



ISSN 1607–2855

Том 5 · № 1–2 · 2004 С. 100–103

УДК 523.682, 520.373

## Установка для радионаблюдений метеоров в FM-диапазоне

А.А. Бурдай<sup>1</sup>, Ю.Н. Дулич<sup>2</sup>, С.В. Старый<sup>3</sup>, И.О. Чаленко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Астрономический кружок гимназии №59 г. Киева

<sup>2</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка

<sup>3</sup>Институт физики полупроводников НАН Украины

*Описана установка для радионаблюдений метеоров, собранная в астрономическом кружке гимназии №59 г. Киева. Ее действие основано на использовании метода регистрации отраженных от ионизационного следа метеоров сигналов далеких FM-радиостанций (расположенных на расстоянии 500–2000 км от наблюдателя). Приводятся результаты радионаблюдений на этой установке метеорного потока Геминид в 2003 году*

*УСТАНОВКА ДЛЯ РАДІОСПОСТЕРЕЖЕНЬ МЕТЕОРІВ У FM-ДІАПАЗОНІ, Бурдай А.А., Дулич Ю.Н., Старий С.В., Чаленко І.О. — Наведено опис установки для радіоспостережень метеорів, зібраної в астрономічному гуртку гімназії №59 м. Києва. Її дія ґрунтується на використанні метода реєстрації відбитих від іонізаційного сліду метеора сигналів далеких FM-радіостанцій (розташованих на відстані 500–2000 км від спостерігача). Наведені результати радіоспостережень на цій установці метеорного потоку Гемінід в 2003 році.*

*INSTALLATION FOR RADIO OBSERVATIONS OF METEORS, by Burday A.A., Dulich Yu.N., Stariy S.V., Chalenko I.O. — Installation for radio observations of meteors assembled in astronomical study group of Kiev school number 59 is described. Its action is based on use of a method of registration of far (located on distance about 500–2000 km from the observer) FM-radio stations signals reflected by meteors' ion trace. Results of radio observations on this installation of meteoric stream Geminids in 2003 are represented.*

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Последние годы среди любителей метеорной астрономии все более популярными становятся пассивные методы радионаблюдений метеоров, и в первую очередь, метод регистрации метеорных сигналов в УКВ (65–73 МГц) и FM (88–108 МГц) радиодиапазонах. Суть этого метода заключается в том, что приемник регистрирует сигнал дальней FM радиостанции, отраженный от ионизационного метеорного следа. Радиостанция должна находиться на расстоянии 500–2000 км от приемника и, следовательно, не будет слышна вне зоны ее прямой видимости (до 50 км), поскольку электромагнитные волны данного диапазона плохо огибают земную поверхность и не отражаются от ионосферы Земли (рис. 1). При пролете метеора образуется ионизационный след, который существует несколько секунд, а потом рекомбинирует и рассеивается в верхних слоях атмосферы. Этот след, подобно зеркалу, отражает сигнал дальней радиостанции и на некоторое время она становится слышна в месте расположения приемника наблюдателя. Время приема отраженного сигнала дальней радиостанции составляет от долей секунды до нескольких секунд, причем профиль этого сигнала (в дальнейшем будем его именовать музыкально-речевым сигналом — МРС) имеет характерную особенность: мгновенное нарастание — сигнал появляется внезапно, и более плавное спадание — затухает сигнал постепенно. Эта особенность и позволяет отличать метеорные МРС от схожих сигналов иной природы, которые также можно услышать в FM-эфире, и которые мы будем в дальнейшем называть фиктивными МРС.

Очевидно, что на частоте приема МРС эфир должен быть свободен от мощных местных радиостанций. Нахождение чистого окна в FM-эфире является непростой задачей для городских наблюдателей, поэтому, конечно, подобного рода наблюдения лучше организовывать за городом, вдали от мощных радиостанций.

Более подробно суть и реализация данного метода описана в статье М.Бошата [2]. Следует лишь отметить, что любители астрономии либо прослушивают эфир с целью заметить МРС метеоров, либо, подключив выход приемника на вход звуковой карты компьютера, регистрируют МРС метеоров при помощи специальных программ. Подобного рода наблюдения также требуют направленной антенны, по возможности с фильтром, и приемника с цифровой настройкой частоты для уверенного приема МРС.

Здесь мы хотим предложить несложный метод для регистрации МРС при помощи самописца, который можно самостоятельно изготовить из суточного барографа, главным требованием к которому есть исправность работы его часового механизма. К преимуществам использования этого устройства следует отнести автономность его работы с минимумом затрат времени на обслуживание, что позволит вести непрерывные наблюдения метеоров в FM-эфире. Хотя сразу надо отметить то, что данный прибор регистрирует не только МРС метеоров, но и фиктивные МРС, а также антропогенные помехи разной природы, связанные с человеческой деятельностью. Количество последних, думается, можно существенно уменьшить, расположив данный прибор за городом, вдали от бытовых приборов и человеческого жилья вообще, тем более, если организовать его автономное питание от батарей или аккумуляторов, чтобы устранить возможные наводки по сети.

## 2. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Итак, данная установка состоит из FM-приемника с цифровой настройкой частоты, к выходу которого подключена небольшая плата, принципиальная схема которой изображена на рис. 2. Регистрирующим элементом установки выступает реле РЭС-9 без контактной группы, размещенное внутри барографа.

На якоре реле находится перо (в нашем случае сделанное из простой острой иглы), оставляющее отметки на термобумаге барабана барографа. Установка требует стабилизированное питание +3В (такой выбор напряжения питания обусловлен питанием приемника) и +24 В для питания данного типа реле. Последнее можно понизить, если взять другое какое-либо низковольтное реле, с меньшим напряжением срабатывания. Главным требованием к реле есть возможность закрепить на его якоре пишущее перо. Устройство, схема которого изображена на рис. 2, представляет собой сочетание простейшего амплитудного детектора (V1, V2, C1, R1), триггера Шмидта (R2-R5, V3, V4) и усилителя, обеспечивающего работу реле (R6, V5-V7). Трансформатор T1 служит для усиления

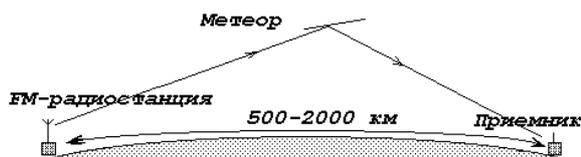


Рис. 1. Пояснение принципа работы установки

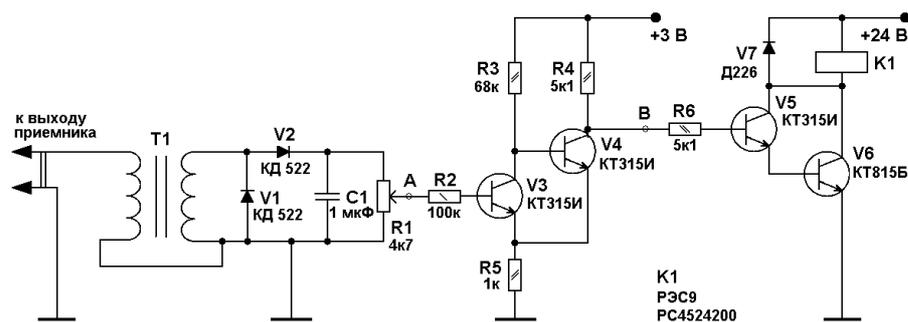


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная

переменного низкочастотного сигнала, поступающего с выхода приемника. Это любой согласующий низкочастотный трансформатор, который нужно подобрать опытным путем для получения достаточного уровня сигнала. В нашей установке находится согласующий трансформатор с активным сопротивлением первичной обмотки 14 Ом и вторичной обмотки — 42 Ом. Амплитудный детектор служит для сглаживания сигнала и выделения его положительной составляющей. Уровень сигнала, поступающего на триггер Шмидта, регулируется потенциометром R1 (хотя его можно также регулировать громкостью приемника). Триггер Шмидта служит для устранения дребезжания реле и поддержания постоянного напряжения на базе составного транзистора V5–V6 при наличии сигнала с выхода приемника. На его выходе (точка В) появляется напряжение, достаточное для открытия составного транзистора V5–V6 при напряжении на входе (точка А) выше 1.14 В и остается до тех пор, пока на входе будет напряжение не меньше 0.78 В. Составной транзистор V5–V6 служит для коммутации цепи обмотки реле К1 при наличии полезного сигнала.

Несколько слов о деталях: емкость С1 должна быть керамической, сопротивления МЛТ-0.125 и выше, транзисторы КТ315 и КТ815 с любыми буквенными индексами. Транзистор КТ815 лучше разместить на небольшом радиаторе.

Проверка устройства сводится к тому, чтобы при настройке приемника на местную FM-радиостанцию, имеющую уровень сигнала ожидаемых МРС, то есть не самую мощную, реле срабатывало и перо оставляло метки на бумаге. При настройке же приемника на эфирный шум — срабатывание реле должно прекратиться. Вначале следует подключиться напрямую к выходу приемника без трансформатора Т1 (через керамическую емкость 10–68 нФ). Если при максимальной громкости приемника и настройке на местную радиостанцию реле устройство не срабатывает — значит уровень сигнала недостаточен и необходимо использовать повышающий трансформатор Т1.

Нами был собран работающий образец данной установки, в которой использовался малогабаритный приемник с цифровой настройкой Kaipeng KP-9D. Установка была размещена в квартире жилого дома, поэтому от внешней антенны пришлось отказаться, так как при ее использовании уровень шума резко возрастал, а уменьшение его при помощи громкости приемника или потенциометра R1 давало уменьшение чувствительности установки. Поэтому нами использовалась только встроенная антенна радиоприемника. Установка питалась от специально собранного для нее стационарного блока питания, дающего +3 В стабилизированного и +24 В нестабилизированного напряжения. Во время работы прибора в жилом помещении через каждые 15–30 сек. реле однократно срабатывало. Как оказалось при прослушивании фона, эти срабатывания были результатом кратковременных щелчков в эфире, связанных, скорее всего, с включением и выключением освещения, холодильников, другой бытовой аппаратуры. Эти срабатывания создавали фон (дорожку на бумаге самописца), на котором четко можно было заметить след от МРС (либо от какой-то более продолжительной антропогенной помехи, например электробритвы). В этом случае реле срабатывало несколько раз, и на бумаге оставался значительный след. Если принять, что количество антропогенных помех изо дня в день почти неизменно, то вклад сигналов, связанных с ними, а также с фиктивными МРС, будет почти одинаков. В то же время количество сигналов, связанных с метеорной активностью, во время действия крупных метеорных потоков будет соответствующим образом изменяться, и мы сможем получить относительную кривую изменения интенсивности данного метеорного потока.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Так, на собранной нами установке были проведены наблюдения потока Геминид в 2003 году. Мы нашли частоту, свободную от киевских FM-радиостанций, на которой работают мощные передатчики в других городах. Оптимальным вариантом оказалась частота 91.2 МГц, на которой работают радиостанции в Москве и Перми («Эхо Москвы»), а также в Харькове («Новая волна»). Мы проводили наблюдения на данной частоте в вечерние и ночные часы с 8.12.2003 по 11.01.2004. Некоторые результаты этих наблюдений в виде временной зависимости количества зафиксированных сигналов

в час (аналогия ZHR) представлены на рис. 3. После периода действия потока количество сигналов в час продолжало колебаться в пределах 0.3–1.3, что составляет фоновый уровень нашей установки. Интересен тот факт, что приход антициклона с 23 по 26 декабря (с повышением атмосферного давления и исчезновением облачности) создал неблагоприятные условия для радионаблюдений: на частоте 91.2 МГц начал появляться мощный звуковой сигнал от близкорасположенного телеканала (частота 91.75 МГц) и радионаблюдения пришлось прекратить.

На рис. 3 видно, что максимум активности потока Геминид по нашим данным пришелся приблизительно на 0:00 UT 13.12.2003. Хотя по данным ИМО [3] он должен был наблюдаться 14.12. в 11:40 UT. Скорее всего, такое значительное опережение максимума активности потока связано с тем, что радиометодом регистрируются как визуальные (до  $6^m$ ), так и слабые метеоры (до  $9^m$ ), которых, как известно, значительно больше, чем визуальных и максимум которых в потоке Геминид происходит раньше, чем максимум визуальных метеоров. Так, в [1] указано, что метеоры потока Геминид  $6^m$  звездной величины достигают максимума на  $0.7^\circ$  по солнечной долготе раньше, чем метеоры  $1^m$ , а метеоры звездной величины  $-4^m$  достигают максимума на  $1.3^\circ$  позже, чем метеоры  $1^m$ .

Вышеприведенные данные есть только предварительные, и в дальнейшем, разумеется, необходимо продолжить радионаблюдения крупных метеорных потоков (Дневные Ариэтиды, Персеиды, Геминиды), а также обеспечить проведение параллельных визуальных метеорных наблюдений.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что даже при устранении антропогенных помех количество зарегистрированных любым радиометодом метеорных МРС будет зависеть не только от метеорной активности, но и от всевозможных побочных факторов. К таким факторам можно отнести количество и время работы радиостанций на данной волне, состояние атмосферы и ионосферы, солнечную активность и др. В общем случае задача приведения числа метеорных МРС в час к видимому ZHR очень сложна и ее решение требует огромного количества наблюдений, поэтому, разработка и создание подобного рода автоматизированных установок есть актуальной задачей не только любительской, но и профессиональной радиоастрономии. Мы полагаем, что с помощью данной установки, размещенной за городом и оснащенной внешней антенной и узкополосным антенным фильтром, можно проводить различные виды радионаблюдений метеоров, в том числе и наблюдения максимумов главных метеорных потоков, и регулярные патрульные наблюдения радиометеорного фона с целью поиска возможной активности как известных, так и новых метеорных потоков.

1. Бабаджанов П.Б. Метеоры и их наблюдение. — М.: Наука, 1987. — 175 с.
2. Бошат М. Слушая музыку метеоров // Звездочет. — 1998. — № 9.
3. Сайт международной метеорной организации ИМО: [www.imo.net](http://www.imo.net)

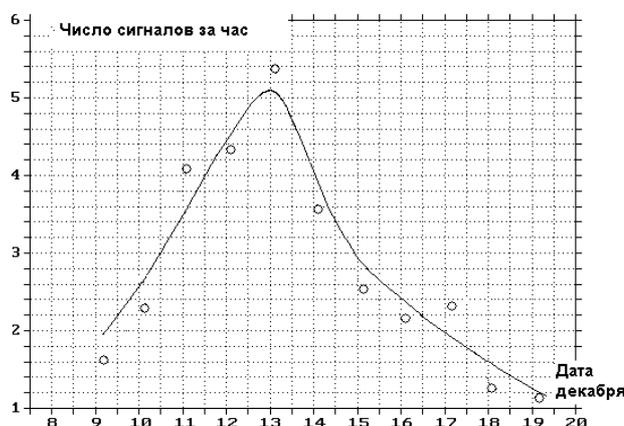


Рис. 3. График активности потока Геминид

Поступила в редакцию 14.09.2004