

## **Физика процессов возникновения жизни (снс Копчик С.В.)**

### **Аннотация**

Спецкурс предназначен для аспирантов, специализирующихся в области физики, и не требует предварительной специальной подготовки по биологии. Цель курса состоит в расширении естественнонаучного мировоззрения слушателей в области живой природы, минимально необходимого для университетского образования; курс стремится заложить основу, необходимую для дальнейшего самостоятельного развития слушателей в области наук о жизни и о биосфере, перебросить мостики между уже полученными физическими знаниями и начальными представлениями о жизни. Анализируется применимость методологии точных наук к проблеме возникновения жизни.

Это вторая часть курса, где основные принципы синергетики рассматриваются как основа эволюции от неживой материи к сложным живым системам. Большое внимание уделяется анализу эволюции на молекулярном уровне, возникновению и усложнению неорганических соединений, возможности возникновения относительно сложных органических соединений в условиях первобытной Земли и экспериментальному обоснованию возникновения пребиотических соединений (большинства современных метаболитов) в опытах Миллера-Юри и др. Разбираются физические ограничения случайного синтеза и обосновывается принципиальная невозможность случайной самосборки современных информационных молекул. Рассматриваются феноменологическая теория отбора Эйгена и гипотетические сценарии возникновения сложных информационных макромолекул; основы представлений о современной живой клетке и экспериментальные успехи последних лет на пути синтеза протоклетки.

### **Список основных тем, изучаемых в рамках дисциплины.**

- Биосфера как открытая термодинамическая система. "Живая" и "неживая" части биосферы, их взаимосвязь и совместная эволюция.
- Химическая эволюция. Эксперименты по синтезу пребиотических молекул в модельных условиях первобытной Земли. Синтез пребиотических молекул в открытом космосе.

- Синтез сложных молекул без участия органических ферментов. Индуцированный синтез на "неживых" структурах (эксперименты Кацера).
- Развитие феноменологических представлений о биологической эволюции в 20-ом веке. Синтетическая теория эволюции.
- Молекулярное устройство современной жизни (краткий исторический экскурс).
- Биохимическая эволюция. Современное состояние: сложность молекулярных и клеточных структур живой материи. Значение генетической информации для синтеза биомолекул.
- Принципиальная невозможность случайного синтеза сложных биомолекул. Эволюционный подход как альтернатива представлениям о случайном синтезе.
- Представления об автокатализе и его значение для эволюции макромолекул. Гигантские изменения скорости синтеза при усложнении катализаторов.
- Феноменологическая теория гиперциклов Эйгена. Критерий отбора как физическое определение дарвиновского понятия наиболее приспособленного на макромолекулярном уровне.
- Ограничения детерминистического подхода. Флуктуационная катастрофа.
- Характерная динамика эволюции гиперциклов. Выживание не только наиболее приспособленных как характерная черта систем с ограниченным (параболическим) размножением. Необходимость дополнительных условий и ограничений (напр., компартиментализация) для селекции и дрейфа.
- Гипотетический сценарий первичного синтеза белка-репликазы, возникновение белков-адаптеров и гиперцикла (по Чернавскому).
- Фото- и хемосинтезики – два домена жизни (по источнику энергии). «Черные курильщики». Сценарий Вехтерхойзера пребиотического синтеза вблизи глубоководных гидротермальных источников.
- Экспериментальные успехи последних лет на пути синтеза протоклетки.
- Макро- и микроинформация, кодовая и смысловая информация, ценность информации. Микроинформация и энтропия. Информационный характер синтеза биомолекул как ключевой момент определения жизни с физической точки зрения.
- Сложность аминокислот как отражение эволюции генетического кода. Незавершенность эволюции генетического кода как свидетельство о смещении основных эволюционных процессов на более высокие уровни организации материи.

- Синтетическая биология и постгеномная эволюция. Синтия - первая бактерия с полностью синтетическим геномом (2010). Построение белков не только из природных аминокислот. Взаимоотношения таких искусственных систем с биологическим миром - это уже реальный вопрос эволюции.
- Что физика дала биологии?

### Литература

1. Е. Кунин, Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. М, Центрполиграф, 2017, 527 С.
2. А.С. Северцов, Теория эволюции. - М., ВЛАДОС, 2005.
3. М. Эйген, Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. -М., Мир, 1973.
4. Ю.М. Романовский, Н.В. Степанова, Д.С. Чернавский, Математическая биофизика. -М., Ижевск, 1984.
5. Д.С. Чернавский, Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики. УФН, 2000, 170 (2), 157-183.
6. В.П. Реутов, А.Н. Шехтер, Как в XX веке физики, химики и биологи отвечали на вопрос: что есть жизнь? УФН, 2010, 180 (4), 393-414.

Название спецкурса (на рус.)	Название спецкурса (на англ.)	ФИО преподавателя с указанием степени и должности	День, время	Ауди- тория	Научная специаль- ность
Физика процессов возникновения жизни	Physics of Life Origin	Копцик Сергей Владимирович, к.ф.-м.н., с.н.с.	По согласованию	На кафедре	03.01.02 03.01.04 03.01.09