

SOFTVÉROVO DEFINOVANÉ RÁDIO RTL-SDR

Radio RTL-SDR defined by Software

Ľuboš HATÁR

Abstrakt

Softvérovo definované rádiá sú čoraz viac rozšírené a dostupnejšie nie len pre rádio-amatérov. RTL-SDR ako skupina cenovo najprijateľnejších rádií, vďaka jednočipovému riešeniu ponúka širokú škálu možností jej využitia. Článok popisuje vo všeobecnosti základné informácie a princíp softvérovo definovaného rádia RTL-SDR. Taktiež popisuje jeho použitie pre rôzne aplikácie..

Kľúčové slová

RTL-SDR, Frekvencia, Rádio

1. Úvod

Softvérovo definované rádio (SDR) je moderná rádiová technológia, ktorá využíva priame digitálne spracovanie signálu. Konštrukcia takéhoto prijímača obsahuje často iba jednoduché vstupné obvody. Signál je potom priamo vedený na rýchle A/D prevodníky a všetky ostatné spracovania signálu sú iba softvérovou záležitosťou. Vďaka tomu je možné používať rôzne frekvenčné pásma a rôzne komunikačné protokoly len zmenou softvéru.

1.1 Klasické rádio vs SDR

Nezávisle na tom, ktorý typ rádia sa využíva, vždy ho môžeme rozdeliť na tri základné komponenty, ktoré navzájom komunikujú:

1. RF časť
2. Spracovač signálu
3. Používateľské rozhranie

Pri klasickom rádiu sú tieto komponenty na sebe hardvérovo závislé. Ak sa zväčšuje integrácia jednotlivých komponentov, zväčšuje sa aj ich závislosť a prepojenie.

Naopak pri softvérovo definovanom rádiu sú tieto komponenty jednak hardvérovo nezávislé (môžu byť oddelené v rôznych boxoch) a jednak logicky nezávislé. To znamená že jednotlivé komponenty môžu byť vyvíjané tak, aby nezasahovali do chodu ostatných. Ďalšou výhodou je používanie štandardných rozhraní a protokolov (USB, Firewire, TCP / IP, ...).

Obrázok 1: Logo SDR



Zdroj: <http://f4bpp.raidghost.com/>

1.1.1 RF časť

Prevádza vysokofrekvenčné signály na základné pásmo alebo naopak. Časti RF komponentu sú filtre, zmiešavače, zosilňovače, oscilátory, atď

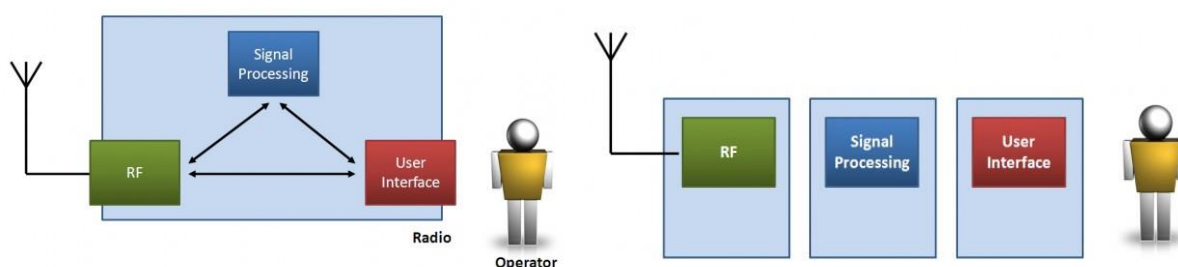
1.1.2 Spracovač signálu

Signál v základnom pásme sa spracováva / generuje pomocou modulátora / demodulátora. Nachádzajú sa tu aj nízko-frekvenčné filtre a rôzne eliminátory šumu.

1.1.3 Používateľské rozhranie

Je riadiaca a ovládacia jednotka rádia, ktorá je v interakcii s používateľom a obsahuje rôzne tlačidlá, kontrolky, displej alebo len PC.

Obrázok 2: Rozdiel medzi klasickým a softvérovo definovaným rádiom



Zdroj: <http://www.dh1tw.de/>

2. RTL-SDR

RTL-SDR je softvérovo definované rádio, ktoré využíva DVB-T TV tuner USB kľúč založený na čipovej sade RTL2832U. So špeciálne upraveným ovláďačom môže byť dátový signál I/Q tohto čipu prístupný priamo, čo umožňuje TV tuneru pretransformovať sa na širokopásmový skener.

2.1 Frekvenčný rozsah

Tabuľka 1: Frekvenčný rozsah jednotlivých SDR tunerov

SDR Tuner	Frekvenčný rozsah
Elonics E4000	52 – 2200 MHz s frekv. medzerou od 1100 MHz do 1250 MHz
Rafael Micro R820T	24 – 1766 MHz
Fitipower FC0013	22 – 1100 MHz
Fitipower FC0012	22 – 948.6 MHz
FCI FC2580	146 – 308 MHz a 438 – 924 MHz

Zdroj: <http://sdr.osmocom.org/>

2.2 Vzorkovací kmitočet a druhy modulácie

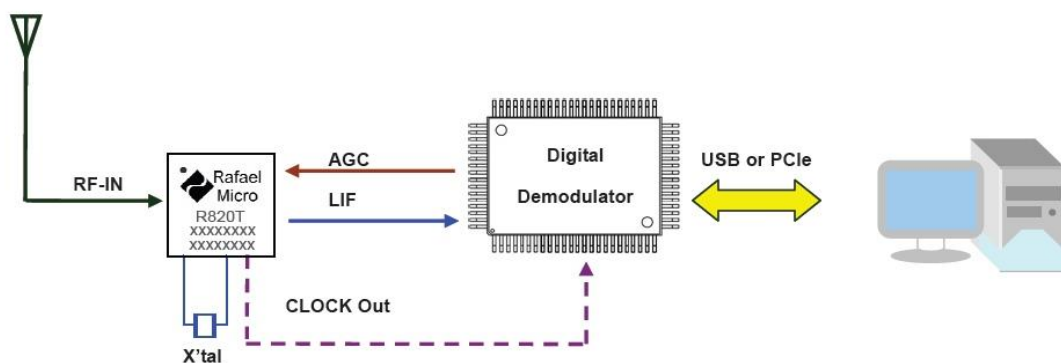
Maximálna vzorkovacia frekvencia je 3,2 ms/s (v miliónoch vzoriek za sekundu). Pri maximálnej frekvenci je však RTL-SDR nestabilný a môže strácať vzorky. Preto sa odporúča používať ako maximálnu vzorkovaciu frekvenciu 2,4 ms/s, ktorá zabezpečuje maximum vzoriek.

Podporované druhy modulácie sú: AM, NFM, WFM, LSB, USB, DSB, CW-L, CW-U.

2.3 ADC rozlíšenie a vstupná impedancia

Natívne ADC rozlíšenie je 8 bitov, ale efektívny počet bitov (enob) sa odhaduje na cca 7. V rámci softvéru sa môže táto hodnota zvýšiť. Pretože tieto SDR zariadenia fungujú primárne ako TV tunery majú vstupnú impedanciu 75 ohmov. Strata pri 50 ohmovej kabeláži je minimálna a to približne 0,177 dB.

Obrázok 3: Schéma RTL-SDR s čipom R820T



Zdroj: <http://pandatron.cz/>

3. Softvér

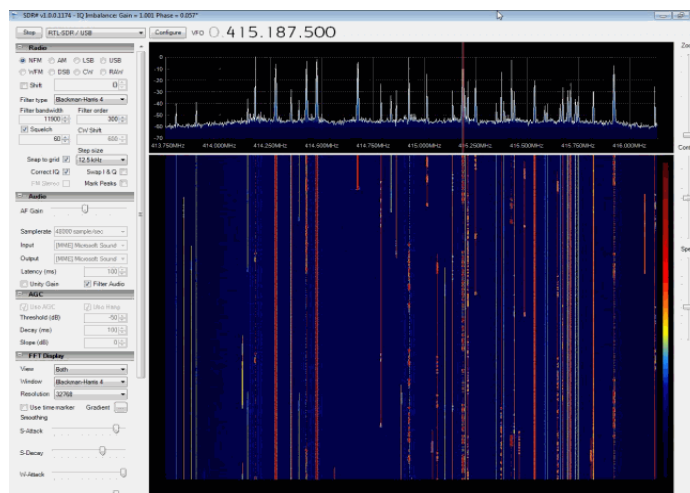
Softvér definujeme ako programy, ktoré umožňujú RTL-SDR pracovať ako normálny širokopásmový rádiový prijímač.

3.1 pre OS Windows

3.1.1 SDR#

SDR Sharp je v súčasnosti najpopulárnejší RTL-SDR kompatibilný softvér. Je zdarma a oproti ostatným softvérom sa jednoduhšie nastavuje a ovláda. Je postavený na modulárnej architektúre, ktorá rozširuje jeho možnosti využitia. V základnej konfigurácii vie dekodovať RDS signál FM vysielania.

Obrázok 4: SDR#

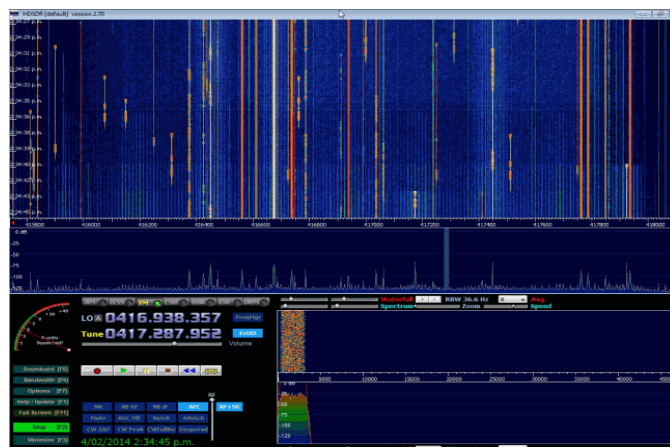


Zdroj: <http://www.rtl-sdr.com/>

3.1.2 HSDR

HSDR je založený na staršom programe Winrad SDR. HSDR podporuje RTL-SDR cez použitie modulu ExtIO.dll.

Obrázok 5: HSDR



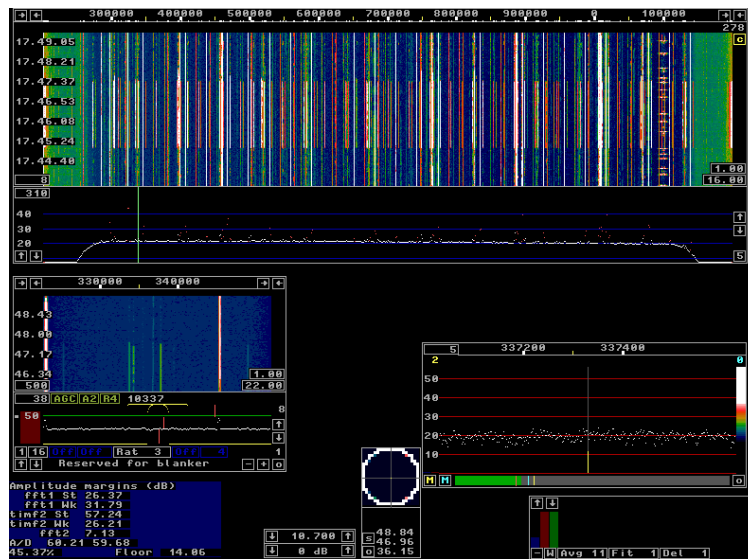
Zdroj: <http://www.rtl-sdr.com/>

3.2 pre OS Linux

3.2.1 Linrad

Linrad je voľne dostupný pokročilý SDR program so strmšou krivkou čítania v porovnaní s ostatnými softvérmi. Taktiež lepšie pracuje s tunerom E4000, ktorý zväčšuje jeho dynamický rozsah. Má multi-frekvenčný interval I / Q, veľmi silný "smart" šum blanker, multicast výstup, dva RF vstupné kanály, superior AGC a prispôsobiteľný regulátor automatickej frekvencie (AFC).

Obrázok 6: Linrad

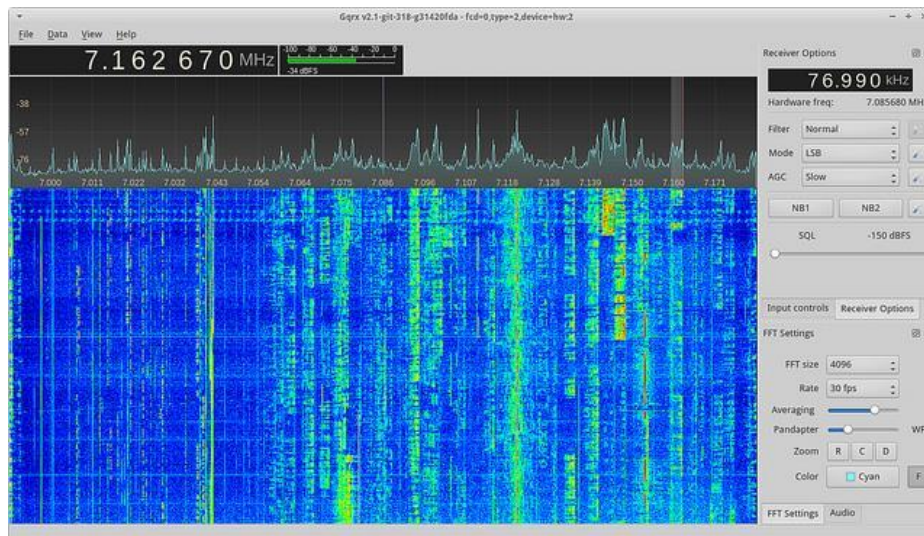


Zdroj: <http://www.rtl-sdr.com/>

3.2.2 GQRX

GQRX je voľne dostupný SDR program s jednoduchým ovládaním, bežiaci pod OS Linux alebo Mac. Je veľmi podobný SDR# pokiaľ ide o vlastnosti a nenáročnosť ovládania. Prichádza so štandardným FFT spektrom, displejom a radom spoločných nastavení filtrov.

Obrázok 7: GQRX



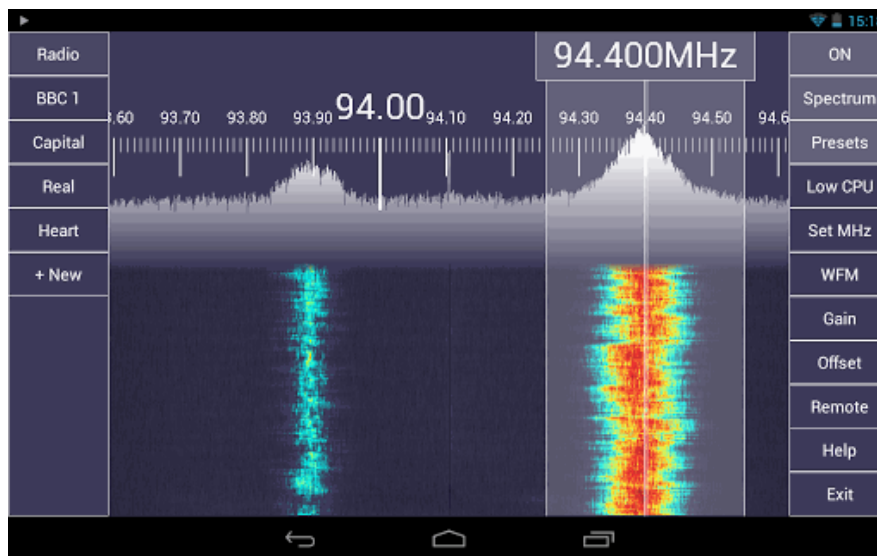
Zdroj: <http://www.rtl-sdr.com/>

3.3 pre OS Android

3.3.1 SDR Touch

SDR Touch bol prvý RTL-SDR softvér na báze aplikácie pre Android zariadenia. K dispozícii je obmedzená trial verzia. Plná sa dá zakúpiť prostredníctvom obchodu Google Play. Vyžaduje minimálne Android verzie 4.0 s dobrým procesorom a OTG-USB kábel na pripojenie k zariadeniu.

Obrázok 8: SDR Touch

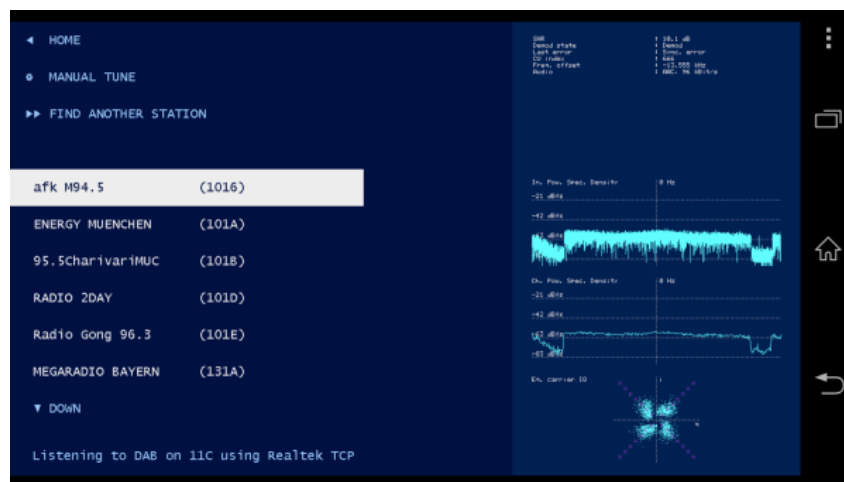


Zdroj: <http://www.rtl-sdr.com/>

3.3.2 Wavesink Plus

Wavesink Plus je ďalší z rady Android SDR-RTL softvérov s možnosťou bezplatného vyskúšania. Jeho hlavnou výhodou je možnosť dekódovania DAB + DRM digitálne rádiové signály. Vyžaduje opäť minimálne Android verzie 4.0 a OTG-USB dátový kábel.

Obrázok 9: Wavesink Plus



Zdroj: <http://www.rtl-sdr.com/>

4. Praktické využitie - ADS-B Prijímač

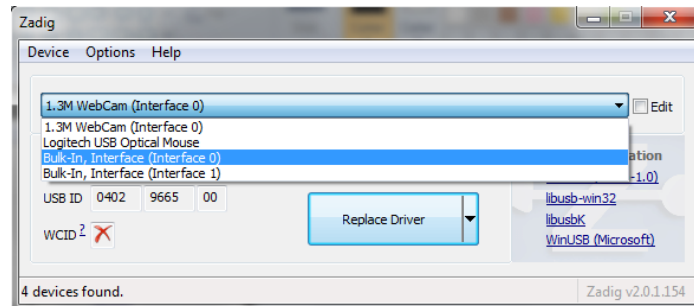
Automatic Dependent Surveillance – Broadcast, v skratke ADS-B je systém automatického vysielania polohy a ďalších informácií z transpondéru lietadiel. Lietadlá si na základe satelitov určia polohu a tú vysielajú na 1090 MHz frekvencii. Tieto údaje môžu byť prijímané rádiom do maximálnej vzdialenosti polomeru 300 námorných míľ (nm), čo je cca 480 km.

Približne 70% komerčných a 10% súkromných lietadiel má aktuálne ADS-B. Pomocou RTL-SDR tunera sa tieto informácie dajú odchytať.

4.1 Inštalácia ovládača pre RTL-SDR

Pomocou programu Zadig nainštalujeme ovládač pre DVB-T tuner.

Obrázok 10: Inštalácia ovládača v programe Zadig



Zdroj: <http://www.rtlsdr.org/>

4.2 Príjem ADB-S signálu a jeho dekódovanie

V súčasnosti existujú už hotové programy priamo určené pre dekódovanie ADS-B signálu. Jedným z týchto programov je aj softvér RTL1090. Je to jednoúčelový SDR prijímač, pevne naladený na 1090 MHz frekvenciu. Obsahuje softvérový demodulátor ADS-B rámcov a TCP server, ktorý poskytuje výstupné dáta vo formáte AVR na zvolenom porte (prednastavený: 31001). Na lokálnom počítači sa programy budú pripájať na IP adresu 127.0.0.1:31001.

Obrázok 11: Program RTL1090



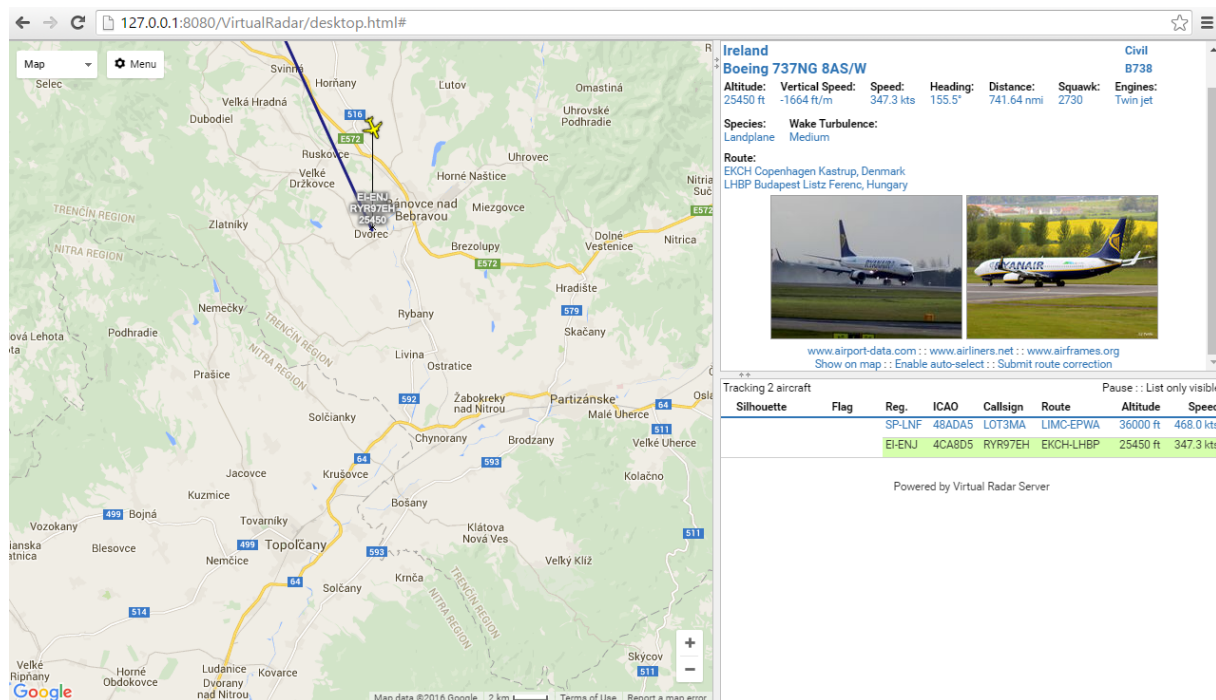
Zdroj: <http://rtl1090.web99.de/>

4.3 Vizualizácia prijatých dát

Prijaté dáta ktoré sú v určitom formáte je potrebné dekódovať a zobrazit'. Najideálnejšie je dané dáta vizualizovať priamo na mape. Pre tento účel slúži program Virtual Radar Server (VRS). Program funguje ako webový server a pre vizualizáciu polôh lietadiel využíva Google

mapy. Ako vstup spracováva dáta vo formáte AVR. Po jednoduchom nastavení zdroju dát na adresu RTL1090 servera sa dané informácie zobrazia na mape.

Obrázok 12: Vizualizácia dát cez Virtual Radar Server



Zdroj: Vlastná fotodokumentácia

5. Záver

Softvérovo definované rádiá a ich skupina RTL-SDR sa za posledných pár rokov postupne dostali na úroveň cenovo najpriateľnejších zariadení pre skenovanie frekvenčného pásma. Spolu s používateľským softvérom a rozsiahlym zoznamom zásuvných modulov umožňujú skenovať a dekodovať prakticky všetky druhy signálov. Ich neustály vývoj a štandardizované rozhrania dovoľujú stále nové a rozsiahlejšie aplikácie.

Literatúra

- [1] *Do you truly understand the SDR concept?* (dátum neznámy). Dostupné na Internete: Free SDR & Tech Newsletter: <http://www.dh1tw.de/understanding-the-sdr-concept>
- [2] *OsmocomSDR*. (dátum neznámy). Dostupné na Internete: rtl-sdr: <http://sdr.osmocom.org/trac/wiki/rtl-sdr>
- [3] *rtl-sdr.com*. (dátum neznámy). Dostupné na Internete: About RTL-SDR: <http://www.rtl-sdr.com/about-rtl-sdr/>
- [4] *SDR*. (dátum neznámy). Dostupné na Internete: Software defined radio - SDR: <http://sdr.ipip.cz/>

Kontakt: Ing. Ľuboš Határ. SPU v Nitre, Centrum informačných a komunikačných technológií, Tr. A. Hlinku 2, Nitra, Slovenská republika, Lubos.Hatar@uniag.sk

Recenzent: Ing. Jozef Koricina, Trnavská univerzita v Trnave