

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И АСТРОФИЗИКИ

НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

- ❖ Гравитация: «темная материя и темная энергия»; наблюдательные данные современной астрофизики
- ❖ Физика элементарных частиц и теория поля: поиск единой теории поля; эффекты вне Стандартной модели – поиск и описание эффектов «новой физики»;
- ❖ Физика конденсированных сред: поиск принципиально новых методов описания многочастичных систем; методов решения обратной задачи рассеяния; электродинамика и оптика сложных многокомпонентных структур, фотонных кристаллов и метаматериалов
- ❖ Квантовые компьютеры и квантовая информатика

СПЕЦКУРСЫ (~ 1200 часов)

Распределение по группам предметов



■ Математика

■ Оптика

■ Теория поля

■ Теория относит.

■ Элем. частицы

■ Прочее

СПЕЦКУРСЫ

1. Теория непрерывных групп
2. Дифференциальная геометрия и топология
3. Тензорный анализ
4. Спинорный анализ
5. Операторные методы в электродинамике и механике сплошных сред

6. Основы специальной теории относительности
7. Общая теория относительности
8. Релятивистская кинетика
9. Релятивистская астрофизика
10. Космология и астрофизика

11. Электродинамика сплошных сред
12. Классическая теория поля
13. Функциональное интегрирование в квантовой теории поля
14. Квантовая электродинамика
15. Квантовая оптика
16. Физика высоких энергий
17. Физика элементарных частиц

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- ❖ Теория гравитации и астрофизика
- ❖ Частицы и поля
- ❖ Теория конденсированного состояния
- ❖ Математические методы в физике

Теория гравитации и астрофизика

- Несингулярная космология и калибровочная теория гравитации:

Профессор А.В. Минкевич, доцент А.С. Гаркун

Minkevich A.V. Limiting energy density and gravity in Riemann-Cartan space-time. – J. Cosmology and Astroparticle Phys. – 2022. Vol. 2022.

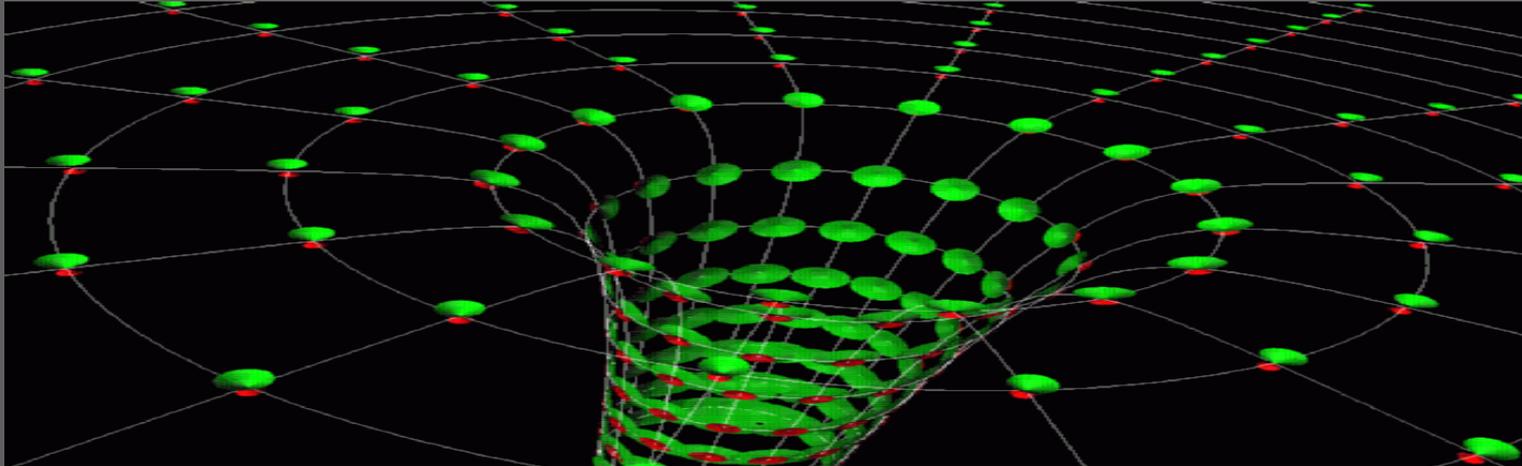


Теория гравитации и астрофизика

- **Физические эффекты в сильных гравитационных полях:**

Профессор А.К. Горбацевич, доцент С.О. Комаров

Komarov S. Optical Characteristics of Electromagnetic Radiation, Emitted by Particles or Stars Moving Near Supermassive Black Hole. – Galaxies. – 2021. – V. 9(3). – P. 57.



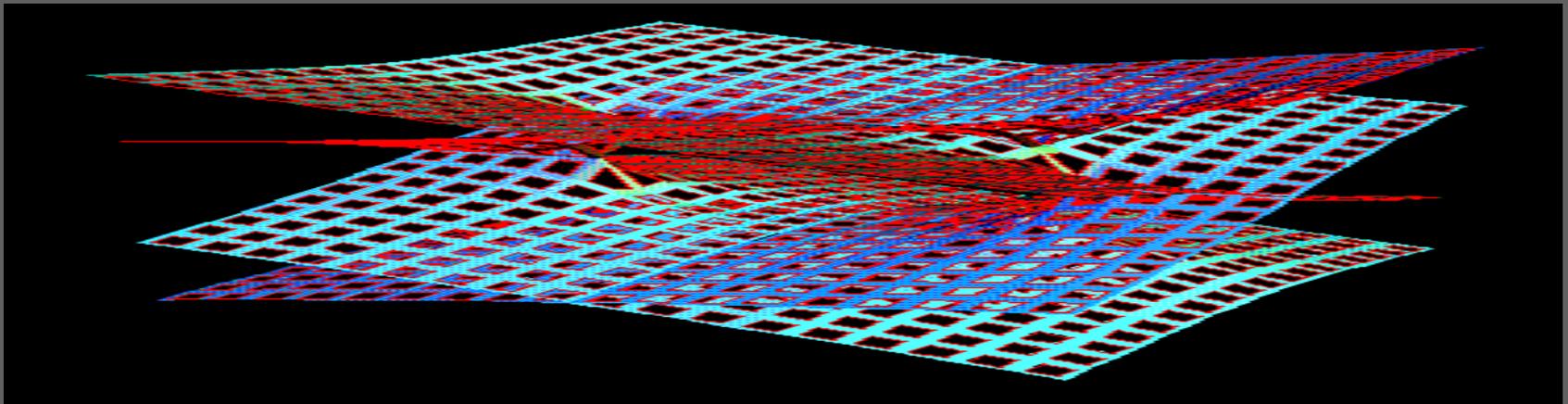
Частицы и поля

- Симметрии физических полей:

Профессор В.И. Стражев

- Физика частиц и квантовый хаос:

Доцент Р.Г. Шуляковский

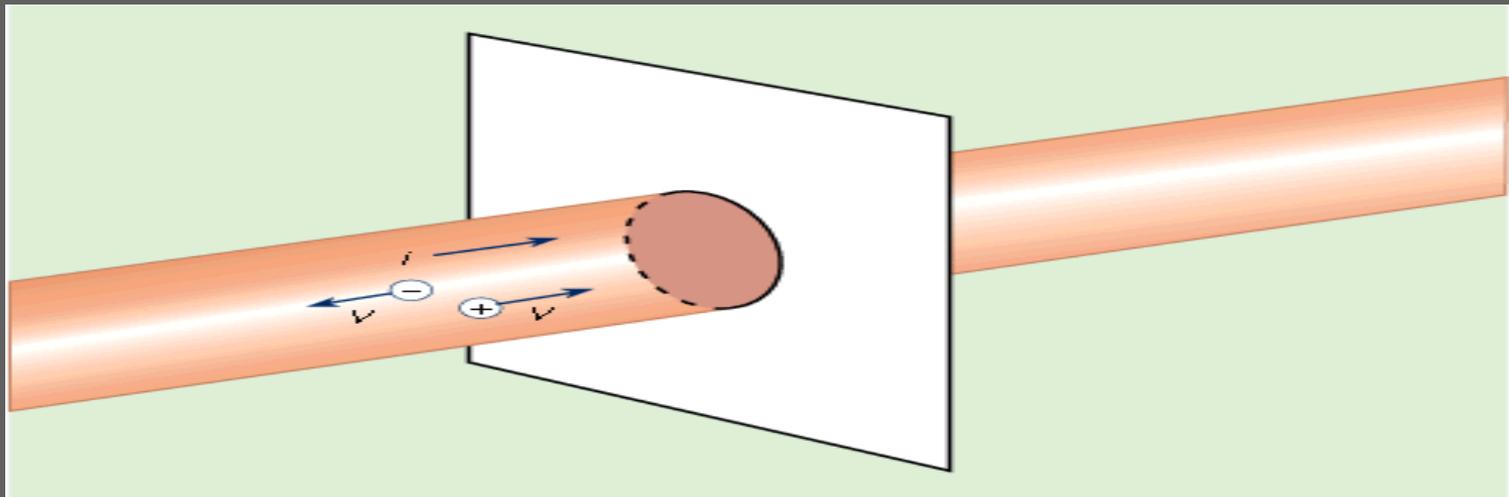


Частицы и поля

- Процессы рассеяния лептонов и бозонов на фотонных линейных коллайдерах и поиск «новой физики»:

Профессор Т.В. Шишкина, асс. И.А. Шершень

Shershan I.A., Shishkina T.V. Modern Techniques for Real Photon contribution problem solution. – Nonlin. Phen. Compl. Sys. – 2021. – Vol. 24.– P. 184-191.

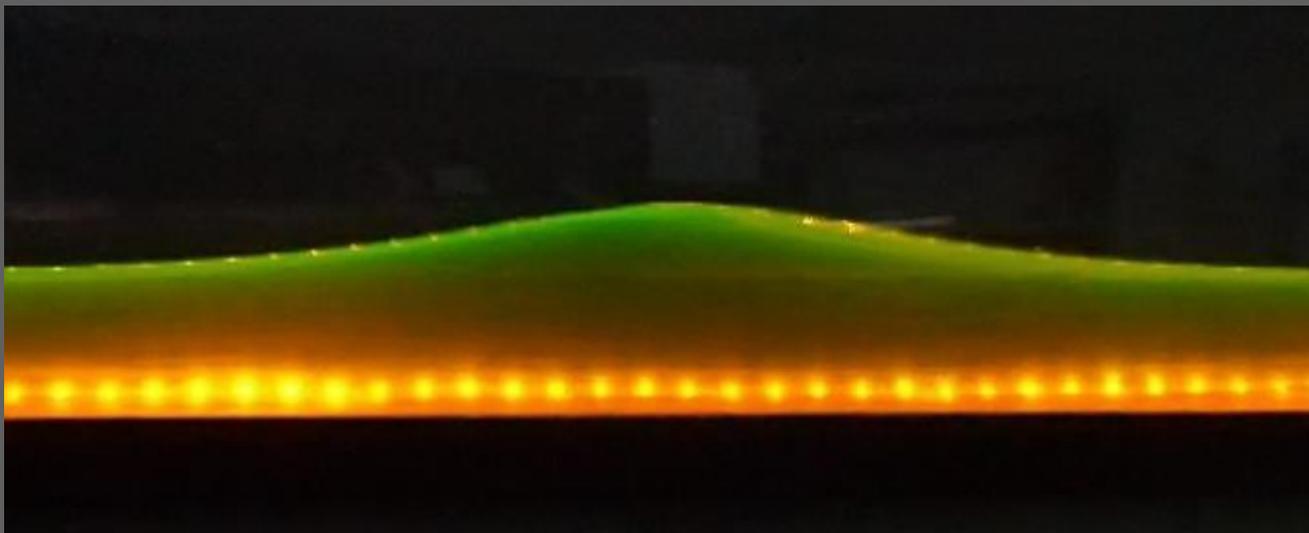


Частицы и поля

- Солитоны в теории поля, скирмионы, бозонные звезды

Профессор Я.М. Шнир

Shnir Y. Bosen Stars. – 2022. – V. 133. – arXiv:2204.06374 [gr-qc].
Loiko V., Perapechka I., Shnir Y. Q-chains in the U(1)-gauged Friedberg-Lee-Sirlin model. – Europhys. Lett. (EPL). – 2021. – V. 133. – 41001.

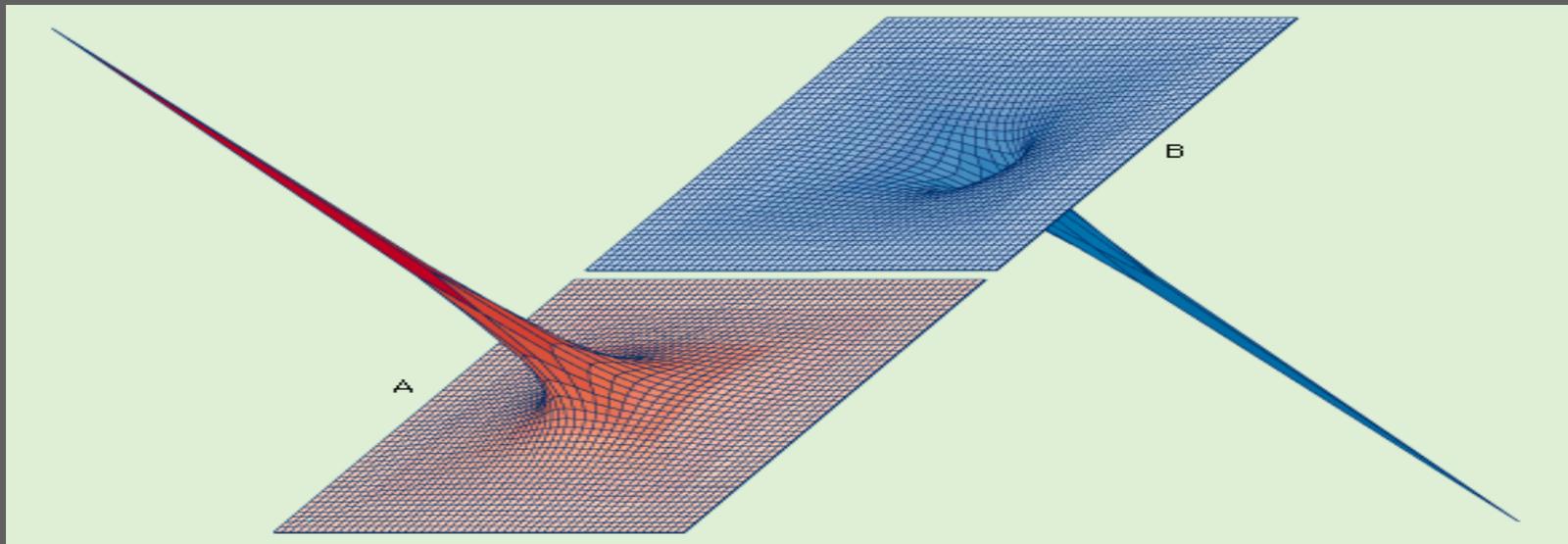


Теория конденсированного состояния

- Конструирование и описание электромагнитных пинцетов, локализованные электромагнитные поля:

Профессор Г.Н. Борздов

Borzdov G. N. Localized electromagnetic and weak gravitational fields in the source-free space. – Phys. Rev. E. – 2021. – V. 63. – 036606.



Теория конденсированного состояния

- Объемные и поверхностные электромагнитные и акустические волны в сложных средах:

Профессор А.В. Новицкий, профессор А.Н. Фурс

Furs A.N. Debye Temperature for Materials with Arbitrary Anisotropy As a Function of the Series of Elastic Moduli. – Crystallography Reports. – 2022. – Vol. 67, No. 7. – P. 1224–1230.

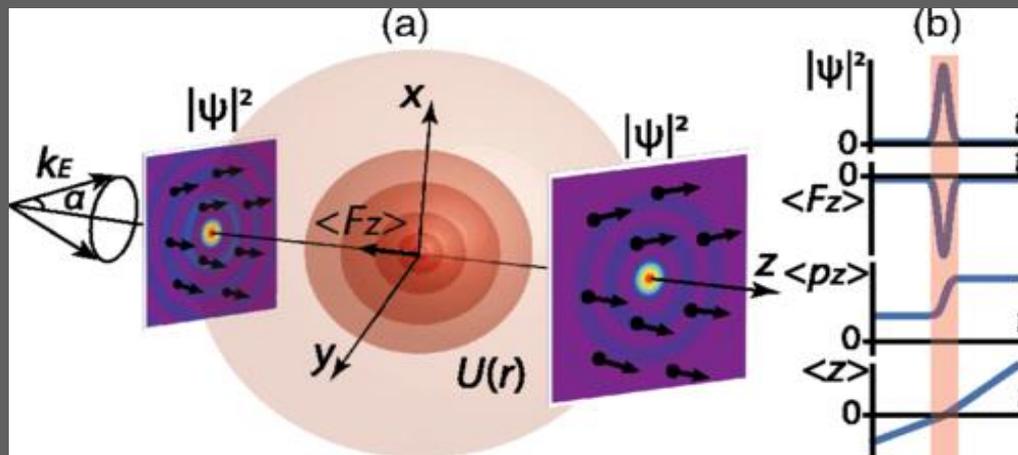


Теория конденсированного состояния

- Распространение света и частиц в метаматериалах, многослойных структурах и фотонных кристаллах, РТ-симметричные среды:

Профессор А.В. Новицкий, доцент В.В. Жилко

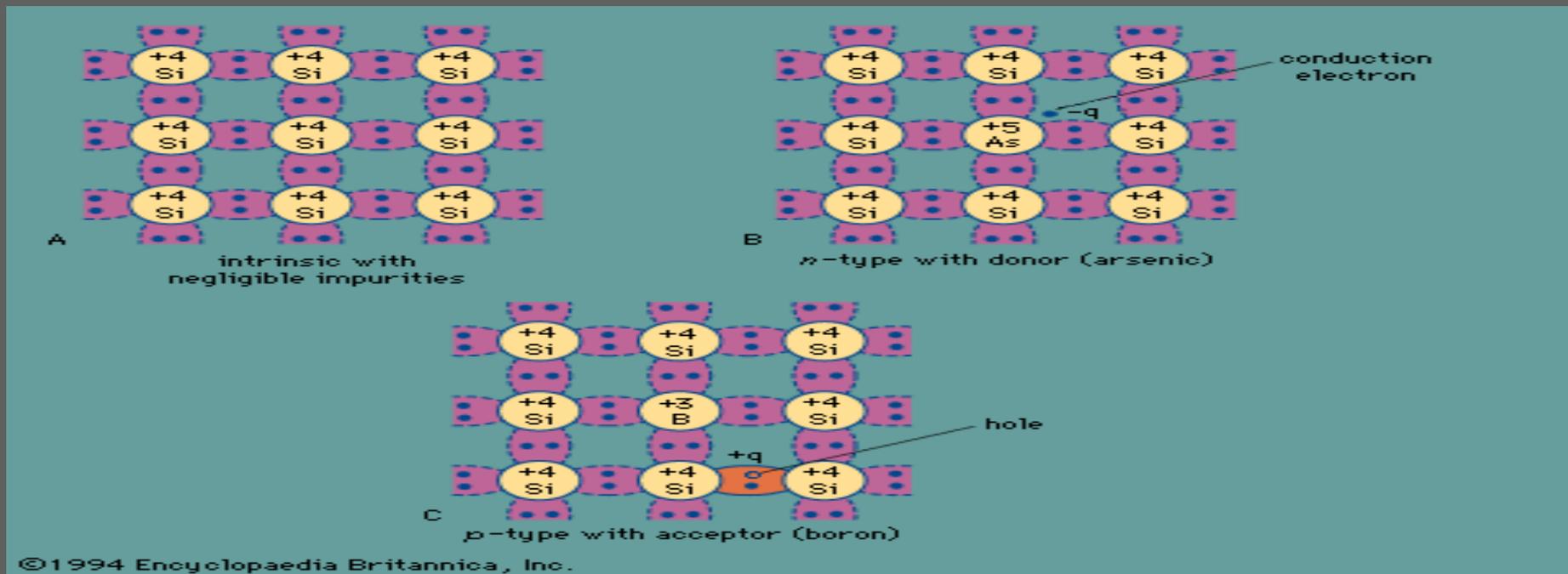
Purcell factor in PT-symmetric waveguides. In Chirality, Magnetism and Magnetoelectricity. A. Karabchevsky, A. Novitsky, F. Morozko; Ed. E. Kamenetskii. — Springer International Publishing — 2021. P. 493-522.



Теория конденсированного состояния

- Квантовая оптика и физические модели квантовых компьютеров:

Профессор С.Я. Килин

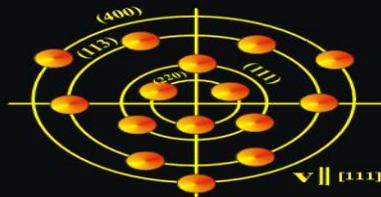
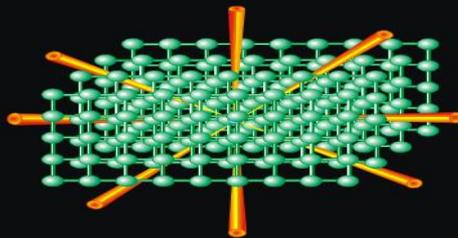


Теория конденсированного состояния

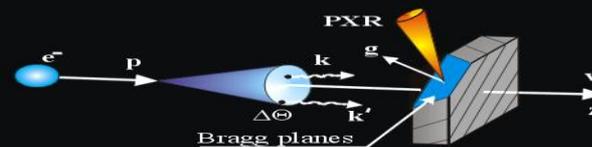
- Квантовые и когерентные явления в конденсированных средах:

Профессор И.Д. Феранчук

A.U. Leonau, N.Q. San, A.P. Ulyanenko, O.D. Skoromnik, I.D. Feranchuk.
Eigenstates of two-level systems in a single-mode quantum field: from quantum Rabi model to N-atom Dicke model in Coulomb gauge. – J. Phys. A: Math. Gen. – 2022. V.55. – P. 485301.



The distribution of the most intense reflections of the PXR from the crystal with diamond type structure.



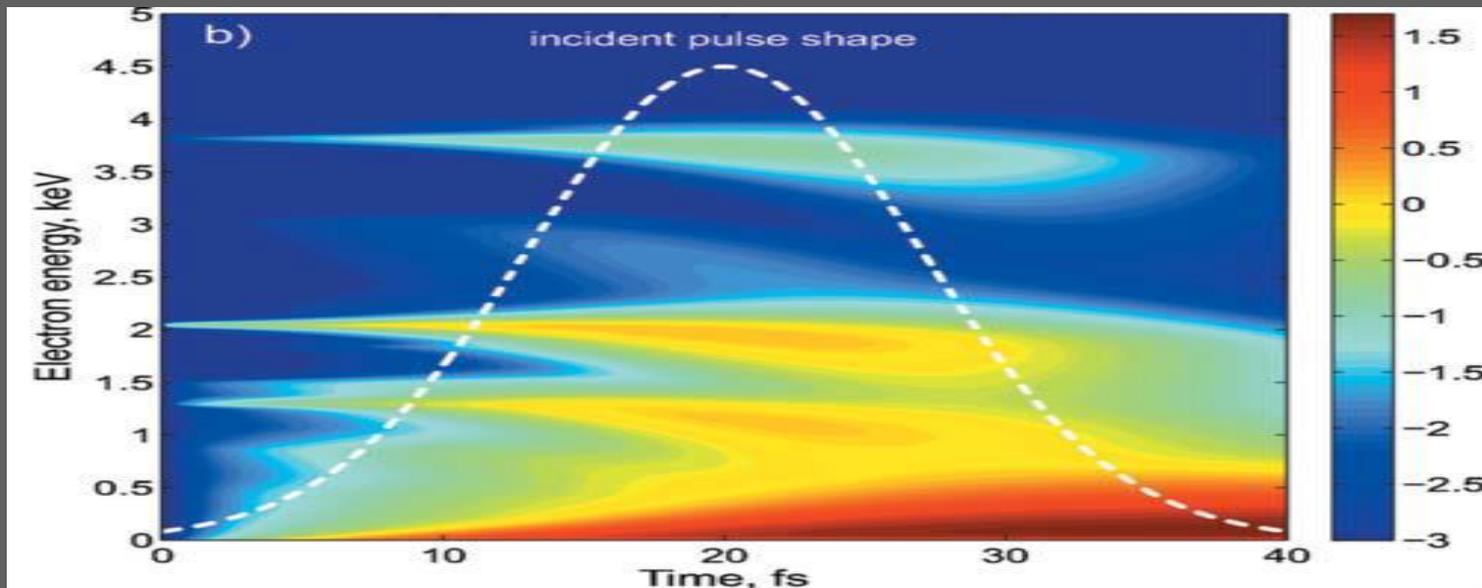
The electromagnetic field of electron can be represented as a beam of pseudophotons (k, k, \dots) with spectral distribution $n(\omega)$ and angle spread $\Delta\Theta$

Теория конденсированного состояния

- Взаимодействие рентгеновского излучения и релятивистских пучков электронов с веществом. Рентгеновские лазеры:

Профессор И.Д. Феранчук

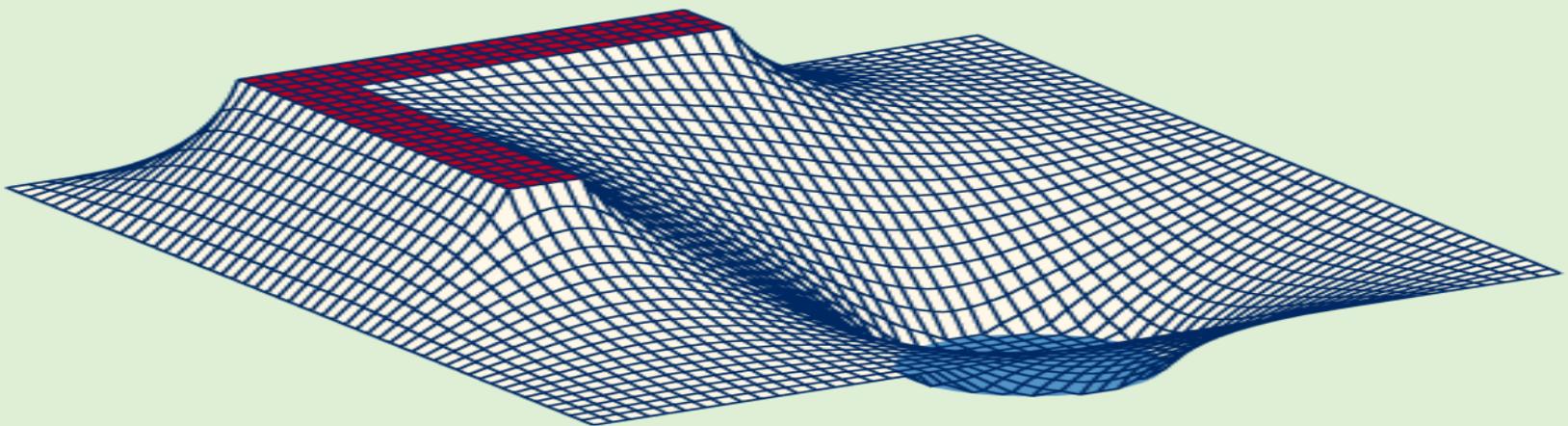
Skoromnik, O.D. Parametric X-ray radiation in the Smith-Purcell geometry for non-destructive beam diagnostics / O.Skoromnik, I.D. Feranchuk, Dung V. Lu // NIM B. – 2019. – Vol. B444. – P. 325-334.



Математические методы в физике

- Ковариантные и операторные подходы в физике частиц, оптике, теории поля:

Профессор Г.Н. Борздов, профессор Т.В. Шишкина,
профессор А.Н. Фурс



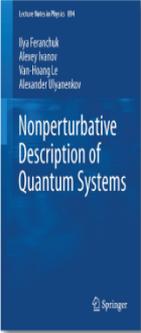
Математические методы в физике

• Непертурбативные методы в квантовых и классических системах:

Профессор И.Д. Феранчук



springer.com



I. Feranchuk, A. Ivanov, V.-H. Le, A. Ulyanikov
Nonperturbative Description of Quantum Systems
Series: Lecture Notes in Physics, Vol. 894

- ▶ Gives a detailed introduction and comprehensive description of the non-perturbative operator method
- ▶ Provides an extended review of other non-perturbative methods for the description of quantum systems
- ▶ Displays numerous applications of operator method for various problems of theoretical physics

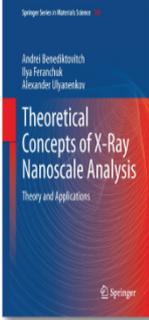
This book introduces systematically the operator method for the solution of the Schrödinger equation. This method permits to describe the states of quantum systems in the entire range of parameters of Hamiltonian with a predefined accuracy. The method is unique compared with other non-perturbative methods due to its ability to deliver in zeroth approximation the uniformly suitable estimate for both ground and excited states of quantum system. The method has been generalized for the quantum statistics and quantum field theory. In this book, the numerous applications of operator method for various physical systems are demonstrated. Simple models are used to illustrate the basic principles of the method which are further used for the complex problems of quantum theory for many-particle systems. The results are supplemented by numerical calculations, presented as tables and figures.

2015, 380 p, 62 illus. in color.

Printed book



springer.com



Andrei Benediktovich Ilya Feranchuk Alexander Ulyanikov
Theoretical Concepts of X-Ray Nanoscale Analysis
Theory and Applications

Series: Springer Series in Materials Science, Vol. 183

- ▶ Gives a state-of-the-art report of the understanding of X-ray scattering and diffraction
- ▶ Contains theoretical methods for a wide range of X-ray nanoscale research
- ▶ Includes detailed explanations of theoretical models and applications

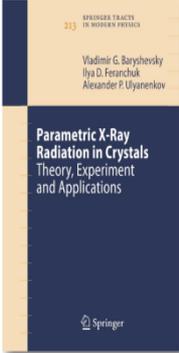
This book provides a concise survey of modern theoretical concepts of X-ray analysis. The principle features of the book are: basics of X-ray scattering, I between X-rays and matter and new theoretical concepts of X-ray scattering, various X-ray techniques are considered in detail: high-resolution X-ray diffraction, grazing-incidence small-angle X-ray scattering and X-ray reflectivity analysis. All the theoretical methods presented use the unified physical approach makes the book especially useful for readers learning and performing data analysis. The theory is applicable to studies of bulk materials including single crystals and polycrystals as well as to surface studies under different conditions. The book appeals to researchers and graduate students alike.

2014, XIII, 318 p, 108 illus., 37 illus. in color.

Printed book
Hardcover



springer.com



Vladimir G. Baryshevsky Ilya D. Feranchuk Alexander P. Ulyanikov
Parametric X-Ray Radiation in Crystals
Theory, Experiment and Applications

Series: Springer Tracts in Modern Physics, Vol. 213

- ▶ First book on parametric X-radiation on the market

This systematic and comprehensive monograph is devoted to parametric X-ray radiation (PXR). This radiation is generated by the motion of electrons inside a crystal, whereby the emitted photons are diffracted by the crystal and the radiation intensity critically depends on the parameters of the crystal structure. Nowadays PXR is the subject of numerous theoretical and experimental studies throughout the world. The first part of the book is a theoretical treatment of PXR, which includes a new approach to describe the radiation process in crystals. The second part is a survey of PXR experimental results and the possible applications of PXR as a tool for crystal structure analysis and a source of tunable X-ray radiation.

2005, XI, 167 p, 63 illus.

КАК РАСПРЕДЕЛЯЮТ НАШИХ ВЫПУСКНИКОВ

- 2-3 выпускника в год (средний балл – от 8.5) - в магистратуру, затем в аспирантуру и преподавателями в БГУ или другие вузы.
- 1-3 выпускника - в аспирантуру или на работу в институты Академии наук.
- На кафедре – самый высокий процент аспирантов, успешно защищающих кандидатские диссертации.
- Преподаватели и аспиранты кафедры выполняют совместные исследования с зарубежными учеными, что позволяет выпускникам участвовать в международных проектах.

Основные места трудоустройства выпускников

- ГНУ «Институт физики имени Б.И.Степанова НАН Беларуси»
- НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ
- ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований Сосны»
- ИООО «EPAM Systems»
- ООО «Атомикус»

Изучайте и берегите теоретическую физику – источник и хранилище знаний о фундаментальных законах природы !

масса→	$\approx 2.3 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 1.275 \text{ ГэВ}/c^2$	$\approx 173.07 \text{ ГэВ}/c^2$	0	$\approx 126 \text{ ГэВ}/c^2$
заряд→	$2/3$	$2/3$	$2/3$	0	0
спин→	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	0
	u верхний	c очарованный	t истинный	g глюон	H бозон Хиггса
КВАРКИ	$\approx 4.8 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 95 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ ГэВ}/c^2$	0	
	$-1/3$	$-1/3$	$-1/3$	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	d нижний	s странный	b прелестный	γ фотон	
	$0.511 \text{ MeV}/c^2$	$105.7 \text{ МэВ}/c^2$	$1.777 \text{ ГэВ}/c^2$	$91.2 \text{ ГэВ}/c^2$	
	-1	-1	-1	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	e электрон	μ мюон	τ тау	Z Z бозон	
ЛЕПТОНЫ	$< 2.2 \text{ эВ}/c^2$	$< 0.17 \text{ МэВ}/c^2$	$< 15.5 \text{ МэВ}/c^2$	$80.4 \text{ ГэВ}/c^2$	
	0	0	0	± 1	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	ν_e электронное нейтрино	ν_μ мюонное нейтрино	ν_τ тау нейтрино	W W бозон	
				КАЛИБРОВОЧНЫЕ БОЗОНЫ	