

УДК 57  
ББК 28.0  
Ш85

Серия «Эксклюзивная классика»

Erwin Schrödinger  
WHAT IS LIFE  
MIND AND MATTER

Перевод с английского *К. Егоровой*

Серийное оформление *Е. Фerez*

Печатается с разрешения издательства The Syndicate  
of the Press of the University of Cambridge, England.

**Шредингер, Эрвин.**

Ш85      Что такое жизнь? : [сборник] / Эрвин Шредингер ; [пер. с англ. К. Егоровой]. — Москва : Издательство АСТ, 2018. — 288 с. — (Эксклюзивная классика).

ISBN 978-5-17-110627-0

В своей знаменитой работе «Что такое жизнь?», во многом определившей дальнейшее развитие сразу нескольких научных направлений, Шрёдингер также обратился к предмету, лежащему на стыке биологии, физики и химии, и попытался рассмотреть живую клетку и организм в целом, как физический объект. Ему хотелось понять, подчиняется ли живая материя стандартным физическим законам, как квантовая теория согласуется с генетикой и что представляет собой жизнь с точки зрения «поведения» живых объектов.

В сборник также включена лекция Шрёдингера «Сознание и материя», в которой он размышляет на тему, которая еще долго останется актуальной, — что есть сознание? И что такое мир, не озаренный светом сознания? Игра без зрителей, никому не ведомая, а потому... не существующая? В этой короткой, но удивительно емкой работе автору удалось сочетать несочетаемое — строгий научный подход и занимательность беллетристики. Шрёдингер предлагает нам взглянуть на феномен сознания с самых разных сторон, и это исследование оказывается увлекательней любого детектива.

УДК 57  
ББК 28.0

ISBN 978-5-17-110627-0

© Cambridge University Press, 1967, 1992  
© Перевод. К. Егорова, 2017  
© Издание на русском языке AST Publishers, 2018

# **ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЬ?**

## **ЖИВАЯ КЛЕТКА КАК ФИЗИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ**

На основе лекций, прочитанных  
при содействии Дублинского института  
перспективных исследований  
в Тринити-колледже, Дублин,  
в феврале 1943 г.



## **Предисловие**

В начале 1950-х годов, будучи молодым студентом-математиком, я мало читал, но уж если читал, то в основном Эрвина Шредингера. Мне всегда нравились его работы, в них чувствовалось волнение открытия, сулившее действительно новое понимание загадочного мира, в котором мы живем. В этом смысле особенно выделяется короткая классическая работа «Что такое жизнь?», которую, как я теперь понимаю, непременно следует поставить в один ряд с самыми влиятельными научными трудами XX века. Она является мощной попыткой осознать настоящие тайны жизни — попыткой, сделанной физиком, чьи собственные проницательные догадки сильно изменили наше представление о том, из чего состоит мир. Мультидисциплинарность книги была необычной для своего времени, однако она написана с подкупающей, хотя и обезоруживающей скромностью на уровне, доступном неспециалистам и молодым людям, стремящимся к научной карьере. На самом деле, многие ученые, внесшие фундаментальный вклад в биоло-

гию, такие как Б.С. Холдейн\* и Фрэнсис Крик\*\*, признавали, что на них оказали значительное влияние различные идеи, пусть и спорные, выдвинутые в этой книге вдумчивым физиком.

Как и многие другие работы, повлиявшие на человеческое мышление, «Что такое жизнь?» излагает точки зрения, которые, будучи усвоенными, представляются почти самоочевидными истинами. Тем не менее их по-прежнему игнорирует множество людей, кому следовало бы понимать, что к чему. Как часто мы слышим, что квантовые эффекты не имеют особого значения в биологических исследованиях или даже что мы потребляем пищу, чтобы получить энергию? Данные примеры подчеркивают непреходящую значимость книги Шредингера «Что есть жизнь?». Без сомнения, ее следует перечитать!

*Роджер Пенроуз*  
8 августа 1991 г.

---

\* Холдейн, Джон Бердон Сандерсон (1892–1964) — английский генетик, биохимик, физиолог и эволюционист, стоявший у истоков популяционной и молекулярной генетики и синтетической теории эволюции. — *Здесь и далее примеч. пер.*

\*\* Крик, Фрэнсис (1916–2004) — британский молекулярный биолог и биофизик, один из первооткрывателей структуры ДНК, лауреат Нобелевской премии.

## Введение

Предполагается, что ученый обладает полным и всеобъемлющим знанием о вещах, полученным из первых рук, а следовательно, не должен писать о том, в чем не является экспертом. Как говорится, *noblesse oblige*\*. Сейчас я попрошу вас забыть про *noblesse*, если таковое имеется, и освободиться от соответствующих обязательств. Я оправдываю это следующим образом: от наших праотцев мы унаследовали сильное стремление к единому, всеохватывающему знанию. Само название высших образовательных учреждений напоминает нам, что с античных времен и на протяжении многих столетий наибольшее внимание уделялось аспекту *универсальности*. Однако рост — в ширину и глубину — различных ветвей знания в последние сто с небольшим лет заставил нас столкнуться со странной дилеммой. Мы отчетливо ощущаем, что лишь начинаем собирать надежный материал, из которого можно вывести общую сумму всех известных вещей. Но с другой стороны, теперь отдельный ум способен одолеть только небольшой, специализированный фрагмент знания.

---

\* Положение обязывает (*фр.*).

Я вижу лишь один способ справиться с этой дилеммой (иначе наша истинная цель будет утрачена навеки): кто-либо должен взять на себя синтез фактов и теорий, даже полученных из вторых рук и неполных, рискуя выставить себя глупцом. Таково мое оправдание.

Не следует недооценивать языковые сложности. Родной язык — как скроенная по фигуре одежда, и человек чувствует себя неудобно, когда лишается доступа к нему и вынужден пользоваться другим языком. Я хочу выразить благодарность доктору Инкстеру (Тринити-колледж, Дублин), доктору Патрику Брауну (колледж Святого Патрика, Мейнот) и — последнему по счету, но не по значению — мистеру С.К. Робертсу. Им было нелегко подогнать под меня новую одежду и убедить отказаться от «оригинальных» оборотов. Если часть их пережила редактуру моих друзей, это моя вина.

Заголовки разделов изначально должны были представлять собой краткое содержание, и текст каждой главы следует читать *in continuo*\*.

Э. Ш.

Дублин

Сентябрь 1944 г.

*Менее всего свободный человек размышляет о смерти. В своей мудрости он размышляет не о смерти, а о жизни.*

Спиноза. Этика. Ч. IV, положение 67

---

\* Непрерывно (*ит.*).

## Глава 1

# КЛАССИЧЕСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРЕДМЕТУ

*Я мыслю, следовательно,  
существую.*

Р. Декарт

### Общий характер и цель исследования

Эта небольшая книга родилась из цикла публичных лекций, прочитанных физиком-теоретиком перед аудиторией из четырехсот человек, которая не сократилась даже после изначального предупреждения о сложности предмета и о том, что лекции нельзя назвать популярными, хотя в них практически не используется самое ужасное оружие физика, математическая дедукция, — не потому, что данный предмет можно объяснить без привлечения математики, а просто он слишком запутан для полного математического описания. Другой особенностью, которая придавала лекциям некий популярный оттенок, было намерение лектора объяснить и биологам, и физикам фундаментальную идею, лежащую на стыке биологии и физики.

В действительности, несмотря на разнообразие затрагиваемых тем, затея призвана донести лишь одну мысль — маленький комментарий



к большому и важному вопросу. Чтобы не заблудиться, составим короткий план.

Большой, важный и весьма обсуждаемый вопрос заключается в следующем:

Как физика и химия объясняют события в пространстве и времени, происходящие в пространственных рамках живого организма?

Предварительный ответ, который попытается установить и обосновать эта книга, можно кратко изложить так:

Очевидная неспособность современных физики и химии объяснить подобные явления вовсе не означает, что эти науки не могут их объяснить.

### **Статистическая физика.**

#### **Фундаментальное различие в структуре**

Данное замечание было бы весьма тривиальным, если бы единственным его предназначением являлось пробудить надежду на достижение в будущем того, чего не удалось получить в прошлом. Однако его значение намного более оптимистично: эта неспособность имеет подробное объяснение.

Сегодня, благодаря блестящей работе биологов, в основном генетиков, за последние тридцать-сорок лет, мы знаем достаточно о действительной материальной структуре организмов и об их работе, чтобы заявить и назвать точную

тому причину: современные физика и химия не могут объяснить пространственно-временные события, происходящие в живом организме.

Взаимодействия атомов в жизненно важных частях организма фундаментальным образом отличаются от всех соединений атомов, которые до настоящего времени являлись объектом экспериментальных и теоретических исследований физиков и химиков. Однако это различие, которое я считаю фундаментальным, может показаться малозначимым любому, кроме физика, сознающего, что законы химии и физики — глубоко статистические. Ведь именно со статистической точки зрения структура жизненно важных частей живых организмов столь отличается от любого кусочка материи, с которым мы, физики и химики, работаем физически в лабораториях или мысленно — за письменным столом\*. Невозможно представить, что законы и закономерности, открытые подобным образом, могут непосредственно применяться к поведению систем, не обладающих структурой, на которой они основаны.

Не-физик вряд ли окажется способен хотя бы уловить — не говоря уже о том, чтобы оценить —

---

\* Эта точка зрения подчеркивается в двух статьях Ф. Дж. Доннана, *Scientia*, XXIV, #78 (1918), 10 (*La science physico-chimique décrit-elle d'une façon adéquate les phénomènes biologiques?* / Способна ли физико-химическая наука адекватно описать биологические явления?) и *Smithsonian Report*, 1929, с. 309 (*The mystery of life* / Загадка жизни).

различие в «статистической структуре», выраженное столь абстрактными терминами. Чтобы придать утверждению живость и цвет, позвольте мне упомянуть то, что позднее будет описано намного детальнее, а именно самую значимую составляющую живой клетки — хромосомную фибриллу, которую можно назвать *апериодическим кристаллом*. До настоящего времени в физике мы имели дело лишь с *периодическими кристаллами*. В сознании скромного физика это очень интересные и сложные объекты, они относятся к самым удивительным и хитроумным материальным структурам, которыми озадачила его неживая природа. Однако в сравнении с апериодическими кристаллами они незамысловаты и скучны. Различия в структурах можно сравнить с различием между обычными обоями, на которых один и тот же узор повторяется снова и снова с регулярной периодичностью, и искусной вышивкой, например гобеленом Рафаэля, где нет скучного повторения, а присутствует сложный, гармоничный, осмысленный рисунок, созданный великим мастером.

Называя периодические кристаллы одним из самых сложных объектов исследования, я имел в виду истинного физика. Органическая химия, исследуя все более замысловатые молекулы, намного ближе подобралась к тому «апериодическому кристаллу», который, на мой взгляд, является материальным носителем жизни. Не-

удивительно, что химики-органики уже внесли важный вклад в проблему жизни, в то время как физики не сделали почти ничего.

### **Подход наивного физика к предмету**

Теперь, обозначив вкратце главную идею, а точнее, пределы наших исследований, я опишу линию атаки. Я предлагаю вначале рассмотреть представления наивного физика об организациях — то есть идеи, что могут возникнуть в сознании физика, который, выучив свою физику, а точнее, статистическое основание науки, начинает размышлять о них и о том, как они себя ведут и функционируют, и в конце концов честно спрашивает себя, способен ли он посредством того, чему научился, с точки зрения своей относительно простой, четкой и скромной науки, внести какой-либо существенный вклад в данную проблему.

Оказывается, вполне способен. Далее нужно сравнить его теоретические ожидания с биологическими фактами. Выяснится, что, хотя в целом его идеи представляются весьма разумными, они нуждаются в значительной коррекции. Таким образом мы постепенно приблизимся к правильной точке зрения — точнее, если выразиться более скромно, точке зрения, которую я считаю правильной.

Я не уверен, что мой подход является самым лучшим и простым. Однако он мой. Я сам был «наивным физиком». И не смог отыскать более простого и ясного пути к цели, нежели моя кривая дорожка.

### **Почему атомы такие маленькие?**

Хороший способ развить представления наивного физика — начать со странного, почти нелепого вопроса: почему атомы такие маленькие? Да, они действительно очень малы. Каждый фрагмент материи, с которым мы имеем дело в повседневной жизни, состоит из множества атомов. Чтобы донести этот факт до аудитории, подобраны многочисленные примеры, самый впечатляющий из которых принадлежит лорду Кельвину\*. Представьте, что вы можете пометить молекулы в стакане воды; затем вылейте содержимое стакана в океан и тщательно перемешайте, чтобы равномерно распределить помеченные молекулы по семи морям. Если впоследствии вы наберете стакан воды в любом месте океана, то обнаружите в нем около сотни ваших меченых молекул. Разумеется, их будет не ровно 100 (даже если вычисления дают именно такой результат). Их будет 88, или 95, или 107, или 112,

---

\* Томсон, Уильям, барон Кельвин (1824–1907) — британский физик-математик, в честь которого названа абсолютная единица температуры.

но вряд ли 50 или 150. Ожидаемое «отклонение», или «флуктуация», составит порядка корня квадратного из 100, то есть 10. Статистик выразит это так: вы обнаружите  $100 \pm 10$  молекул. Пока этот комментарий можно проигнорировать, однако позднее мы используем его в качестве иллюстрации статистического закона  $\sqrt{n}$ .

Реальный размер атомов\* составляет примерно длину волны желтого света. Это сравнение существенно, поскольку длина волны грубо характеризует размеры мельчайшего объекта, видимого в микроскоп. Таким образом, подобный объект содержит тысячи миллионов атомов. Но почему атомы такие маленькие? Очевидно, данный вопрос является уловкой, поскольку в действительности он касается вовсе не размера атомов, а размера организмов, точнее, наших собственных тел. Атом мал в сравнении с «гражданской» единицей длины, например, ярдом или метром. В атомной физике обычно используют так называемый ангстрем (сокращенно Å), который составляет  $10^{-10}$  метра, или, в десятичном представлении, 0,000000001 метра. Диаметры атомов варьируют от 1 до 2 Å. «Гражданские»

---

\* Согласно современным представлениям, у атома нет четких границ, а следовательно, «размер» атома не является определенной концепцией. Однако мы можем охарактеризовать или, если хотите, заменить его расстоянием между центрами атомов в твердом или жидком состоянии, но, разумеется, не газообразном, в котором оно, при нормальных давлении и температуре, увеличивается примерно в десять раз. — *Примеч. авт.*