

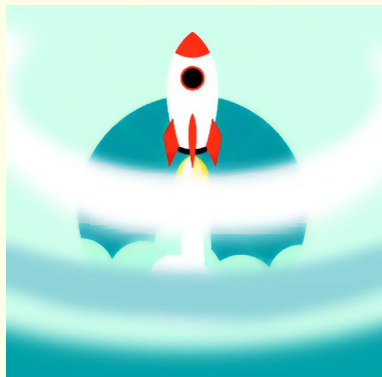
# СЛЕДИМ ЗА ПУСКАМИ РАКЕТ!

В «ЮТ» №№7 и 8 за 2015 год мы рассказывали о наблюдениях за состоянием ионосферы с помощью любого, даже детекторного КВ-радиоприемника, подключенного к домашнему компьютеру.

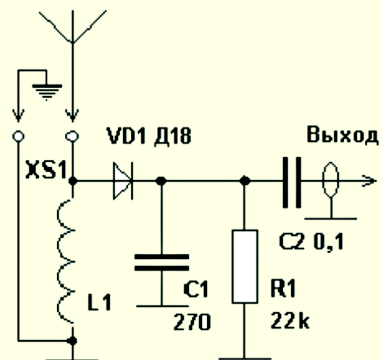
Там же был описан эксперимент по наблюдению КВ-радиосигнала во время солнечного затмения 20 марта 2015 года. Возможно, он не произвел большого впечатления на читателей, поскольку изменения в ионосфере во время затмения были незначительны. Но затем произошло более впечатляющее событие, о котором мы и поговорим.

Утро 28 августа 2015 года началось буднично: часов в 11 я включил доплеровскую установку, содержащую детекторный приемник и старенький ноутбук Evo N600с, на котором установлена программа Spectran V2.

Схема приемника настолько проста, что приведу ее еще раз. Антенна —



наклонный луч длиной около 12 м, протянутый из окна моей мансарды на ветку соседней березы, заземление — батарея отопления. Катушка L1 содержит 6 витков, диаметр намотки 30, длина 40 мм. Добротность ее не имеет особого значения, поскольку приемник широкополосный и принимает наиболее мощные станции в диапазонах 16, 19 и 25 м. Потом я заменил катушку миниатюрным дросселем 2 мкГн и особых измене-



## ЗАОЧНАЯ ШКОЛА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

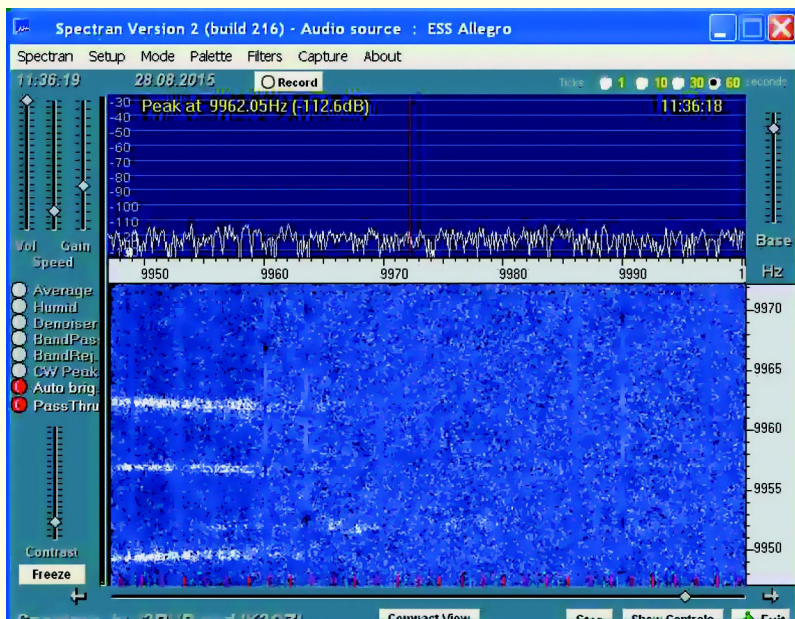
ний в работе приемника не заметил. Тогда приемник удалось собрать на выходном штекере, включаемом в микрофонное гнездо ноутбука.

Напомню, что приемник выделяет биения между сигналами соседних по частоте станций, отстоящих на 10 кГц, и программа Spectran настроена на эту частоту. Разрешение по частоте 0,084 Гц, длительность кадра 30 минут, минутные метки (красные) с трудом можно разглядеть в нижней части кадра. Обычно бывает видно несколько следов на экране (треков). Каждый из тре-

ков образуется парой радиостанций с частотами, отличающимися друг от друга на 10 кГц, а поскольку станции соблюдают настройку на свои частоты не слишком точно, то треки не совпадают и не накладываются друг на друга, хотя изредка это и случается. Допустимая погрешность установки частоты станций составляет  $\pm 10$  Гц.

Прием в тот день был, прямо скажем, плохим, что видно на вышеприведенном кадре 1 — четыре слабых трека, оставшихся от утреннего прохожде-

Кадр 1





Готово

23.7

ния, к полудню совсем исчезли, и я выключил компьютер (в приемнике, как сами понимаете, выключать нечего).

Через какое-то время совершенно случайно услышал по радио, что с космодрома Байконур в 14:44 по московскому времени будет произведен запуск тяжелой ракеты «Протон» со спутником на борту. Такое событие нельзя было пропустить, и ровно за полчаса до старта я снова подключил ноутбук.

Прохождение не улучшилось — виден был один слабый трек, потом появился второй, еще слабее и ниже по частоте (кадр 2). Треки были от восточных станций в диапазоне КВ 16 м, одна

из которых — CRI (China Radio International, Международное Радио Китая), как показала проверка с помощью приемника с цифровой шкалой.

Основное поле кадра заполнено неяркими светлыми и темными точками — так выглядит на экране шум, принимаемый из эфира, — случайные электромагнитные флуктуации. А в динамике приемника или компьютера они слышны как шум при отсутствии сигналов радиостанций.

Вертикальные туманные линии — это помехи, наведенные, по всей видимости, из электросети (во всяком случае, щелчок выключателем в комнате

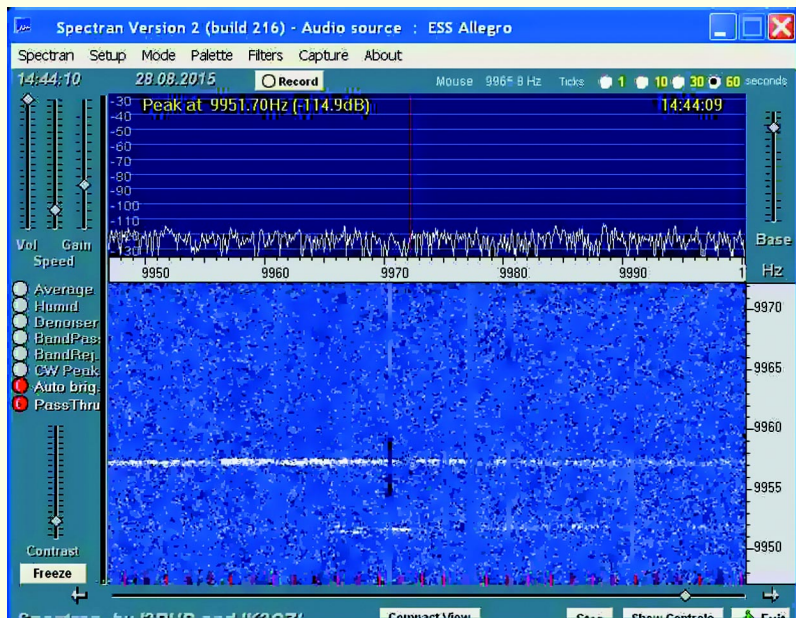
создает подобную помеху). В зависимости от фазы этой импульсной помехи, она может либо сложиться с шумом эфира, и тогда вертикальная линия выглядит светлой, а может и скомпенсировать шумовой сигнал и тогда выглядит темным провалом, как около середины кадра.

Ближе к концу кадра можно с трудом разглядеть и несколько слабых наклонных линий, по-видимому, это следы случайных метеоров, давших слабые отражения радиоволны с доплеровским сдвигом частоты, изменяющимся во времени.

Этот кадр кончился и был зафиксирован в памяти ноутбука почти ровно в 14:44, то есть в момент старта. Перейдем к следующему кадру, который начался в тот же момент (кадр 3).

Время старта прошло, и сначала ничего не было заметно, кроме описанных выше помех. Лишь потом, взглядываясь в этот, снятый в 15:14 кадр, я увидел на 5-й минуте странную комбинацию трех наклонных и одной прямой линии выше основного трека. Вот она, эта комбинация линий, крупным планом в центре увеличенной картинки. На

Кадр 2



той же картинке рядом она обведена белым овалом с помощью графического редактора (кадр 4).

Это не природное явление, поскольку оно внезапно началось и так же внезапно кончилось, просуществовав около полутора минут. Естественные же возмущения обычно более плавные, они нарастают и пропадают постепенно. Хотя бывают и короткие явления взрывного характера.

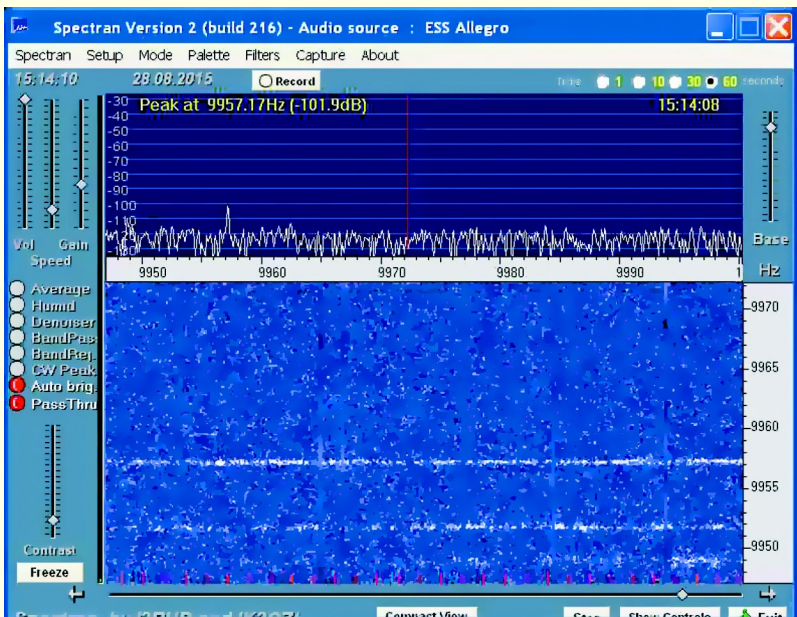
Расчет показывает, что ракете нужно примерно 4 минуты, чтобы достичь ионосферы, и еще минуты

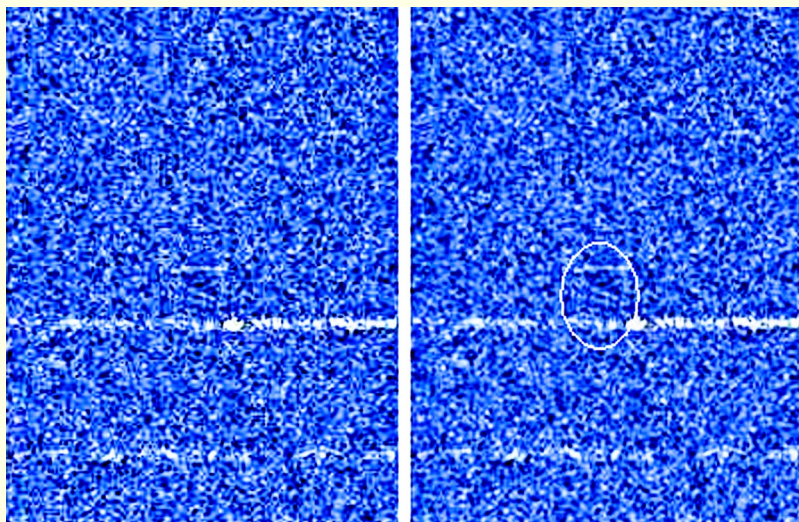
полторы, чтобы пройти сквозь нее. Все совпадает.

Возможно, верхняя горизонтальная линия с доплеровским сдвигом частоты около 2 Гц (что соответствует скорости около 30 м/с) — это снос основной струи выхлопа ракеты ионосферным ветром, а наклонные линии с уменьшающимся доплеровским сдвигом — отражения сигнала от краев образовавшейся в ионосфере «дыры», расходящейся сначала быстро, а потом все медленнее.

Теперь стало понятным, почему дополнительное отражение радиоволны от

### Кадр 3





Кадр 4

Циклограмма полета РН «Протон-М»	Время, с	Скорость, м/с	Высота, км
Отделение первой ступени	123,4	1724	42
Разделение второй и третьей ступеней	335,2	4453	120
Сброс головного обтекателя	348,2	4497	123

ионизированного следа ракеты возникло именно при приеме китайской радиостанции (одной из пары, образующей трек). Ведь трасса радиоволны от Китая до Москвы проходит через Южную Сибирь и Казахстан, недалеко от Байконура. Более того, позже удалось найти эту информацию.

Полную циклограмму полета ракеты можно найти в первоисточнике, но

нас интересуют две нижние строчки из приведенных (первая ступень отделяется на высоте 42 км и до ионосферы не долетает). 300 секунд полета соответствуют 5 минутам, следовательно, возмущения оказались в ионосферном слое E, находящемся на высоте порядка 100...120 км и существующем круглосуточно.

**В. ПОЛЯКОВ,**  
профессор