

УДК 621.315.592

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ПРИЕМНИКАМИ

О.З.АЛЕКПЕРОВ,<sup>1</sup> Р.С.МАДАТОВ,<sup>2</sup> А.И.НАДЖАФОВ,<sup>2</sup> Н.М.ЗЕЙНАЛОВ<sup>3</sup>

*Институт физики НАН Азербайджана<sup>1</sup>*

*370143, г. Баку, пр. Г.Джавида 33*

*Институт Радиационных Проблем НАН Азербайджана<sup>2</sup>*

*370143, Баку, пр.Г.Джавида,31*

*Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства<sup>3</sup>*

*3700073, Баку, ул.Айны Султановой 5*

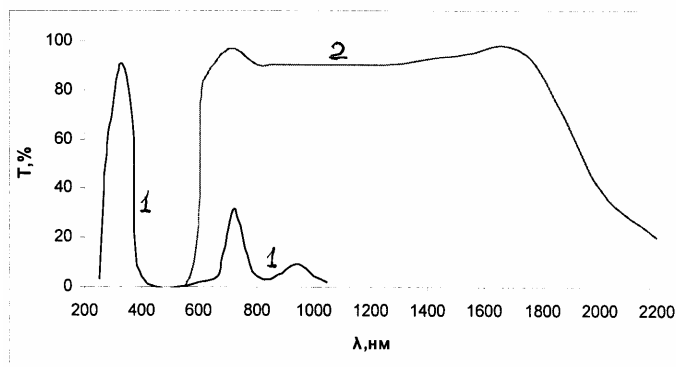
В данной работе приводятся результаты измерения солнечного УФ излучения и его спектрального распределения, полученные высокочувствительными приемниками УФ излучения, разработанными на базе слоистых кристаллов  $A^3B^6$ . Указанные исследования проведены на Абшеронском полуострове во время летнего солнцестояния и в год повышенной солнечной активности. Проведенные исследования показали, что разработанные УФ-приемники могут быть использованы для создания малогабаритных УФ-дозиметров, а также приемников для контроля и исследования озонового слоя атмосферы.

В последние годы в связи с обнаружением “озоновых дыр” в атмосфере ученые многих стран уделяют особое внимание контролю и исследованию излучения Солнца на земной поверхности. Особое внимание уделяется коротковолновому диапазону излучения в интервале волн 250÷350нм. Установлено, что увеличение потока солнечного излучения в спектральной области 180÷240нм приводит к увеличению, а в области спектра 240÷310нм - к понижению концентрации озона [1]. В связи с этим актуальной становится проблема разработки методов оценки интегральной дозы УФ –излучения, попадающей на земную поверхность. Эта проблема приобретает особую актуальность для южных регионов особенно подвергающиеся УФ - излучению в летний период, одним из которых является территория нашей республики.

Для регистрации УФ излучения обычно применяются вакуумные фотоэлектронные приемники. Однако, применение указанных фотоприемников ограничивается рядом недостатков, одним из которых является довольно быстрое (100 часов) старение фоточувствительного слоя [2]. В работах [3-4] на основе слоистых полупроводников  $A^3B^6$  обнаружена и исследована ультрафиолетовая фотопроводимость и установлено, что благодаря особенностям зонной структуры и слоистости указанных материалов они обладают высокой фоточувствительностью и стойкостью в УФ - области спектра 190÷400нм.

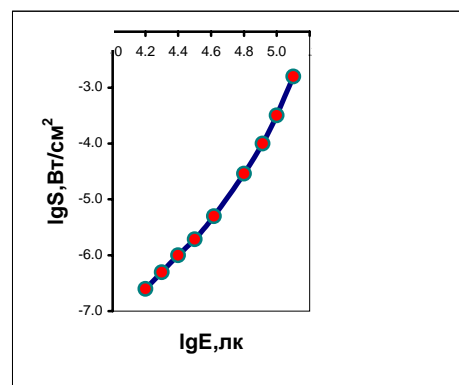
Нами разработаны барьерные структуры Шоттки, металл (Au, Pt) – слоистый кристалл InSe, GaSe, GaS [5], описание свойств которых является темой отдельной публикации. В данной работе приводятся результаты измерения солнечного УФ излучения и спектрального распределения, полученные высокочувствительными приемниками УФ излучения, разработанными на базе слоистых кристаллов  $A^3B^6$ . Указанные исследования проведены на Апшеронском полуострове во время летнего солнцестояния в ясную безоблачную погоду и в год повышенной солнечной активности (июнь 2001 год).

Интегральный поток солнечного УФ излучения определялся при помощи пироэлектрического приемника (ПЭП) с чувствительностью 350В/Вт, не зависящей от длины волны излучения с использованием двух светофильтров марки УФС 2 – 1 и КС 10(ГОСТ 9411-81) как разность сигналов ПЭП с фильтром УФС 2 –1 и двумя фильтрами УФС 2 –1 + КС 10. Из спектров пропускания, указанных фильтров (Рис.1.) очевидно, что полученная разность сигналов равна величине сигнала ПЭП интегрального УФ излучения Солнца в диапазоне 280÷406нм. Полученная величина корректировалась с учетом коэффициента пропускания (90%) фильтра УФС 2 –1.



**Рис.1.**

Спектры пропускания светофильтров УФС2 – 1(1) и КС10(2).



**Рис.2.**

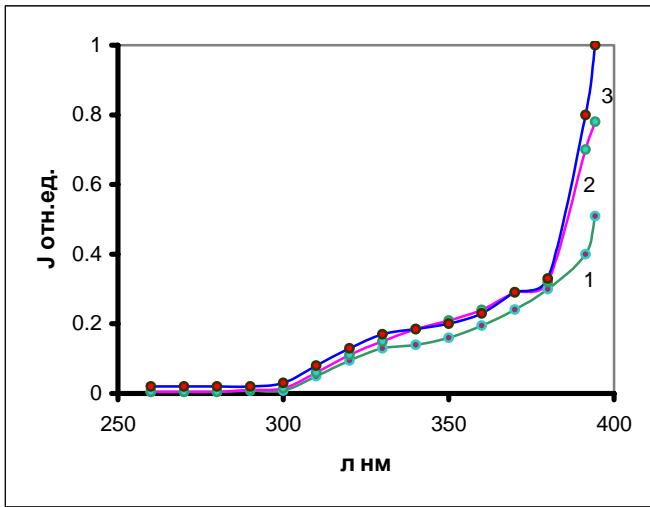
Зависимость удельного интегрального потока солнечного излучения от освещенности в интервале длин волн 280÷370нм (июнь 2001г., Абшеронский полуостров).

Интегральная величина потока УФ излучения Солнца на земной поверхности в диапазоне длин волн  $\lambda=280\div370\text{нм}$  в зависимости от освещенности в полдень приведена на Рис.2., из которого видно, что в указанном диапазоне длин волн с увеличением освещенности, наблюдается экспоненциальный рост излучения падающего на земную поверхность по закону  $J(\lambda)=J_0(\lambda)e^{-k(\lambda)x}$ . Коэффициент поглощения -  $k(\lambda)$  в УФ диапазоне пропорционален концентрации паров воды.

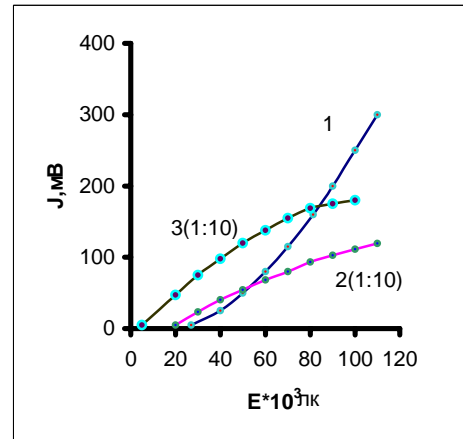
Измерение спектрального распределения солнечного излучения в указанной области спектра проводилось следующим образом. Солнечное излучение с помощью сферического зеркала через механический прерыватель фокусировалось на входную щель монохроматора МДР-23. У выходной щели монохроматора помещали приемник УФ излучения, разработанный на базе слоистых кристаллов  $A^3B^6$ . Движение солнечного «зайчика» во время снятия спектров компенсировалось юстировкой зеркала. Модулированный ( $f=20\text{Гц}$ ) при помощи механического прерывателя сигнал приемника регистрировался при помощи узкополосного усилителя У2- 8 на частоте модуляции. Используемые приемники излучения на о в отличие от приемников на основе GaSe, GaS, обладают линейной чувствительностью от длины волны в исследуемом диапазоне.

Результаты обработки полученных данных, заключающиеся в принятии за единицу максимума сигнала в области максимума пропускания фильтра УФС 2-1, приведены на Рис.3. Как видно из рисунка, в спектральном распределении солнечного излучения в УФ диапазоне, с увеличением освещенности наблюдается рост коротковолнового излучения. На Рис.4. приведена величина сигнала фотоприемника на основе InSe в зависимости от солнечной освещенности для

длин волн 300, 310 и 320нм. Видно, что излучение с длиной волны 300нм регистрируется приемником, начиная с  $20 \cdot 10^3$ лк освещенности, 310нм –  $(12 \div 13) \cdot 10^3$ лк и 320нм –  $(2 \div 3) \cdot 10^3$ лк соответственно.



**Рис.3**



**Рис.4.**

Относительное спектральное распределение солнечного излучения в от солнечных освещенности для длин волн разных погодных условиях через (1)300, (2)310 и (3)320нм полученная с фильтр УФС2-1 (июнь 2001г., Абшеронский полуостров):

- 1– $E=30 \cdot 10^3$ лк ( $S_{инт}=1,5 \cdot 10^{-6}$ Вт/см<sup>2</sup>).
- 2– $E=80 \cdot 10^3$ лк ( $S_{инт}=2,2 \cdot 10^{-5}$ Вт/см<sup>2</sup>).
- 3– $E=140 \cdot 10^3$ лк ( $S_{инт}=5,0 \cdot 10^{-4}$ Вт/см<sup>2</sup>).

Используя кривые приведенные на Рис.4., можно определить величину потока солнечного излучения  $P_n$  на земной поверхности для любой полосы длин волн  $\Delta\lambda$ . Для этого необходимо нормировать общую площадь приведенных кривых на величину соответствующего интегрального потока излучения  $P_{инт}$ . Величину  $P_n$  можно определить из соотношения:

$S_n/S_{инт}=P_n/P_{инт}$  или  $P_n=S_n/S_{инт} \cdot P_{инт}$ , где  $S_n$  – площадь полосы (см<sup>2</sup>),  $S_{инт}$  – общая площадь под кривой спектральной характеристики (см<sup>2</sup>),  $P_n$  – поток излучения в необходимой полосе (Вт/см<sup>2</sup>).

Так, например, в диапазоне длин волн 280÷315нм величина потока солнечного излучения на земной поверхности составляет  $5,8 \cdot 10^{-8}$ ;  $1,1 \cdot 10^{-6}$ ;  $3,7 \cdot 10^{-5}$ Вт/см<sup>2</sup>, при освещенностях  $30 \cdot 10^3$ ,  $80 \cdot 10^3$  и  $140 \cdot 10^3$ люкс, соответственно.

Монохроматическая вольтовая чувствительность используемых нами приемников на основе InSe растет в области 200÷250нм с уменьшением длины волны и составляет  $10^6 \div 10^8$ В/Вт.

В заключение необходимо отметить следующее:

1. Отсутствие каких либо явных отклонений в диапазоне длин волн 250÷300нм в спектральном распределении солнечного излучения указывает на отсутствие нарушений озонового слоя над исследуемой территорией.
2. Результаты проведенных исследований показали что, излучение, оказывающее эритемное воздействие на человеческую кожу, становится ощутимым при освещенностях выше  $20 \cdot 10^3$ лк. При значениях

освещенности  $150 \cdot 10^3$ лк данное воздействие возрастает по суперлинейному закону.

3. При редко наблюдаемой на данной территории максимальной освещенности солнечного излучения  $(140 \div 150) \cdot 10^3$ лк интегральная мощность УФ – излучения на земной поверхности в диапазоне длин волн  $(280 \div 315)$ нм составляет  $3,7 \cdot 10^{-5}$ Вт/см<sup>2</sup>, а в области  $\lambda < 280$ нм согласно чувствительности использованного нами прибора не превышает значения  $10^{-13}$ Вт/см<sup>2</sup>.

Проведенные исследования солнечного УФ –излучения показали, что разработанные нами УФ – приемники излучения могут быть использованы для создания малогабаритных индивидуальных УФ – дозиметров, а также приемников для контроля и исследования озонового слоя атмосферы.

1. *Поток энергии солнца и его изменения, под редакцией О.Уайта, «Мир» М.,(1980).*
2. Г.Г.Ишанин, Э.Д.Панков, В.С.Радайкин, *Источники и приемники излучения. М.,Машиностроение, (1982).*
3. O.Z.Alekperov, M.O.Godjaev, M.Z.Zarbaliev, R.A.Suleymanov, *Solid State Commun., 77 (1991) 65.*
4. О.З.Алекперов, М.З.Зарбалиев, *Неорг.материалы, 34 (1998) 1163.*
5. О.З. Алекперов, *2-я Российская конференция по физике полупроводников, 2 (1996) 72.*

#### **GÜNƏŞ ULTRABƏNÖVŞƏYİ ŞÜALARININ YARIMKEÇİRİCİ QƏBULEDİCİLƏRLƏ TƏDQIQI**

**O.Z.ƏLƏKBƏROV, R.S.MƏDƏTOV, A.İ.NƏCƏFOV, N.M.ZEYNALOV**

Məqələdə  $A^3B^6$  tip laylı kristallar əsasında hazırlanmış yüksəkhisssiyatlı qəbuledicilərin köməyi ilə günəşin yer səthinə düşən ultrabənövşəyi şüalarının spektral paylanması və vahid səthə düşən gücü müəyyən edilmişdir. Tədqiqatlar yay günəş qarşısudurması vaxtı Abşeron yarımadasında aparılmışdır. Nəticələrə əsasən  $A^3B^6$  əsasında hazırlanmış fotoqəbuledicilərin ekoloji, metroloji və digər məqsədlərlə tətbiqi tövsiyyə edilir.

#### **ULTRA VIOLET SOLAR RADIATION RESEARCH WITH SEMICONDUCTIVE DETECTORS**

**O.Z.ALEKPEROV, R.S.MADATOV, A.I.NADJAFOV, N.M.ZEYNALOV**

This paper presents results of measurements of solar ultraviolet radiation and its spectral distribution obtained by highly sensitive receivers of ultraviolet radiation that have been developed on the basis of laminar crystals  $A_3B_6$ . These investigations have been conducted in Apsheron peninsula during summer solstice and in year of higher solar activity. Our investigations showed that the developed ultraviolet receiver can be used for the creation of small-size ultraviolet dosimeters as well as the receivers for control and investigations of atmosphere ozone layer.

Редактор: А.Гарибов

