

# Use of the Crystal Diffraction Method to Study the Transmutation of Long-Lived Nuclides

V. L. Alexeev, V. V. Fedorov, V. L. Rumiantsev

## Аннотация

Показано, что для контроля изотопного и элементного состава ядерного топлива (или при трансмутации ядерных отходов) могут быть использованы прямые измерения гамма-спектра активной зоны реактора (или подкритической сборки) на фокусирующем кристалл-дифракционном гамма-спектрометре высокого разрешения по Кошуа.

Известно, что более 90% радиоактивности отработанного ядерного топлива после длительной выдержки связано всего с двумя долгоживущими нуклидами  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ . При трансмутации (выжигании в высоком нейтронном потоке) долгоживущих радиоактивных нуклидов образуются  $^{138}\text{Cs}$  и  $^{91}\text{Sr}$ . Интенсивные гамма-линии от этих изотопов наблюдаются при прямых кристалл-дифракционных измерениях спектра активной зоны реактора.

## Abstract

It is shown that the 4-meter Cauchois crystal diffraction  $\gamma$ -spectrometer with a very high energy resolution have been used for in-pile control of fission nuclides in nuclear waste products transmutation. It is known that more than 90% of the waste activity after 10 years storage provides with two long-lived  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  nuclides. Their transmutation (burning up in a high neutron flux) produces the  $^{91}\text{Sr}$  and  $^{138}\text{Cs}$  nuclides. Strong  $\gamma$ -transitions of  $^{91}\text{Sr}$  and  $^{138}\text{Cs}$  have been measured with our crystal diffraction  $\gamma$ -spectrometer in a reactor core spectrum directly.

Препринт № 2381, 7.08. 2000 г., англ. текст  
E-mail: [vfedorov@hep486.pnpi.spb.ru](mailto:vfedorov@hep486.pnpi.spb.ru)

## Субмикрометры высокого разрешения на основе голографических решеток

Б. Г. Турухано, Н. Турухано

## Аннотация

Прорыв в технологию измерительных систем с субмикронной точностью стал возможен благодаря открытию фазового синтеза голографических решеток.

Новое поколение субмикрометров использует голографическую дифракционную решетку в качестве измерительного элемента. Голографические субмикрометры обладают высокой точностью ( $\pm 0.2$  мкм), высоким разрешением (до 0,01 мкм) и отличаются высокой надежностью, многофункциональным представлением и возможностью обработки измеряемой информации.

## Abstract

A breakthrough in the technology of measuring systems of submicrometer precision was made possible by the invention of holographic phase aperture synthesis of highly regular interference structures.

Use of holographic diffraction gratings as a measuring elements has resulted in creation of new generation of sub-micrometers.

The holographic submicrometers are at the moment high accuracy ( $\pm 0.2$   $\mu\text{m}$ ) and high resolution (up to 0.01  $\mu\text{m}$ ), are incremental systems and are characterized by reliability, polifunctional representation and processing of the measuring information.

Препринт № 2382, 15.08.2000 г.  
E-mail: –

# Basic Principles of the Global Change Bioscience: Time for Re-Consideration?

*A. M. Makarieva, B. Mackey, V. V. Gorshkov, V. G. Gorshkov*

## Аннотация

Принцип генетической адаптации организмов к изменяющимся условиям окружающей среды и принцип лимитирования чистой первичной продукции питательными веществами с минимальными относительными концентрациями являются в настоящее время основой для рассмотрения всех экологических проблем. В работе показано, что эти принципы установлены при исследовании человеком нарушенных природных сообществ, а также сортов растений и пород животных, выведенных на основе искусственного отбора. В не нарушенных человеком сообществах функционирование естественных видов биоты направлено на поддержание оптимальных условий окружающей среды, в которой, таким образом, не может быть лимитирующего функционирование биоты питательных веществ. Биота, управляющая созданной ею окружающей средой, не может приспособливаться к случайным флуктуациям внешних условий. В современных условиях глобальных изменений отсутствие критического отношения к основным биологическим принципам, неадекватно описывающим функционирование естественной глобальной биоты, препятствует выбору корректной стратегии для преодоления глобального экологического кризиса.

## Abstract

Modern scientific approach to the global change problems is underpinned by two basic biological principles, the principle of genetic adaptation of species to changing environment and the limiting principle stating that nutrients that are present in the environment in the smallest relative concentrations limit biological productivity. Both principles were formulated as a result of studies of either artificially selected organisms, or anthropogenically perturbed territories, i.e. in both cases studies of organisms outside their natural ecological niche. We argue that natural ecological communities do not conform to the above two principles. Nonperturbed biota of natural ecological communities forms and maintains an optimal environment itself. In such a biotically formed environment there cannot be nutrients limiting the biota's functioning. Which is more, the biota controlling its own environment has no need to adapt to random environmental fluctuations. We illustrate how the current absence of critical attitude towards the basic biological principles that prove to be flawed when applied to nonperturbed biota, precludes people from choosing a hopeful way out of the global ecological crisis.

Препринт № 2383, 30.08.2000 г., англ. текст.

E-mail: [elba@infopro.spb.su](mailto:elba@infopro.spb.su)

# **Biotically Maintained Stability of the Earth's Mean Global Surface Temperature**

*A. M. Makarieva*

## **Аннотация**

Найдена зависимость парникового эффекта от концентрации парниковых веществ, объясняющая наблюдаемый постоянный тропосферный градиент температуры. Согласно полученной зависимости, парниковый эффект быстро растет с увеличением температуры в том случае, когда облачность закрывает все существующие спектральные окна. На основе полученной зависимости показано, что существует два физически устойчивых состояния земного климата – состояние полного оледенения и состояние полного испарения гидросферы Земли. Наблюдаемое состояние земного климата, в котором сосуществуют все три фазы воды, является физически неустойчивым. Устойчивость наблюдаемой среднеглобальной температуры земной поверхности поддерживается только за счет управляющего функционирования биоты Земли.

## **Abstract**

The established dependence of greenhouse effect on atmospheric concentrations of greenhouse substances makes it possible to account for the observed constant tropospheric lapse rate. It proves that greenhouse effect grows rapidly with temperature under conditions of substantial cloudiness which «closes» all spectral windows. It is shown on the basis of the established dependence that there are two physically stable states of Earth's climate – that of complete glaciation and that of total evaporation of the Earth's hydrosphere. Modern climate of Earth, where all the three phases of water coexist, proves to be physically unstable. The observed stability of the global mean surface temperature is completely due to regulatory functioning of the natural biota of Earth.

Препринт № 2384, 30.08.2000 г., англ. текст.

E-mail: [elba@infopro.spb.su](mailto:elba@infopro.spb.su)

# Photoionization Beyond Independent Particle Approximation

*E. G. Drukarev, N. B. Avdonina, R. H. Pratt*

## Аннотация

Последние экспериментальные результаты побудили нас провести анализ фотоионизации энергичных, но еще нерелятивистских электронов из состояний с произвольным моментом  $l$  вне рамок одночастичного приближения. Показано, что при  $l \geq 2$  асимптотика процесса меняется. При  $l = 1$  форма энергетической зависимости не меняется, однако, меняется величина коэффициента в асимптотическом члене. При  $l = 0$  одночастичное приближение корректно. Для больших зарядов ядра  $Z$  получена зависимость асимптотики от  $Z$  для внутренних оболочек. Используя теорию возмущений, мы получили простые выражения через одночастичные волновые функции. Показано, что отношения сечений выходят на асимптотику при значительно меньших энергиях, нежели сами сечения, так как последние содержат общий множитель, зависящий от энергии (фактор Штоббе). Это позволяет получить результаты для отношения сечений ионизации атома неона при энергии фотона 1 кэВ.

## Abstract

Stimulated by the recent experimental results, we perform an analysis of the photoionization of high energy nonrelativistic electrons from states with orbital momentum  $l$  which goes beyond independent particle approximation (IPA) to include the consequences of electron-electron correlations. We show that in ionization of states with orbital momentum  $l \geq 2$  the IPA asymptotic energy-dependence is altered. For  $l = 1$  the form of the IPA asymptotic dependence is not modified, but the coefficient of the asymptotic term is changed. For  $l = 0$  the IPA asymptotic result is correct. We give, for large nuclear charge  $Z$ , the  $Z$ -dependence of high energy photoionization from a given inner subshell. With a perturbative treatment of IPA breaking effects we obtain simple equations, expressing the breaking effects in terms of IPA functions. We show that the ratios of cross sections reach their asymptotic values at much lower energies than the cross sections themselves, which contain a common energy dependent factor (Stobbe factor). This permits us to obtain a result for the ratio of Ne photoionization cross sections at the photon energy  $\omega = 1$  keV.

Препринт № 2385, 30.08.2000 г., англ. текст.

E-mail: [drukarev@thd.pnpi.spb.ru](mailto:drukarev@thd.pnpi.spb.ru)

# Mechanism of Disintegration of $^{238}\text{U}$ Nuclei by Relativistic Projectiles

*L. N. Andronenko, A. A. Zhdanov, A. V. Kravtsov, G. E. Solyakin*

## Аннотация

Коллинеарные двух- и трехтельные конфигурации, возникающие в результате первичного взаимодействия налетающей частицы с тяжелым ядром, позволяют объяснить появление событий с образованием массивных осколков с различным количеством нейтронов и заряженных частиц сопровождения. Анализ экспериментальных распределений по углам между двумя массивными осколками, сопровождающимися большими множественностями заряженных частиц, приводит к выводу о движении всей теряемой ядерной массы как единого целого. Требование компенсации импульса налетающей частицы ведет к существенному уменьшению запасенной в возбужденном ядре энергии по сравнению с предсказанием традиционной каскадной модели.

## Abstract

Collinear two- and three-body configurations which can appear as a result of interaction of the relativistic projectile with a heavy nucleus allow one to explain the observation of the events in which two massive fragments are accompanied by a number of neutrons and charged particles. The analysis of experimental distributions of the folding angle between the two massive fragments, accompanied by large multiplicities of charged particles, leads to a conclusion that the nuclear mass lost moves as a whole. The condition of the compensation of the projectile momentum by ejected particles leads to considerably lower excitation energies than those predicted by the traditional cascade model.

Препринт № 2386, 30.08.2000 г., англ. текст.

E-mail: [gsol@hep486.pnpi.spb.ru](mailto:gsol@hep486.pnpi.spb.ru)

# Order in Physical and Living Systems Principal Differences in Quantitative Characteristics and Mechanisms of Maintenance Do Not Allow a Similar Description

*M. Makarieva, V. G. Gorshkov*

## Аннотация

Замкнутые системы подчиняются второму началу термодинамики и не могут спонтанно увеличивать свою упорядоченность. В открытых физических системах, находящихся в потоках внешней энергии, возникают дополнительные макроскопические степени свободы («ячейки памяти»), число которых возрастает с увеличением потока и упорядоченности внешней энергии. Биологические системы характеризуются молекулярными степенями свободы, плотность которых более чем на двадцать порядков превосходит плотность макроскопических степеней свободы любых открытых физических систем в равных потоках внешней энергии. Это показывает, что самоорганизация физических систем во внешних потоках энергии и самоорганизация и эволюция живых систем имеют принципиально разную природу и не могут описываться аналогичными нелинейными уравнениями.

## Abstract

Closed systems obey the Second Law of Thermodynamics being incapable of spontaneously increasing the degree of their orderliness. In open physical systems existing in the fluxes of external energy there may arise additional macroscopic degrees of freedom (information memory cells). Their number grows with increasing power and orderliness of the external energy flux. Living systems are characterised by molecular (instead of macroscopic) degrees of freedom. In equal energy fluxes, the volume density of biological molecular degrees of freedom exceeds that of macroscopic degrees of freedom of any open physical systems by more than twenty orders of magnitude. This suggests that self-organisation of physical systems in external energy fluxes and self-organisation and evolution of living systems are fundamentally different. It follows that non-linear equations of physical kinetics that describe physical self-organisation and have been recently claimed to be capable of explaining evolution and other biological phenomena as well, are not applicable for description of information gain in living systems.

Препринт № 2388, 15.09. 2000 г., англ. текст.

E-mail: [elba@infopro.spb.su](mailto:elba@infopro.spb.su)