

НАУЧПОП ДЛ Я ВСЕХ

НАУЧПОП ДЛЯ ВСЕХ

ГАРЕТ УИЛЬЯМС
ИЛЛЮСТРАЦИИ РЭЯ ЛОУДМАНА

ДВОЙНАЯ СПИРАЛЬ

**ЗАБЫТЫЕ
ГЕРОИ СРАЖЕНИЯ
ЗА
ДНК**

Издательство «АСТ»
Москва

С любовью и благодарностью

Каролине, Тиму, Джо и Тессе

За то, что терпели меня, пока я занимался еще одной книгой

Дороти Стрэнжвэйс

За то, что подала мне идею за чаем на Хартингтон Гров

Гордону «Доку» Райту

*За то, что помог мне удержаться на плаву
в Кембридже в 1971–1974 годах*

Мы все стоим на плечах друг друга.

*Розалинд Франклин, март 1953 года.
Тогда она услышала, что Джеймс Уотсон
и Фрэнсис Крик вывели структуру двойной спирали ДНК*

Наука, которая не решается забыть своих основателей, погибла.

*Альфред Норт Уайтхед, сентябрь 1916 года.
Речь, обращенная к Британской ассоциации содействия
развитию науки*



Содержание

ХРОНОЛОГИЯ	9
КТО ЕСТЬ КТО	14
Предисловие	22
1. Обратная перемотка	27
2. Вначале	35
3. Мешок с червями	49
4. Командировка в сад	62
5. О кузнечиках и мухах	79
6. «Кирпичики»	96
7. Вихрь из России	108
8. Магические кристаллы	120
9. Печальный конец многообещающего кандидата	136
10. Изобретения и усовершенствования	144
11. Изменчивый тип	157
12. Трансформационное исследование	169
13. На севере	180
14. Загадочные частицы	194
15. Применение науки	210
16. Мечты генетиков	225
17. Наведение порядка	241
18. Переломные моменты	259
19. Повороты и перипетии	275
20. Обмен мнениями	288

21. Формирование команды	311
22. Вундеркинд.....	326
23. Гонка в равных условиях.....	339
24. Фотофиниш	354
25. Последующие толчки	375
26. Оглядываясь назад	396
ГЛОССАРИЙ И СОКРАЩЕНИЯ	413
ПРИМЕЧАНИЯ.....	418
БИБЛИОГРАФИЯ.....	466
БЛАГОДАРНОСТИ.....	475
ПРАВА НА ИЗОБРАЖЕНИЯ.....	479



Хронология

- 1833** Роберт Броун описывает ядра в клетках орхидей.
- 1866** Грегор Мендель публикует «Опыты над растительными гибридами».
- 1868** Фридрих Мишер открывает нуклеин (ДНК) в клетках гноя.
- 1878** Альбрехт Коссель выделяет «дрожжевой нуклеин» (впоследствии было показано, что это РНК).
- 1880** Вальтер Флемминг описывает нуклеиновые нити, образующиеся из хроматина во время деления клетки (митоза) у саламандр.
- 1882** Флемминг выдвигает гипотезу об идентичности хроматина и нуклеина.
- 1885** Коссель выделяет два основания — гуанин и аденин — из нуклеина тимуса (зобной железы), а позднее — тимин (1893 год), цитозин (1894 год) и урацил (1900 год).
- 1888** Вильгельм Вальдейер переименовывает нити Флемминга в «хромосомы».
- 1889** Рихард Альтманн переименовывает нуклеин в «нуклеиновую кислоту».
- 1900** Труды Менделя заново открываются Карлом Корренсом, Хуго де Фризом и Эрихом фон Чермаком.
- 1903** Уолтер Саттон формулирует «хромосомную теорию наследственности».
- 1904** Уильям Бэтсон начинает отстаивать принципы Менделя и вводит термин «генетика».

- 1909** Вильгельм Иогансен вводит термины «ген», «генотип» и «фенотип».
Феб Левен идентифицирует сахар в дрожжевой нуклеиновой кислоте (РНК) как рибозу.
- 1912** Левен выдвигает предположение, что нуклеиновые кислоты представляют собой маленькие «тетрануклеотиды», содержащие по одному все четыре основания.
Макс фон Лауэ делает первый рентгеновский снимок кристалла.
- 1914** Лоренс Брэгг формулирует закон Брэгга о рентгеновской кристаллографии; совместно со своим отцом Уильямом разрабатывает «новую кристаллографию».
- 1915** Томас Хант Морган публикует книгу «Механизм менделевской наследственности», описывающую мутации у дрозофил.
- 1927** Фред Гриффит демонстрирует, что мертвые бактерии-пневмококки могут трансформировать (изменять генетически) живые пневмококки при их инъекции в живых мышей.
- 1928** Левен и Коссель заявляют, что гены состоят из белка, а не из нуклеиновой кислоты.
- 1929** Левен идентифицирует сахар в тимусной нуклеиновой кислоте (ДНК) как дезоксирибозу.
Мартин Доусон из лаборатории Освальда Эвери в Рокфеллеровском университете подтвердил данные Гриффита о трансформации пневмококков, также на живых мышах.
- 1931** Доусон и Ричард Сиа получают трансформацию в искусственных условиях (*in vitro*).
- 1932** Лионель Эллоуэй в лаборатории Эвери выделяет «трансформирующее начало», ответственное за трансформации, но не может описать его с химической точки зрения.
- 1937** Торбьёрн Касперссон выводит, что молекулы ДНК представляют собой очень длинные тонкие цилиндры и что они гораздо больше, чем один «тетрануклеид».
- 1938** Флоренс Белл делает рентгеновские снимки ДНК; вместе с Биллом Астбери она высказывает предположение, что основания в молекуле ДНК уложены друг на друга «как стопка монет».

- 1940** Колин Маклауд из лаборатории Эвери выявляет ДНК в «трансформирующем начале», но не идет дальше этого наблюдения.
- 1941** Альфред Мирски выделяет «хромозин» (ДНК со связанным белком) из клеточных ядер.
- 1942** Маклин Маккарти и Эвери демонстрируют, что «трансформирующее начало» состоит из ДНК с очень небольшим содержанием контаминирующего белка.
- 1944** Эрвин Шрёдингер в своей книге «Что такое жизнь?» выдвигает предположение, что гены представляют собой «аперидические кристаллы».
- Эвери, Маклауд и Маккарти публикуют свою эпохальную работу, демонстрирующую, что ДНК является «трансформирующим началом» и генетическим материалом в пневмококках. Мирски настаивает, что белок, а не ДНК, лежит в основе трансформации и является генетическим материалом.
- 1947** Роллин Хотчкисс демонстрирует, что ДНК содержит неравные количества четырех оснований, таким образом исключив возможность гипотетического тетрануклеотида.
- Андре Буавен доказывает, что ДНК трансформирует также другие бактерии (*E. coli*).
- Мэссон Гулланд выдвигает предположение, что молекула ДНК удерживается благодаря водородным связям между основаниями.
- Аспирант Гулланда Майкл Крит выдвигает гипотезу о том, что ДНК состоит из двух прямых нитей ДНК, соединенных водородными связями между основаниями в противоположных нитях.
- 1948** Эрвин Чаргафф сообщает о том, что количества аденина и тимина равны друг другу, так же как равны друг другу количества цитозина и гуанина, в разных источниках ДНК.
- Лайнус Полинг открывает альфа-спираль, которая играет главную роль в формировании молекул белка.
- 1949** Свен Ферберг определил, что основания лежат перпендикулярно к остову ДНК, и выдвинул гипотезу об односторонней спиральной структуре ДНК.
- 1950** Рэй Гослинг из Королевского колледжа делает рентгеновский снимок, на котором видна правильная «кристаллическая» форма ДНК (А-форма).

1951 *Январь:* Розалинд Франклин устраивается в Отделение биофизики Королевского колледжа, чтобы работать над рентгеновским анализом структуры ДНК.

Май: Уилкинс демонстрирует кристаллическую структуру ДНК на встрече в Неаполе и вдохновляет Джима Уотсона разобраться в ее строении.

Элвин Бейтон из Лидса делает рентгеновский снимок, на котором видны спиральные характеристики ДНК (В-форма). Снимок игнорируется.

Июль: Уилкинс демонстрирует структуры ДНК на заседании в Кембридже, и Франклин советует ему прекратить работать над ДНК.

Алек Стокс из Королевского колледжа прогнозирует рентгенограмму спиральной молекулы.

Октябрь: Джим Уотсон начинает работать с Фрэнсисом Криком в Кавендишской лаборатории в Кембридже и убеждает его заняться поисками структуры ДНК.

Ноябрь: Уилкинс встречается с Уотсоном и Криком и говорит им, что наиболее вероятная структура содержит три спиральные нити ДНК.

Уотсон посещает colloquium в Королевском колледже, где Уилкинс и Франклин представляют свою работу по ДНК.

Брюс Фрейзер из Королевского колледжа создает модель ДНК, содержащую три спиральные нити, которую Уилкинс отвергает.

Декабрь: используя данные Королевского колледжа, Крик и Уотсон создают трехнитевую модель ДНК, которая в корне неверна; Уилкинс прекращает сотрудничество с ними.

1952 *Январь:* Франклин и Гослинг описывают А-форму и В-форму ДНК.

Апрель: Джон Гриффит в Кембридже вычисляет, что за счет водородных связей аденин будет притягиваться к тимину, а цитозин — к гуанину.

Май: Гослинг делает Фотографию 51, на которой видны спиральные характеристики ДНК (В-форма).

Июль: Франклин решает, что «кристаллическая» ДНК (А-форма) не может быть спиралью, так что Уилкинс начинает сомневаться в спиральной природе ДНК в целом.

Декабрь: Полинг предлагает модель ДНК с тремя спиральными нитями, которая также в корне неверна.

1953 *Февраль:* Уотсон приезжает в Королевский колледж; Уилкинс показывает ему Фотографию 51, на которой Уотсон видит диагностические признаки спиральной структуры.

Март: Франклин оставляет Королевский колледж, чтобы заняться изучением структуры вирусов в Колледже Биркбек, Лондон.

Уотсон понимает, что попарное соединение оснований на противоположных нитях — это ключ к структуре ДНК. Используя данные Франклин без ее ведома, он вместе с Криком создают двойную спираль.

Апрель: в журнале *Nature* выходят три работы по двойной спирали — Уотсона и Крика; Уилкинса *et al.*; и Франклин и Гослинга.

Июль: Уотсон и Крик публикуют в журнале *Nature* продолжение своей работы, где говорится о самоудвоении ДНК.

1958 *16 апреля:* Розалинд Франклин умирает от рака яичника в возрасте 38 лет.

1962 Уотсон, Крик и Уилкинс разделяют Нобелевскую премию по физиологии и медицине.

1968 Уотсон публикует «Двойную спираль» (*The Double Helix*).

2001 Независимый научный суд снимает с Грегора Менделя обвинение в фальсификации своих данных.



Кто есть кто

Астбери, Уильям (Билл) (1898–1961)

Английский кристаллограф, который был заморожен «материями природы» и молекулярной структурой волокон и ввел термин «молекулярная биология». Его группа исследователей на кафедре биомолекулярной структуры Лидского университета делала ранние снимки ДНК (см. абзац об Элвине Бейтоне). Астбери полагал, что ДНК играет роль непосредственного шаблона для синтеза белка и что ее структура слишком проста, чтобы быть носителем генетической информации.

Эвери, Освальд Т. (1877–1955)

Бактериолог, биохимик и эксперт по пневмококкам — бактериям, которые вызывают долевую пневмонию. Руководил группой исследователей в Рокфеллеровском институте медицинских исследований, Нью-Йорк, которая доказала, что ДНК является «трансформирующим агентом», который может изменять генетические характеристики пневмококков в лабораторных условиях. Видный ученый, не получивший Нобелевскую премию.

Бейтон, Элвин (1919–2007)

Один из аспирантов Билла Астбери, вообще-то занимавшийся жгутиками бактерий. В мае 1951 года сделал рентгеновский снимок влажных волокон ДНК (B299), на котором виден тот же X-образный рисунок спиральной молекулы, что и на знаменитой Фотографии 51 Рэя Гослинга, сделанной годом позже. B299 никогда не публиковался и не демонстрировался.

Бернал, Джон Десмонд (1901–1971)

Прозван «Мудрецом» за то, что он, как казалось, знает все. Харизматичный человек энциклопедических знаний, о котором невозможно рассказать в нескольких строках. Питал страсть к рентгеновской кристаллографии, женщинам, неразорвавшимся бомбам, искусству и всему, связанному с Советским Союзом. Возглавлял кафедру кристаллографии в Колледже Биркбек, Лондон, где Розалинда Франклин занималась структурой вирусов, оставив свои исследования ДНК в Королевском колледже в начале 1953 года.

Брэгг, сэр Лоренс, член Королевского общества (1890–1971)

Самый молодой в истории лауреат Нобелевской премии (в возрасте 25 лет) в области естественных наук, которую получил вместе со своим отцом в 1916 году. Сформулировал Закон Брэгга, являющийся одним из основных принципов рентгеновской кристаллографии. Профессор физики и директор Кавендишской лаборатории в Кембридже с 1938 по 1954 год. В его исследовательскую группу входил Отдел Совета по медицинским исследованиям по изучению молекулярной структуры биологических систем, возглавляемый Максом Перуцем, который привлек Фрэнсиса Крика (1949 год) и Джеймса Уотсона (1951 год).

Брэгг, сэр Уильям, член Королевского общества (1862–1942)

Один из отцов рентгеновской кристаллографии. Вместе со своим сыном Лоренсом получил Нобелевскую премию по физике в 1916 году за расшифровку структуры многих солей и минералов. Когда он занимал пост президента Королевского института в Лондоне в 1930-е, у него учились рентгеновской кристаллографии Билл Астбери и Дж. Д. Бернал.

Чаргафф, Эрвин (1905–2002)

Американский биохимик украинского происхождения и эрудит, критически относящийся к ситуации в научной среде и мире в целом. Исследуя строение ДНК из различных источников, он заметил, что количество аденина равно количеству тимина, а количество цитозина — количеству гуанина («правило Чаргаффа»). Он весьма скептически относился к вкладу Уотсона и Крика и полагал, что его собственное открытие заслуживало Нобелевской премии.