

## ПРИНЦИПЫ БИОЛОГИИ КЛЕТКИ *AB INITIO*

*П.И. Белобров*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт биофизики СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50/50

<sup>2</sup>Сибирский федеральный университет, Институт фундаментальной биологии и биотехнологии, 660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 79

E-mail: *peter.belobrov@gmail.com*

Фундаментальная биология как точная наука накопила гигантский объём знаний, требующих новых подходов к пониманию основных биологических законов. В докладе сделан анализ главных принципов биологии клетки для физической теории живых систем.

Принципы клеточной биологии, развивающие традиционный подход [1], следующие.

Из принципа постоянного биологического беспокойства следует формула: «действие – это закон жизни». Неравенство действия и противодействия есть движущая сила развития. Отсутствие точек покоя рассмотрено на примере клеточного цикла [2], основных эпигенетических модификаций и родословной стволовых клеток [3]. Биологические взаимодействия имеют многомерную природу, которая гораздо шире комбинаторики белок-белковых сетей (interactome) и требует использования мер Хаусдорфа, описывающих размерность вместе с процессами образования и разрыва связей, изменяющих размерность.

Структура и функции клеток обеспечивают гармонию непрерывности «струны жизни» и дискретности организмов, формируя канторовы континуумы состояний клеток и тканей. Принцип биологического разнообразия поддерживает целостность живых организмов, обеспечивая непрерывность жизни в целом. Принцип созидания выражается формулой: «способность создавать и есть жизнь», который является одним из главных свойств живых клеток [4]. Биологические сигналы принципиально зависят от приёмников, преобразующих полученные сигналы и раскрывающих их биологический смысл. Этот принцип рассмотрен на трёх примерах: везикулы межклеточного обмена, сигнальные цепи феромонов насекомых и преобразователи генетических сигналов [5, 6].

Принцип иерархии, организации и сложности генов белков и различных РНК лежит в основе биологии клетки и активно развивается в свете новой парадигмы экспрессии.

Родословная клетки определяется принципом перемешивания клеточных линий при наследовании, когда экспрессия генетического материала реализуется ажурной сетью взаимодействия различных РНК и белков в цитоплазме и в хромосомных территориях [6].

Принцип глубокой гармонии индивидуальности и целостности рассмотрен на примерах биологических симбиозов, где согласованы врождённые иммунитеты бактерий, грибов, растений и животных. Эти представления развивались от открытия фагоцитов И.И. Мечниковым через иммунитет растений Н.И. Вавилова до современного понимания [8].

Принцип измерения клетки клеткой [9] и биологические числа [10] позволили определить биологические меры и калибровки, разработка которых начата автором доклада.

Понимание биологической информации в клеточных процессах началось с теории Колмогорова [11], следуя которой можно определить сложность как длину алгоритма, преобразующего одну клетку в другую. Соответствующая иерархия кодов и уровней организации расширяет понятие обычной энтропии, хотя начатое в [11] развитие условной энтропии меры по мере ещё далеко не закончено в биологии клетки [5-8].

Много тайн раскрыла теория Е.В. Кунина, в которой показано, что логика случая лежит в основе последовательности биологических событий [12], где точное понимание рождения слабой доминанты требует глубоких исследований.

В докладе предложены математические методы описания, а в трудных случаях введены необходимые условия для развития биологической математики (biomathic), где нет аксиом, т.к. биология клетки не является формализуемой наукой.

Предложенные принципы – основа клеточной родословной, записанной в молекулярной книге клетки (Cell Book), которая читается самой клеткой и перезаписывается при каждом клеточном делении [2]. Фундаментальная биология точна по биологическим мерам, многие из которых лишь интуитивные, хотя позволяют создавать молекулярные устройства, использующие принципы биологии клетки *ab initio*.

Благодарю Л.И. Патрушева, А.Г. Малыгина и Н.В. Пашенову за обсуждения основной идеи и полезные критические замечания. Работа выполнена за счет средств государственного задания на проведение фундаментальных исследований РАН (проект № 01201351504) и за счет средств гранта Российского научного фонда (проект №15-19-10041).

## **Литература.**

- 1) Plopper G. Principles of Cell Biology. Second edition. 2016.
- 2) Shapiro J.A. How life changes itself: The Read–Write genome // *Phys Life Rev* **10**, 287 (2013).
- 3) Эпигенетика. Под ред. Закияна С.М., Власова В.В., Дементьевой Е.В. 2012.
- 4) Zewail A.H. 4D Visualization of Matter: recent collected works. 2014.
- 5) Noble D. The Music of Life. Biology beyond the Genome. 2006.
- 6) Патрушев Л.И. Экспрессия генов. 2000.
- 7) Разин С.В., Быстрицкий А.А. Хроматин: упакованный геном. 3е изд. 2014.
- 8) Фундаментальная фитопатология. Под ред. Дьякова Ю.Т. 2012.
- 9) Либерман Е.А. Живая клетка. Москва: Наука, 1982.
- 10) Phillips R., Kondev J., Theriot J., Garcia H. Physical Biology of the Cell. 2nd ed. 2013
- 11) Колмогоров, А.Н. Три подхода к определению понятия «количество информации» // *Проблемы передачи информации* **1**, 3 (1965).
- 12) Кунин Е.В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. 2014.