conectoare; cablul coaxial; receptorul IRD-2600; televizorul.

## III. CONCLUZII

Punerea în exploatare a laboratorului de televiziune digitală din cadrul UTM sporește esențial calitatea formării profesionale a studenților. Cunoștințele teoretice și deprinderile practice obținute în timpul efectuării lucrărilor de laborator vor ajuta viitorilor ingineri la agajarea în câmpul muncii la companiile din domeniul comunicațiilor radio.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Б.А. Локшин, "Цифровое вещание:- от студии к зрителю," Москва, 2001.
- [2] Hotărârea Guvernului Republicii Moldova Nr. 75 din 25.01.2013. „ Cu privire la transmiterea unor bunuri.”
- [3] Monitorul Oficial al Republicii Moldova Nr. 22-25 din 01.03.2013, art. Nr: 115.
- [4] Programul privind tranziția de la televiziunea analogică terestră la cea digitală terestră. Hotărârea Guvernului al Republicii Moldova Nr. 240 din 08.05.2015. Publicat :05.06.2015 în Monitorul Oficial Nr. 139-143, art Nr: 352.
- [5] Scopus Network Tehnologies. Codico IRD-2600 Integrated Receiver Decoders. User Manual. DVB p/n 2349-72784-00 December 2001.
- [6] Scopus Network Tehnologies. CODICO E-1000 Серия профессиональных кодеров MPEG-2 DVB. Инструкция по установке и эксплуатации. Август 2001.
- [7] NTC/2077 QPSK Variable Rate 70-140 MHz IF Modulator.