

О ВОЗМОЖНОСТИ СВЕРХДИФРАКЦИОННЫХ ЛУННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Л. В. КСАНФОМАЛИТИ

Очевидная применимость для целей активного изучения небесных тел оптических квантовых генераторов (лазеров) привлекает к ним внимание астрономов. Одним из уже проведенных в этой области явился интересный опыт, в котором когерентный красный луч света, направленный на Луну, достиг ее и, отразившись, через 2.5 сек вернулся на Землю, где был зарегистрирован установленным на телескопе фотометром [1].

Быстрое развитие этой новой отрасли техники позволяет ставить и решать задачи, еще недавно казавшиеся невыполнимыми. В настоящей статье рассматривается принципиальная возможность лунных наблюдений с разрешениями, превосходящими дифракционный предел телескопа, при использовании системы лазер-телескоп.

Проникновение электроники в оптический диапазон электромагнитных колебаний является естественным следствием разработки все более коротковолновых электронных генераторов. Не следует думать, что сегодня только лазеры позволяют работать в этом диапазоне; другим чрезвычайно интересным устройством является варотрон [2], — прибор, основанный на взаимодействии электронного луча с периодической структурой дифракционной решетки. Однако по мощности излучаемых когерентных колебаний лазеры пока не имеют себе подобных, — достигнутые импульсные мощности приближаются к миллиону ватт [3], а излучаемые энергии уже достигают 500 дж [4]. Специалисты считают [5], что с помощью лазеров через год или два может быть получена гипсометрическая карта Луны с разрешением по высоте до 1.5 м. Таким образом, мощность луча лазера в ближайшем будущем окажется вполне достаточной для уверенной локации Луны.

Другим чрезвычайно важным параметром луча является его направленность или расходимость. Если считать, что генерируется строго монохроматический сигнал, например, с длиной волны 6943 ангстрема для рубинового лазера, то можно показать, что при диаметре кристалла 1 см расходимость не должна превышать 20", или 10^{-4} рад. Реально же наблюдается расходимость на два порядка выше, что связано с множественностью типов колебаний в лазере. Принимая специальные меры, удается достичь близких к теоретическим значениям величин расходимостей. Полагают, что в недалеком будущем удастся получить излучение с высокой степенью монохроматичности [6], соответствующее волне 6943 ± 0.002 ангстр. Об этом же свидетельствует работа [7].

Дальнейшее сужение луча может быть достигнуто путем применения оптики, в частности, — обращенного телескопа [8]. Часто называемая цифра [9] составляет 10^{-7} рад, или $0''.02$, чему соответствует диаметр светового пятна на Луне около 37 м.

Применяя столь остро сфокусированный луч, можно изучать детали лунной поверхности с таким высоким разрешением, которое в ином случае под силу только космическим средствам. Идея эксперимента заключается в следующем. Сфокусированный луч сканирует по выбранному небольшому участку поверхности Луны. Телескоп с фотоумножителем в качестве приемника света остается направленным на центр выбранного участка. Точка, в которой находится луч, воспринимаемый фотокатодом в данный момент, определяется законом сканирования луча с учетом запаздывания на распространение света до Луны и обратно. Если сигнал достаточно велик, выход ФЭУ может быть связан с электронным развертывающим устройством, с экрана которого может быть сфотографирована мелкая структура изучаемого участка поверхности Луны. При более скромной величине сигнала может потребоваться промежуточная запись для преобразования масштаба времени.

Разумеется, если лазер размещен на одной высоте с телескопом, т. е. обычно не выше 2000 м над уровнем моря, атмосферные помехи приведут к искажениям и хаотическим колебаниям светового пятна, причем скажутся как мерцания, так и дрожания. В то же время на приемный канал будут воздействовать лишь мерцания. Так как даже современные лазеры являются достаточно компактными и легкими устройствами, мыслимо вынесение их на борт самолета, спутника или на высокую точку земной поверхности, в то время как нетранспортабельная телескопическая система может быть использована на том месте, где она смонтирована, если осуществлена синхронизация по самому лучу (например, глубокой модуляцией по телевизионному принципу) или по радиоканалу.

Можно предложить любопытную возможность исключить оставшиеся шумы (от мерцаний в приемном канале). Для этого следует осуществить кооперацию нескольких инструментов или даже обсерваторий, которые могут быть расположены в весьма удаленных географических точках. Выявление коррелирующихся элементов в разных записях позволит получить четкое изображение мелкой структуры поверхности Луны.

Для сканирования луча лазера можно использовать любую из двух ныне разработанных систем, — одна с применением ультразвуковых сканирующих ичеек [10], другая — с кристаллическим элементом, коэффициент преломления которого зависит от приложенного электрического поля [11]. Большие возможности открываются также в области изучения цветности лунных пород. Уже разработанные лазеры работают не только в инфракрасной и красной, но и в зеленой [11] части спектра.

Поляризация луча лазера позволяет провести измерения некоторых физических свойств пород, слагающих поверхность Луны.

В заключение следует отметить, что с применением сверхзвуковых светочувствительных элементов, каким является лазер в режиме усиления света (до-

доса в сотые и тысячные доли ангстрема), предложенный эксперимент легко провести как на затемненной, так и на освещенной частях Луны.

Июнь, 1963.

მთვარის ზედდირაქციონული დაკვირვების შესაძლებლობის შესახებ

ლ. კსანფომალიტი

ON THE POSSIBILITY OF MOON OBSERVATIONS BEYOND THE DIFFRACTION LIMIT

L. V. XANFOMALITY

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Electronics Weekly. 1962, 23/V, No 90, 29.
2. Электроника (русский перевод „Electronics“). 1962, 19/X, No 42, 37.
3. Electronics Design. 1962, 6/XII, No 25, 16.
4. Electronics Daily. 1963, 28/III, No 4, 1.
5. Missiles and Rockets. 1963, 14/I, No 2, 37.
6. Electronics News. 1962, 12/XI, 7, No 346, 1, 5.
7. Aviation Week. 1962, 12/II, 75, No 7, 23.
8. Зарубежная радиоэлектроника. 1962, № 6, 24.
9. Зарубежная радиоэлектроника. 1962, № 4, 158.
10. Электроника (русский перевод „Electronics“). 1962, 5/X, No 40, 18.
11. Радиоэлектроника за рубежом. 1963, 3/VI, №№ 22—23 (200—201), 27.