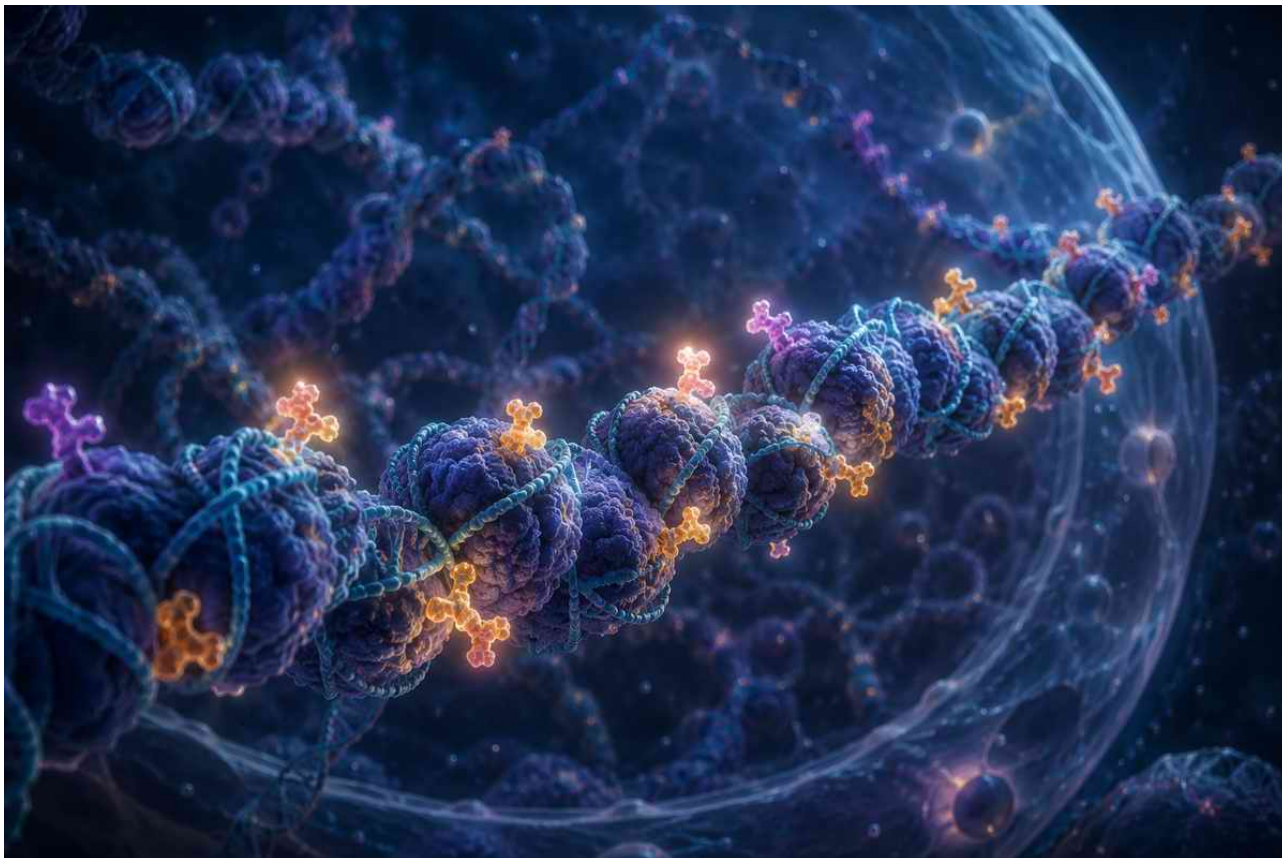


## Как эпигенетика управляет упаковкой ДНК: ученые приблизились к разгадке структуры хроматина



Дата публикации: 22.05.2026

Практически каждая клетка человеческого организма содержит одинаковый набор ДНК, однако клетки мозга, печени, кожи или мышц работают совершенно по-разному. Причина заключается не только в самих генах, но и в механизмах их активации и подавления. Новое исследование специалистов из RIKEN помогает лучше понять, каким образом эпигенетические процессы влияют на организацию генетического материала внутри ядра клетки и определяют работу генов.

Работа ученых опубликована в журнале *Science Advances* и посвящена изучению структуры хроматина — сложного комплекса ДНК и белков, который обеспечивает упаковку огромной молекулы генома внутри клеточного ядра. Исследование стало важным шагом в понимании того, как физическая организация генетического материала связана с экспрессией генов, развитием тканей и функционированием клеток.

Хроматин представляет собой своеобразную систему хранения ДНК. Если развернуть всю молекулу ДНК одной клетки, ее длина составит около двух метров, однако внутри ядра диаметром всего несколько микрометров она должна быть компактно упакована. Для этого ДНК наматывается на специальные белки — гистоны, образуя нуклеосомы. Далее эти структуры складываются в более сложные трехмерные конфигурации, определяющие доступность отдельных генов.

Современная биология давно предполагает, что эпигенетические модификации способны менять архитектуру хроматина и тем самым влиять на активность генов. Однако изучать эти процессы в лабораторных условиях было крайне сложно из-за технических ограничений. Основная проблема заключалась в невозможности создания достаточно длинных искусственных массивов хроматина для детального анализа.

Команда исследователей разработала новый двухэтапный метод реконструкции хроматина *in vitro*. Вместо использования одной длинной молекулы ДНК ученые сначала создавали отдельные короткие участки хроматина, а затем соединяли их между собой при помощи специально спроектированных «липких» концов ДНК. Такой подход позволил собрать длинные хроматиновые массивы, содержащие около ста нуклеосом, что значительно превышает возможности предыдущих технологий.

Используя новый метод, ученые смогли подробно исследовать влияние ацетилирования гистонов — одного из важнейших эпигенетических механизмов. Ацетилирование представляет собой присоединение ацетильных групп к определенным участкам белков-гистонов. Эта химическая модификация изменяет взаимодействие между ДНК и белками и напрямую влияет на плотность упаковки генетического материала.

Результаты показали, что ацетилирование способно существенно менять пространственную архитектуру хроматина. Более рыхлая упаковка делает определенные участки ДНК доступными для клеточных механизмов считывания информации, что способствует активации генов. Напротив, плотная упаковка ограничивает доступ к генетическому материалу и подавляет активность соответствующих генов.

Исследование также выявило важную роль гидродинамических взаимодействий в динамике хроматина. Эти физические эффекты ранее изучались значительно меньше, однако теперь становится ясно, что они могут оказывать серьезное влияние на поведение генетического материала внутри клеточного ядра.

Полученные данные имеют большое значение сразу для нескольких областей науки: молекулярная биология, генетика, эпигенетика, биофизика, клеточная инженерия, онкология, регенеративная медицина.

Особый интерес подобные исследования вызывают в контексте изучения рака и возрастных заболеваний. Нарушения эпигенетической регуляции и неправильная организация хроматина связаны со многими типами опухолей, нейродегенеративными болезнями и нарушениями развития тканей. Более глубокое понимание механизмов упаковки ДНК может помочь в создании новых методов диагностики и терапии.

Современная эпигенетика становится одной из наиболее быстро развивающихся областей биомедицины. Ученые уже знают, что на эпигенетические процессы способны влиять питание, стресс, уровень физической активности, старение, воздействие окружающей среды и даже режим сна. При этом сами изменения не затрагивают последовательность ДНК, а изменяют лишь способ работы генов.

Разработка физических моделей хроматина открывает новые возможности для понимания того, как клетки принимают решения о своей специализации и функционировании. В перспективе подобные исследования могут сыграть важную роль в развитии персонализированной медицины, клеточного программирования и технологий восстановления тканей.

Следующим этапом работы команда планирует изучение влияния других типов эпигенетических модификаций и белков, взаимодействующих с нуклеосомами. Главная цель проекта — создание полноценной физической модели организации хроматина, способной объяснить сложнейшие процессы управления генетической активностью внутри живых клеток.

**Ссылка:** «Реконструкция генов *in vitro* показывает, что ацетилирование гистонов напрямую контролирует архитектуру хроматина» [DOI: 10.1126/sciadv.adx9282](https://doi.org/10.1126/sciadv.adx9282).