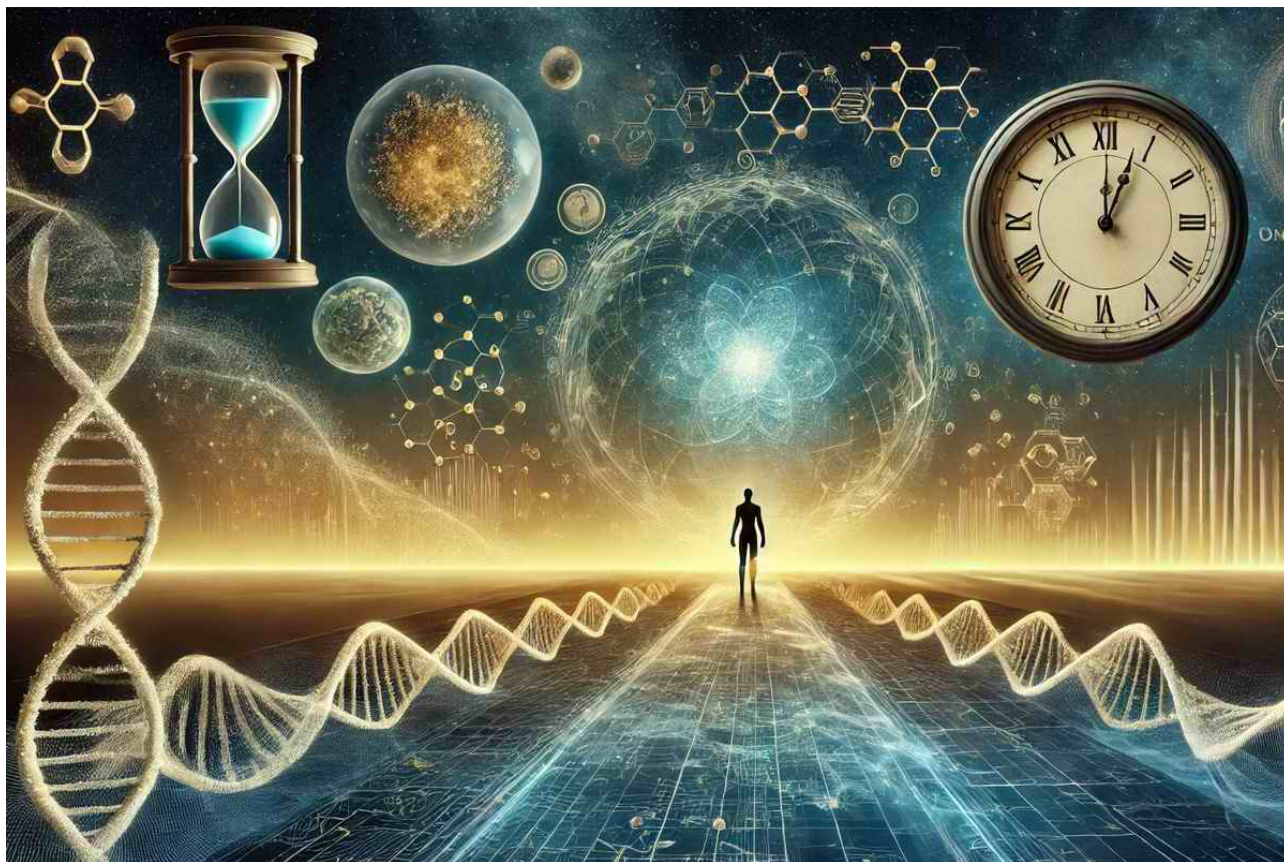


## От границ науки до вселенной: фундаментальные ограничения жизни



Дата публикации: 18.01.2025

Может ли жизнь в её разнообразных формах быть ограничена универсальными принципами? Исследователи Института Санта-Фе предложили новые идеи, которые сближают научную фантастику с научной реальностью, исследуя фундаментальные ограничения, управляющие формами жизни на Земле и потенциальными внеземными организмами. С помощью данных из различных дисциплин, включая термодинамику, генетику, клеточную биологию и эволюционную науку, исследование задаёт важные вопросы о природе жизни, её происхождении и пределах.

## Уроки из прошлого и универсальная логика жизни

Среди ключевых идей исследования выделяется мысль о том, что жизненные системы обязаны следовать определённой базовой логике, определяемой физическими законами. Например, живые организмы должны эффективно

снижать энтропию, чтобы поддерживать свою структуру и функции. Это подразумевает, что способность к самовосстановлению, подобная заживлению тканей, является неотъемлемой чертой любой формы жизни.

Другая неизбежность — существование клеток с закрытыми отсеками, которые обеспечивают жизнедеятельность благодаря чётко организованным биохимическим процессам. Кроме того, для управления сложными процессами жизни необходимы системы обработки информации, такие как мозг. Эти компоненты жизни — от нейроноподобных систем до структурного деления клеток — неизменно появляются в эволюционных моделях, подчёркивая их фундаментальный характер.

История науки предоставляет нам яркие примеры предвидения сложных аспектов жизни задолго до их экспериментального подтверждения. Так, Эрвин Шредингер описал концепцию «аперiodических кристаллов», которая позже легла в основу понимания ДНК. Аналогично, симуляции прошлого века предсказали неизбежность появления паразитов в экосистемах, что подтверждено биологией.

Современные симуляции, направленные на моделирование внеземной жизни, основаны на этой универсальной логике. Они предполагают, что фундаментальные ограничения, такие как энергетические затраты на поддержание жизнеспособности или механизмы размножения, будут характерны для любых организмов, независимо от их химического состава или среды обитания.

## Внеземная и искусственная жизнь: границы возможностей

Исследование открывает путь для глубокого понимания возможных форм жизни за пределами Земли. Используя принципы термодинамики, учёные могут предсказать, какие формы жизни возможны на других планетах, основываясь на местной атмосфере, температуре и наличии энергии.

Что касается искусственной жизни, исследователи всё чаще сталкиваются с аналогичными ограничениями, создавая «жизнь Франкенштейна». Такие формы обязаны обладать механизмами управления энергией, информационными процессорами и устойчивыми к хаосу структурами. Это делает изучение фундаментальных ограничений важным этапом для создания новых технологий, вдохновлённых живыми системами.

Данная работа предлагает научное направление, которое может коренным образом изменить наш подход к поиску жизни во Вселенной. Используя междисциплинарные подходы, исследователи создают теоретические рамки для

предсказания свойств жизни в самых необычных условиях. Эти принципы, базирующиеся на фундаментальных законах природы, помогают нам не только заглянуть в глубины космоса, но и глубже понять самих себя.

Жизнь, как и на Земле, так и за её пределами, оказывается подчинённой определённым универсальным правилам, изучение которых может раскрыть величайшие тайны существования.

**Ссылка:** «Фундаментальные ограничения логики живых систем» DOI: [10.1098/rsfs.2024.0010](https://doi.org/10.1098/rsfs.2024.0010).