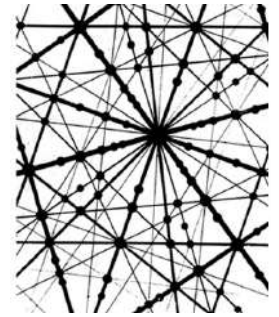




**50-я Международная Тулиновская конференция по  
Физике Взаимодействия Заряженных Частиц с  
Кристаллами**

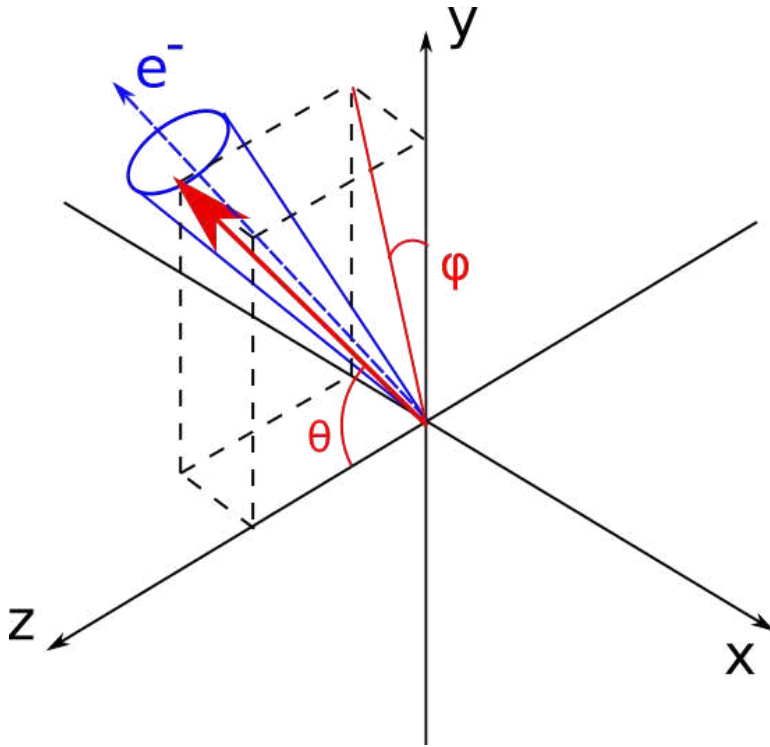
Москва, МГУ им М.В. Ломоносова, 25-27 мая 2021



# **УГЛОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯРИЗОВАННОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ЧЕРЕНКОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ СКОЛЬЗЯЩИХ УГЛАХ ВЫЛЕТА**

**Южный федеральный университет  
Булгакова М.В., Малышевский В.С., Фомин Г.В.**

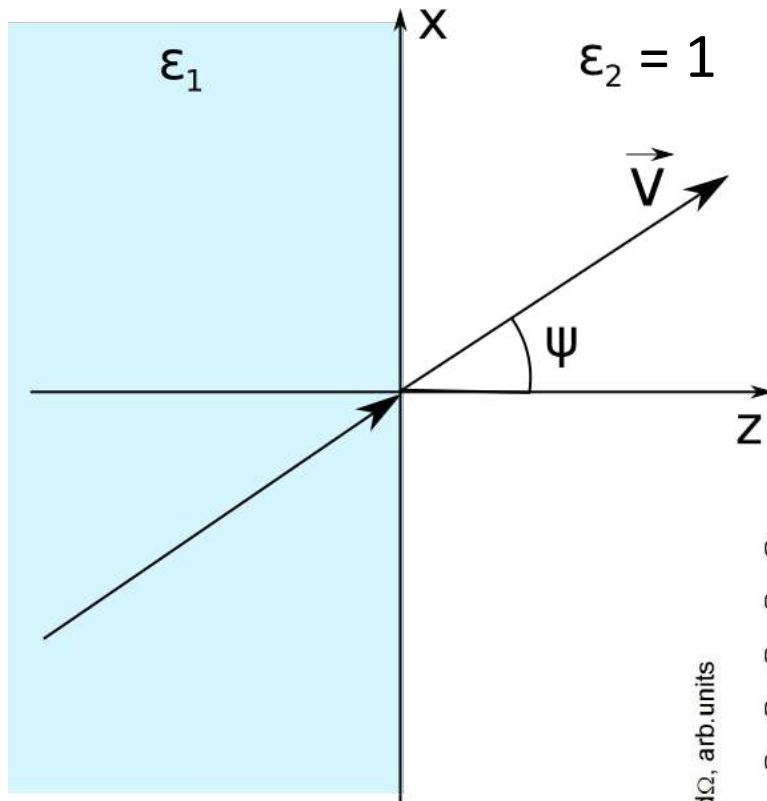
# Постановка задачи



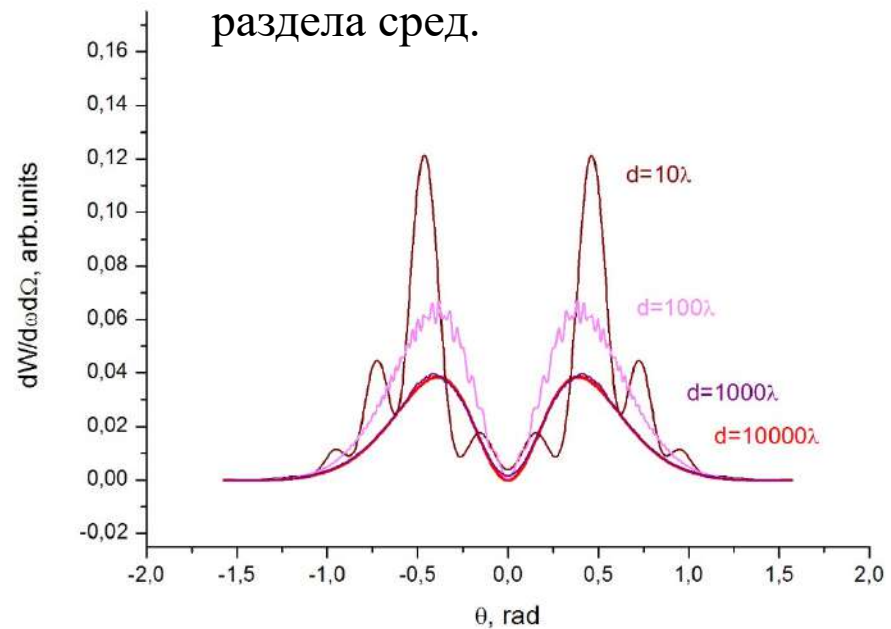
При нормальном падении частиц на поверхность раздела двух сред возникающее переходное и Черенковское излучение поляризовано в плоскости, содержащей нормаль к поверхности (ось  $z$ ) и волновой вектор (плоскость излучения). Следуя Тер-Микаэляну, будем называть это **продольной поляризацией**.

При «косом» падении частиц под углом к поверхности раздела двух сред возникает дополнительная поляризация излучения в плоскости, ортогональной к плоскости излучения. Следуя Тер-Микаэляну, будем называть это **поперечной поляризацией**.

# Постановка задачи



Цель работы - исследовать угловое распределение излучения в рентгеновском диапазоне, поляризованного как в плоскости, содержащей нормаль к поверхности и волновой вектор так и ортогональной к ней при вылете частиц под углом к поверхности раздела сред.



# Расчет спектральной плотности излучения

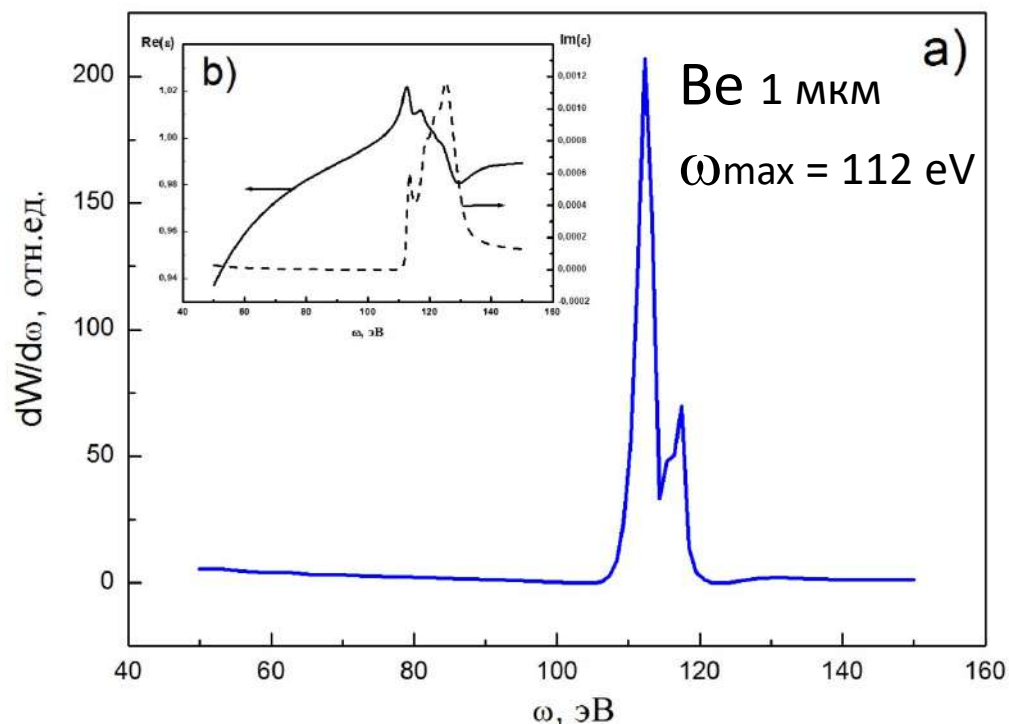
## Продольная поляризация

$$I^{\parallel}(\vec{n}, \omega) = \frac{\beta_z^2 \cos^2 \theta_z |1 - \varepsilon|^2}{[(1 - \beta_x \cos \theta_x)^2 - \beta_z^2 \cos^2 \theta_z]^2 \sin^2 \theta_z} \times \left| \frac{\left(1 - \beta_z \sqrt{\varepsilon - \sin^2 \theta_z} - \beta_z^2 - \beta_x \cos \theta_x\right) \sin^2 \theta_z + \beta_x \beta_z \cos \theta_x \sqrt{\varepsilon - \sin^2 \theta_z}}{\left(1 - \beta_x \cos \theta_x - \beta_z \sqrt{\varepsilon - \sin^2 \theta_z}\right) \left(\sqrt{\varepsilon - \sin^2 \theta_z} + \varepsilon \cos \theta_x\right)} \right|^2$$

## Поперечная поляризация

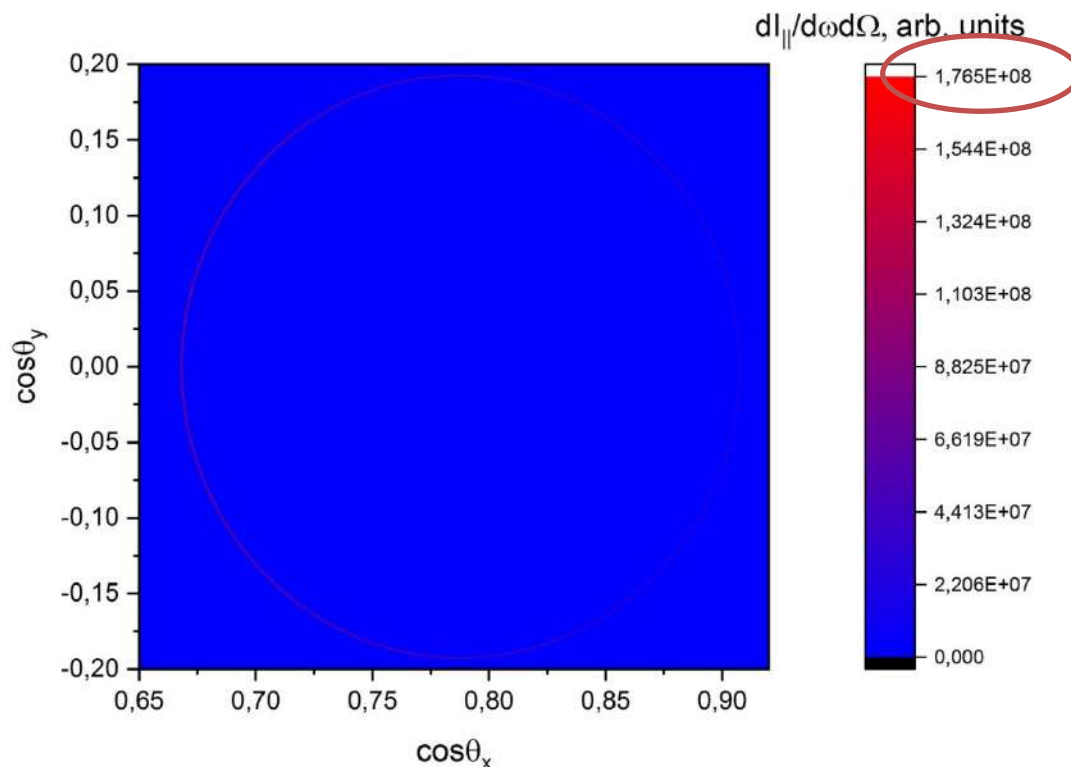
$$I^{\perp}(\vec{n}, \omega) = \frac{\beta_x^2 \beta_z^4 \cos^2 \theta_y \cos^2 \theta_z |1 - \varepsilon|^2}{[(1 - \beta_x \cos \theta_x)^2 - \beta_z^2 \cos^2 \theta_z] \sin^2 \theta_z} \times \left| \left(1 - \beta_x \cos \theta_x - \beta_z \sqrt{\varepsilon - \sin^2 \theta_z}\right) \left(\sqrt{\varepsilon - \sin^2 \theta_z} + \cos \theta_x\right) \right|^{-2}$$

# Черенковское излучение в рентгеновском диапазоне



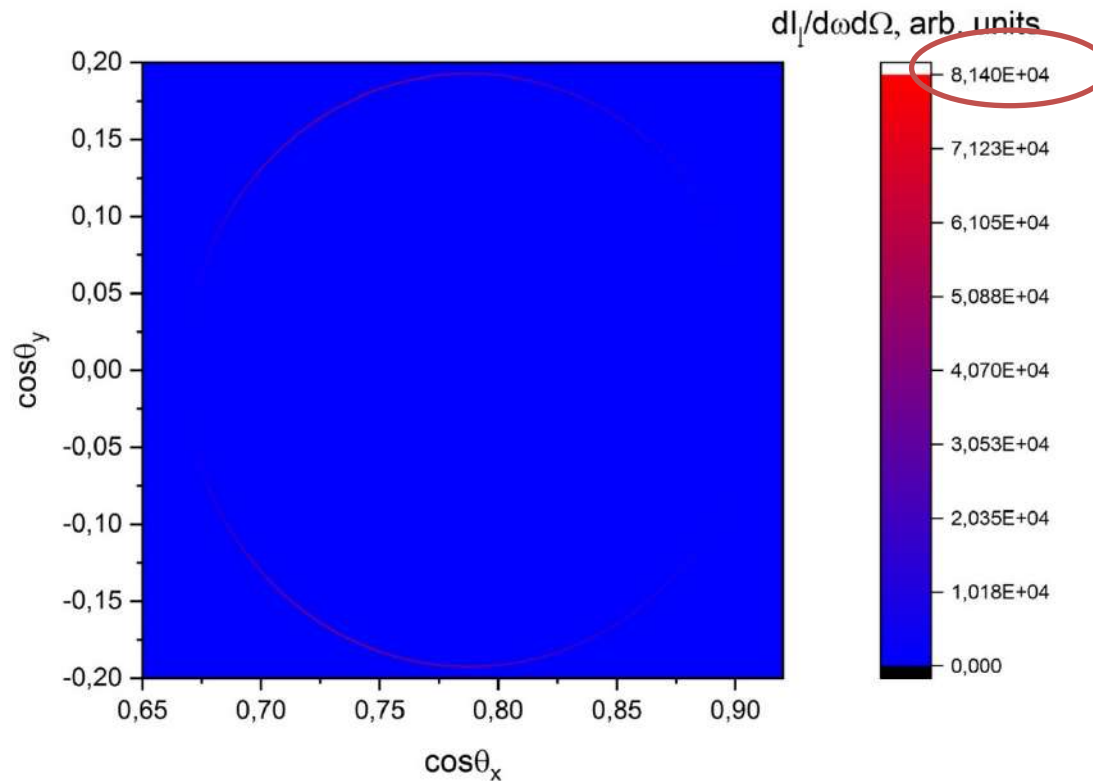
Спектральное распределение электромагнитного излучения в направлении «вперед» в рентгеновском диапазоне частот в бериллиевой пластинке толщиной 1 мкм при выполнении порога возникновения излучения Вавилова-Черенкова при  $\gamma=10$  (a). На вставке (b) – дисперсия действительной и мнимой части диэлектрической проницаемости в бериллии.

# Результаты: угловое распределение Черенковского излучения (продольная поляризация)



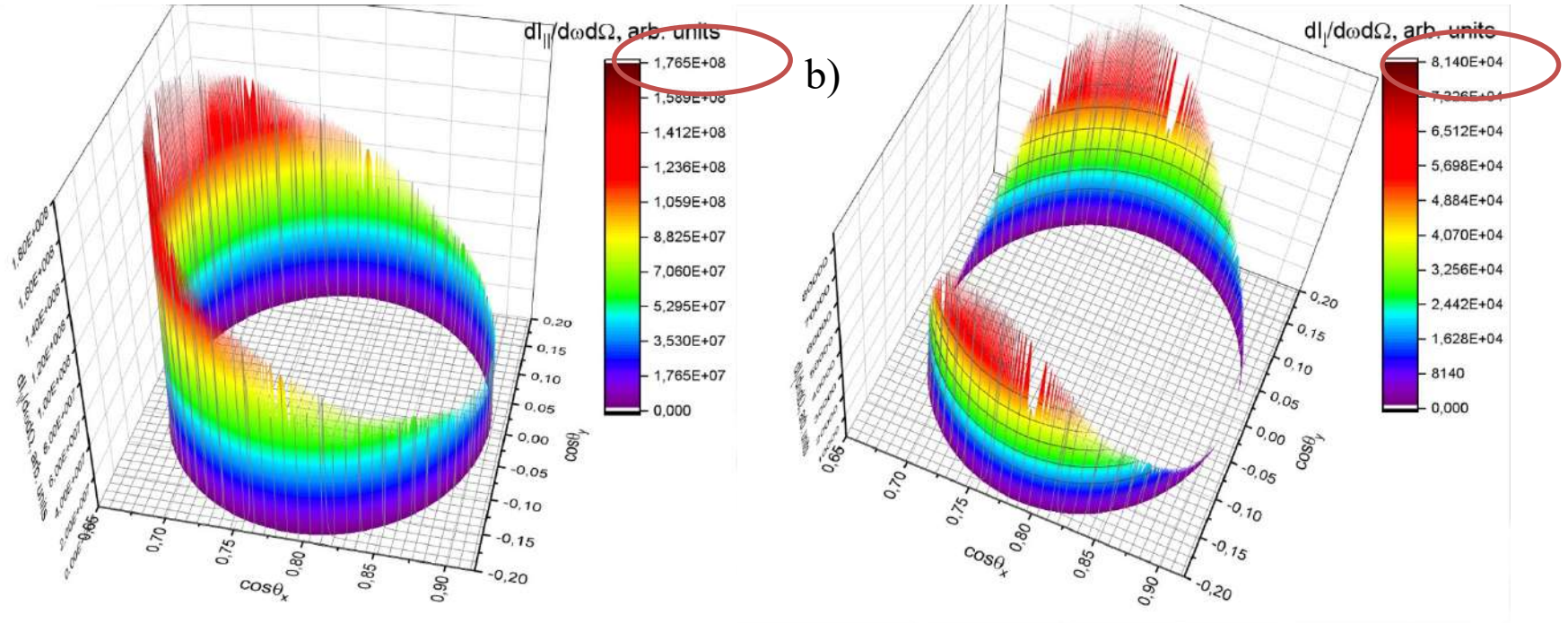
Продольная поляризация спектральной плотности Черенковского излучения в рентгеновском диапазоне частот при влете частицы с энергией  $\gamma=10$  в бериллий под углом  $\psi=51,62^\circ$

# Результаты: угловое распределение Черенковского излучения (поперечная поляризация)



Поперечная поляризация спектральной плотности черенковского излучения в рентгеновском диапазоне частот при влете частицы с энергией  $\gamma=10$  в бериллий под углом  $\psi=51,62^\circ$

# Результаты: угловое распределение Черенковского излучения (продольная и поперечная поляризации)

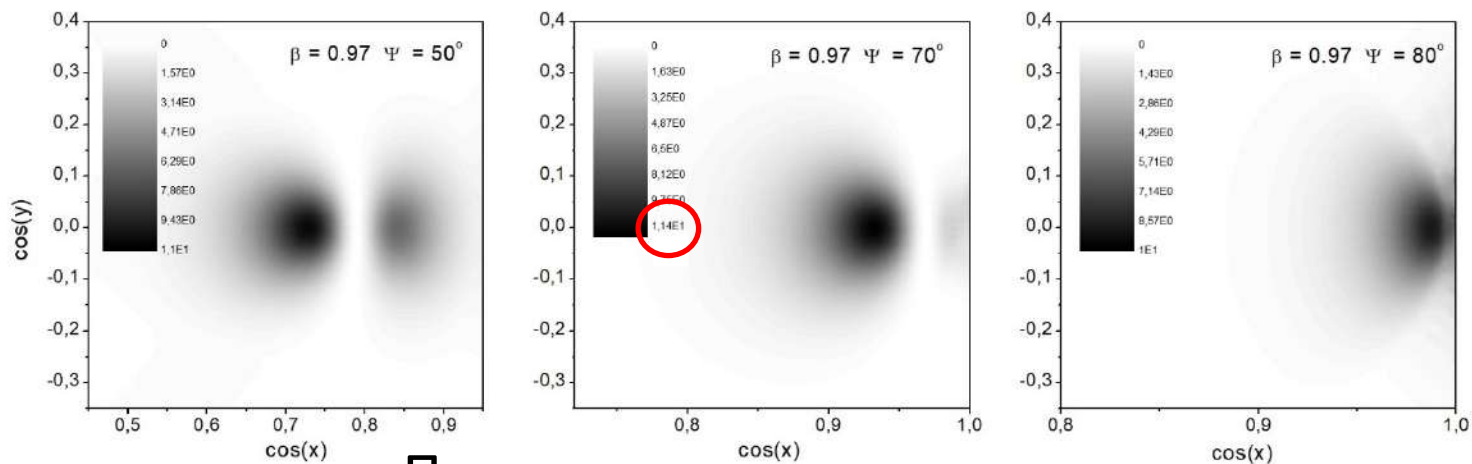


Угловое распределение Черенковского излучения в рентгеновском диапазоне частот при влете частицы с энергией  $\gamma=10$  в бериллий под углом  $\psi=51,62^\circ$  а) продольная поляризация, б) поперечная поляризация

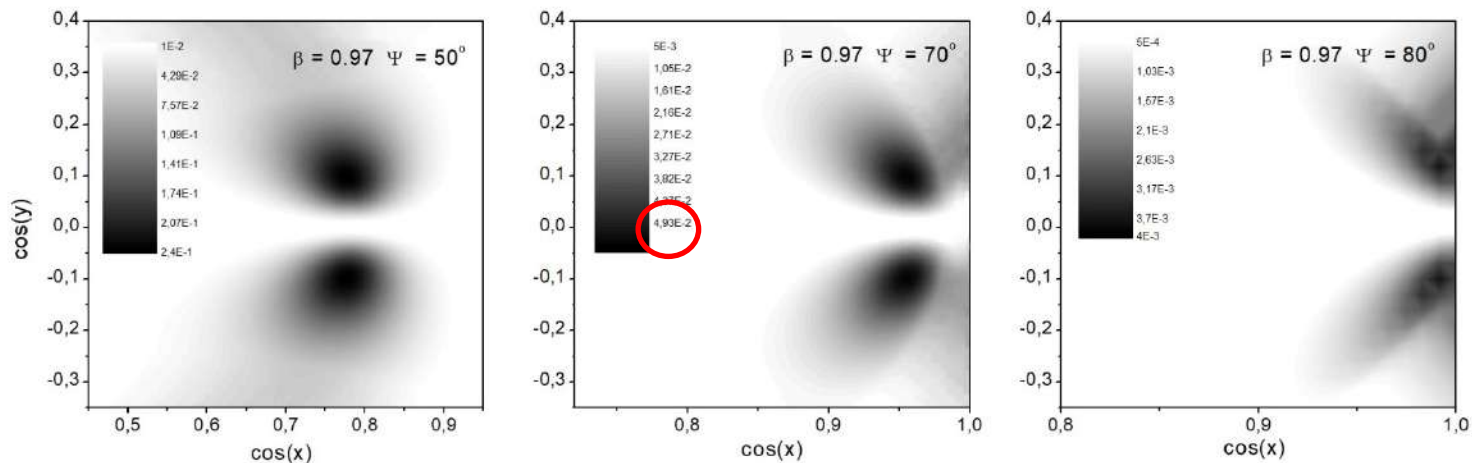


# Результаты: угловое распределение излучения до Черенковского порога при разных углах влета

## Продольная поляризация

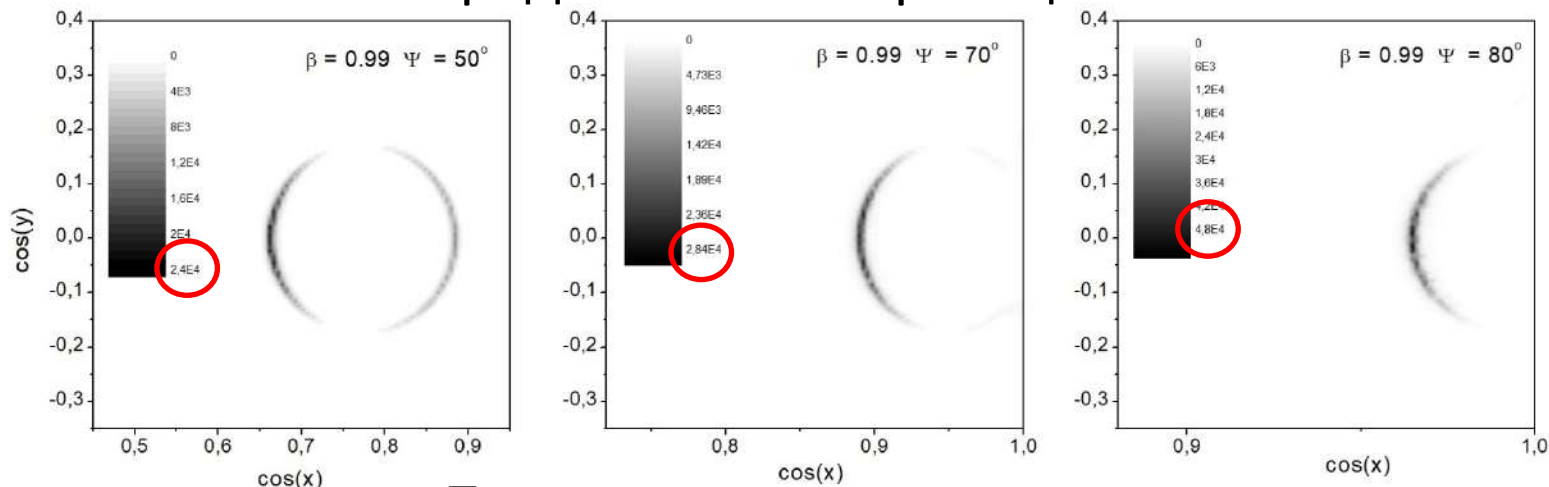


## Поперечная поляризация

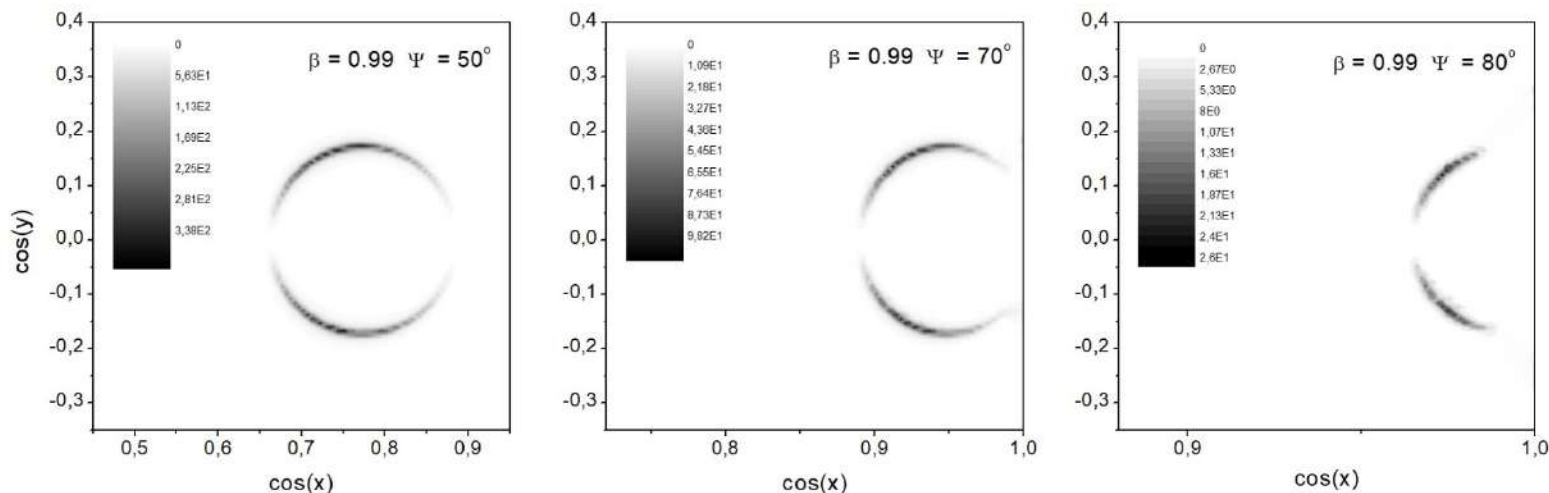


# Результаты: угловое распределение Черенковского излучения при разных углах влета

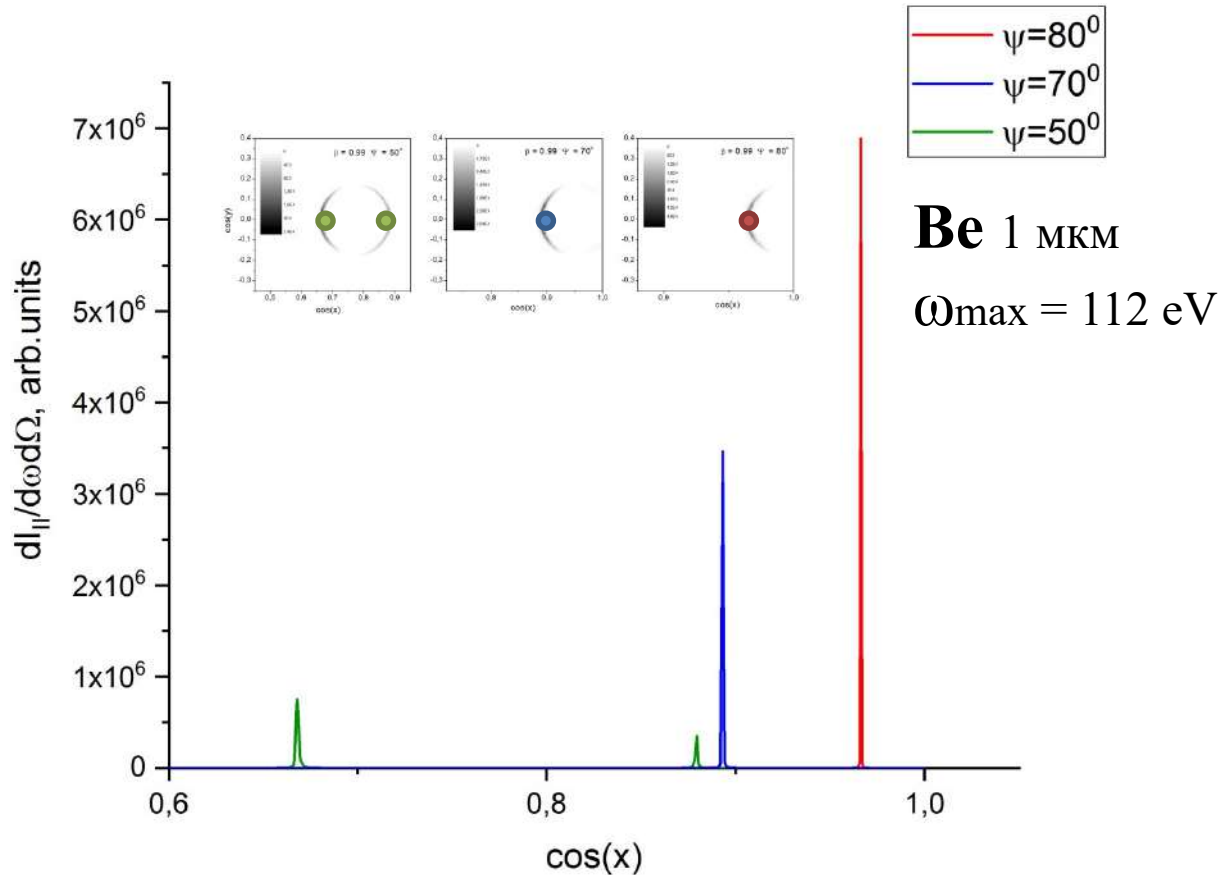
## Продольная поляризация



## Поперечная поляризация



# Результаты: угловое распределение Черенковского излучения при разных углах влета



Спектральное распределение продольной поляризации электромагнитного излучения в рентгеновском диапазоне частот в бериллиевой пластинке толщиной 1 мкм при выполнении порога возникновения излучения Вавилова-Черенкова при различных углах влета.

## ГЛАВНЫЕ ВЫВОДЫ:

- При увеличении угла между направлением скорости частицы и нормалью к поверхности раздела двух сред интенсивность излучения с продольной поляризацией в максимуме возрастает в несколько раз по сравнению со случаем нормального падения.
- При скользящем угле падения поперечная составляющая поляризации излучения практически исчезает.
- Полученные результаты могут быть полезны при проектировании источников поляризованного рентгеновского излучения на основе эффекта Вавилова-Черенкова.

***«Излучение Вавилова – Черенкова  
проливает свет на многое, в буквальном  
смысле, освещая путь к новым научным  
открытиям, а кому-то просто  
«освещает» жизнь.  
Например, рыбам на многокилометровой  
глубине океана»***