

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

---

ФАРҶОНА ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

**FarDU.  
ILMIY  
XABARLAR-**

1995 йилдан нашр этилади  
Йилда 6 марта чиқади

— 2-2021 —

**НАУЧНЫЙ  
ВЕСТНИК.  
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года  
Выходит 6 раз в год

**Муассис:** Фарғона давлат университети.  
«FarDU. ILMİY XABARLAR – НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК. ФерГУ» журналі бир йилда олти марта чоп этилади.

Журнал филология, кимё ҳамда тарих фанлари бўйича Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган.

Журналдан мақола кўчириб босилганда, манба кўрсатилиши шарт.

Ўзбекистон Республикаси Президенти Администрацияси ҳузуридаги Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлиги томонидан 2020 йил 2 сентябрда 1109 рақами билан рўйхатга олинган.

Муқова дизайни ва оригинал макет ФарДУ таҳририят-нашриёт бўлимида тайёрланди.

---

#### Таҳририят ҳайъати

**Бош муҳаррир**  
**Масъул муҳаррир**

МАКСУДОВ Р.Х.  
ЎРИНОВ А.А.

ФАРМОҢОВ Ш. (Ўзбекистон)  
БЕЗГУЛОВА О.С. (Россия)  
РАШИДОВА С. (Ўзбекистон)  
ВАЛИ САВАШ ЙЕЛЕК. (Туркия)  
ЗАЙНОБИДДИНОВ С. (Ўзбекистон)

JEHAN SHANZADAN NAYYAR. (Япония)  
LEEDONG WOOK. (Жанубий Корея)  
АЪЗАМОВ А. (Ўзбекистон)  
КЛАУС ХАЙНСГЕН.(Германия)  
БАХОДИРХОҢОВ К. (Ўзбекистон)

ҒУЛОМОВ С.С. (Ўзбекистон)  
БЕРДЫШЕВ А.С. (Қозоғистон)  
КАРИМОВ Н.Ф. (Ўзбекистон)  
ЧЕСТМИР ШТУКА. (Словакия)  
ТОЖИБОВ К. (Ўзбекистон)

---

#### Таҳририят кенгаши

ҚОРАБОЕВ М. (Ўзбекистон)  
ОТАЖОНОВ С. (Ўзбекистон)  
ЎРИНОВ А.Қ. (Ўзбекистон)  
РАСУЛОВ Р. (Ўзбекистон)  
ОНАРҚУЛОВ К. (Ўзбекистон)  
ГАЗИЕВ Қ. (Ўзбекистон)  
ЮЛДАШЕВ Г. (Ўзбекистон)  
ХОМИДОВ Ғ. (Ўзбекистон)  
АСҚАРОВ И. (Ўзбекистон)  
ИБРАГИМОВ А. (Ўзбекистон)  
ИСАҒАЛИЕВ М. (Ўзбекистон)  
ҚЎЗИЕВ Р. (Ўзбекистон)  
ХИКМАТОВ Ф. (Ўзбекистон)  
АХМАДАЛИЕВ Ю. (Ўзбекистон)  
СОЛИЖОНОВ Й. (Ўзбекистон)  
МАМАЖОНОВ А. (Ўзбекистон)

ИСОҚОВ Э. (Ўзбекистон)  
ИСКАҢДАРОВА Ш. (Ўзбекистон)  
МЎМИНОВ С. (Ўзбекистон)  
ЖЎРАЕВ Х. (Ўзбекистон)  
КАСИМОВ А. (Ўзбекистон)  
САБИРДИНОВ А. (Ўзбекистон)  
ХОШИМОВА Н. (Ўзбекистон)  
ҒОФУРОВ А. (Ўзбекистон)  
АДҲАМОВ М. (Ўзбекистон)  
ХОНКЕЛДИЕВ Ш. (Ўзбекистон)  
ЭГАМБЕРДИЕВА Т. (Ўзбекистон)  
ИСОМИДДИНОВ М. (Ўзбекистон)  
УСМОҢОВ Б. (Ўзбекистон)  
АШИРОВ А. (Ўзбекистон)  
МАМАТОВ М. (Ўзбекистон)  
ХАКИМОВ Н. (Ўзбекистон)  
БАРАТОВ М. (Ўзбекистон)

---

**Муҳаррир:** Ташматова Т.  
Жўрабоева Г.

**Мусахҳиҳлар:** Шералиева Ж.  
Мамаджонова М.

#### Таҳририят манзили:

150100, Фарғона шаҳри, Мураббийлар кўчаси, 19-уй.  
Тел.: (0373) 244-44-57. Мобил тел.: (+99891) 670-74-60  
Сайт: www.fdu.uz

---

Босишга рухсат этилди: 02.07.2021

Қоғоз бичими: 60×84 1/8

Босма табағи:

Офсет босма: Офсет қоғози.

Адади: 50 нусха

Буюртма № 49

ФарДУ нусха кўпайтириш бўлимида чоп этилди.

**Манзил:** 150100, Фарғона ш., Мураббийлар кўчаси, 19-уй.

---

Фарғона,  
2021.

Аниқ ва табиий фанлар

МАТЕМАТИКА

**А.Уринов, Ф.Маманазарова**

Коэффициенти узилишга эга бўлган сингуляр коэффициентли тенглама учун чегаравий масала ..... 6

ФИЗИКА, ТЕХНИКА

**М.Собиров, Ж.Аҳмадалиев, И.Усмонов**

Хира муҳитлардаги иккиламчи қутбланган нурланишнинг қутбланиш характеристикаларида нейтрал нуқталарнинг ҳосил бўлиши ..... 11

КИМЁ

**И.Хикматуллаев, А.Матчанов, В.Хўжаев, С.Арипова**

Physalis alkekengi ўсимлиги элемент таркибини исп-мс усули билан аниқлаш ..... 16

**Ж.Бекназаров, А.Ибрагимов, З.Болтаева, С.Маулянов**

2,4-динитрофенил глицин ва 2,4-динитрофенил- $\alpha$ -аланиннинг  $Cu^{2+}$  билан металлкомплекслари синтези ..... 22

**Р.Казақов**

8-синф кимё дарслигидаги мавзуларни ўзлаштиришда уй тажрибаларини такомиллаштиришнинг аҳамияти ..... 26

БИОЛОГИЯ, ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ

**М.Назаров, А.Мамажонов, М.Маматқулов, У.Усмонходжаев**

Балиқ етиштиришнинг интенсив усули – ҳовуз балиқчилигининг юқори маҳсулдорлик омили ..... 32

Ижтимоий-гуманитар фанлар

ИҚТИСОДИЁТ

**А.Ғофуров, Т.Хайдаров, Г.Холматжонова**

Иқтисодий ўсишнинг драйвери - инвестиция, инновация ва илм-фан технологиялари ..... 38

**Т.Хайдаров**

Туман ҳудудларининг мажмуавий инновацион ривожлантириш муаммолари ..... 43

**И.Носиров**

Ёшларнинг креатив ривожланиши – бу креатив бошқарувнинг юксалиш йўлидир ..... 47

ТАРИХ

**А.Маматқулов**

XX аср 60-70 йиллари Самарқанд – Қарши иқтисодий райони: ишлаб чиқариш кучлари ва уларнинг жойлаштирилиши ҳақида баъзи мулоҳазалар ..... 50

**Д.Юсупова**

Хондамирнинг «Нома-йи-нома» асари – Ўрта Осиё, Эрон ва Афғонистоннинг XV–XVI асрлар маданият тарихига оид муҳим манба ..... 58

**А.Сабиров**

Оғзаки тарих ва архив ҳужжатлаштириш технологияси масаласига доир ..... 63

**Х.Олимжонов**

XIX асрнинг иккинчи ярми – XX аср бошларида Фарғона вилоятида кутубхона иши тарихи ..... 69

## ХИРА МУҲИТЛАРДАГИ ИККИЛАМЧИ ҚУТБЛАНГАН НУРЛАНИШНИНГ ҚУТБЛАНИШ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИДА НЕЙТРАЛ НУҚТАЛАРНИНГ ҲОСИЛ БЎЛИШИ

### ОБРАЗОВАНИЯ НЕЙТРАЛЬНЫХ ТОЧЕК В ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ВТОРИЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В МУТНЫХ СРЕДАХ

#### FORMATION OF NEUTRAL POINTS IN POLARIZED CHARACTERISTICS OF SECONDARY RADIATION IN TURBID MEDIA

Собиров Маҳмуджон Мамарасулович<sup>1</sup>, Аҳмадалиев Жавоҳирбек Абдурашид ўғли<sup>2</sup>,  
Усомонов Исроилжон Мухторжон ўғли<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Собиров Маҳмуджон Мамарасулович

– Фарғона давлат университети доценти.

<sup>2</sup>Аҳмадалиев Жавоҳирбек Абдурашид ўғли

– Фарғона давлат университети магистри.

<sup>3</sup>Усомонов Исроилжон Мухторжон ўғли

– Фарғона давлат университети магистри.

#### Аннотация

Мақолада ярим чексиз муҳитни қутбланган нурланиш билан ёритилганда, ундан қайтиб чиққан диффуз нурланиш оқимининг қутбланиш даражасининг ўзгариши ўрганилган. Қайтиб чиққан нурланишнинг қутбланиш даражасини қайтиш бурчагига боғлиқ равишда ўзгариши туфайли, Бабине, Брюстер ва Араго нуқталарининг ҳосил бўлиши кўрсатиб берилган. Нейтрал нуқталарнинг нурланишни тушиш ва қайтиш бурчагига боғлиқлиги ўрганилган. Умумий формулаларни айрим хусусий ҳоллардаги ечимлари таҳлил этилган.

#### Аннотация

В статье исследованы поляризационные характеристики диффузно отраженного излучения при освещении полубесконечной светорассеивающей среды неполяризованным излучением. Показано образование нейтральных точек поляризации Бабиня, Брюстера и Араго в угловых поляризационных характеристиках вторичного излучения. Проведено сопоставление между результатами точных численных расчётов с приближенными аналитическими формулами и проанализированы физические условия появления нейтральных точек в зависимости от углов освещения и кратности рассеивания.

#### Annotation

The article investigates the polarization characteristics of radiation diffusely reflected when illuminating a semi-infinite light-scattering medium with unpolarized radiation. The formation of neutral points of polarization of Babinet, Brewster and Arago in the angular polarization characteristics of the secondary radiation is shown. Comparisons are made between the results of exact numerical calculations with approximate analytical formulas, and the physical conditions for the appearance of neutral points are analyzed depending on the angles of illumination and the scattering factor.

**Таянч сўз ва иборалар:** қутбланган нурланиш, нейтрал нуқталар, яримчексиз муҳит, кўчирилиш тенгламаси.

**Ключевые слова и выражения:** поляризованное излучение, нейтральные точки, полубесконечная среда, уравнение переноса.

**Keywords and expressions:** polarized radiation, neutral points, semi-infinite medium, transport equations.

С появлением методов изучения поверхности Земли при помощи зондов поляризационными методами, вырос интерес к изучению переноса поляризованного излучения в слоях атмосферы [1,2]. В нашей работе [3,4], была изложена теория переноса поляризованного излучения в средах с конечными оптическими толщинами, где, была разработана методика расчёта переноса поляризованного излучения в рамках теории переноса излучения, построенной Чандрасекаром и позже обобщенная Леноблем и Е.Л.Ивченко и др. в [5,6]. При помощи построенной теории были рассчитаны степени поляризации диффузно отраженного и диффузно прошедшего естественного неполяризованного солнечного излучения через слои атмосферы. Основное внимание было уделено изучению угловых характеристик нейтральных точек Бабиня, Брюстера и Араго в зависимости от угла освещения, оптической толщины и оптических параметров среды. Результаты этих расчётов показали, что нейтральные точки образуются и в модели полубесконечной среды. Однако, в литературе, посвященной изучению характеристик нейтральных точек, в модели полубесконечной среды этот вопрос не обсуждается и не проведены последовательные исследования.

В отличие от атмосферы, в светорассеивающих твёрдых телах или жидкостях диэлектрическая проницаемость среды высокая. По этой причине исследования

поляризационных характеристик вторичного излучения таких сред, при помощи данной модели представляет практическую ценность и, надеемся, привлечет к себе внимание специалистов.

При  $\tau \rightarrow \infty$  результаты расчётов в средах с конечными оптическими толщинами переходят на модели полубесконечной среды [3,5,6]. В этом случае, интенсивность и поляризация отраженного назад излучения не зависит от оптической толщины и в решении уравнения переноса остаётся только параметр альbedo – квантовый выход однократного рассеяния. Несмотря на такое упрощение, в характеристиках отраженного назад излучения все особенности, касающиеся всех нейтральных точек, наблюдаемое в случае среды с конечной толщиной, сохраняются. Угловые характеристики имеют качественно такой же характер, что и в случае среды с конечной толщиной для отраженного излучения.

С теоретической точки зрения, исследования нейтральных точек в модели полубесконечной среды ещё интересны тем, что решение интегральных уравнений для  $H$ -функций методом итераций имеет очень высокую точность [5]. Это обстоятельство позволяет оценить точности решения уравнений для  $X(\mu), Y(\mu)$ -функций, рассчитанные для среды с конечной толщиной. Так как в модели сред с конечной толщиной в зависимости от значения альbedo и оптической толщины, численные значения интегральных уравнений для  $X(\mu), Y(\mu)$ -функций имеют низкую точность, и об этом было упомянуто в работе [7]. Несмотря на то, что для решения уравнения переноса разработаны различные методы, при решении поставленной задачи нами был выбран метод итерации. Преимущество этого метода перед другими заключается в том, что метод итерации позволяет оценить вклад в интенсивность и поляризацию вторичного излучения однократного, двукратного и т.д. рассеянного излучения. Это обстоятельство позволяет лучше понимать процесс образования характеристик вторичного излучения и анализировать физические явления наблюдаемые в среде, например, как нейтральные точки поляризации.

#### Постановка задачи

Пусть на среду падает плоская световая волна с полным потоком  $\pi \mathbf{F}$  и распространяется в направлении  $\mathbf{\Omega}_0(\theta_0, \varphi_0)$ . Интенсивность излучения в любой глубине ( $-z$ ) плоскости среды, распространяющиеся в направлении  $\mathbf{\Omega}(\theta, \varphi)$  определяется решением уравнения переноса [6],

$$\mu \frac{d\mathbf{I}(\tau, \mathbf{\Omega})}{d\tau} = \mathbf{I}(\tau, \mathbf{\Omega}) - \frac{\tilde{\omega}_0}{4\pi} \int_0^1 d\mu' \int_0^{2\pi} d\varphi' \mathbf{P}(\mathbf{\Omega}, \mathbf{\Omega}') \mathbf{I}(\tau, \mathbf{\Omega}') - \frac{\tilde{\omega}_0}{4} \exp(-\tau / \mu_0) \mathbf{P}(\mathbf{\Omega}, \mathbf{\Omega}_0) \mathbf{F}. \quad (1)$$

Здесь ось  $z$  перпендикулярно вверх направлена от плоскости падения первичного потока,  $\theta, \varphi$ -полярные и азимутальные углы,  $\tau = (\alpha_{\text{ум}} + \sigma)z$ -оптическая толщина среды,  $\tilde{\omega}_0$ -альbedo, квантовый выход однократного рассеяния,  $\mathbf{P}(\mathbf{\Omega}, \mathbf{\Omega}')$  - матрица однократного рэлеевского рассеяния размером (4x4), падающий поток также представляется в виде матрицы столбца Стокса  $\mathbf{F}(F_I, F_r, F_U, F_V)$ .

Интенсивность диффузно отражённого назад из среды излучения определяется через  $\mathbf{S}(\mathbf{\Omega}, \mathbf{\Omega}_0)$ -матрицы отражения, которое связывает с падающим потоком

$$\mathbf{I}^{\text{omp}}(\mathbf{\Omega}) = (\tilde{\omega}_0 / 4\mu) \mathbf{S}(\mathbf{\Omega}, \mathbf{\Omega}_0) \mathbf{F}(\tau = 0, \bar{\mathbf{\Omega}}_0). \quad (2)$$

Аналитический вид решения для матрицы  $\mathbf{S}(\mathbf{\Omega}, \mathbf{\Omega}_0)$  определяется при помощи уравнения переноса (1), и принципов инвариантности, и эту матрицу можно представить в виде суммы трёх независимых слагаемых [6],

$$\mathbf{S}(\mathbf{\Omega}, \mathbf{\Omega}_0) = \mathbf{Q} \{ (3/4) \mathbf{S}^{(0)}(\mu, \mu_{(1)}) + [(1 - \mu^2)(1 - \mu_0^2)]^{1/2} \mathbf{S}^{(1)}(\mathbf{\Omega}, \mathbf{\Omega}_0) \mathbf{P}^{(1)}(\mu, \varphi, -\mu_0, \varphi_0) + \mathbf{S}^{(2)}(\mathbf{\Omega}, \mathbf{\Omega}_0) \mathbf{P}^{(2)}(\mu, \varphi, -\mu_0, \varphi_0) \}. \quad (3)$$

Аналитический вид решения этих уравнений довольно громоздкий и для краткости здесь их приводить не будем (см. [3]).

#### Результаты численных расчётов

Обычно в уравнении переноса излучения в качестве углового переменного используется величина  $\mu = \cos \theta$ . Наши расчёты показывают, что если в качестве переменного использовать геометрический угол  $\theta$ , то точность результатов расчёта увеличивается, особенно вблизи

ФИЗИКА, ТЕХНИКА

$\mu \rightarrow 0$ . Это связано с тем, что в численных расчётах, при проведении интегрирования по  $\mu$ , пространство по углам разделяется неоднородно. Например, если разделить  $\mu$  в интервале  $[0,1]$  в сорока точках, к первому шагу интервала  $\Delta\mu = 0 - 0.025$ , соответствует угол  $\Delta\theta \approx 10^0$ . Если учесть, что имеется такое неравномерное распределение пространства по  $\mu$ , то нетрудно объяснить, что в работах, посвященных изучению характеристик нейтральных точек в слоях атмосферы, не определено положение точки Араго [8,9]. Так как, эта точка наблюдается только, когда солнце находится вблизи горизонта ( $\mu \rightarrow 0$ ).

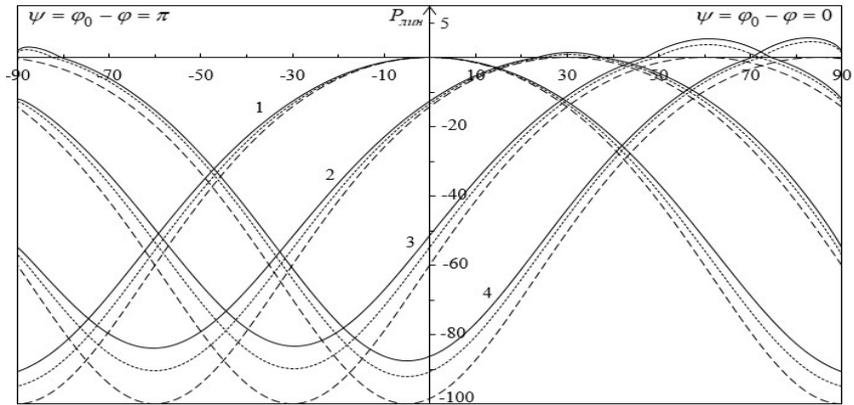


Рис.1. Зависимости поляризации отраженного назад излучения от кратности рассеяний, в случае  $\tilde{\omega}_0 = 0.5$ . Пунктирные кривые описывают однократные рассеяния, точечные двукратные, жирные кривые результаты точного рассеяния. Углы освещения:  $\theta_0 = 0^0$

Решение поставленной задачи определяется восемью нелинейными интегральными уравнениями для  $X(\mu)$  – функций, переходящие при  $\tau \rightarrow \infty$  на  $H$  – функции. Решения этих уравнений можно определять с высокой точностью, методом итераций, путём численных расчётов на ЭВМ.

Рассмотрим случай, когда среда возбуждается неполяризованным излучением. Стоксовы параметры возбуждающего излучения имеют следующие значения.

$$F_l = F_r = F / 2, F_U = F_V = 0. \tag{4}$$

На рис.1,2 приведены результаты точного расчёта угловой зависимости поляризации отраженного вторичного излучения для двух значений альбеда:  $\tilde{\omega}_0 = 0.5$  и  $\tilde{\omega}_0 = 0.9$ . Полярные углы возбуждения и наблюдения лежат в одной меридиональной плоскости  $\psi = \varphi_0 - \varphi = 0, \pi$ . Расчёты показывают, что при больших значениях углов возбуждения, вблизи точки  $\theta_0 \approx 90^0$  в меридиональной полуплоскости возбуждение наблюдается точка Бабинне, а в другой полуплоскости точка Араго. С уменьшением

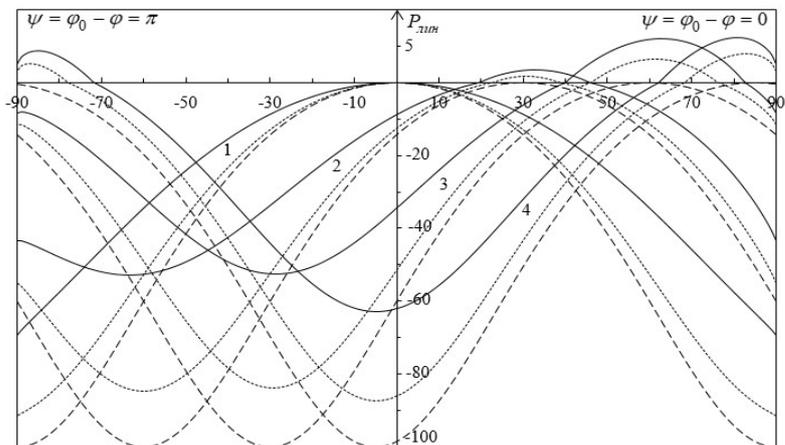


Рис.2. Зависимости поляризации вторичного излучения от кратности рассеяния, в случае  $\tilde{\omega}_0 = 0.9$ . Пунктирные кривые описывают однократные рассеяния, точечные двукратные, жирные кривые результаты точного рассеяния. Углы освещения:  $\theta_0 = 0^0$  (кр. 1),  $\theta_0 = 30^0$  (2),  $\theta_0 = 60^0$  (3),  $\theta_0 = 85^0$  (4).

значения угла возбуждения, в зависимости от значения альбеда, с некоторого угла  $\tilde{\theta}_0 \approx \theta_0$ , точка Араго исчезает, но около точки Бабинне появляется точка Брюстера. Когда  $\tilde{\omega}_0 = 0.5$ , значение этого угла равно  $\tilde{\theta}_0 \approx 82^0$ . С увеличением значения альбеда точка Араго

наблюдается при более больших углах освещения. При  $\tilde{\omega}_0 = 0.9$  значение этого угла составляет  $\tilde{\theta}_0 \approx 72^\circ$ . С уменьшением значения угла возбуждения  $\theta_0$ , точки Бабиня и Брюстера смещаются в сторону точки зенита, а угловые расстояния между ними сначала увеличиваются до значения  $\theta_0 \approx 50^\circ$ , а затем сокращаются и сливаются в одной точке, при  $\theta_0 = 0^\circ$ . Увеличение значения альбеда также приводит к расширению углового расстояния между этими точками. При этом увеличивается амплитуда поляризации в области между нейтральными точками, но в отрицательной части характеристик, поляризация падает. Максимумы поляризации соответствуют к точке, когда направления распространения падающее и отраженного излучения взаимно перпендикулярны. Максимум поляризации между нейтральными точками Бабиня и Брюстера соответствует углу падения падающего излучения, т.е. максимум наблюдается при отражении падающего излучения назад. Такое поведение нейтральных точек аналогично картине, наблюдаемой для отраженного излучения в модели сред с конечной толщиной [4].

На рисунках 1 и 2 также приведены результаты расчёта угловой характеристики степени поляризации вторичного излучения, от кратности рассеяния для двух значений альбеда. Расчёты на рис.1 проведены для рассеивающей среды при  $\tilde{\omega}_0 = 0.5$ , когда значения коэффициента поглощения и рассеяния среды равны  $\sigma = \alpha_{уст}$ . Из графиков видно, что для образования нейтральных точек в поляризационных характеристиках вторичного излучения, достаточно двукратного рассеяния первичного излучения в среде. Увеличение числа рассеяний приводит к увеличению значения поляризации излучения между нейтральными точками, и к уменьшению максимальной поляризации.

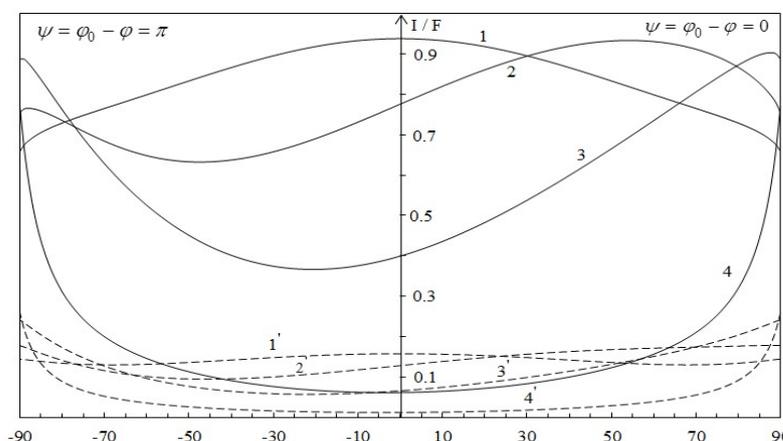


Рис.3. Угловые зависимости интенсивности вторичного излучения для двух значений альбеда. Пунктирные кривые рассчитаны при  $\tilde{\omega}_0 = 1/3$ , жирные при  $\tilde{\omega}_0 = 0.9$ . Углы освещения:  $\theta_0 = 0^\circ$  (крив. 1, 1'),  $\theta_0 = 30^\circ$  ( 2, 2' ),  $\theta_0 = 60^\circ$  ( 3, 3' ),  $\theta_0 = 85^\circ$  ( 4).

На рис.2 расчёты выполнены в случае сильно рассеивающей среды, когда  $\sigma = 9\alpha_{уст}$  и  $\tilde{\omega}_0 = 0.9$ , значения коэффициента рассеяния намного больше, чем значение коэффициента поглощения. В этом случае значения степени поляризации в области между нейтральных точек заметно выше, чем на рис.1, а в области отрицательных поляризаций деполаризация увеличивается в соответствии с результатами, что на рис.1.

Результаты этих расчётов показывают, что при возбуждении среды неполяризованным излучением, по всей меридиональной плоскости падения и наблюдения, разница между  $I_l, I_r$  компонентами интенсивности отраженного излучения дважды меняет знак.

Для проверки ниже приведены результаты аналитического расчёта угловых характеристик степени поляризации в уравнениях (1)-(3), в случае однократного рассеяния,

$$P_{лин} = (I_l - I_r) / (I_l + I_r) =$$

$$= \frac{2\alpha^2 - (1 - \mu_0^2)(1 - \mu^2) + 4\mu\mu_0\alpha \cos(\varphi_0 - \varphi) - (1 - \mu_0^2)(1 + \mu^2) \cos 2(\varphi_0 - \varphi)}{2\alpha^2 - (1 - \mu_0^2)(1 - \mu^2) + 4\mu\mu_0\alpha \cos(\varphi_0 - \varphi) - \alpha^2 \cos 2(\varphi_0 - \varphi)}, \quad (5)$$

где,  $\alpha = ((1 - \mu_0^2)(1 - \mu^2))^{1/2}$ ,  $\varphi_0, \varphi$  - азимутальные углы падающего и рассеянного излучения. Результаты расчёта угловых характеристик поляризации при первой итерации, рассчитанные по точной (3) и по аналитической формуле (5), совпадают с высокой точностью.

На рис.3 приведены угловые характеристики интенсивности вторичного излучения для двух значений альбеда. Из графиков видно, что в геометрии нормального падения и отражения назад  $\theta_0 = \theta = 0$ , интенсивность вторичного излучения максимальная. С отклонением угла возбуждения от нормали максимум интенсивности смещается в сторону горизонта. С увеличением значения квантового выхода однократного рассеяния, увеличивается интенсивность вторичного излучения во всех углах освещения и наблюдения. В точках поворота поляризации, интенсивность также изменяет значения по модулю.

#### Литература:

1. Сушкевич Т.А. О достижении теории переноса излучения. Моделирование переноса излучения в природных средах. "Материалы пятнадцатой открытой всероссийской конференции. "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса". – М.: Институт космических исследований РАН, 2017 (2008).
2. Lei Yan, Taxia Wu, Xueji Wang. Polarization Remote Sensing for Land Observation. 2017. DOI: 10.5772/intechopen.79937.
3. Собиров М.М., Розиков Ж.Ю. Некоторые вопросы теории переноса поляризованного излучения в изотропной среде с конечной оптической толщиной, *Научно-технический журнал*, Ферганский ПИ, 24, 4, 2020. стр.15-24.
4. Собиров М.М., Розиков Ж.Ю. Поляризационные характеристики диффузно отраженного и пропущенного излучения в среде с конечной оптической толщиной, *Узбекский физический журнал*, АН РУзб. Ташкент, (принято в печать) 2021.
5. J.Lenoble. Importance de la polarization dans le rayonnement diffuse par une atmosphere planetair, *Journal of Quantativ Spektroskopy and Radiativ Transfer*, 10, 533, 1970.
6. Ивченко Е.Л., Пикус Г.Е., Юлдашев Н.Х. "Перенос поляризованного излучения в кристаллах в экситонной области спектра. Влияние переизлучения. *Журнал экспериментальной и теоретической физики*, 1980, 79, 1573-1590.
7. Vijay Natraj, King-Fai Li, and Yuk L.Yung." Rayleigh scattering in planetary atmospheres: Corrected tables through accurate computation of X and Y functions", *The Astrophysical Journal*, 609:19091920.2009. February.
8. Чандрасекар С. *Перенос лучистой энергии*. – М.: Иностранная литература, 1953.
9. Coulson, K. L., *Polarization and intensity of light in the atmosphere*. 1988: A. Deepak Publishing.

(Рецензент: С.Отажонов – доктор физико-математических наук).