By Dr. H. Paul Shuch,* N6TX

DR. SETI'S STARSHIP

Searching For The Ultimate DX

To Venus and Back

The notion of radio amateurs bouncing signals off the Moon and receiving detectable echoes back here on Earth is a familiar one to many readers of this column. Ham moonbounce is a notable space communications accomplishment to be sure, but how about expanding it on an *interplanetary* scale? That's what a team of German amateurs did on March 25, 2009, when they used the Bochum 20-meter dish to recover their 2.4-GHz transmissions bounced off the planet Venus. The 100-million km round trip took some five minutes and required two minutes of integration before echoes could be discerned in their digital-signal-processing (DSP) display. DSP is the key here.

I first began contemplating the Earth-Venus-Earth path (EVE, or Venus-bounce) in the 1980s after a visit to the 2-meter EME superstation of W5UN in Texas. Noting the strength of my friend Dave Blashke's lunar echoes, I ran some back-of-the-envelope calculations to determine whether his station could possibly hear its own echoes bounced off Venus. The disappointing result was that this EME "big gun" fell about 30 dB short of closing the loop. In other words, its kilowatt transmitter would have to be increased to a megawatt in order to achieve successful Venus-bounce.

However, transmitter power is not the only way to improve link margin. An improved antenna pays double dividends, because its gain benefits both transmission and reception. Thus, increasing antenna gain by a mere 15 dB would have made Dave's station EVE-capable. Of course, that "mere" 15 dB translates to a mind-boggling 30-fold increase in the size of the already monstrous W5UN antenna. There had to be an easier way.

How about increasing receiver sensitivity by 30 dB? If we could reduce the receiver's bandwidth by a factor of a thousand, we could reduce background noise (and hence increase signal-to-noise ratio) by the required 30 dB. If memory serves, Dave was using a 200-Hz correct IF filter in his receiver to produce the EME echoes I heard. If only we could decrease that bandwidth to 200 mHz, or .2 Hz, I reasoned, Venus-bounce would become possible.

The only way I could figure out this might be accomplished was by employing DSP. However, at the time no digital-signal-processing hardware or software was available to provide the needed 30-dB boost. "But it will become available some day," I assured Dave.

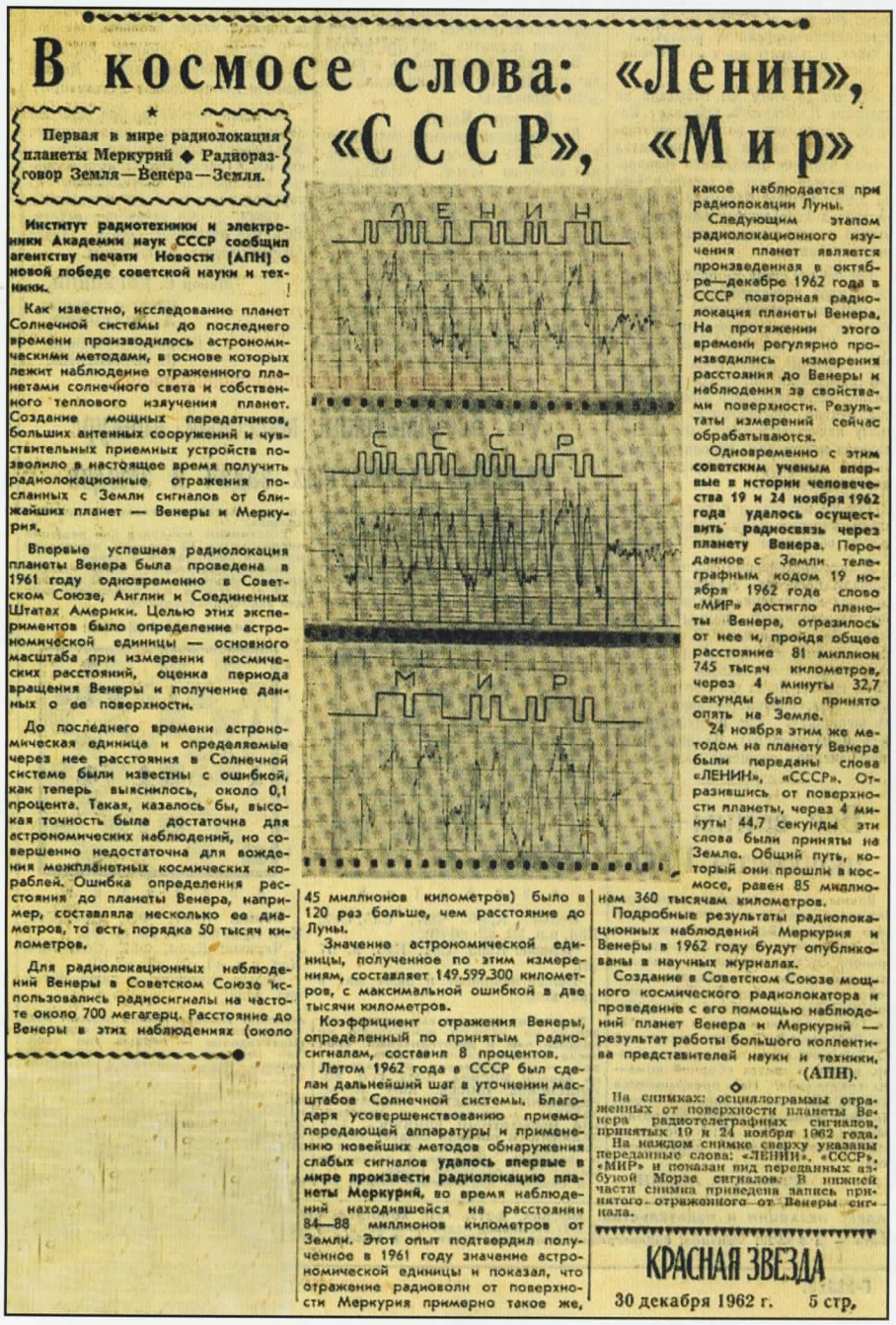
"Some day" is now here, as the Bochum group ably demonstrated last March.

Although a first for amateur radio, the German team's EVE was not unprecedented. On November 19, 1962, three scientists from the Russian Institute of Radio Engineering and Electronics (IRE RAS)—Drs. Vladimir F. Morozov, Oleg N. Rghiga, and Vladimir M. Dubrovin—succeeded in bouncing the word "Mir" (Russian for "peace" and also for "world") in slow-speed Morse code off the surface of Venus and received their own echoes.

Their station was hardly a typical ham rig. They used the 50-kW transmitter of the Evpatoria Planetary Radar in Crimea,

Figure 1. On November 19, 1962, three scientists from the Russian Institute of Radio Engineering and Electronics succeeded in bouncing the word "Mir" in slow-speed Morse code off the surface of Venus and received their own echoes. They used the 50-kW transmitter of the Evpatoria Planetary Radar in Crimea, Ukraine, into an array of eight 16-meter parabolic dishes.

**Executive Director Emeritus, The SETI League, Inc., <www.setileague.org>*
e-mail: <n6tx@setileague.org>



В космосе слова: «Ленин», «СССР», «Мир»

Первая в мире радиолокация планеты Меркурий ◆ Радиоразговор Земля—Венера—Земля.

Институт радиотехники и электроники Академии наук СССР сообщил агентству печати Новости (АПН) о новой победе советской науки и техники.

Как известно, исследование планет Солнечной системы до последнего времени производилось астрономическими методами, в основе которых лежит наблюдение отраженного планетами солнечного света и собственного теплового излучения планет. Создание мощных передатчиков, больших антенных сооружений и чувствительных приемных устройств позволило в настоящее время получить радиолокационные отражения посланных с Земли сигналов от ближайших планет — Венеры и Меркурия.

Впервые успешная радиолокация планеты Венера была проведена в 1961 году одновременно в Советском Союзе, Англии и Соединенных Штатах Америки. Целью этих экспериментов было определение астрономической единицы — основного масштаба при измерении космических расстояний, оценка периода вращения Венеры и получение данных о ее поверхности.

До последнего времени астрономическая единица и определяемые через нее расстояния в Солнечной системе были известны с ошибкой, как теперь выяснилось, около 0,1 процента. Такая, казалось бы, высокая точность была достаточна для астрономических наблюдений, но совершенно недостаточна для вождения межпланетных космических кораблей. Ошибка определения расстояния до планеты Венера, например, составляла несколько ее диаметров, то есть порядка 50 тысяч километров.

Для радиолокационных наблюдений Венеры в Советском Союзе использовались радиосигналы на частоте около 700 мегагерц. Расстояние до Венеры в этих наблюдениях (около 45 миллионов километров) было в 120 раз больше, чем расстояние до Луны.

Значение астрономической единицы, полученное по этим измерениям, составляет 149.599.300 километров, с максимальной ошибкой в две тысячи километров.

Коэффициент отражения Венеры, определенный по принятым радиосигналам, составил 8 процентов.

Летом 1962 года в СССР был сделан дальнейший шаг в уточнении масштабов Солнечной системы. Благодаря усовершенствованию приемо-передающей аппаратуры и применению новейших методов обнаружения слабых сигналов **удалось впервые в мире произвести радиолокацию планеты Меркурий**, во время наблюдений находившейся на расстоянии 84—88 миллионов километров от Земли. Этот опыт подтвердил полученное в 1961 году значение астрономической единицы и показал, что отражение радиоволн от поверхности Меркурия примерно такое же, какое наблюдается при радиолокации Луны.

Следующим этапом радиолокационного изучения планет является произведенная в октябре—декабре 1962 года в СССР повторная радиолокация планеты Венера. На протяжении этого времени регулярно производились измерения расстояния до Венеры и наблюдения за свойствами поверхности. Результаты измерений сейчас обрабатываются.

Одновременно с этим **советскими учеными впервые в истории человечества 19 и 24 ноября 1962 года удалось осуществить радиосвязь через планету Венера.** Переданное с Земли телеграфным кодом 19 ноября 1962 года слово «МИР» достигло планеты Венера, отразилось от нее и, пройдя общее расстояние 81 миллион 745 тысяч километров, через 4 минуты 32,7 секунды было принято опять на Земле.

24 ноября этим же методом на планету Венера были переданы слова «ЛЕНИН», «СССР». Отразившись от поверхности планеты, через 4 минуты 44,7 секунды эти слова были приняты на Земле. Общий путь, который они прошли в космосе, равен 85 миллионам 360 тысячам километров.

Подробные результаты радиолокационных наблюдений Меркурия и Венеры в 1962 году будут опубликованы в научных журналах.

Создание в Советском Союзе мощного космического радиолокатора и проведение с его помощью наблюдений планет Венера и Меркурий — результат работы большого коллектива представителей науки и техники.

(АПН).

◇

На снимках: осциллограммы отраженных от поверхности планеты Венера радиотелеграфных сигналов, принятых 19 и 24 ноября 1962 года. На каждом снимке сверху указаны переданные слова: «ЛЕНИН», «СССР», «МИР» и показан вид переданных азбукой Морзе сигналов. В нижней части снимка приведена запись принятого отраженного от Венеры сигнала.

КРАСНАЯ ЗВЕЗДА

30 декабря 1962 г. 5 стр.

Figure 2. The feat described in figure 1 and the text was accomplished at a frequency of 769 MHz (wavelength of 39 cm), integrating 10-second "dits" and 30-second "dahs," and recovering the echoes of the three scientists on a strip-chart recorder as seen in this newspaper account of the time.

Ukraine, into an array of eight 16-meter parabolic dishes (see figure 1). They accomplished this feat at a frequency of 769 MHz (wavelength of 39 cm), integrating 10-second "dits" and 30-second "dahs" and recovering their echoes on a strip-chart recorder, as seen in a newspaper account of the time (figure 2). All of this was without today's advanced DSP technology!

What does all of this have to do with SETI, the reputed subject of this column? Simply this: Every interplanetary transmission is also an interstellar one. In 2002, Segey E. Gurianov calculated the November 1962 position of Venus and determined that this first EVE signal was sent in the direction of the star HD131336, in the constellation Libra, some 2160 light years distant. This means that if any SETI scientists there are listening, they might just send a reply our way. Thus, be sure to listen for it—in the year 6284 AD! 73, Paul, N6TX