

*Г. В. Ефимов*

## ОСНОВНЫЕ ВЕХИ В НАУКЕ

### 1955–1958. МИФИ–ЛИПАН

- Отдел Кикоина – сектор Смородинского – Л. Пузиков – Л. Максимов.
- Сложение моментов, спин-орбитальные корреляции при  $\beta$ -распаде ядер, нарушение четности.
- Аспирантура ЛИПАН, предложение Смородинского  $\Rightarrow$  Дубна, ОИЯИ.
- Ноябрь 1957 г. – встреча с Блохинцевым.

### 1962–1963

- Проблема ультрафиолетовых расходимостей.
- Фейнман: перенормировка – заметание мусора под ковер.
- Неполиномиальные локальные лагранжианы взаимодействия

$$L_I = \frac{g\phi^3(x)}{1 + f\phi^2(x)} \Rightarrow S\text{-матрица конечна (!!!).$$

- Е. С. Фрадкин  $\Rightarrow$  ФИАН (метод Ефимова–Фрадкина).
- CERN – V. Weisskopf, L. Vane-Nove, V. Glaser, D. Amati, A. Salam.
- Вопрос: что получено?

### 1963–1968

- Локальная и нелокальная КТП.

$\sim 50$	W. Pauli, C. Bloch, W. Hesenberg,	рел. ков. конечность, унитарность, град. инв.
	Н. Dürr, М. А. Марков, Д. И. Блохинцев	
$\sim 60$	Б. В. Медведев, Д. А. Киржниц,	
	T. D. Lee, G. C. Wick	

- $\frac{1}{p^2 - m^2} \Rightarrow \frac{1}{p^2 - m^2} + \sum_j \frac{c_j}{p^2 - M_j^2} = O\left(\frac{1}{(p^2)^n}\right)$ .
- Теорема о локальной коммутативности. Д. Я. Петрина.
- Понятие локальности и нелокальности. Н. Н. Мейман, А. Jaffe.
- Пространства локальных и нелокальных обобщенных функций.

- Нелокальные теории: пространства основных функций НЕ содержат функций с ограниченным носителем.
- $\frac{1}{p^2 - m^2} \implies \frac{V(\ell^2 p^2)}{p^2 - m^2}$ ,  $V(z)$  — целая аналитическая функция, К. Непр, Н. Epstein, G. Jost и ЛТФ, ФИАН, МИАН.
- 1968 г. Докторская диссертация «Нелокальная квантовая теория скалярного поля»; оппоненты: М. Иофа, В. Я. Файнберг, М. Соловьёв.
- НКТП-уровень строгости, имеющийся в ЛКТП.
- Что делать дальше?

### 1968–1977

- Унитарность  $S$ -матрицы. В. Алебастров.
- Калибровочные теории  $U(1)$ -КЭД:  

$$A_\mu(x) \longrightarrow A_\mu(x) + \partial_\mu f(x), \quad \psi(x) \longrightarrow e^{ie_\psi K(\ell^2 \square_x)} \psi(x).$$
- Собственная энергия электрона. М. Иванов, О. Могилевский.
- Оценки нелокальных эффектов. Ш. Сельцер, В. Малышкин, Х. Намсрай, М. Рутенберг.
- 1977 г. Монография «Нелокальные взаимодействия квантованных полей».

### 1977–1985. Виртонная модель

- Конфайнмент  $\implies$  феноменологическое описание в рамках НКТП.
- Виртон и виртонное поле. A. Z. Dubnichkova:  
 $\langle q\bar{q} \rangle(p) = e^{a\hat{p} - bp^2}$ ,  $(a, b)$ -parameters.
- Виртонная модель  $Z_2 = 0 \implies L_I = \frac{1}{\sqrt{\Pi'(M)}} (\bar{q}\Gamma q)$ . М. Иванов.
- Задача: описать всю совокупность данных низкоэнергетической физики адронов с наименьшим числом параметров.
- 2 параметра, общее число данных  $\sim 70$ , точность  $\sim 10$ –15%.  
 В. Охлопкова, Ю. Лобанов, Р. Мурадов, Е. Ноговицын, М. Динейхан, М. Соломонович, В. Любовицкий, Е. и С. Авакяны.

### 1986–1993. Модель конфайнмированных кварков

- Анзац  $A(p_i p_j) = \int d\sigma_a \prod_s \Gamma_f \frac{1}{k_s + m_s + a}$ . М. Иванов.
- Поляризуемость пионов и каонов.
- Распады  $\pi \rightarrow e\nu\gamma$  и  $\pi^0 \rightarrow e^+e^-$ .
- Распады Далитца  $\{\rho, \omega\} \rightarrow \pi\gamma, \rightarrow \pi e^+e^-$ .

- Физика тяжелых  $B$ -мезонов.
- Барионы. В. Любовицкий, О. Хомутенко, Н. Ладыгина, Е. и С. Авакьяны, Ю. Валит, И. Аникин.
- 1993 г. Монография: G. V. Efimov, M. A. Ivanov «Quark Confinement Model of Hadrons».

**1993 – 2007 – настоящее время. Вакуум КХД  $\implies$  почти всюду однородное (анти)самодуальное глюонное поле**

- Самодуальное однородное глюонное поле  $\implies$  конфайнмент кварков. С. Неделько, Я. Бурданов, С. Салунин,

$$B_\mu(x) = \Lambda \hat{n} b_{\mu\nu} x_\nu, \quad b_{\mu\rho} b_{\rho\nu} = -\delta_{\mu\nu},$$

$$S_q(p) \sim \int_0^1 dt \left( \frac{1-t}{1+t} \right)^{\frac{m^2}{2\Lambda}} e^{-\frac{p^2}{2\Lambda}} \left[ \frac{\hat{p}}{1+t} + m \right].$$

- Вакуумное поле  $\implies$  нарушение симметрий.
- Анзац: усреднение кварковых петель  $\implies$  унитарность.
- Массы мезонов  $q = (u, d, s, c, b)$ :

$$Q = J^P = (1^-, 0^+, 1^+, 2^+, 3^+)(n=0) \text{ и } (1^-, 2^+)(n=1),$$

$$M_Q(m_1, m_2) \approx (m_1 + m_2) \left[ 1 + \frac{A^Q}{(m_1^2 + m_2^2)^{1,23}} \right].$$

- Стабильность бозонов и фермионов в КЭД:

$$E_{\text{QED}}(\Lambda) = E_0 \left[ 2 \sum_F \ln \left( 1 + \left( \frac{\Lambda}{M_\psi} \right)^2 \right) - \sum_B \ln \left( 1 + \left( \frac{\Lambda}{M_B} \right)^2 \right) \right],$$

$$N_F > N_B, \quad \sum_F \frac{2}{M_F^2} > \sum_B \frac{1}{M_B^2}, \quad \min_\Lambda E_{\text{QED}}(\Lambda) \implies \Lambda = 0.$$

- Стабильность бозонов и фермионов в КХД:

$$E_{\text{QCD}}(\Lambda) = E_0 \left[ -\ln \left( \frac{\Lambda}{\Lambda_{\text{QCD}}} \right) + \sum_q \ln \left( 1 + \left( \frac{\Lambda^2}{\Lambda_{\text{QCD}}^2} \right) \right) \right],$$

$$N_q > 2, \quad \min_\Lambda E_{\text{QCD}}(\Lambda) \implies \Lambda \neq 0.$$

- Масса глюбола  $M_g \sim 1800 \text{ МэВ}$ .
- Доменная структура вакуума  $\implies$  С. Неделько

## **1990 – настоящее время. Метод функционального интегрирования**

- Вариационный метод  $\implies$  поправки и комплексные интегралы.
- Гауссово эквивалентное представление.
- Энергия и масса полярона. Г. Ганболд.
- Статфизика. Теория полимеров. Е. Ноговицын, Ю. Будков, Д. Долматов.
- Треугольник стабильности трехтельной кулоновской системы при  $J = 0, 1$ . М. Динейхан.
- Амплитуда рассеяния в квантовой механике.
- Движение и локализация квантовой частицы в случайной среде.
- Связанные состояния в квантовой теории поля.
- 1995 г. Монография: М. Dineykhаn, G. V. Efimov, G. Ganbold, S. N. Nedelko «Oscillator Representation in Quantum Physics».

2009 г.